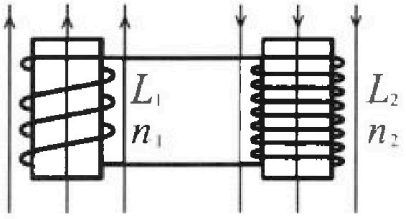
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

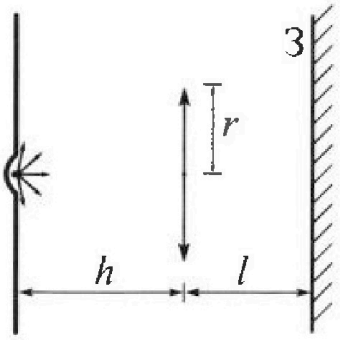
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 изм еняться 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.

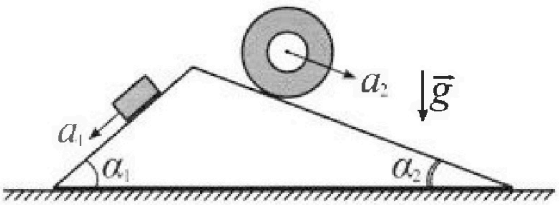
Ответы дайте в [см^2] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

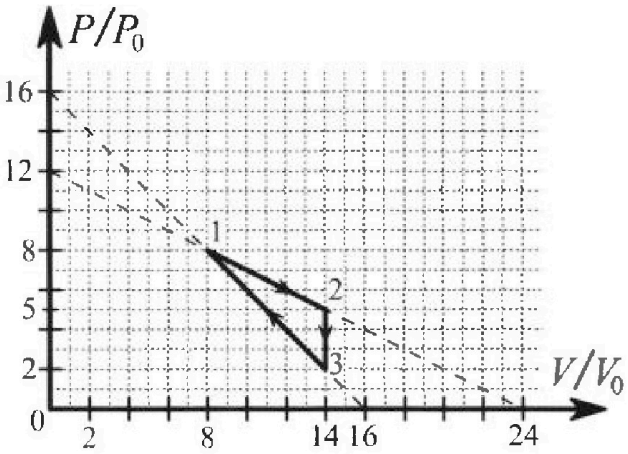
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту $\alpha_1(\sin\alpha_1 = 3/5, \cos\alpha_1 = 4/5)$ 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.

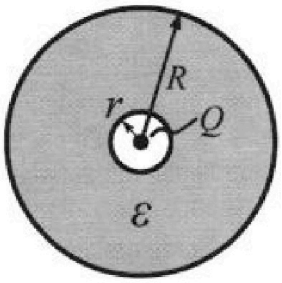


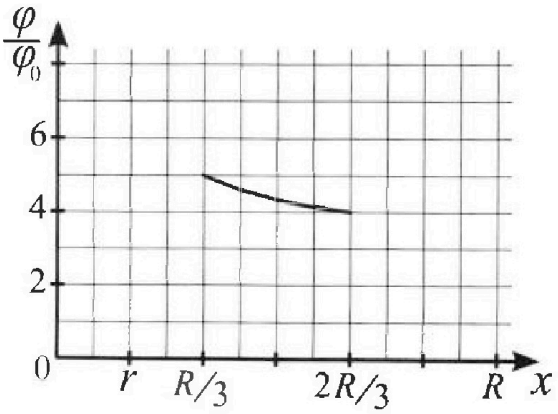
1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
3) Найдите КПД цикла.

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.





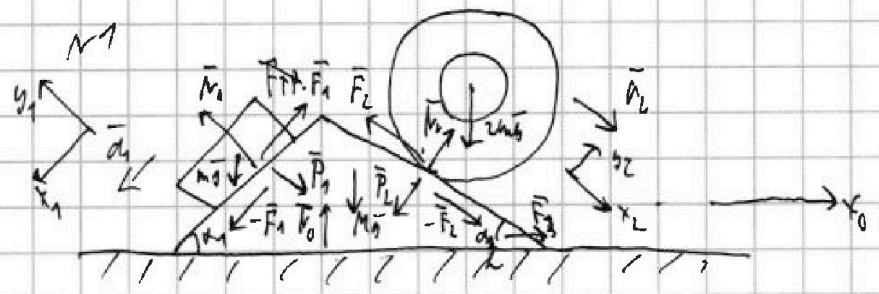
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



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 ($Ox_1 \uparrow\uparrow \bar{a}_1$) $ma_1 = mg\sin\alpha_1 - F_1 \Leftrightarrow$

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

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

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

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 [X] 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)

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

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

$F_{3y} = N_2 \sin\alpha_2 + F_1 \cos\alpha_1 - N_1 \sin\alpha_1 - F_2 \cos\alpha_2 = \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} -$

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

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

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

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

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!

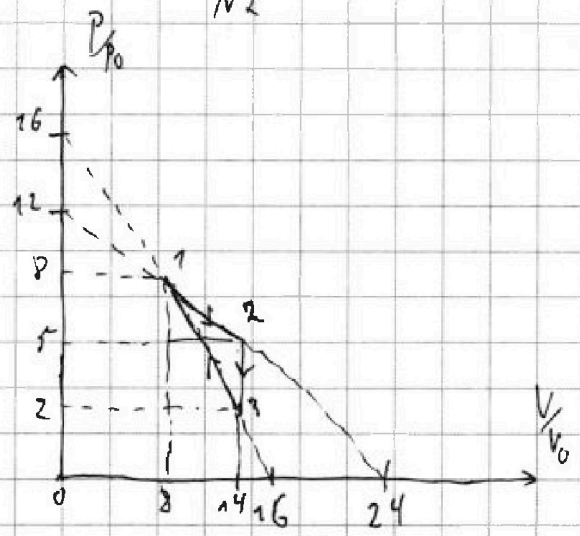
N2

Дано:
$i=3$
график

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

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

3) η - ?



ур-е Клапейрона-Менделеева:

$pV=\nu RT$

найдём работу за цикл $A^{\text{г}}$ равна площади контура в осях $p(V)$

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

(площадь треугольника - половина произведения основания на высоту)

Выгоды:

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

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

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

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

Тмаксимальна, 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 $\frac{-12p_0}{2\left(-\frac{1}{2}\frac{p_0}{V_0}\right)} = 12V_0$

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!

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) $\eta = \frac{A^{\circlearrowleft}}{Q_H}$ 1 зак. термодинамики: $\Delta U = \delta A^{\downarrow} + \delta Q^{\downarrow}$

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

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

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

3-1: $Q^{\downarrow}_{3-1} = \Delta U_{3-1} - A^{\downarrow}_{3-1} = \frac{3}{2}(54-28)p_0V_0 - \frac{1}{2}(2+8)\cdot 6p_0V_0 = \frac{3}{2}\cdot 26p_0V_0 - 30p_0V_0 =$

$= (39-30)p_0V_0 = 9p_0V_0 > 0$; $Q^{\uparrow}_{3-1}$ относится к $Q_Х$

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

$A^{\uparrow}$; $Q^{\uparrow}$ - совершаемые/отдаваемые 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

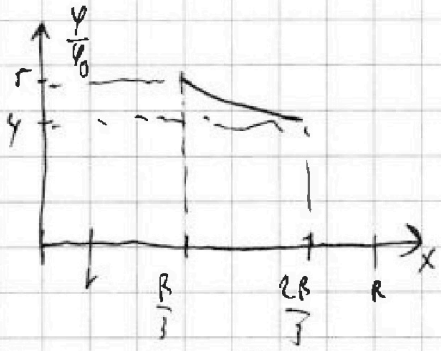
Дано:

r, R, Q

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

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

2) $\varepsilon - ?$



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 $\varphi = \int_S E\,dl$

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

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:

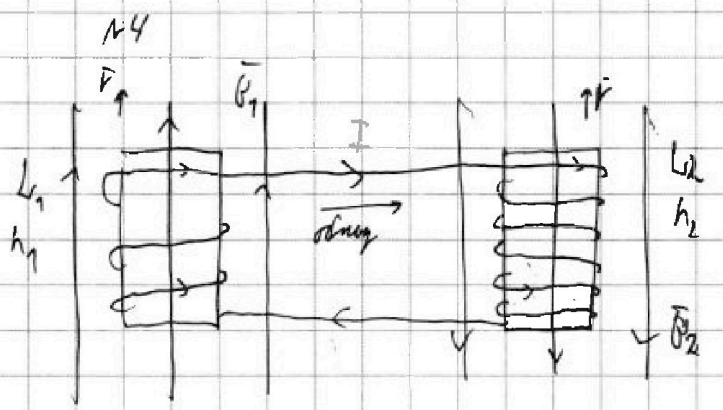
$L_1 = L$; $h_1 = h$

$L_2 = 16L$; $h_2 = 4h$

S

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

$\left|\frac{dI}{dt}\right|$ - ?



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

Выберем направление обхода (см. рис.) и вектор $\vec{r}$, 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: $\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \Leftrightarrow -\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = 0 \Leftrightarrow$

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

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

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

$I(0) = 0 \Rightarrow I_k = \Delta I = \tau \frac{dI}{dt} = \frac{S B_0}{L_1 + L_2}\left(\frac{2}{3} h_1 - \frac{3}{4} h_2\right) = \frac{S B_0}{17L}\left(\frac{2}{3} h - \frac{3}{4} \cdot 4h\right) =$

$= \frac{S B_0 h}{17L}\left(\frac{2}{3} - 3\right) = \frac{S B_0 h}{17L}\left(-\frac{1}{3}\right) = -\frac{S B_0 h}{51L}$

$|I_k| = \frac{S B_0 h}{51L}$

Ответ: 1) $\left|\frac{dI}{dt}\right| = \frac{h S \alpha}{17L}$; 2) $|I_k| = \frac{S B_0 h}{51L} = \frac{1}{51}\frac{S B_0 h}{L}$

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:

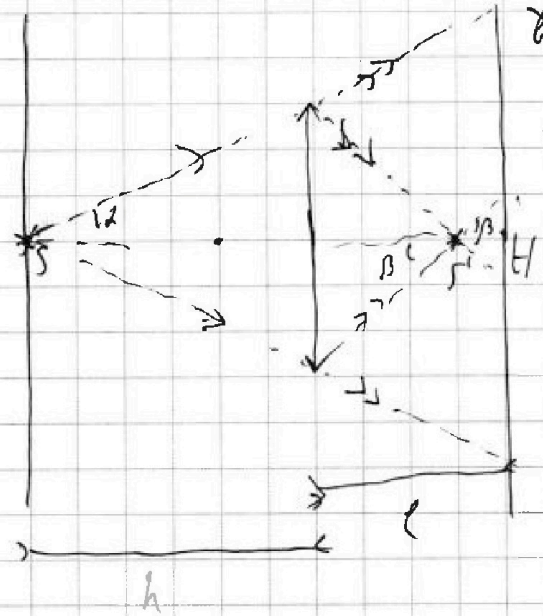
h, $F = \frac{h}{3}$

$r = 5$ см

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

$S_3 - ?$

$S_{ст} - ?$



Из формулы 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'

1) R_1 - ~~радиус~~ радиус не освещённого непрелломленными лучами участка

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

R_2 - радиус, ~~от~~ 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) R_3 - радиус участка, не освещённого лучами не прошедшими линзу ни разу до стекла.

$R_3 = 2R_1 = \frac{10}{3}r$

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 проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

r_1 – расстояние от точки H до отраженного луча, который прошелся, отразился и прошёл по краю линзы

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

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

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

γ – угол наклона луча

R_4 – расстояние от S до точки падения крайнего луча на стену

$R_4 = r_1 + (h+l)\,tg\,\gamma = r_1 + \frac{4}{3}h\,\frac{6}{4}\frac{r}{h} = \frac{r}{4} + 2r = \frac{11}{4}r < R_3$

R_5 – внешний радиус участка, освещённый 1 раз преломлёнными и 1 раз отражёнными лучами.

$R_5 = R_2 + (h+l)\,tg\,\beta = \frac{r}{3} + \frac{4}{3}h\frac{2r}{h} = \frac{11}{3}r > R_3$

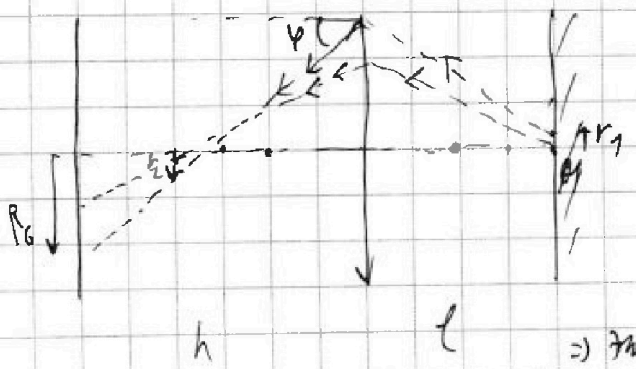
$R_4 > R_3$

$R_4 < R_3$

$R_4 - R_5$ – освещено

$R_3 - \varnothing$ – освещено

$\Rightarrow$ всё дальше чем R_4 освещено.



луч, прошедший по самому краю линзы и преломившийся, он отразился на r_1.

$l = \frac{2h}{3} = 2\cdot f$ – удобное расстояние $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ 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 при~~ (на r') пересекается второй раз как выше крайнего луча, но пройдёт через точку находящуюся l от стены и $r' < r$ от оси. так как траектория перевёрнута, то он пройдёт выше крайнего луча. Прямые лучи пересекаться только 1 раз, значит дальше чем R_6 и ближе чем R_4 не освещено. В силу непрерывности всё до R_6 освещено.

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

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

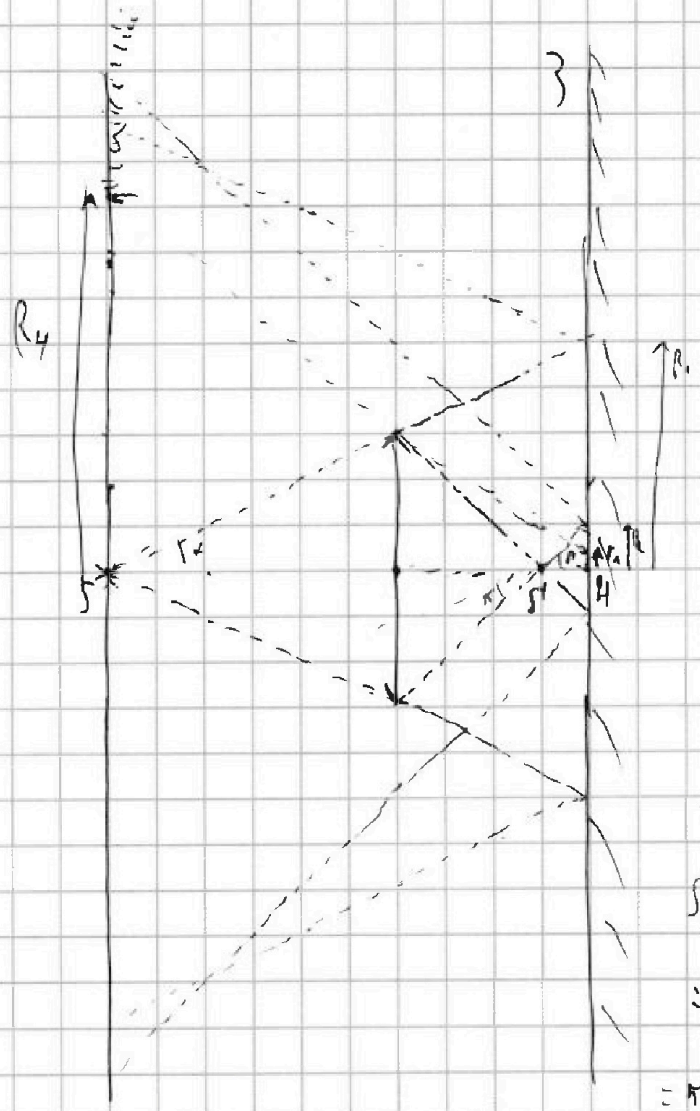
2) $S_{ст} = 105\pi\ см^2$

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!



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

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

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

1) $R_1 = (h+d)\,tg\alpha =$

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

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

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

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

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

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

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

$= \pi\frac{25\cdot 8}{3}$ см^2

$= \frac{200}{3}\pi$ см^2

2) R_3 - радиус не проходит не прямоугольного сечения

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

$r_1 + \cancel{tg\gamma}\,h_1 + l\,tg\gamma = r \quad h_1 = r - l\,tg\gamma = r - \frac{2h}{3}\frac{r_1}{(l-\frac{h}{2})} = r - \frac{2h}{3}\frac{r_1}{(\frac{2h}{3}-\frac{h}{2})} \Leftrightarrow$

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

$\Leftrightarrow h_1 = r - \frac{2}{3}\frac{r_1}{\frac{h}{6}} \Leftrightarrow h_1 = r - \frac{2\cdot 6}{3}h_1 \Leftrightarrow h_1 = r - 4h_1 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow 5h_1 = r \Leftrightarrow h_1 = \frac{1}{5}r$

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 __

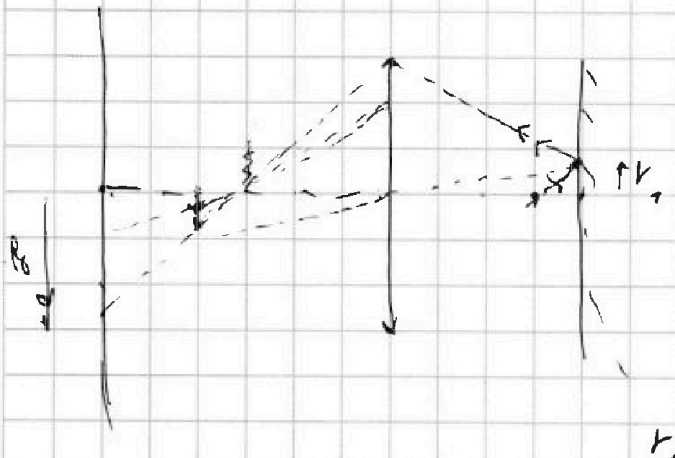
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

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

$tg\,\varphi = \frac{r_1}{\frac{1}{6}h} = \frac{\frac{1}{2}r}{\frac{1}{6}h} = \frac{6}{5}\frac{r}{h}$

$\frac{11}{2}r < \frac{16}{3}r \Rightarrow 33 < 80$ верно

$R_3 = R_4 + \frac{2}{3}(tg\,\varphi) = \frac{2}{3}h\,\frac{6r}{5h} = \frac{16}{3}r + \frac{r}{3} = \frac{17r}{3} = R_3$



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

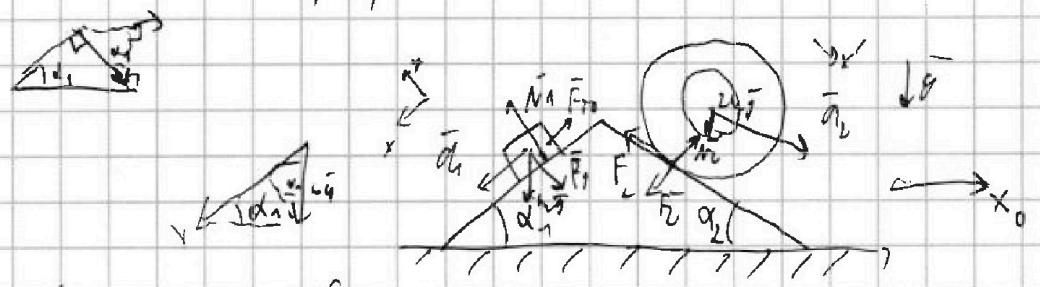
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



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

$F_{тр} = \mu N_1 \Leftrightarrow \mu = \frac{\frac{9}{65}}{\frac{4}{5}} = \frac{9}{4\cdot 13}$

2) $2m\bar{g} + \bar{N}_2 + \bar{F}_2 = 2m\bar{a}_2$

OX': $2mg\sin\alpha_2 - F_2 = 2ma_2 \Leftrightarrow 2mg\frac{5}{13} - F_2 = 2m\frac{9}{4} \Leftrightarrow$

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

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: $M\bar{g} + \bar{N}_0 + \bar{P}_1 + \bar{P}_2 + \bar{F}_1 + \bar{F}_2' + \bar{F}_3 = \bar{0}$

OX: $F_{3x} + N_1\sin\alpha_1 - N_2\sin\alpha_2 - P_1 + F_2 = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow F_{3x} = \cancel{P_1 + N_2\sin\alpha_2 - F_2 - N_1\sin\alpha_1} = \frac{9}{65}mg + \frac{24}{13}mg\frac{5}{13} - \frac{7}{26}mg - \frac{4}{5}mg\cdot\frac{3}{5} =$

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

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) $\frac{T_{max}}{T_3}$ - ?

3) η - ?

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

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

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

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

$\frac{p_2}{p_0} = 8$ $\quad \frac{V_2}{V_0} = 14$

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

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

Для политропы: $\delta U = \delta A^{г} + \delta Q^{г}$ =

$\Rightarrow \frac{i}{2}\nu R\Delta T = p\Delta V + \delta Q^{г}$

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

$= \frac{i}{2}p_0V_0\cdot 6 = 3ip_0V_0$

$\frac{\Delta U_{1-2}}{A^{Ц}} = \frac{3ip_0V_0}{9p_0V_0} = 1$

2) 1-2: $\frac{p}{V}$ ~~$T=const$~~ Тмах, когда νRT max, когда pV максимально

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

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

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!

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

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

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

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

$$\eta = \frac{A^{\circlearrowleft}}{Q_H}$$

1-2: $\Delta U_{1-2} - A^{\downarrow}_{1-2} = Q^{\downarrow}_{1-2} = 9p_0V_0 + \frac{1}{2}(9+8)\,6p_0V_0 = 9p_0V_0 + 3\cdot 17 p_0V_0 > 0$ $\quad Q^{\downarrow} : Q_H$

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

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

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

$$\eta = \frac{A^{\circlearrowleft}}{Q^{\downarrow}_{3-1} + Q^{\downarrow}_{1-2}} = \frac{A^{\circlearrowleft}}{6p_0V_0 + p_0V_0(9+3\cdot 17)} = \frac{9p_0V_0}{6p_0V_0 + 48p_0V_0} = \frac{9}{54} = \frac{1}{6}$$

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

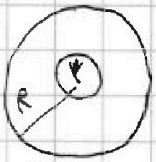
r, R, Q

$\varphi(x)$

φ_0

1) $\varphi(\frac{3R}{6})$

2) ε - ?



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1) $\varphi(\frac{R}{3})$ $\Rightarrow$ $\varphi(\frac{R}{3}) = r\varphi_0$

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

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

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

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

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

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

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

$\Leftrightarrow \varepsilon = 8 - \frac{1}{2} = \frac{16 - 1}{2} = \frac{11}{2}$

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!

$$\mathcal{E}_{i_1} + \mathcal{E}_{i_2} = 0 \Leftrightarrow -\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = 0 \Leftrightarrow -\left(\frac{h_1 S\, dB_1}{dt} + L_1 \frac{dI_1}{dt}\right) - \left(-\frac{h_2 S\, dB_2}{dt} + L_2 \frac{dI_2}{dt}\right) = 0$$

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

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

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

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

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

$$|I| = \frac{S B_0}{L_1 + L_2}\left|\frac{2}{3}h_1 - \frac{3}{4}h_2\right|$$

№5

Дано:

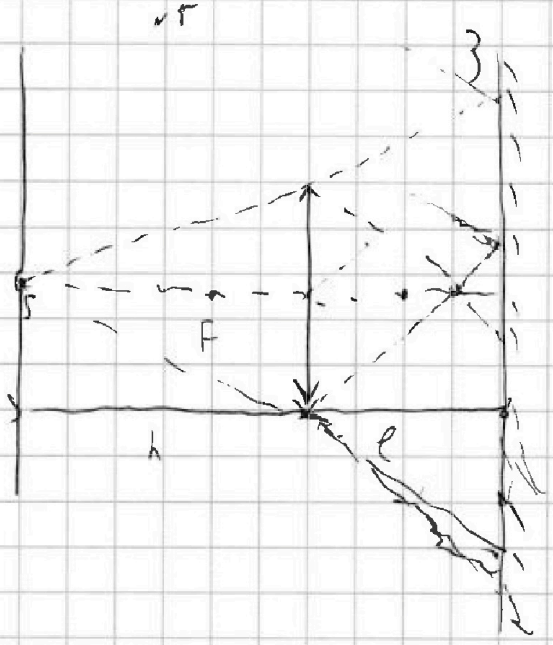
h, $F = \frac{h}{3}$

$L = 4$ см

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

1) S_3 – ?

2) S_3 –



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

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

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

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

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

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!

Дано

$L_1 = L$

$L_2 = 16L$

$n_1 = n$

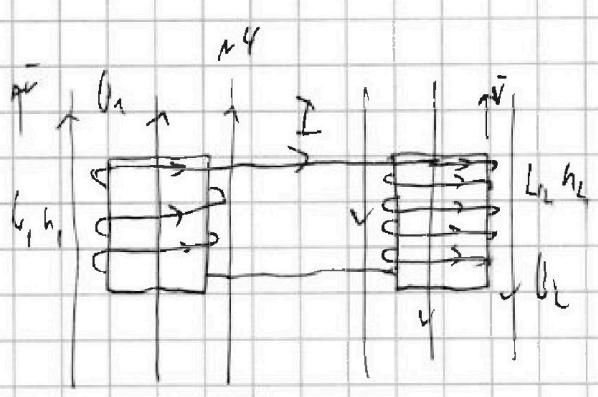
$n_2 = 4n$

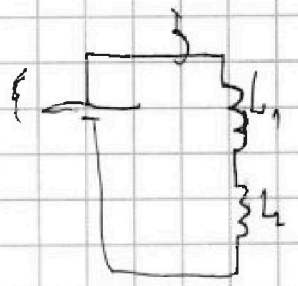
S

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

$I - ?$

№4





$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{i_1} + \mathcal{E}_{i_2} = 0 \Rightarrow$

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

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

1) $B_2 = const$

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

$\cancel{\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{n_1 S dB}{dt}}$

$\cancel{\mathcal{E}}$

~~Суммарная~~ $\mathcal{E}_{i_1} + \mathcal{E}_{i_2} = 0$

$\mathcal{E}_{i_1} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{n_1 S dB_1 + L_1 dI_1}{dt} = -\frac{n_1 S dB_1}{dt} - \frac{L_1 dI_1}{dt} = -n_1 S\alpha - L_1 \frac{dI_1}{dt}$

$\mathcal{E}_{i_2} = -L_2 \frac{dI}{dt}$

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

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

$\tau: B_1 = \frac{B_0}{3}$

$\frac{dB_1}{dt} = -\frac{\frac{2}{3}B_0}{\tau} = -\frac{2}{9}\frac{B_0}{\tau}$

$I(\tau)?$

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

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