



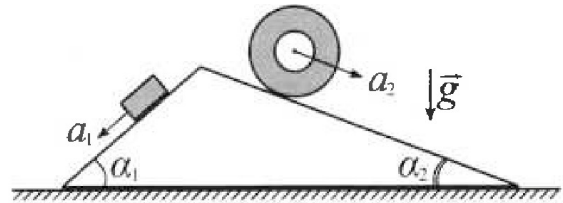
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

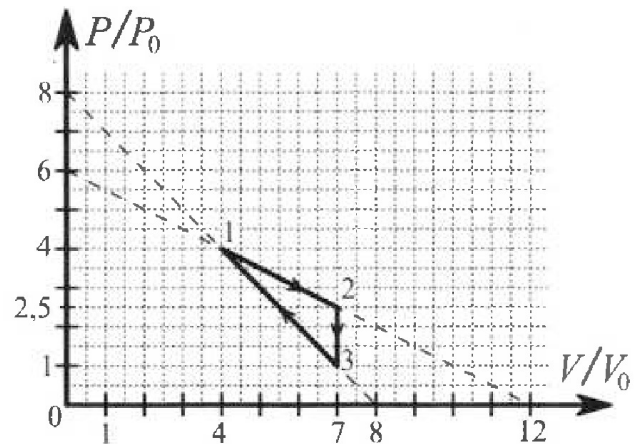


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

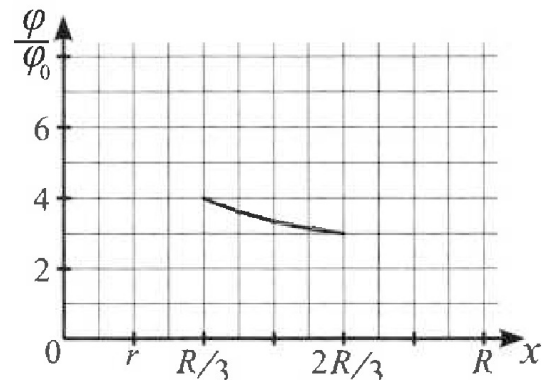
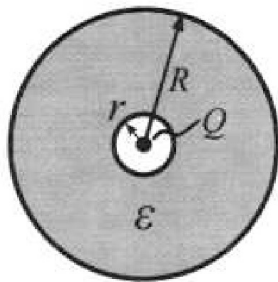
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



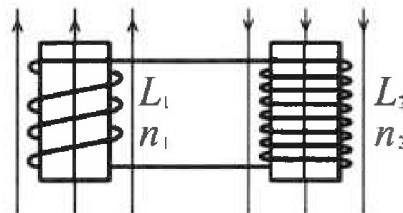
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

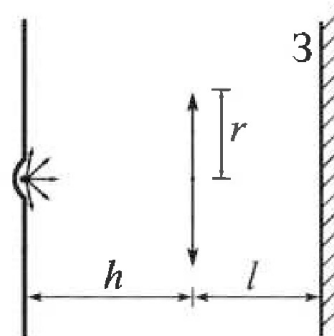


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 $[cm^2]$ 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!

Дано:

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

m

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

$4m$

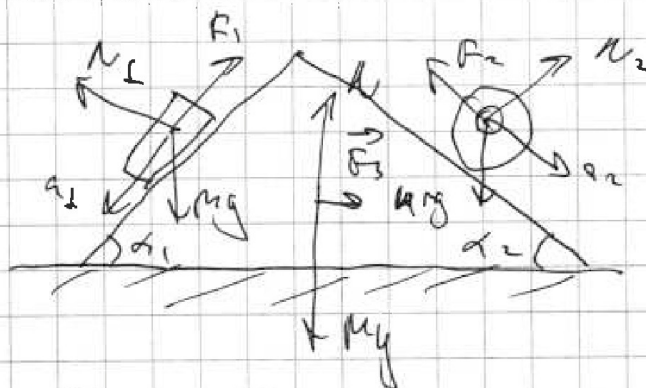
$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

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

$F_1 = ?$

$F_2 = ?$

$F_3 = ?$



по спускающей з.к:

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

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

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot g \cdot \frac{5}{13} =$$
$$= mg \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65} mg$$

по спускающей з.к:

$$4m\vec{a}_2 = \vec{N}_2 + 4m\vec{g} + \vec{F}_2$$

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 4mg \sin \alpha_2 - 4ma_2 = 4m \left(g \cdot \frac{5}{13} - g \cdot \frac{5}{24} \right) =$$
$$= 4mg \frac{5(24-13)}{13 \cdot 24} = \frac{55}{78} mg$$

условие равновесия груза между:

$$F_3 = m(e_1 \cos \alpha_1 - 4e_2 \cos \alpha_2) =$$

$$= mg \left(mg \left(\frac{5}{13} \cdot \frac{4}{5} - 4 \cdot \frac{5}{24} \cdot \frac{12}{13} \right) \right) = \left(\frac{4}{13} - \frac{10}{13} \right) mg =$$
$$= -\frac{6}{13} mg \Rightarrow |F_3| = \frac{6}{13} mg$$

$$\text{Ответ: } \frac{14}{65} mg; \frac{55}{78} mg; \frac{6}{13} mg$$



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
11 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!

$$1) \frac{\Delta u_{\text{из}}}{\Delta} ? \quad \Delta = S_{\text{цилиндр}} = \frac{1}{2} (2,5 + 4) p_0 \cdot (7-4) V_0 - \frac{1}{2} (1+4) p_0 \cdot$$

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

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

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

$$\frac{\Delta u}{\Delta} = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = 1$$

$$2) p_{\text{из}} - \text{функция } p(V) = 6 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{V_0} \quad (\text{по условию})$$

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

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

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

$$\Rightarrow p_{\text{из}} = 3 p_0 \Rightarrow$$

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

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

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

$$3) \eta = \frac{\Delta_1}{Q_{\text{из}}}, \quad \Delta = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

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

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

$$T_2 \rightarrow T_3 - Q < 0 \Rightarrow Q_{\text{хот}}, \quad Q_{2 \rightarrow 3} = \Delta u_{23} < 0 \quad (V_2 < V_3)$$

$$T_3 \rightarrow T_1: Q_1 = \Delta u_{13} \quad \Delta = -(16 p_0 V_0 - 2 p_0 V_0) = -9 p_0 V_0$$



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
☐

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!

$$\Delta U_{32} = \frac{3}{2} Nk (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{16 p_0 V_0}{p_R} - \frac{2 p_0 V_0}{p_R} \right) = \frac{3}{2} \cdot 8 p_0 V_0$$

$$Q_{31} = 8 p_0 V_0 \left(\frac{3}{2} - 1 \right) = 4,5 p_0 V_0 > 0 \Rightarrow Q_4$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{31}} = \frac{2 p_0 V_0}{8 p_0 V_0 + 4,5 p_0 V_0} = \frac{2,25 p_0 V_0}{9,5 p_0 V_0} = \frac{9}{38}$$

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!

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

$$\varphi(x) = ?$$



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

$\vec{E}_{\text{внутри}}$ — напряженность

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

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

$$\varphi(x) = \frac{Q}{(x-r)\epsilon} = \frac{Q}{\left(\frac{R}{4} - \frac{R}{6}\right)\epsilon} = \frac{12Q}{R\epsilon}$$

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

$$\frac{Q}{\left(\frac{R}{3} - \frac{R}{6}\right)\epsilon} - \frac{Q}{\left(\frac{2R}{3} - \frac{R}{6}\right)\epsilon} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\frac{6Q}{R\epsilon} - \frac{6Q}{3R\epsilon} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

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

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

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



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!

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

$$\begin{aligned} 1) \frac{\Delta n}{\Delta t} &= \alpha > 0 \\ \frac{\Delta T}{\Delta t} &? \end{aligned}$$

$$2) I = ?$$

$$1) |E_i| = \frac{n \frac{d\Phi}{dt}}{L_0} = \frac{n \frac{dB S}{dt}}{L_0} (\cos 0^\circ = 1) = \frac{S}{L_0} \frac{dB}{dt}$$

$$L_0 = L_1 + L_2 = 5L$$

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

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

$$2) |E_i| = \frac{n_1 \frac{d\Phi_1}{dt} + n_2 \frac{d\Phi_2}{dt}}{L_0} = n_1 L \frac{dT}{dt} + 2n_2 4L \frac{dI}{dt} =$$

$$= \frac{n S dB_1}{dt} + \frac{2n S dB_2}{dt}$$

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

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

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

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

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

$$I = \frac{1}{54} \frac{B_0 S}{L}$$

$$\text{Ответ: } \frac{1}{54} \frac{B_0 S}{L} \text{ и } \frac{\alpha S}{5L}$$

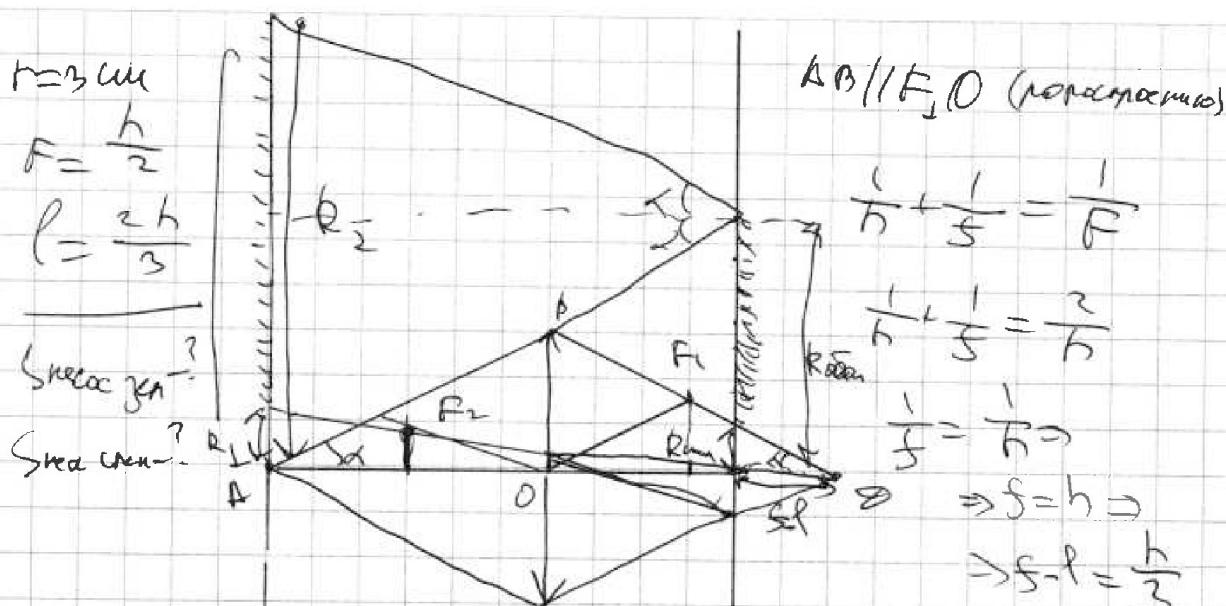


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. Поря QR-кода недопустима!



$$r = 3 \text{ см}$$

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

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

Средняя линия?

Средняя линия?

AB // EO (попарно параллельно)

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{5} = \frac{1}{F}$$

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

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = 5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h - l = \frac{h}{3}$$

$$\tan \alpha = \frac{r}{h} = \frac{R_{\text{вн}}}{\frac{5}{3}h} = \frac{R_{\text{вн}}}{\frac{h}{3}}$$

$$h = \frac{r}{\tan \alpha}, R_{\text{вн}} = \frac{5}{3}h \tan \alpha = \frac{5}{3}r = 5 \text{ см}$$

$$R_{\text{вн}} = \frac{1}{3}h \tan \alpha = \frac{r}{3} = 1 \text{ см}$$

$$S_{\text{средняя}} = \pi R_{\text{вн}}^2 - \pi R_{\text{вн}}^2 = 24\pi$$

R_1 — радиус освещенной зоны

R_2 — радиус границы освещенной и освещенной зоны

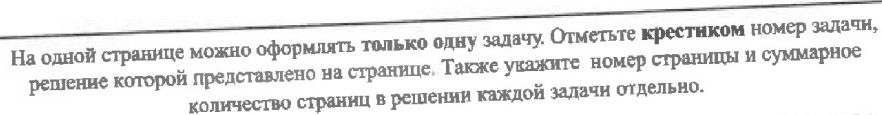
$$\tan \alpha = \frac{R_2}{2 \cdot \frac{5}{3}h} \Rightarrow R_2 = \frac{3}{5}r = 10 \text{ см}$$

$$\tan \alpha = \frac{R_1}{2h} = \frac{R_{\text{вн}}}{h}$$

$$r = \angle(\angle P_2 \angle A) \Rightarrow R_2 = 2R_{\text{вн}} =$$

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

Ответ: 24π ; 96π



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!

$$\int f(x) dx = F(x) - F(b)$$

$$\frac{18LI}{5} = \frac{-2}{1} \beta_0^2 + \frac{8}{9} \beta_0^2 - p \beta_0^2 \quad \text{snLI} = \frac{p \beta_0^2}{2}$$

$$\frac{18 \text{ LI}}{5} = \frac{-27 + 32 - 288}{36} \quad \beta_0$$

$$\frac{18 \text{ LI}}{5} = \frac{-2 \cancel{28^3} B_0^2}{30} B_0^2 S$$

$$I = \frac{-28^3}{2648} \frac{B_0^2 S}{L}$$

$$\delta I = \frac{\delta B S}{/}$$

11

$$\varphi\left(\frac{R}{r}\right) = ? \quad \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{KQ}{R} \quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

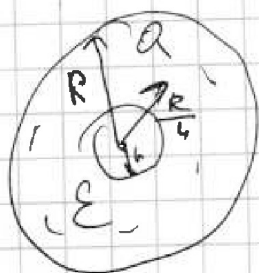
$$V\left(\frac{R}{a}\right) = \frac{4Q}{a} \frac{4R}{0_1} = \frac{16QR}{0_1}$$

$$Q = \frac{3}{2} \frac{kQ_1 Q_2}{R} - \frac{kQ_1^2}{r} = \frac{4kQ_1^2}{\epsilon R} - \frac{6kQ_1^2}{\epsilon R}$$

$$+ m = \frac{R}{\sigma} = \frac{2kQ_1^2}{R}$$

$$A_4 = B_4$$

$$= \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{3Q}{2\pi\epsilon_0 R}$$





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!

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = n \oint \mathbf{B}_1 \cdot d\mathbf{l} + 2n \oint \mathbf{B}_2 \cdot d\mathbf{l}$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = n S \cdot \frac{B_0}{2} + 2n S B_0 \cdot \frac{4}{3}$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \frac{3n S B_0 + 16n S B_0}{6} = \frac{19n S B_0}{6}$$

$$I = \frac{19n S B_0}{54 \pi L}$$

$$2 \rightarrow 3: Q_1 = 0 \text{ и } < 0 \text{ (пр)} \Rightarrow Q_{\text{max}}$$

$$3 \rightarrow 3: Q_1 = A + B u = 16 p_0 V_0 - 2 p_0 V_0 + \frac{3}{2} (16 p_0 V_0 - 2 p_0 V_0) = 9 p_0 V_0 \cdot \frac{5}{2} = 22.5 p_0 V_0$$

$$T_1 = \frac{2R}{16 p_0 V_0}$$

$$1 \rightarrow T_{\text{max}}: Q_1 = \frac{5}{2} (p_1 V_1 - 16 p_0 V_0)$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_{\text{max}}$$

$$1 \rightarrow 2: \delta p = -\frac{\delta V}{2} \quad \delta p_0 = \frac{p_0 V_0}{2}$$

$$p_2 = p_0 - \frac{p_0 V_0}{2 V_0}$$

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

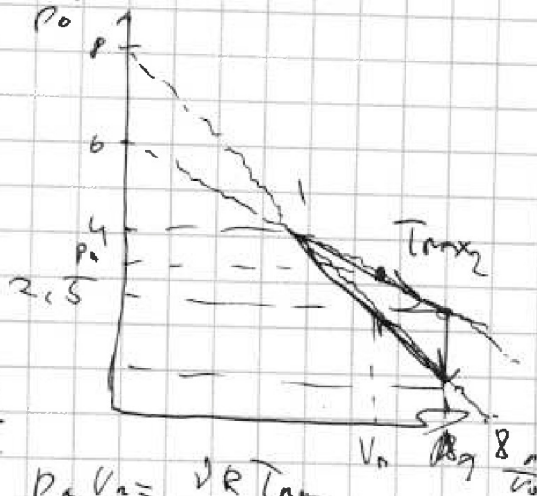
$$T_{\text{max}} = \frac{2R}{V_0}$$

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

$$T(V) = \frac{\nu R}{V} \left(p_0 V_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V_0}{V_0} V \right) = \text{max}$$

$$= \frac{\nu R V_0}{V(12 p_0 V_0 - p_0 V)} = \text{max}$$

$$T(V) = \frac{\nu R}{\pi} = 0$$





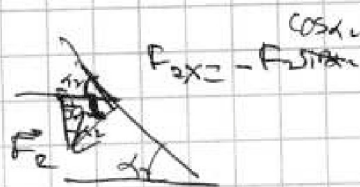
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

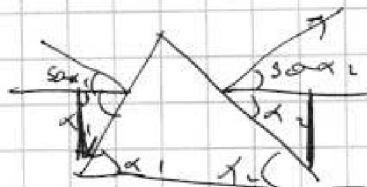
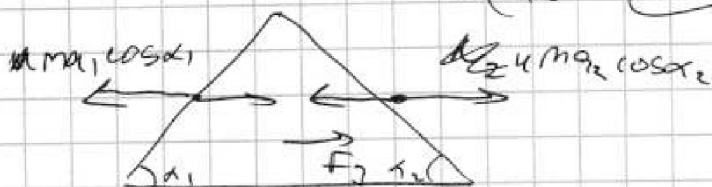
$$F_2 = 4m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 4mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) =$$
$$\approx 4mg \frac{5 \cdot (24 - 13)}{13 \cdot 24} = 4mg \cdot \frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 6 \cdot 4} = \frac{55}{78} mg$$



$$F_1 = F_2 \cos \alpha_1$$

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

$$F_3 = F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 =$$
$$\approx \left(\frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) mg$$



$$4m g \cos \alpha_2 + F_3 = m g \cos \alpha_1$$

$$F_3 = m g \cos \alpha_1 - 4m g \cos \alpha_2$$

$$F_3 = \frac{1}{5} \cdot \frac{4}{5} mg - \frac{5}{24} \cdot \frac{12}{13} \cdot 4mg =$$
$$= \frac{4}{13} mg - \frac{10}{13} mg = -\frac{6}{13} mg$$

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



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. Порча QR-кода недопустима!

$$M$$

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

$$4M$$

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

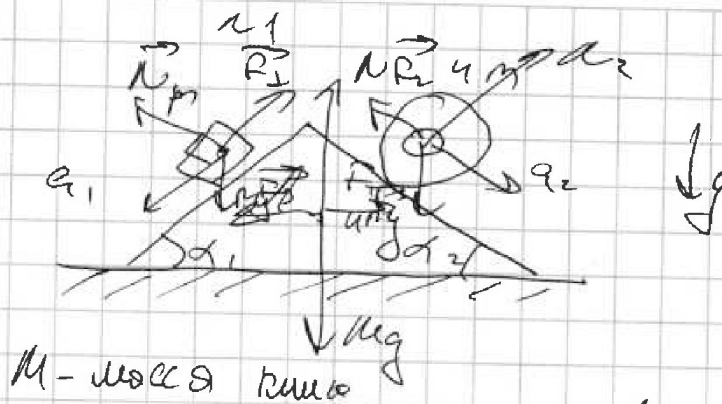
$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{5}{13}$$

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

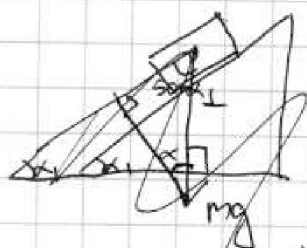
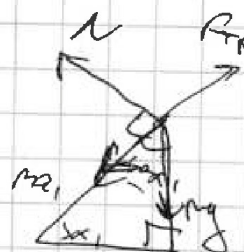
$$F_3 = ?$$



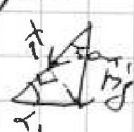
M - масса груза

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

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



$$\sin \alpha_2 = \frac{4}{5}$$



$$\cos(90 - \alpha_2) = \sin \alpha_2 = \frac{4}{5}$$

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

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

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

$$2) \vec{4m}\vec{a}_2 = \vec{F}_2 + \vec{4m}\vec{g} + \vec{N}_2 = mg \frac{3g - 2g}{65} = \frac{14}{65} mg$$

$$4ma_2 = -F_2 + 4mg \sin \alpha_2$$

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

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

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

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!



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

$$r = 3 \text{ см}$$

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

$$1) S_{\text{крас}} = ?$$

$$2) S_{\text{крас}} = ?$$

$$S_{\text{крас}} = 2 S_1$$

$$S_{\text{крас}} = \pi r^2$$

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

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

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

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

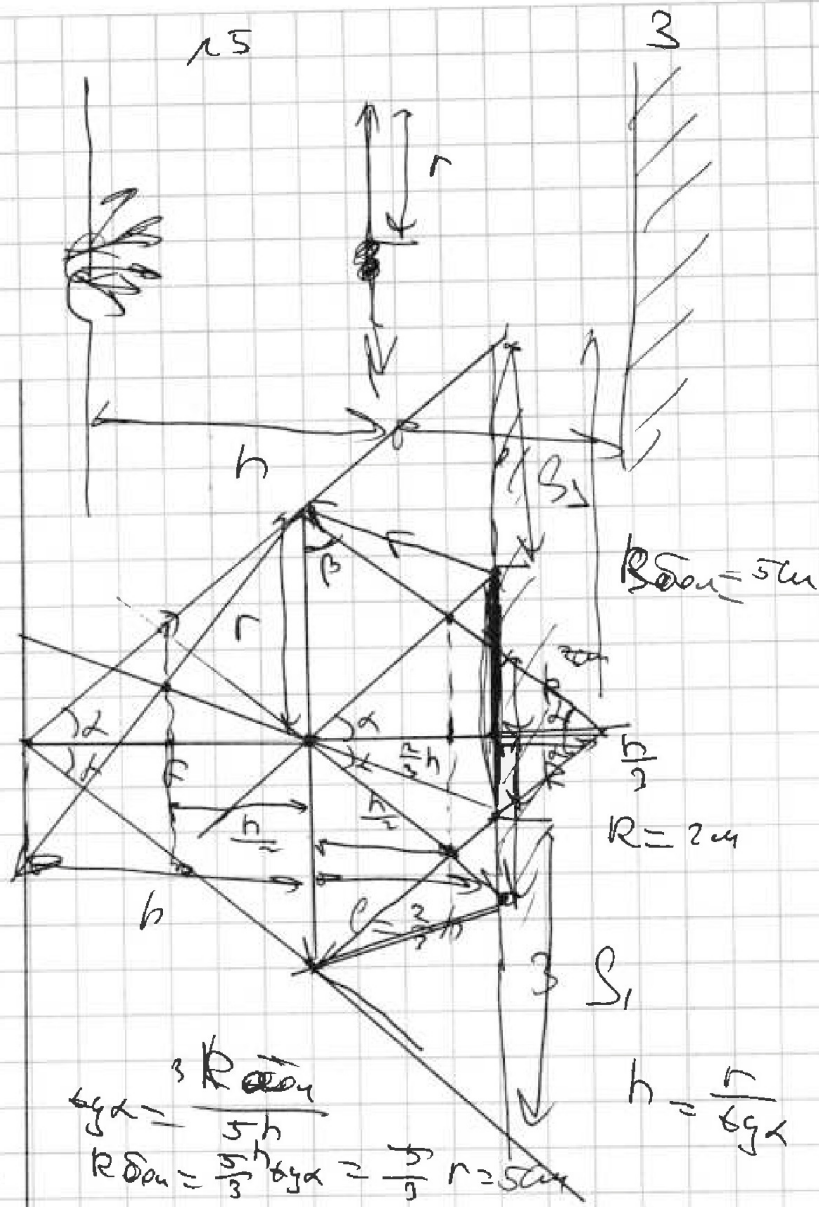
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{h} + \frac{1}{R}$$

$$= \frac{R-R}{R h}$$

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

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

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



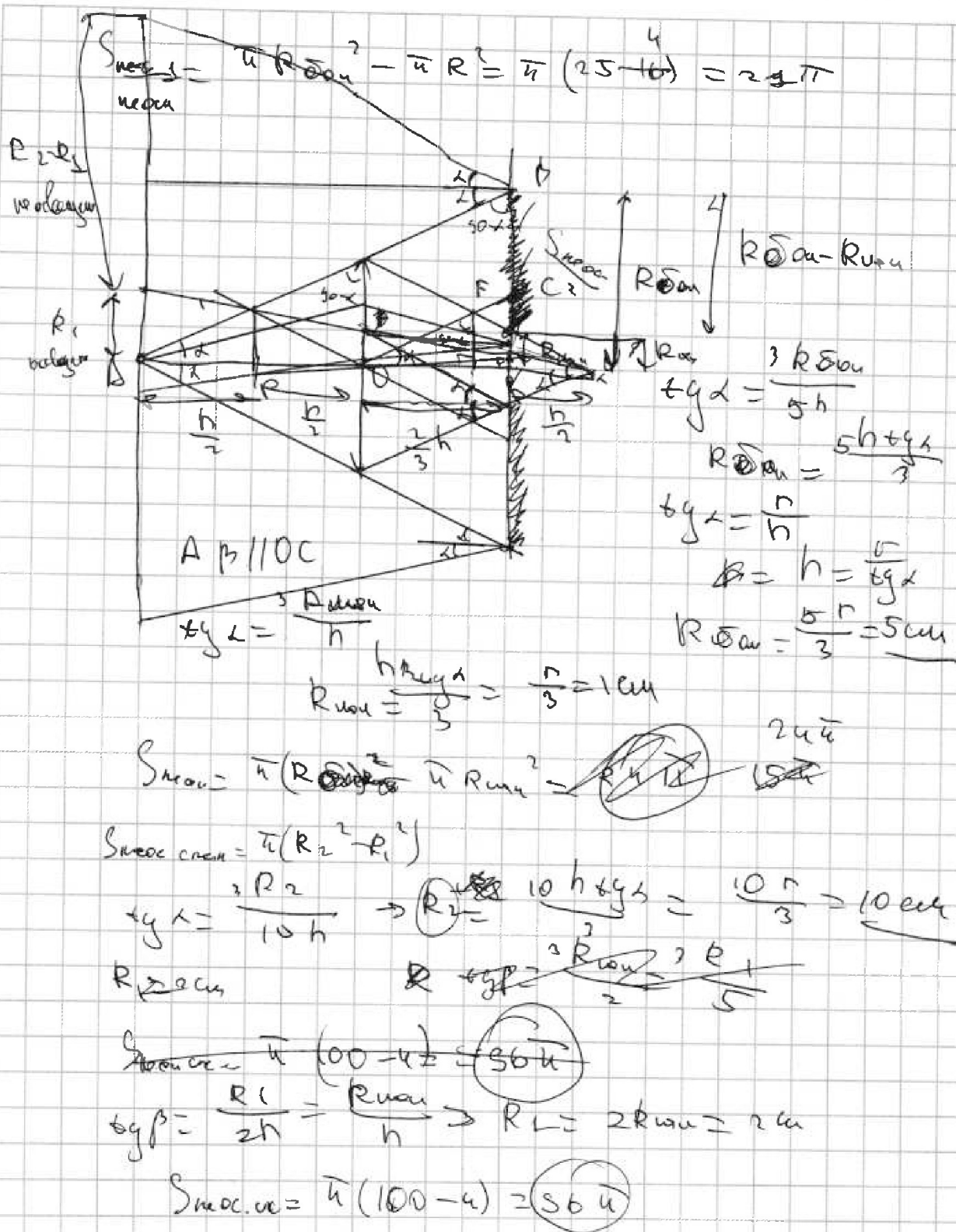


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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

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

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

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

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

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

$$= \frac{39 p_0 V_0}{4} - \frac{15}{2} \cdot \frac{30 p_0 V_0}{4} = \frac{3}{4} p_0 V_0$$

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

$$h = \frac{A}{Q_{12}}$$

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

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$T_1 = \frac{\nu R}{p_1 V_1} = \frac{\nu R}{4 p_0 \cdot 4 V_0} = \frac{\nu R}{16 p_0 V_0}$$

$$p_1(V_0) = p_{p0} + \frac{1}{V_0} \alpha_1 V_0 \quad \alpha_1 = -1 \frac{p_0}{V_0}$$

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

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

$$p_1(V_0) = p_{p0} - \frac{p_0}{V_0}$$

$$1 \rightarrow 2: Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} \quad p_2(V_0) = 0 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

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

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





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!



$$\varphi(x) = \frac{3}{2}$$

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

$$\int \sin \alpha d\alpha = nS \int \frac{B_0}{2} + 2 \int \frac{B_0}{2}$$

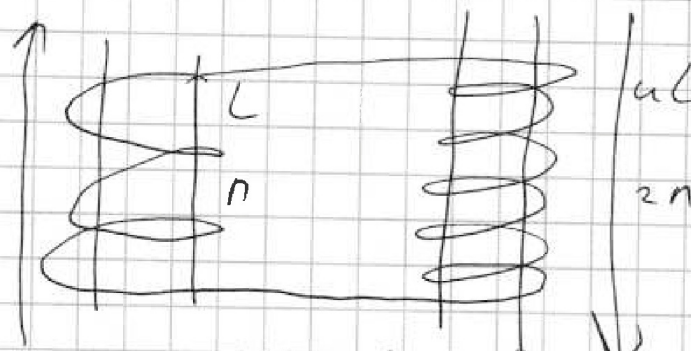
$$nS \left[\frac{B_0}{2} \frac{x}{R} + 2 \frac{B_0}{2} \frac{x}{R} \right] = nS \left[\frac{B_0}{2} \frac{x}{R} + B_0 \frac{x}{R} \right]$$

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \mu L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 2n$$



$$\chi = \frac{nB}{B_0}$$

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

$$|\mathcal{E}| = \frac{n d\Phi}{dt} = nL \frac{dI}{dt} = \frac{n \mu B S}{dt} (\cos 0^\circ) = 1$$

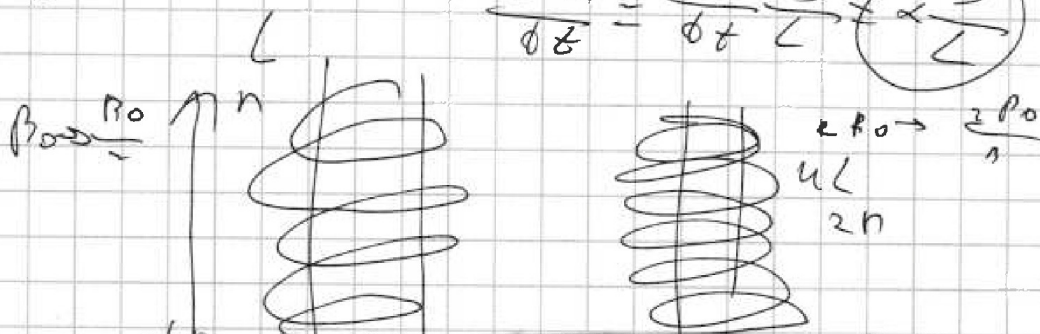
$$2) B_0 \rightarrow \frac{n_0}{2}$$

$$2B_0 \rightarrow \frac{2}{3} B_0$$

$$I_R = ?$$

$$L \frac{dI}{dt} = \mu S \frac{dB}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{dB}{dt} \frac{S}{L} \times \frac{S}{L}$$



$$|\mathcal{E}| = \frac{n_1 d\Phi_1}{dt} + \frac{n_2 d\Phi_2}{dt} = \frac{n_1 L_1 dI_1}{dt} + \frac{n_2 L_2 dI_2}{dt}$$

$$= \frac{n_1 S \mu dB_1}{dt} + \frac{n_2 S dB_2}{dt}$$

$$nL + \mu nL \sin \alpha dI = nS dB_1 + 2nS dB_2$$



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!

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ_1}{\epsilon R}$$

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

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

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

$$\frac{3kQ_1}{2\epsilon R} - \frac{6kQ}{2\epsilon R} = -\varphi_0$$

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

$$\epsilon = \frac{3kQ_1}{2\varphi_0 R} = \frac{3Q}{2\varphi_0 R \cdot 4\pi\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 = \frac{R_1}{2h} =$$

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

или

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

$$\left(\frac{Q}{\frac{R}{3} - \frac{R}{6}}\right)\epsilon - \left(\frac{Q}{\frac{2R}{3} - \frac{R}{6}}\right)\epsilon = \frac{\varphi_0}{\epsilon_0}$$



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!

$$T(V) = \frac{PR}{V(6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{V_0})} = \frac{PR}{V(12p_0 V_0 - p_0 V)}$$

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

$$\frac{3}{4} = \frac{2}{5}$$

$$pV = \min$$

$$T_1 = \frac{16p_0 V_0}{VR}$$

$$T_2 = \frac{2p_0 V_0}{VR}$$

$$T_1, T_2$$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{5} = pV = \frac{1}{V} \left(6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0 V}{V_0} \right) = \min$$

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

$$\frac{3}{38}$$

$$(pV)' = 6p_0 - \frac{p_0 V}{2V_0} = 0$$

$$V = 6V_0 \Rightarrow p = \frac{1}{2} p_0$$

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

$$T_{max} = \frac{PR}{18p_0 V_0}$$

$$\frac{T_{max}}{T_1} = \frac{PR}{18p_0 V_0} \cdot \frac{16p_0 V_0}{VR} = \frac{16}{18} \cdot \frac{18}{16} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$1 \rightarrow T_{max} \quad Q_a > 0$$

$$T_2 = \frac{16p_0 V_0}{VR}$$

$$Q_a = \frac{5}{2} (18p_0 V_0 - 16p_0 V_0) = 5p_0 V_0$$

$$T_3 = \frac{2p_0 V_0}{VR}$$

$$1 \rightarrow T_{max} \rightarrow 2$$

$$TK \rightarrow$$

$$Q < 0 \Rightarrow Q_{max}$$

$$2 \rightarrow 3 = Q_{max}$$

$$= -5p_0 V_0$$

$$Q_{31 \rightarrow 2} = \frac{5}{2} (16p_0 V_0 - 2p_0 V_0) = \frac{45}{2} p_0 V_0 < 0$$

$$Q_a = 5p_0 V_0 + 22,5 p_0 V_0 = 27,5 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{3}{4} \cdot \frac{22,5}{27,5} = \frac{15}{44} \approx 0,34$$