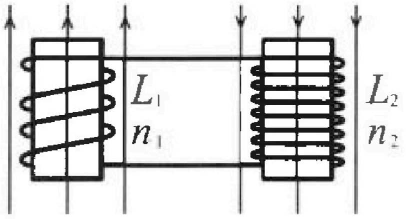
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

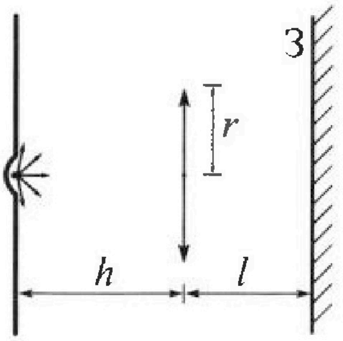
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ 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 $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, 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 $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

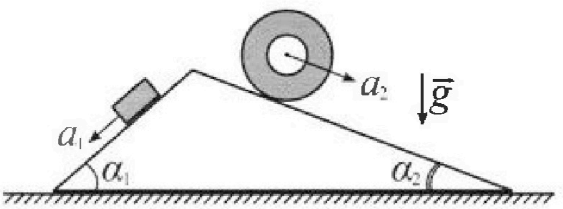
Ответы дайте в [см^2] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (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 $\alpha_2(\sin\alpha_2 = 5/13, \cos\alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



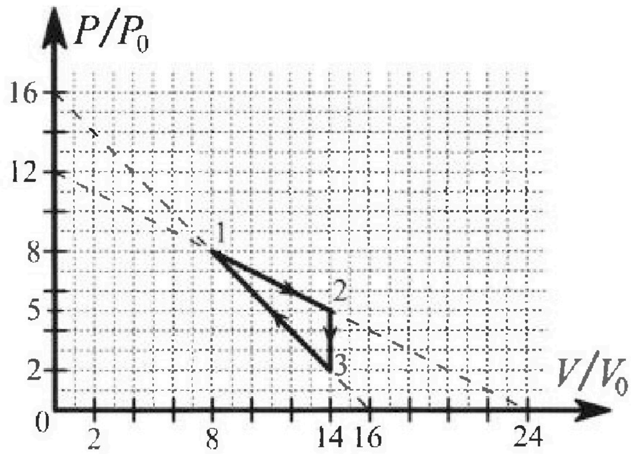
1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числов ым 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.

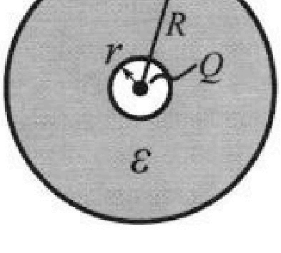
1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
3) Найдите КПД цикла.

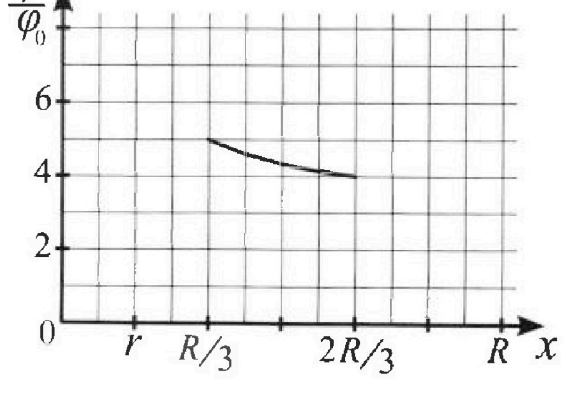
Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.



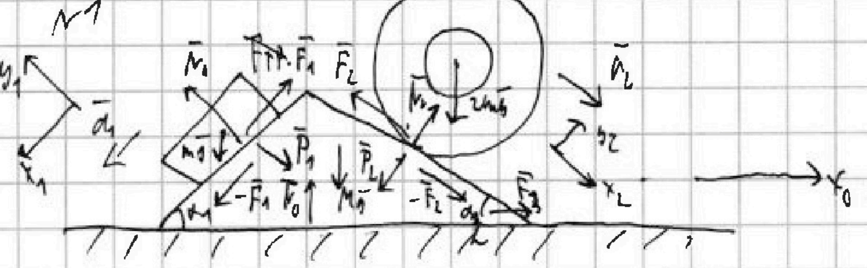
3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ε и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. 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 $x = 5R/6$.
2) Используя график, найти численное значение ε.





№1



Дано:

m, $a_1 = \frac{6g}{13}$

$a_2 = \frac{g}{4}$

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

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

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

$\cos\alpha_2 = \frac{12}{13}$

F_1 - ?

F_2 - ?

F_3 - ?

1) запишем II з-н Ньютона для бруска:

$$\bar N_1 + m\bar g + \bar F_1 = m\bar a_1$$

в проекции на Ox_1 ($Ox_1 \uparrow\uparrow \bar a_1$) $ma_1 = mg\sin\alpha_1 - F_1 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow F_1 = mg\sin\alpha_1 - ma_1 = mg\frac{3}{5} - mg\cdot\frac{6}{13} = mg\frac{39-60}{65} =$$

$$= \cancel{\frac{6}{65}mg} = \frac{9}{65}mg$$

найдём N_1 (сила нормальной реакции опоры)

Oy_1: $N_1 = mg\cos\alpha_1 = \frac{4}{5}mg$

2) II з-н Ньютона для цилиндра:

$$\bar N_2 + 2m\bar g + \bar F_2 = 2m\bar a_2$$

Ox_2 ($Ox_2 \uparrow\uparrow \bar a_2$) $2ma_2 = 2mg\sin\alpha_2 - F_2 \Leftrightarrow F_2 = 2mg\cdot\frac{5}{13} - \frac{2g}{4}m =$

$$= mg\left(\frac{10}{13} - \frac{1}{2}\right) = \frac{20-13}{26}mg = \frac{7}{26}mg$$

Oy_2: $N_2 = 2mg\cos\alpha_2 = \frac{2\cdot12}{13}mg = \frac{24}{13}mg$

3) II з-н Ньютона для клина: $\bar P_1 + \bar P_2 + (-\bar F_1) + (-\bar F_2) + M\bar g + \bar N_0 + \bar F_3 = \bar 0$

$\bar P_1, \bar P_2$ – вес бруска и цилиндра M – масса клина; N_0 – сила нормальной реакции опоры

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!

OX_0: (OX_0 – горизонтальная ось)

$$F_{Tx} + N_1 \sin\alpha_1 - N_2 \sin\alpha_2 - F_1 \cos\alpha_1 + F_2 \cos\alpha_2 = 0$$

(по III з-ну Ньютона $\bar{P}_1 = -\bar{N}_1$; $\bar{P}_2 = -\bar{N}_2$ для сил $\bar{F}_1, \bar{F}_2$ существуют противоположные ~~и рав~~ силы, действующие на клин)

$$F_{Ty} = N_2 \sin\alpha_2 + F_1 \cos\alpha_1 - N_1 \sin\alpha_1 - F_2 \cos\alpha_2 = \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} -$$

$$- \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} = mg \left(\frac{120}{169} + \frac{36}{125} - \frac{12}{25} - \frac{84}{2 \cdot 169} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{120}{13^2} + \frac{36}{13 \cdot 5^2} - \frac{12}{5^2} - \frac{84}{2 \cdot 13^2} \right) = mg \left(\frac{240 - 84}{2 \cdot 13^2} + \frac{36 - 12 \cdot 13}{5^2 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{156}{2 \cdot 13^2} + \frac{36 - 156}{5^2 \cdot 13} \right) = mg \left(\frac{78}{13^2} \cancel{+} - \frac{120}{5^2 \cdot 13} \right) = mg \left(\frac{6}{13} - \frac{24}{5 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \frac{30 - 24}{65} = \frac{6}{65} mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$; 2) $F_2 = \frac{7}{26} mg$ 3) $F_3 = \frac{6}{65} mg$

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!

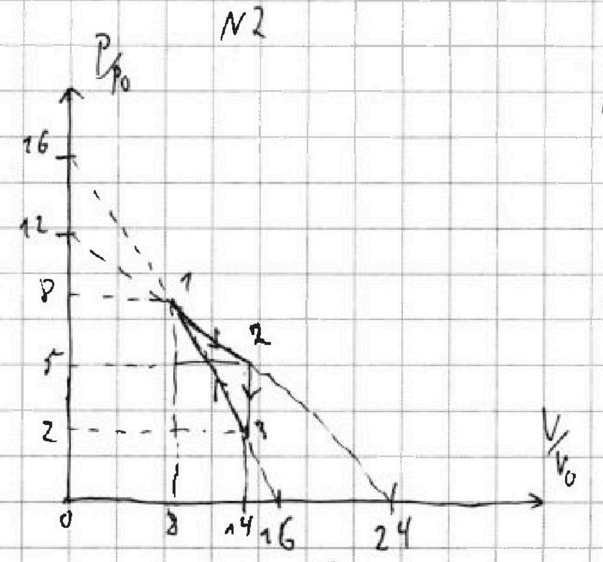
N2

Дано:
$i = 3$
график

1) $\frac{|\Delta U_{1-2}|}{A^{\circlearrowright}}$ - ?

2) $\frac{T_{max\,1-2}}{T_3}$

3) η - ?



ур-е Клапейрона-Менделеева:

$pV = \nu RT$

найдём работу за цикл

$A^{\circlearrowright}$ равно площади контура в осях $p(V)$

получим, что $A^{\circlearrowright} = \frac{1}{2}\, 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0V_0$

Площадь треугольника - половина произведения основания на высоту

$U = \frac{i}{2}\nu R T = \frac{i}{2} pV \qquad \Delta U_{1-2} = \frac{i}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{i}{2}(5 \cdot 14 p_0V_0 - 8 \cdot 8\, p_0V_0) =$

$= \frac{3}{2} p_0V_0(70 - 64) = \frac{3 \cdot 6}{2}\, p_0V_0 = 9p_0V_0$

$\frac{|\Delta U_{1-2}|}{A^{\circlearrowright}} = \frac{\Delta U_{1-2}}{A^{\circlearrowright}} = \frac{9p_0V_0}{9p_0V_0} = 1$

запишем ур-е процесса 1-2: ~~p_0~~ $\frac{p}{p_0} = 12 - \frac{1}{2}\frac{V}{V_0} \Leftrightarrow p = 12p_0 - \frac{1}{2} V \frac{p_0}{V_0}$

T максимальна, когда максимально произведение pV

$pV = V\left(12p_0 - \frac{1}{2} V \frac{p_0}{V_0}\right) = -\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}V^2 + 12p_0V$ - квадратичная функция.

максимум в точке $\frac{-12p_0}{2\left(-\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}\right)} = 12V_0$

При этом $T_{max} = \frac{pV}{\nu R} = \frac{-\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}(144V_0^2) + 144p_0V_0}{\nu R} = \frac{1}{\nu R}p_0V_0(144-72) =$

$= 72\frac{p_0V_0}{\nu R}$

$T_3 = \frac{p_3V_3}{\nu R} = \frac{28\,p_0V_0}{\nu R}$

$\frac{T_{max\,1-2}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$

3) $\eta = \frac{A^{\circlearrowleft}}{Q_H}$ I нач. термодинамики: $\Delta U = \delta A^{\downarrow} + \delta Q^{\downarrow}$

~~1-2:~~

1-2: $\Delta U_{1-2} - A^{\downarrow}_{1-2} = Q^{\downarrow}_{1-2} = 9p_0V_0 + \frac{1}{2}(5+8)\cdot 6p_0V_0 = (9+39)p_0V_0 = 48p_0V_0$

$Q^{\downarrow}_{1-2} > 0 \Rightarrow$, значит относится к Q_H

2-3: $\Delta U_{2-3} < 0$; $A_{2-3} = 0 \Rightarrow Q^{\downarrow}_{2-3} < 0$ относится к Q_X.

3-1: $Q^{\downarrow}_{3-1} = \Delta U_{3-1} - A^{\downarrow}_{3-1} = \frac{3}{2}(64-28)p_0V_0 - \frac{1}{2}(2+8)\cdot 6p_0V_0 = \frac{3}{2}\cdot 36p_0V_0 - 30p_0V_0 =$

$= (54-30)p_0V_0 = 24p_0V_0 > 0$; $Q^{\downarrow}_{3-1}$ относится к Q_H

(работа – площадь под графиком; $A^{\downarrow}, Q^{\downarrow}$ – совершаемые над газом;

$A^{\uparrow}; Q^{\uparrow}$ – совершаемые(ое) отдаваемое газом]

$\eta = \frac{A^{\circlearrowleft}}{Q_H} = \frac{9p_0V_0}{(24+48)p_0V_0} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8}$

Ответ: 1) $\frac{|\Delta U_{1-2}|}{A^{\circlearrowleft}} = 1$; 2) $\frac{T_{1-2\,max}}{T_3} = \frac{18}{7}$ 3) $\eta = \frac{1}{8}$

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!

№3

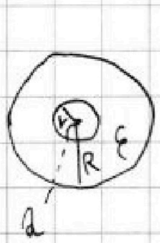
Дано:

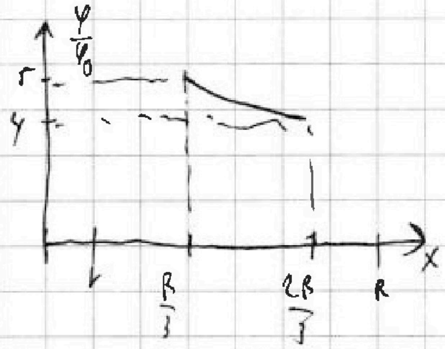
r, R, Q

$\varphi(x)$; $\varphi_\infty = 0$

1) $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right)$ - ?

2) ε - ?





поле от точечного заряда: $E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{x^2}$ - вне диэлектрика

$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\frac{Q}{x^2}$ - в диэлектрике

$\forall x_1$: $x_1 > r$; $x_1 < R$ потенциал $\varphi = \int_\Gamma E\,dl$

Г - путь в точку $\varphi = 0$

$$\varphi(x_1) = \int_{x_1}^{R} E_2\,dx + \int_R^\infty E_1\,dx = \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\int_{x_1}^{R}\frac{1}{x^2}dx + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int_R^\infty \frac{1}{x^2}dx =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\varepsilon}\left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{R}\right) + \frac{1}{R}\right); \quad \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\varepsilon}\left(\frac{6}{5} - 1\right) + 1\right) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon_0}\left(1 + \frac{1}{5\varepsilon}\right)$$

2) $\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{5}{4}$; $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon_0}\left(1 + \frac{1}{\varepsilon}(3 - 1)\right) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon_0}\left(1 + \frac{2}{\varepsilon}\right)$

$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon_0}\left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\left(\frac{3}{2} - 1\right)\right) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon_0}\left(1 + \frac{1}{2\varepsilon}\right)$

Получим $\frac{1 + \frac{2}{\varepsilon}}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}} = \frac{5}{4} \Leftrightarrow \frac{\varepsilon + 2}{\varepsilon + \frac{1}{2}} = \frac{5}{4} \Leftrightarrow 4\varepsilon + 8 = 5\varepsilon + \frac{5}{2} \Leftrightarrow \varepsilon = 8 - \frac{5}{2} = \frac{16 - 5}{2} = \frac{11}{2}$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon_0}\left(1 + \frac{1}{5\varepsilon}\right)$

2) $\varepsilon = \frac{11}{2}$

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 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!

№4

Дано:

$L_1 = L$; $n_1 = n$

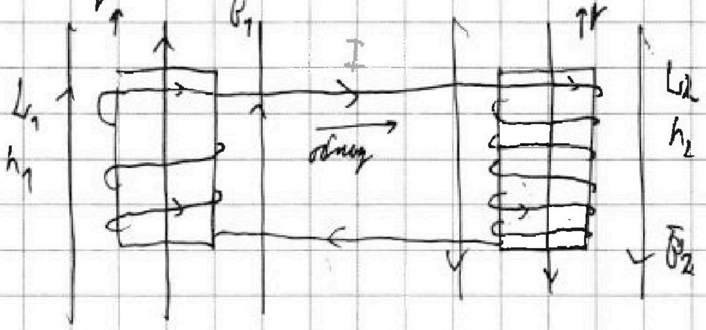
$L_2 = 16L$; $n_2 = 4n$

S

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

$\left|\frac{dI}{dt}\right|$ – ?

2)



$\vec{B}_1$ – поле у катушки L_1; $\vec{B}_2$ – у L_2

~~1~~ Выберем направление обхода (см. рис.) и вектор $\vec{S}$, сонаправленный с полем, создающим положительный поток.

1) $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha \Rightarrow \frac{dB_1}{dt} = \alpha$

правило Кирхгофа: $\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = 0$ (Φ_1, Φ_2 – потоки через первую и вторую катушки соответственно.) $\Leftrightarrow -\left(\frac{dB_1}{dt} n_1 S + L_1 \frac{dI}{dt}\right) - L_2 \frac{dI}{dt} = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -n_1 S\alpha - \frac{dI}{dt}(L_1 + L_2) = 0 \Rightarrow \left|\frac{dI}{dt}\right| = \frac{n_1 S\alpha}{L_1 + L_2} = \frac{nS\alpha}{17L}$

2) τ – время, за которое уменьшились B_1 и B_2

$\frac{dB_1}{dt} = \frac{\frac{1}{3}B_0 - B_0}{\tau} = -\frac{2}{3}\frac{B_0}{\tau}$; $\frac{dB_2}{dt} = \frac{\frac{9B_0}{4} - 3B_0}{\tau} = -\frac{\frac{12-9}{4}B_0}{\tau} = -\frac{3}{4}\frac{B_0}{\tau}$

B_1 дает положительный поток, B_2 – отрицательный.

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!

правило Кирхгофа: $\mathcal{E}_{i1}+\mathcal{E}_{i2}=0 \Leftrightarrow -\frac{d\Phi_1}{dt}-\frac{d\Phi_2}{dt}=0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -\left(h_1 S\frac{dB_1}{dt}+L_1\frac{dI}{dt}\right)-\left(-h_2 S\frac{dB_2}{dt}+L_2\frac{dI}{dt}\right)=0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -\frac{dI}{dt}(L_1+L_2)=h_1 S\frac{dB_1}{dt}-h_2 S\frac{dB_2}{dt} \Leftrightarrow \frac{dI}{dt}=\frac{S}{L_1+L_2}\left(\cancel{h_2}h_1\cdot\frac{2}{3}\frac{B_0}{\tau}-h_2\cdot\frac{3}{4}\frac{B_0}{\tau}\right)=$

$=\frac{SB_0}{(L_1+L_2)\tau}\left(\frac{2}{3}h_1-\frac{3}{4}h_2\right)$

$I(0)=0 \Rightarrow I_k=\Delta I=\tau\frac{dI}{dt}=\frac{SB_0}{L_1+L_2}\left(\frac{2}{3}h_1-\frac{3}{4}h_2\right)=\frac{SB_0}{17L}\left(\cancel{3}\frac{2}{3}h-\frac{3}{4}\cdot 4h\right)=$

$=\frac{SB_0h}{17L}\left(\frac{2}{3}-3\right)=\frac{SB_0h}{17L}\left(-\frac{1}{3}\right)=-\frac{SB_0h}{51L}$

$|I_k|=\frac{SB_0h}{51L}$

Ответ: 1) $\left|\frac{dI}{dt}\right|=\frac{hS\alpha}{17L}$; 2) $|I_k|=\frac{SB_0h}{51L}=\frac{1}{51}\frac{SB_0h}{L}$

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 3

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

Дано:

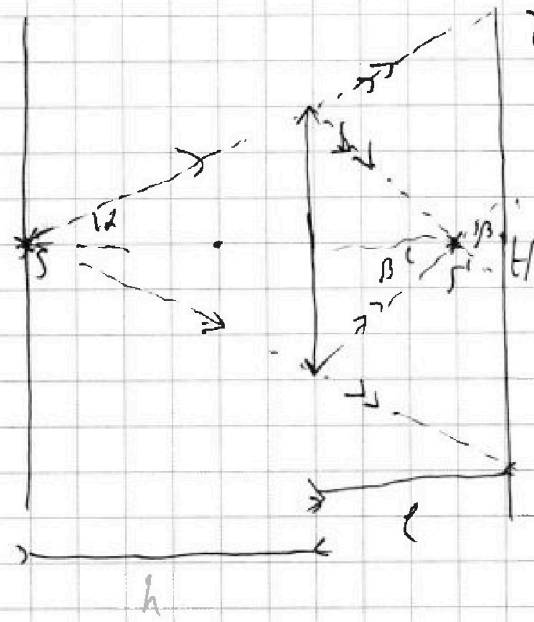
h, $F = \frac{h}{3}$

$r = 5$ см

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

S_3 − ?

$S_{ст}$ − ?



По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$

В нашем случае:

$\frac{1}{h} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \frac{1}{d_1} = \frac{1}{\frac{h}{3}} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow d_1 = \frac{h}{2}$

d_1 − расстояние от линзы до изображения S'

Пусть R_1 − ~~радиус~~ радиус не освещённого непреломлёнными лучами участка

$R_1 = (h+l)\, tg\,\alpha = \frac{5}{3} h \frac{r}{h} = \frac{5}{3} r$

R_2 − радиус, ~~а~~ участка, освещённый лучами, прошедшими через линзу $R_2 = (l - d_1)\, tg\,\beta = \frac{h}{6} \frac{r}{d_1} = \frac{h}{6} \frac{r}{\frac{h}{2}} = \frac{r}{3}$

$S_3 = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi r^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9}\right) = \pi \cdot 25 \cdot \frac{24}{9}$ см$^2 = \frac{200}{3} \pi$ см^2

2) Пусть R_3 − радиус участка, не освещённого лучами не прошедшими линзу ни разу до стены.

$R_3 = 2R_4 = \frac{10}{7} r$

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 2 ИЗ 3

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

$\ast r_1$ – расстояние от точки О до ~~отра~~, точки ~~преломлённого~~ отражения луча, который преломился, отразился и прошёл по краю линзы

r_1: $r_1 + l\,tg\,\gamma = r$.

$tg\,\gamma = \frac{r_1}{(l-h/2)} = \frac{6r_1}{h}$

т.к. $r_1 + \frac{2h}{3}\frac{6r_1}{h} = r \Leftrightarrow r_1(1+4) = r \Leftrightarrow r_1 = \frac{r}{5}$

γ – угол наклона луча

R_4 – расстояние от О до точки падения такого луча на стену

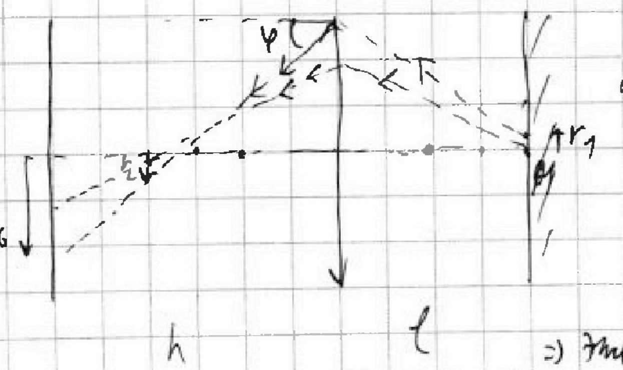
$R_4 = r_1 + (h+l)\,tg\,\gamma = \frac{r}{5} + \frac{5}{3}h\frac{6}{5}\frac{r}{h} = \frac{r}{5} + 2r = \frac{11}{5}r \overset{<}{\cancel{>}} R_3$

$\ast R_5$ – внешний радиус участка, освещённый 1 раз преломлёнными 1 раз отражёнными лучами.

$R_5 = R_2 + (h+l)\,tg\,\beta = \frac{r}{3} + \frac{5}{3}h\frac{2r}{h} = \frac{11}{3}r > R_3$

$R_5 > R_3$
$R_4 < R_3$
R_4-R_5 – освещено
R_3-∞ – освещено

⇒ всё дальше, чем R_4 освещено ~~ф~~.



$\ast$ луч, проходящий по самому краю линзы преломившийся.

Он отразился на r_1.

$l = \frac{2h}{3} = 2\cdot F$ – удвоенное фокусное ⇒

⇒ этот луч пройдёт через точку, на расстоянии $r_2 = r_1$ от ГОО и $l = 2F$ от линзы

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 3 из 3

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!

$\# R_6$ – расстояние до точки падения этого луча на стену

$$R_6 = -r + h\,tg\varphi = -r + h\frac{r+r_1}{l} = -r + h\frac{\frac{6}{5}r}{\frac{2h}{3}} = -r + r\frac{9}{5} = \frac{4}{5}r$$

любой луч, отражающийся ниже r_1 ~~и второй раз где~~ (на r')

пересечется второй раз ~~на~~ выше крайнего луча, но пройдёт через точку на расстоянии l от линзы и $r' < r$ от оси. так как изображение перевёрнуто, но ~~Ф~~ он пройдёт выше крайнего луча.

прямые могут пересекаться только 1 раз, значит дальше чем R_6 и меньше чем R_4 не освещено. В силу непрерывности всё до R_6 освещено.

$$S_{ст} = \pi R_4^2 - \pi R_6^2 = \pi r^2\left(\frac{121}{25} - \frac{16}{25}\right) = \pi \cdot 105 \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_3 = \frac{200}{\sqrt{3}}\pi \cdot \text{см}^2$

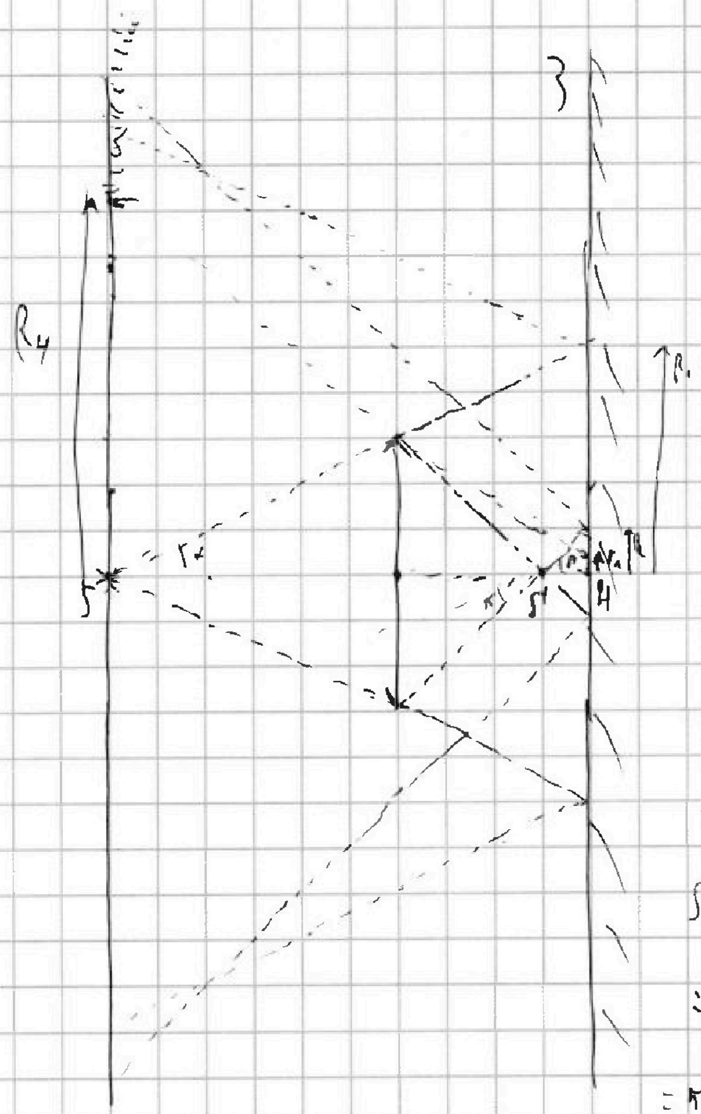
2) $S_{ст} = 105\pi \text{ см}^2$

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!



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

$\frac{1}{d}=\frac{1}{\frac{h}{3}}-\frac{1}{h}=\frac{2}{h}$

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

1) $R_1=(h+l)$ ~~$tg\alpha$~~

$=\frac{5}{3}h\frac{r}{h}=\frac{5}{3}r$

$R_2=(l-\frac{h}{2})tg\beta=$

$=(\frac{2}{3}h-\frac{h}{2})\frac{r}{\frac{h}{2}}=$

$=\frac{1}{6}h\frac{2r}{h}=\frac{r}{3}$

$S_3=\pi R_1^2-\pi R_2^2=$

$=\pi((\frac{5}{3})^2r^2-\frac{1}{9}r^2)=$

$=\pi r^2(\frac{25-1}{9})=\pi r^2\cdot\frac{24}{9}=\pi\frac{25\cdot24}{9}$ см² $=$

$=\pi\frac{25\cdot8}{3}$ см²

$=\frac{200}{3}\pi$ см²

2) R_3 – радиус не попадания не преломлённого света

$R_3=R_1+(h+l)tg\alpha=\frac{5}{3}r+\frac{5}{3}r=\frac{10}{3}r$

r_1+ ~~r_1+tg~~ $r_1+l\,tg\gamma=r$ $\quad r_1=r-l\,tg\gamma=r-\frac{2h}{3}\frac{r_1}{(l-\frac{h}{2})}=r-\frac{2h}{3}\frac{r_1}{(\frac{2h}{3}-\frac{h}{2})}\Leftrightarrow$

$tg\gamma=\frac{r_1}{(l-\frac{h}{2})}$

$\Leftrightarrow r_1=r-\frac{2}{3}\frac{r_1}{\frac{1}{6}}\Leftrightarrow r_1=r-\frac{2\cdot6}{3}r_1\Leftrightarrow r_1=r-4r_1\Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow 5r_1=r\Leftrightarrow r_1=\frac{1}{5}r$

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 __

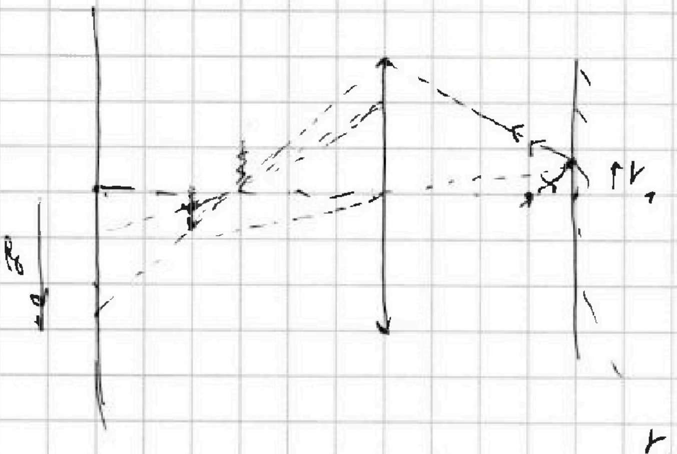
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

$R_4 = r_1 + (h+l)\,tg\,\gamma = \frac{r}{5} + \frac{5}{3}h\cdot\frac{6}{5}\frac{r}{h} = \frac{r}{5} + 2r = \frac{11}{5}r$

$tg\,\gamma = \frac{r_1}{\frac{1}{6}h} = \frac{\frac{1}{5}r}{\frac{1}{6}h} = \frac{6}{5}\frac{r}{h}$

$\frac{11}{5}r < \frac{14}{3}r \Leftrightarrow 33 < 70$ верно

$R_5 = R + \frac{5}{3}l\,tg\,\beta = \frac{5}{3}h\,\frac{2r}{h} = \frac{10}{3}r + \frac{r}{3} = \frac{11r}{3} > R_3$



$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F}$

$\Leftrightarrow \frac{1}{d_1} = \frac{1}{\frac{h}{3}} - \frac{1}{\frac{2h}{3}} =$

$= \frac{1}{h}(3 - \frac{3}{2}) = \frac{1}{h}\,\frac{3}{2}$

$d_1 = \frac{2}{3}h$

$\frac{r_1}{l} = \frac{r_2}{l} \Rightarrow r_2 = r_1$

$R_6 = -r + h\,tg\,\varphi = -r + h\,\frac{9}{5}\frac{r}{h} = -r + \frac{9}{5}r = \boxed{\frac{4}{5}r}$

$tg\,\varphi = \frac{r + r_2}{l} = \frac{r + r_1}{l} = \frac{r + \frac{r}{5}}{\frac{2h}{3}} = \frac{\frac{6}{5}r}{\frac{2}{3}h} = \frac{6\cdot 3r}{10h} = \frac{9}{5}\frac{r}{h}$

$S_c = \pi R_4^2 - \pi R_6^2 = \pi r^2 \left(\frac{121}{25} - \frac{81}{25}\right)$

$= \pi r^2\left(\frac{121}{25} - \frac{16}{25}\right) = \pi r^2\,\frac{105}{25} = 105\pi$ см^2

$R_6 = r_2 + \frac{h}{3}\,tg\,\varphi = \frac{r}{5} + \frac{h}{3}\,\frac{9}{5}\frac{r}{h} = \frac{r}{5} + \frac{3}{5}r = \frac{4}{5}r$

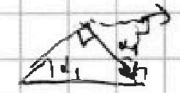
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

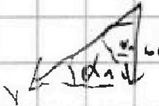
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

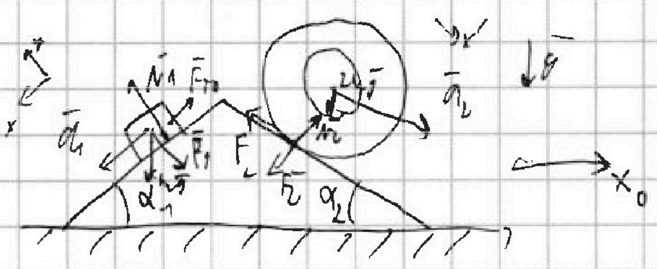
СТРАНИЦА __ ИЗ __

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!

№ 1







II з-н Ньютона для бруска: $\bar N_1 + \bar F_{тр} + m\bar g = m\bar a_1$

Ox: $ma_1 = mg\sin\alpha_1 - F_{тр} \Leftrightarrow m\frac{6g}{13} = mg\cdot\frac{3}{5} - F_{тр} \Leftrightarrow F_{тр} = mg\left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13}\right) =$

$= mg\frac{39-30}{65} = \frac{9}{65}mg$

Oy: $mg\cos\alpha_1 = N_1 \Leftrightarrow N_1 = mg\cdot\frac{4}{5}$

$F_{тр} = \mu N_1 \Leftrightarrow \mu = \frac{\frac{9}{65}}{\frac{4}{5}} = \frac{9}{4\cdot13}$

2) $2m\bar g + \bar N_2 + \bar F_2 = 2m\bar a_2$

Ox': $2mg\sin\alpha_2 - F_2 = 2ma_2 \Leftrightarrow 2mg\frac{5}{13} - F_2 = 2m\frac{g}{4} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow F_2 = \frac{10}{13}mg - mg\frac{1}{2} = mg\frac{20-13}{26} = \frac{7}{26}mg$

Oy': $2mg\cos\alpha_2 = N_2 \Leftrightarrow N_2 = 2mg\frac{12}{13} = \frac{24}{13}mg$

3) II з-н Ньютона для клина: $M\bar g + \bar N_0 + \bar F_1 + \bar F_2 + \bar F_1' + \bar F_2' + \bar F_3 = \bar 0$

Ox₀: $F_{3x} + N_1\sin\alpha_1 - N_2\sin\alpha_2 - F_1 + F_2 = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow F_{3x} =$ ~~$F_1 + N_2\sin\alpha_2 - F_2 - N_1\sin\alpha_1$~~ $= \frac{9}{65}mg + \frac{24}{13}mg\cdot\frac{5}{13} - \frac{7}{26}mg - \frac{4}{5}mg\cdot\frac{3}{5} =$

$= mg\left(\frac{9}{65} + \frac{120}{169} - \frac{7}{26}\right.$

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 __ 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!

№2

Дано:

$i=3$

1-2-3-1

$\frac{p}{p_0}\left(\frac{V}{V_0}\right)$

1) $\frac{|\Delta U_{1-2}|}{A^{ц}}$ -?

2) $\frac{T_{max\,1-2}}{T_3}$ -?

3) η -?

1-2: $\frac{p}{p_0} = -\frac{1}{2}\frac{V}{V_0} + 12$

$\nu RT = pV$

2-3: ~~p=const~~ V=const

3-1: $\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 16$

1: $\frac{p_1}{p_0} = 8$; $\frac{V_1}{V_0} = 8$

$\frac{p_2}{p_0} = 5$ $\frac{V_2}{V_0} = 14$

$\frac{p_3}{p_0} = 2$ $\frac{V_3}{V_0} = 14$

$A^{ц}$ - площадь $= \frac{1}{2}\cdot(p_2-p_3)(V_2-V_1) = \frac{1}{2}\cdot 3p_0\cdot 6V_0 = 9p_0V_0$

I закон термодинамики: $\delta U = \delta A' + \delta Q'$

$\frac{i}{2}\nu R\,dT = p\,dV + \delta Q'$

$\Delta U_{1-2} = \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \frac{i}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{i}{2}(5p_0\cdot 14V_0 - 8p_0\cdot 8V_0) = \frac{i}{2}p_0V_0(70 - 64) =$

$= \frac{i}{2}p_0V_0\cdot 6 = 3i\,p_0V_0$

$\frac{\Delta U_{1-2}}{A^{ц}} = \frac{3i\,p_0V_0}{9p_0V_0} = 1$

2) 1-2; $\frac{p}{V}$ ~~$T = p\cdot V$~~ T_{max}, когда νRT_{max}, когда pV - максимально

1-2; $p = -\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}V + 12p_0$ $pV = \left(-\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}V + 12p_0\right)V = -\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}V^2 + 12p_0V$

максимум при $V = \frac{-12p_0}{-1\frac{p_0}{V_0}} = 12V_0$ $\frac{V}{V_0} = 12$

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!

$T_{max} = \frac{1}{\nu R} pV_{max} = \frac{1}{\nu R}\left(-\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}(12^2V_0^2) + 12p_0\cdot 12V_0\right) =$

$= \frac{1}{\nu R}\left(-\frac{1}{2}\cdot 144\, p_0V_0 + 144\, p_0V_0\right) = \frac{p_0V_0}{\nu R}\cdot 72$

$T_3 = \frac{1}{\nu R} p_3V_3 = \frac{p_0V_0}{\nu R} 2\cdot 14 = 28\frac{p_0V_0}{\nu R}$

$\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$

$\eta = \frac{A^{ц}}{Q_H}$

1) 1-2: $\Delta U_{1-2} + A^{\downarrow}_{1-2} = Q^{\downarrow}_{1-2} = 9p_0V_0 + \frac{1}{2}(5+8)\, 6p_0V_0 = 9p_0V_0 + 3\cdot 13 p_0V_0 > 0$ $Q^{\downarrow}: Q_H$

2-3: $A = 0 \Rightarrow Q^{\downarrow}_{2-3} = \Delta U_{2-3}$ $\Delta U_{2-3} < 0 \Rightarrow Q_{2-3}: Q_X$

3-1: $\Delta U_{3-1} = A^{\downarrow}_{3-1} + Q^{\downarrow}_{3-1} > 0$ ~~$Q_{3-1}: Q_H$~~

V_0 p_0V_0

$Q^{\downarrow}_{3-1} = \Delta U_{3-1} - A^{\downarrow}_{3-1} = p_0V_0(64-28) - \frac{1}{2}p_0V_0(2+8)\cdot 6 =$

$= p_0V_0(36 - 10\cdot 3) = 6p_0V_0 > 0$ $Q_{3-1}: Q_H$

$\eta = \frac{A^{ц}}{Q^{\downarrow}_{3-1} + Q^{\downarrow}_{1-2}} = \frac{A^{ц}}{6p_0V_0 + p_0V_0(9+3\cdot 13)} = \frac{9p_0V_0}{6p_0V_0 + 48p_0V_0} = \frac{9}{54} = \frac{1}{6}$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА __ ИЗ __

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

№3

Дано, ε

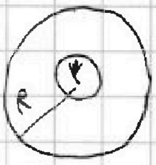
r, R, Q

$\varphi(x)$

$\varphi_\infty = 0$

1) $\varphi(\frac{5R}{6})$

2) ε-?



$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{x^2}$

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\frac{Q}{x^2}$

$~~\varphi =~~\ x_1;\ x > r,\ x < R$

$\varphi(x) = \int_{x_1}^{R} E\,dx + \int_R^{\infty} E\,dx =$

$\int \frac{1}{x^2}dx = \frac{1}{x}(-1) = \frac{-1}{x}$

$= \int_{x_1}^{R}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon}\frac{Q}{x^2}dx + \int_R^{\infty}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{x^2}dx =$

$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\int_{x_1}^{R}\frac{1}{x^2}dx + \oint\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int_R^{\infty}\frac{1}{x^2}dx =$

$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon}\left(\frac{-1}{R} + \frac{1}{x_1}\right) + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(0 + \frac{1}{R}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\varepsilon}\left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{R}\right) + \frac{1}{R}\right)$

$x_1 = \frac{5}{6}R \Rightarrow \varphi = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\varepsilon}\left(\frac{1}{\frac{5R}{6}} - \frac{1}{R}\right) + \frac{1}{R}\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\varepsilon}\frac{1}{R}\left(\frac{6}{5} - 1\right) + \frac{1}{R}\right) =$

$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon}\frac{1}{R}\left(\frac{1}{\varepsilon}\frac{1}{5} + 1\right) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}\left(1 + \frac{1}{5\varepsilon}\right)$

2) $\varphi(\frac{R}{3}$ ~~$= \frac{\varphi}{8}$~~ $)$ $\varphi(\frac{R}{3}) = 5\varphi_0$

$\varphi(\frac{2R}{3}) = 4\varphi_0$

$\varphi(\frac{R2}{3}) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}\left(\frac{1}{\varepsilon}\left(\frac{3}{2} - 1\right) + 1\right) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon_0}\left(1 + \frac{1}{2\varepsilon}\right)$

$\varphi(\frac{R}{3}) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\varepsilon}(3 - 1) + 1\right) = \frac{Q}{4\pi R\varepsilon}\left(1 + 2/\varepsilon\right)$

$\frac{\varphi(\frac{R}{3})}{\varphi(\frac{2R}{3})} = \frac{5}{4} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \frac{1 + 2/\varepsilon}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}} = \frac{5}{4} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow 4\left(1 + \frac{2}{\varepsilon}\right) = 5\left(1 + \frac{1}{2\varepsilon}\right) \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow 4(\varepsilon + 2) = 5\left(\varepsilon + \frac{1}{2}\right) \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \varepsilon = 8 - \frac{5}{2} = \frac{16 - 5}{2} = \frac{11}{2}$

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!

$$\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \Leftrightarrow -\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = 0 \Leftrightarrow -\left(\frac{h_1 S\, dB_1}{dt} + L_1\frac{dI_1}{dt}\right) - \left(-\frac{h_2 S\, dB_2}{dt} + L_2\frac{dI}{dt}\right) = 0$$

$$\Leftrightarrow -\frac{h_1 S\, dB_1}{dt} - L_1\frac{dI_1}{dt} + \frac{h_2 S\, dB_2}{dt} - L_2\frac{dI}{dt} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -h_1 S\left(-\frac{2}{3}\frac{B_0}{\tau}\right) - (L_1+L_2)\frac{dI}{dt} + h_2 S\left(-\frac{3}{4}\frac{B_0}{\tau}\right) = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{dI}{dt}(L_1+L_2) = \frac{2}{3}h_1 S\frac{B_0}{\tau} - \frac{3}{4}h_2 S\frac{B_0}{\tau} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{dI}{dt}(L_1+L_2) = S\frac{B_0}{\tau}\left(\frac{2}{3}h_1 - \frac{3}{4}h_2\right) \Leftrightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{SB_0}{\tau(L_1+L_2)}\left(\frac{2}{3}h_1 - \frac{3}{4}h_2\right)$$

$$I(0)=0 \Rightarrow I \to I = \tau\frac{dI}{dt} = \frac{SB_0}{L_1+L_2}\left(\frac{2}{3}h_1 - \frac{3}{4}h_2\right)$$

$$|I| = \frac{SB_0}{L_1+L_2}\left|\frac{2}{3}h_1 - \frac{3}{4}h_2\right)$$

№5

Дано:

h, $F = \frac{h}{3}$

$r = 4$ см

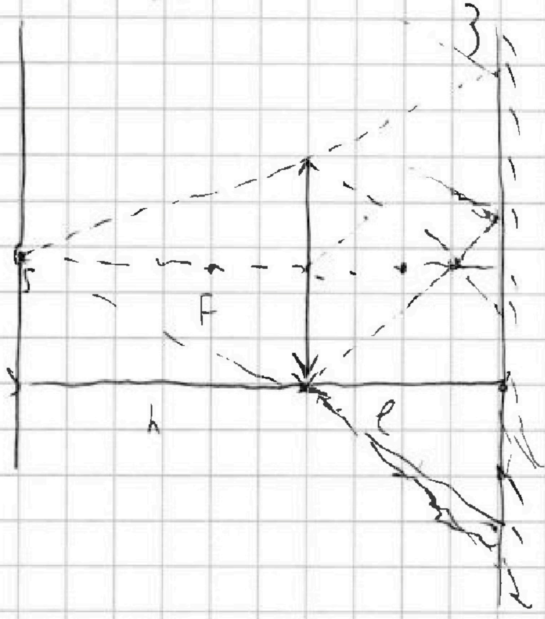
$l = \frac{2h}{3}$

---

1) S_3 - ?

S_3 - ?

2) S_2 - ?



$\frac{1}{h} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h} =$

$= \frac{1}{\frac{h}{3}} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} \Rightarrow$

$\Rightarrow d = \frac{h}{2}$

$\frac{d}{l} = \frac{\frac{h}{2}}{\frac{2h}{3}} = \frac{3}{4}$

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА __ ИЗ __

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

№4

Дано

$L_1 = L$

$L_2 = 16L$

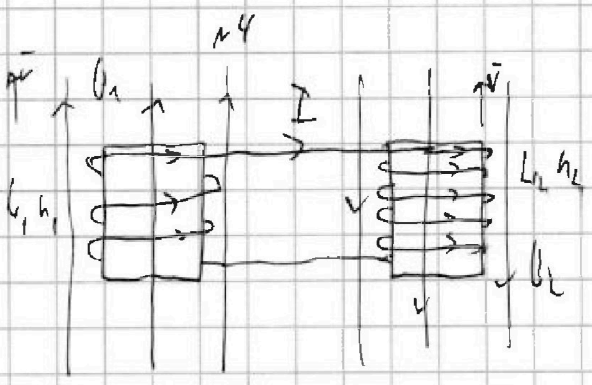
$n_1 = n$

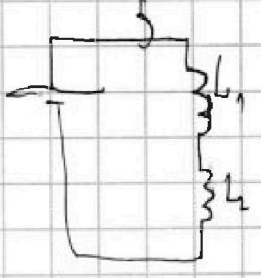
$n_2 = 4n$

S

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

$I - ?$





$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \mathcal{E} - L_1 \frac{dI_1}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt} = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \mathcal{E} - \frac{dI}{dt}(L_1 + L_2)$

1) $B_2 = const$

$\frac{dB_1}{dt} = \alpha > 0$

~~$\mathcal{E}_{i1} = -\frac{d\Phi}{dt} = - \frac{n_1 S\, dB}{dt}$~~

~~$\mathcal{E}$~~ Кирхгофф! $\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0$

$$\mathcal{E}_{i1} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{n_1 S\, dB_1 + L_1 dI_1}{dt} = -\frac{n_1 S\, dB_1}{dt} - L_1\frac{dI_1}{dt} = -n_1 S\alpha - L_1\frac{dI_1}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{i2} = -L_2\frac{dI}{dt}$$

$$-n_1 S\alpha - L_1\frac{dI}{dt} - L_2\frac{dI}{dt} = 0 \Leftrightarrow -\frac{dI}{dt}(L_1 + L_2) = n_1 S\alpha \Leftrightarrow \left|\frac{dI}{dt}\right| = \frac{n_1 S\alpha}{L_1 + L_2}$$

2) $B_1 = B_0 - \frac{2}{3}\frac{B_0}{\tau}t$ т. $B_1 = \frac{B_0}{3}$

$\frac{dB_1}{dt} = -\frac{\frac{2}{3}B_0}{\tau} = -\frac{2}{3}\frac{B_0}{\tau}$

$I(t)?$

$\frac{dB_2}{dt} = -\frac{3B_0 - \frac{9}{4}B_0}{\tau} = -\frac{\frac{3}{4}B_0}{\tau} = -\frac{3}{4}\frac{B_0}{\tau}$

$B_2 = 3B_0 - \frac{3}{4}\frac{B_0}{\tau}t$