

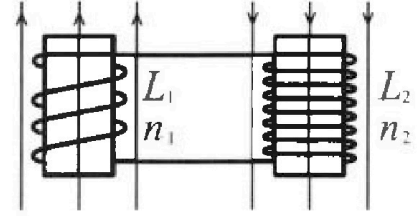
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

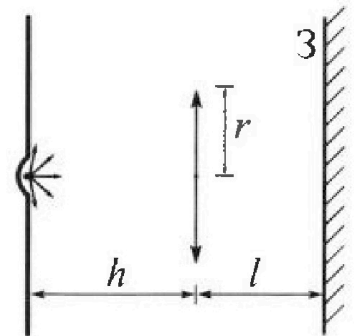


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 Z . Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

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



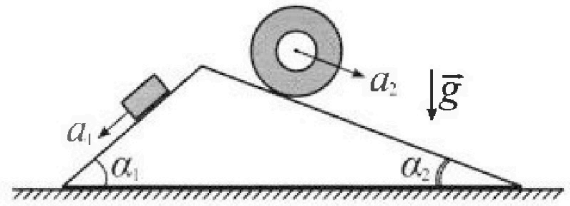
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 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.

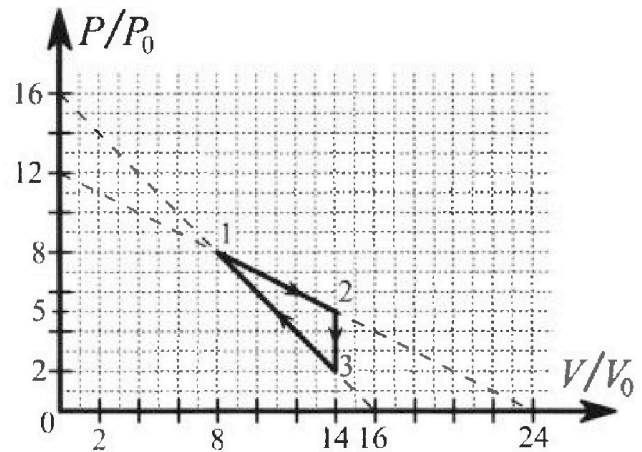


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

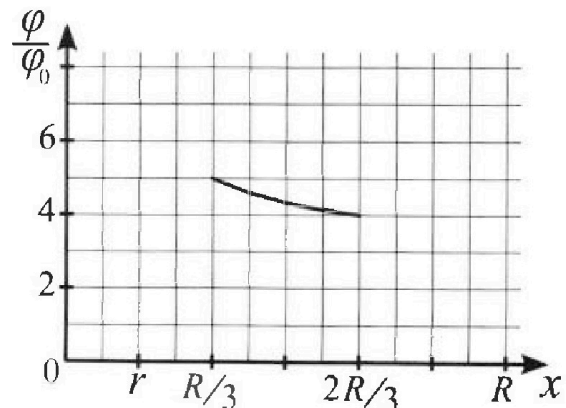
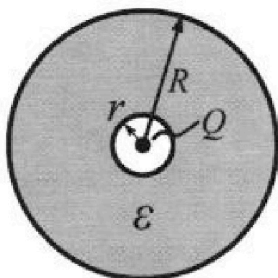
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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!

Дано:

$$m_1, a_1 = \frac{6g}{13}$$

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

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

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

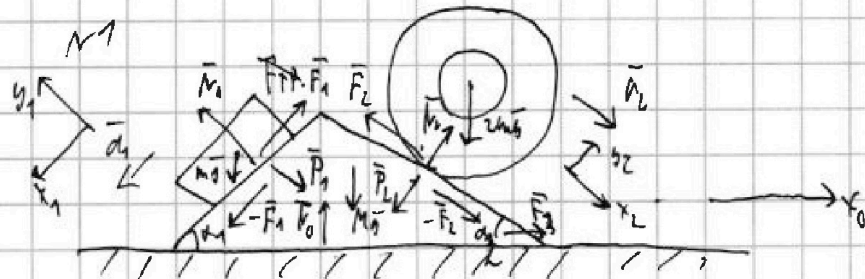
$$\sin \alpha_3 = \frac{4}{5}$$

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

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$F_3 = ?$$



1) законим II з-н Ньютона для блока:

$$\vec{N}_1 + m_1 \vec{g} + \vec{F}_1 = m_1 \vec{a}_1$$

в проекции на Ox_1 ($Ox_1 \uparrow \vec{a}_1$) $m_1 a_1 = m_1 g \sin \alpha_1 - F_1 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow F_1 = m_1 g \sin \alpha_1 - m_1 a_1 = m_1 g \frac{3}{5} - m_1 g \frac{6}{13} = m_1 g \frac{39-60}{65} =$$

$$= \frac{6}{65} m_1 g = \frac{9}{65} m_1 g$$

или ген N_1 (сила нормальной реакции опоры)

$$Oy_1: N_1 = m_1 g \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} m_1 g$$

2) II з-н Ньютона для цилиндра:

$$\vec{N}_2 + 2m_2 \vec{g} + \vec{F}_2 = 2m_2 \vec{a}_2$$

$$Ox_2 \text{ и } Oa_2 \uparrow \vec{a}_2: 2m_2 a_2 = 2m_2 g \sin \alpha_2 - F_2 \Leftrightarrow F_2 = 2m_2 g \frac{5}{13} - \frac{2g}{4} m_2 =$$

$$= m_2 g \left(\frac{10}{13} - \frac{1}{2} \right) = \frac{20-13}{26} m_2 g = \frac{7}{26} m_2 g$$

$$Oy_2: N_2 = 2m_2 g \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} m_2 g = \frac{24}{13} m_2 g$$

3) II з-н Ньютона для клина: $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + (-\vec{F}_1) + (-\vec{F}_2) + M\vec{g} + \vec{N}_0 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

\vec{P}_1, \vec{P}_2 - вес блока и цилиндра M - вес 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!

реш: (от вертикальной оси)

$$F_{1x} + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 = 0$$

по III закону Ньютона $\vec{P}_1 = -\vec{N}_1$; $\vec{P}_2 = -\vec{N}_2$ где \vec{F}_1, \vec{F}_2 — силы тяжести

(компоненты направлены вправо сверху, влево снизу на рис)

$$F_{1x} = N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} -$$

$$- \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} = mg \left(\frac{120}{169} + \frac{36}{725} - \frac{12}{25} - \frac{84}{2 \cdot 169} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{120}{13^2} + \frac{36}{13 \cdot 25} - \frac{12}{25} - \frac{84}{2 \cdot 13^2} \right) = mg \left(\frac{240 - 84}{2 \cdot 13^2} + \frac{36 - 12 \cdot 13}{13 \cdot 25} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{156}{1.69} + \frac{36 - 156}{1 \cdot 25} \right) = mg \left(\frac{156}{13^2} + \frac{36 - 156}{1 \cdot 25} \right) = mg \left(\frac{6}{13} - \frac{24}{25} \right) =$$

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

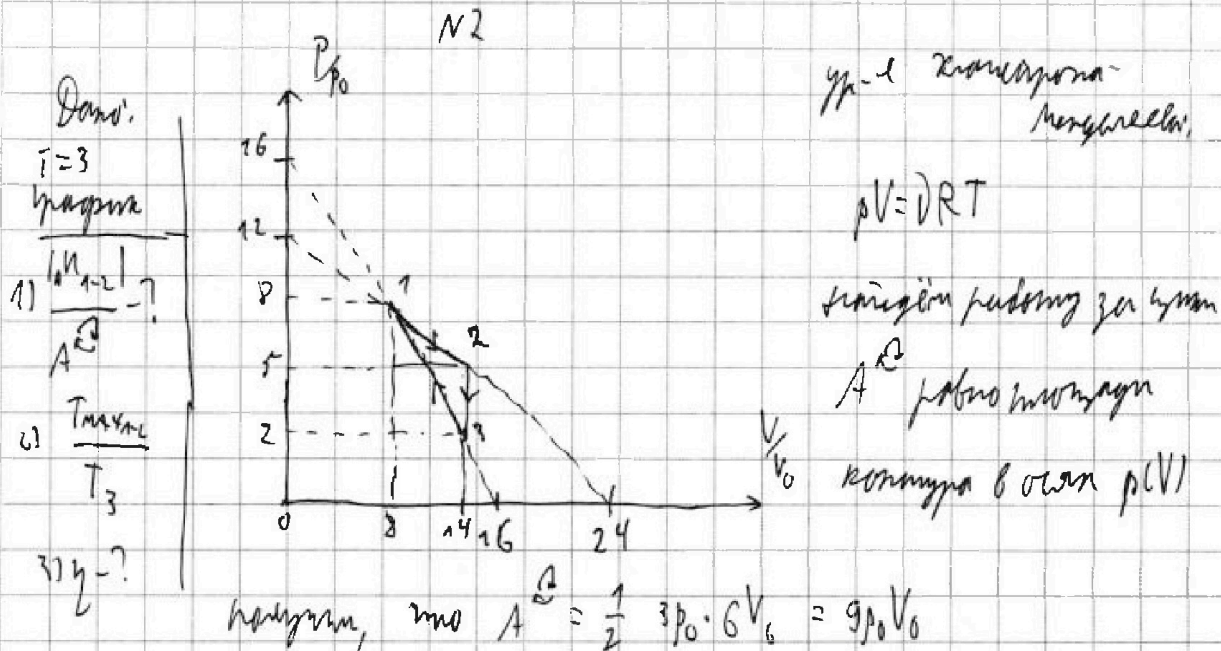
Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$; 2) $F_2 = \frac{7}{26} mg$; 3) $F_3 = \frac{6}{65} mg$



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!



(число молей идеального газа - количество молей идеального газа)

Выводы:

$$W = \frac{1}{2} \nu R T = \frac{1}{2} pV \quad \Delta Q_{1-2} = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} (8 \cdot 14 p_0 V_0 - 8 \cdot 8 p_0 V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 (14 - 8) = \frac{3 \cdot 6}{2} p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$\frac{A^B}{A^B} = \frac{\Delta Q_{1-2}}{A^B} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = 1$$

запишем уравнение процесса 1-2: $p_0 \frac{p}{p_0} = 12 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \Rightarrow p = 12 p_0 - \frac{1}{2} V \frac{p_0}{V_0}$

T_{max} достигается, когда максимально увеличивается pV

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

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

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
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!

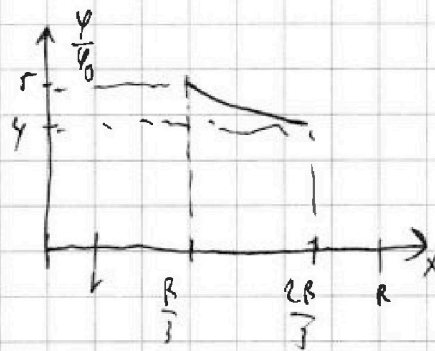
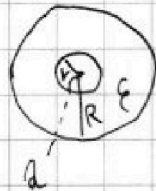
Дано:

r, R, Q

$\varphi(x); \varphi_0 = 0$

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

2) $\epsilon = ?$



поле от внутренней зарядки $E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2}$ вне сферической

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2} - \epsilon \text{ сферической}$$

$\forall x_1: x_1 > R; x_1 < R$ константа $\varphi = \int E dx$ напряженность $\varphi = 0$

$$\varphi(x_1) = \int_{x_1}^R E_2 dx + \int_R^{\infty} E_1 dx = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{x_1}^R \frac{1}{x^2} dx + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_R^{\infty} \frac{1}{x^2} dx =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon} \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{R} \right) + \frac{1}{R} \right); \quad \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{\epsilon} \left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{R} \right) + \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$$

$$2) \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{1}{4}; \quad \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{\epsilon} \left(3 - \frac{1}{R} \right) \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{2}{\epsilon} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{\epsilon} \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{R} \right) \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon} \right)$$

$$\text{константа } \frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}} = \frac{1}{4} \Leftrightarrow \frac{2 + \frac{4}{\epsilon}}{\epsilon + \frac{1}{2}} = \frac{1}{4} \Leftrightarrow 4\epsilon + 8 = \epsilon + \frac{1}{2} \Leftrightarrow \epsilon = 8 - \frac{1}{2} = \frac{16 - 1}{2} = \frac{15}{2}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$

2) $\epsilon = \frac{15}{2}$



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!

Дано:

$$L_1 = L; h_1 = h$$

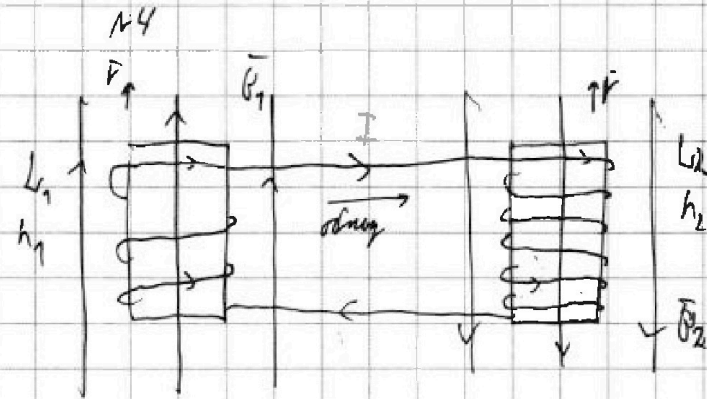
$$L_2 = 16L; h_2 = 4h$$

5

$$1) \frac{d\Phi}{dt} = d > 0$$

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

2)



Φ_1 - поле у контура L_1 ; Φ_2 - у L_2

Вектор \vec{r} , сонаправленный (налево, противоположно)

намотке контура.

$$1) \frac{d\Phi}{dt} = d \Rightarrow \frac{d\Phi_1}{dt} = d$$

проблем контуров; $\mathcal{E}_{11} + \mathcal{E}_{12} = 0 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow -\frac{d\Phi_1}{dt} - \frac{d\Phi_2}{dt} = 0 \quad (\Phi_1, \Phi_2 - \text{поле у верхнего и внешнего контура}$$

$$\text{соответственно}) \Leftrightarrow -\left(\frac{d\Phi_1}{dt} n_1 S + L_1 \frac{dI}{dt}\right) - L_2 \frac{dI}{dt} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -n_1 S d - \frac{dI}{dt} (L_1 + L_2) = 0 \Rightarrow \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{n_1 S d}{L_1 + L_2} = \frac{11 S d}{17L}$$

2) \vec{r} - право, за счет изменения Φ_1 и Φ_2

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{1}{4} \Phi_0 - \Phi_0 = -\frac{3}{4} \Phi_0; \quad \frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{9\Phi_0 - 3\Phi_0}{4} = -\frac{12-9}{4} \Phi_0 = -\frac{3}{4} \Phi_0$$

Φ_1 поле намотки контура, Φ_2 - от внешнего контура.

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!

краткое замыкание: $\varepsilon_{12} + \varepsilon_{21} = 0 \Leftrightarrow -\frac{d\varphi_1}{dt} - \frac{d\varphi_2}{dt} = 0 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow -\left(h_1 \int \frac{d\varphi_1}{dt} + L_1 \frac{dI}{dt}\right) - \left(-h_2 \int \frac{d\varphi_2}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}\right) = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow -\frac{dI}{dt}(L_1 + L_2) = h_1 \int \frac{d\varphi_1}{dt} - h_2 \int \frac{d\varphi_2}{dt} \Leftrightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\int (h_1 \varphi_1 - h_2 \varphi_2)}{L_1 + L_2} =$$

$$= \frac{5\varphi_0}{(L_1 + L_2)T} \left(\frac{2}{3}h_1 - \frac{3}{4}h_2\right)$$

$$I(0) = 0 \Rightarrow I_k = \int \frac{dI}{dt} = \frac{5\varphi_0}{L_1 + L_2} \left(\frac{2}{3}h_1 - \frac{3}{4}h_2\right) = \frac{5\varphi_0}{17L} \left(\frac{2}{3}h - \frac{3}{4} \cdot 4h\right) =$$

$$= \frac{5\varphi_0 h}{17L} \left(\frac{2}{3} - 3\right) = \frac{5\varphi_0 h}{17L} \left(-\frac{7}{3}\right) = -\frac{5\varphi_0 h}{17L}$$

$$|I_k| = \frac{5\varphi_0 h}{17L}$$

Ответ: 1) $\left|\frac{dI}{dt}\right| = \frac{h \cdot 5\alpha}{17L}$; 2) $|I_k| = \frac{5\varphi_0 h}{17L} = \frac{1}{17} \frac{5\varphi_0 h}{L}$

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.



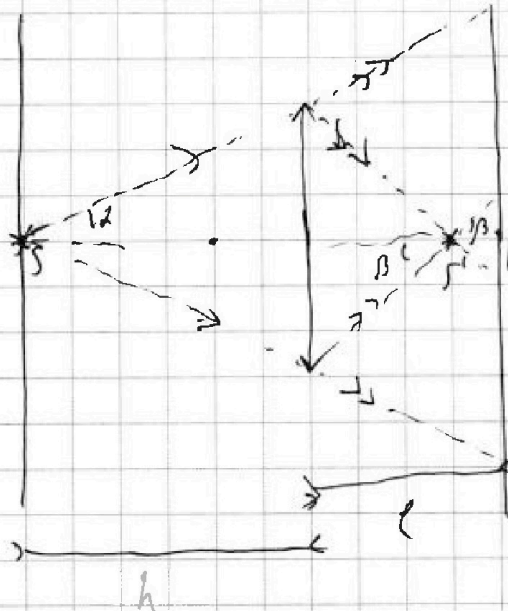
1 2 3 4 5 6 7

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!

15

Даны:
 $h, F = \frac{h}{3}$
 $v = 5 \text{ cm}$
 $l = \frac{2h}{3}$
 $F_3 = ?$
 $F_{ct} = ?$



По формуле моментов

$$\text{мызы: } \frac{1}{f} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

1 закон Архимед.

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

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

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

d_1 - расстояние от мызы до центра тяжести

мызы

R_1 - ~~сила~~ сила горизонтального перемещения мызы уравновешивает

$$R_1 = (h+l) \cdot \rho g d = \frac{5}{3} h \cdot \frac{v}{h} = \frac{5}{3} v$$

R_2 - сила, уравновешивает вертикальный мызы, уравновешивает через

$$\text{мызы } R_2 = (l - d_1) \cdot \rho g l = \frac{h}{6} \cdot \frac{v}{d_1} = \frac{h}{6} \cdot \frac{v}{\frac{h}{2}} = \frac{v}{3}$$

$$F_3 = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi v^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \pi \cdot 25 \cdot \frac{24}{9} \text{ cm}^2 = \frac{200}{3} \pi \text{ cm}^2$$

2) R_3 - сила уравновешивает, по вертикальному мызы по формуле Архимед.

мызы по формуле Архимед.

$$R_3 = 2R_2 = \frac{2v}{3}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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_0 - расстояние до точки касания прямого луча к центру

$$R_0 = -r + h \tan \varphi = -r + h \frac{r+h_1}{r} = -r + h \frac{\frac{6}{5}r}{\frac{2h}{1}} = -r + r \frac{9}{5} = \frac{4}{5}r$$

прямой луч, опирающийся на точку V_1 и касаясь луча (как!)

вычисляется второй луч так далее касание луча, но опирается через

многомного рассуждений и он меньше r $r' < r$ от осн. так как

многомного перевернуто, но Φ на опирается более касание луча.

касание луча пересекается именно 1 раз, именно границе r_0 и

многомного r_0 не обрывается, в центре непрерывности без r_0 обрывается.

$$S_{CT} = \pi R_4^2 - \pi R_0^2 = \pi r^2 \left(\frac{121}{25} - \frac{16}{25} \right) = \pi \cdot 105 \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_3 = \frac{200}{25} \pi \cdot \text{см}^2$

2) $S_{CT} = 105 \pi \text{ см}^2$

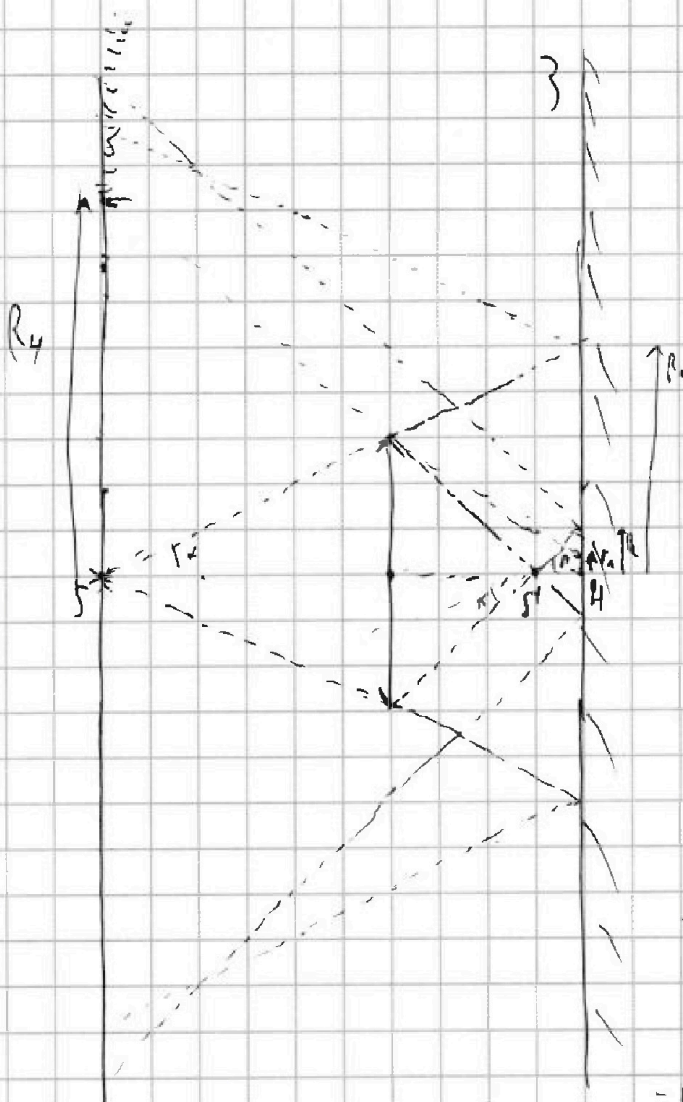


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{h}{3}} + \frac{1}{h} = \frac{2}{h}$$

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

$$1) R_1 = (h-d) \frac{h}{f+h}$$

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

$$R_2 = (f - \frac{1}{2} l) \frac{h}{l}$$

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

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

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

$$= \pi (\frac{5}{3} h)^2 - \pi (\frac{h}{3})^2 =$$

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

$$= \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

$$= \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

2) R_3 - расстояние между центрами двух окружностей

$$R_3 = R_1 + (h-d) \frac{h}{f+h} = \frac{5}{3} h + \frac{5}{3} h = \frac{10}{3} h$$

$$h_1 + \frac{h_1}{f} + \frac{h_1}{h} + \frac{h_1}{l} = \frac{1}{f} \Rightarrow h_1 (1 + \frac{1}{f} + \frac{1}{h} + \frac{1}{l}) = \frac{1}{f} \Rightarrow h_1 = \frac{1}{f} \frac{1}{(1 + \frac{1}{f} + \frac{1}{h} + \frac{1}{l})} = \frac{1}{f} \frac{h}{(1 + \frac{h}{f} + 1 + \frac{h}{l})} = \frac{1}{f} \frac{h}{(2 + \frac{h}{f} + \frac{h}{l})}$$

$$\frac{h_1}{f} = \frac{h}{(2 + \frac{h}{f} + \frac{h}{l})}$$

$$\Rightarrow h_1 = h - \frac{2}{3} \frac{h}{\frac{h}{f}} = h - \frac{2 \cdot 6}{3} h \Rightarrow h_1 = h - 4h = -3h$$

$$\Rightarrow h_1 = h = \frac{2}{3} h$$

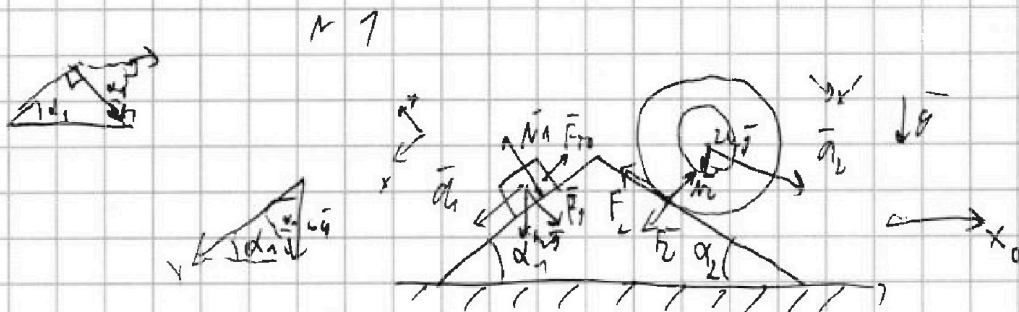
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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) 2-й закон Ньютона для дуги: $\vec{N}_1 + \vec{F}_{T1} + m\vec{g} = m\vec{a}_1$

$$Ox: m a_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{T1} \Leftrightarrow m \frac{6g}{13} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_{T1} \Leftrightarrow F_{T1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) =$$

$$= mg \frac{13-20}{65} = \frac{2}{65} mg$$

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

$$A) F_{T1} = \frac{2}{65} mg \Leftrightarrow m = \frac{2}{\frac{4}{5}} = \frac{g}{2.5}$$

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

$$Ox': 2mg \sin \alpha_2 - F_L = 2m a_2 \Leftrightarrow 2mg \frac{5}{13} - F_L = 2m \frac{g}{4} \Leftrightarrow$$

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

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

3) 2-й закон Ньютона для куска: $m\vec{g} + \vec{N}_0 + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0} + \vec{P}_3 = \vec{0}$

$$Ox': F_{3x} + N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - P_1 + F_L = 0 \Leftrightarrow$$

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

$$= mg \left(\frac{9}{65} + \frac{120}{169} - \frac{7}{26} - \frac{4}{25} \right)$$



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!

1-2-1-1

1-2-1-1

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

$\frac{1 \Delta h_{1-2}}{A^2}$

1) $\frac{p_{max}}{p_0}$

1) h_1

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

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

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

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

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

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

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

$\delta Q = \delta A + \delta Q^k$

$\frac{1}{2} \Delta RT = pV + \delta Q^k$

$\Delta h_{1-2} = \frac{1}{2} \Delta RT = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} (5p_0 \cdot 14V_0 - 8p_0 \cdot 8V_0) = \frac{1}{2} p_0 V_0 (70 - 64) = \frac{1}{2} p_0 V_0 \cdot 6 = 3p_0 V_0$

$\frac{\Delta h_{1-2}}{A^2} = \frac{3p_0 V_0}{9p_0 V_0} = 1$

1) 1-2: $\frac{p}{p_0} = -\frac{1}{2} \frac{V}{V_0} + 12$ $\Rightarrow \frac{V}{V_0} = 24 - 2 \frac{p}{p_0}$ $\Rightarrow \frac{V}{V_0} = 24 - 2 \frac{p}{p_0}$ $\Rightarrow \frac{V}{V_0} = 24 - 2 \frac{p}{p_0}$

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

$\frac{d(pV)}{dV} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V + p_0 = 0 \Rightarrow \frac{V}{V_0} = 2$



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!

$$T_{max} = \frac{1}{\sqrt{R}} \frac{1}{\sqrt{R}} \frac{1}{\sqrt{R}} \frac{1}{\sqrt{R}} = \frac{1}{\sqrt{R}} \left(-\frac{1}{2} \frac{10}{V_0} (12V_0^2 + 12V_0 \cdot 12V_0) \right) =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{R}} \left(-\frac{1}{2} \cdot 144 \cdot 10V_0 + 144 \cdot 10V_0 \right) = \frac{10V_0}{\sqrt{R}} \cdot 72$$

$$T_2 = \frac{1}{\sqrt{R}} \cdot 14V_0 = \frac{10V_0}{\sqrt{R}} \cdot 2 \cdot 14 = 28 \frac{10V_0}{\sqrt{R}}$$

$$\frac{T_{max}}{T_2} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

$$\eta = \frac{Q_{12}}{Q_{11}} = \frac{A^B}{Q_{11}}$$

$$\text{сл. 1.2) } Q_{12} = A_{12}^k = Q_{12}^k = 9 \cdot 10V_0 + \frac{1}{2} (9+8) \cdot 6 \cdot 10V_0 = 9 \cdot 10V_0 + 3 \cdot 11 \cdot 10V_0 > 0 \quad Q_{11}^k = Q_{11}$$

$$\text{сл. 1) } A=0 \Rightarrow Q_{12}^k = A_{12}^k = 0, \quad u_{12} < 0 \Rightarrow Q_{12}^k > Q_{11}^k$$

$$\text{сл. 1) } \Delta \frac{u_{12}}{V_0} = A_{12}^k + A_{12}^k$$

$$Q_{12}^k = Q_{11}^k$$

$$Q_{12}^k = A_{12}^k - A_{12}^k = 10V_0 (6+8) - \frac{1}{2} \cdot 10V_0 (2+8) \cdot 6 =$$

$$10V_0 (36 - 10 \cdot 3) = 6 \cdot 10V_0 > 0 \quad Q_{12}^k = Q_{11}^k$$

$$\eta = \frac{A^B}{Q_{12}^k + Q_{12}^k} = \frac{A^B}{6 \cdot 10V_0 + 10V_0 (9+3 \cdot 11)} = \frac{9 \cdot 10V_0}{6 \cdot 10V_0 + 48 \cdot 10V_0} = \frac{9}{14} = \frac{1}{6}$$

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!

κ_2

$$\int_{\frac{R}{2}}^R \frac{1}{x^2} dx = \frac{1}{x} \Big|_{\frac{R}{2}}^R = \frac{1}{R} - \frac{1}{\frac{R}{2}} = -\frac{1}{R}$$

Земля, Q

r, R, Q

$\varphi(x)$

φ_0

$\frac{1}{4} \varphi(\frac{R}{2})$

$\frac{1}{2} \varphi_0$



$$\varphi = \varphi(x), \quad x > R, \quad x < R$$

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

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2}$$

$$= \int_{x_1}^R \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2} dx + \int_R^{\infty} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2} dx =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\int_{x_1}^R \frac{1}{x^2} dx + \int_R^{\infty} \frac{1}{x^2} dx \right]$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{x_1} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(0 + \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} \left(\frac{1}{x_1} + 1 \right) + \frac{1}{R} \right)$$

$$x_1 = \frac{r}{6} R \Rightarrow \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} \left(\frac{1}{\frac{r}{6} R} + 1 \right) + \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} \left(\frac{6}{r} + 1 \right) + \frac{1}{R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R} \left(\frac{6}{r} + 1 + 1 \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 + \frac{12}{r} \right)$$

1) $\varphi(\frac{R}{2}) = \dots$

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

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

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

$$\frac{1 + \frac{12}{r}}{1 + \frac{12}{\frac{2}{3}r}} = \frac{5}{4} \Leftrightarrow$$

$$\varphi(\frac{2R}{3}) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left[\frac{1}{\frac{2}{3}} \left(\frac{3}{2} - 1 + 1 \right) \right] = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 + \frac{6}{r} \right)$$

$$\varphi(\frac{R}{2}) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left[\frac{1}{\frac{1}{2}} \left(2 - 1 + 1 \right) \right] = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 + \frac{12}{r} \right)$$

$$\Leftrightarrow 4 \left(1 + \frac{6}{r} \right) = 5 \left(1 + \frac{12}{r} \right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 4(4 + 6) = 5(4 + 6) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 4 = 8 - \frac{r}{2} = \frac{16 - r}{2} = \frac{11}{2}$$



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!

$$\varphi_{11} + \varphi_{12} = 0 \Leftrightarrow -\frac{\int \varphi_1}{J_1} - \frac{\int \varphi_2}{J_2} = 0 \Leftrightarrow -\left(\frac{h_1 \int \varphi_{01}}{J_1} + L_1 \frac{d\varphi_1}{dx} \right) - \left(-\frac{h_2 \int \varphi_{02}}{J_2} + L_2 \frac{d\varphi_2}{dx} \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow -\frac{h_1 \int \varphi_{01}}{J_1} - L_1 \frac{d\varphi_1}{dx} + \frac{h_2 \int \varphi_{02}}{J_2} - L_2 \frac{d\varphi_2}{dx} = 0$$

$$\Leftrightarrow -h_1 \int \left(-\frac{3}{4} \frac{\varphi_0}{\gamma} \right) - (L_1 + L_2) \frac{d\varphi}{dx} + h_2 \int \left(-\frac{3}{4} \frac{\varphi_0}{\gamma} \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{d\varphi}{dx} (L_1 + L_2) = \frac{1}{3} h_1 \int \frac{\varphi_0}{\gamma} - \frac{3}{4} h_2 \int \frac{\varphi_0}{\gamma}$$

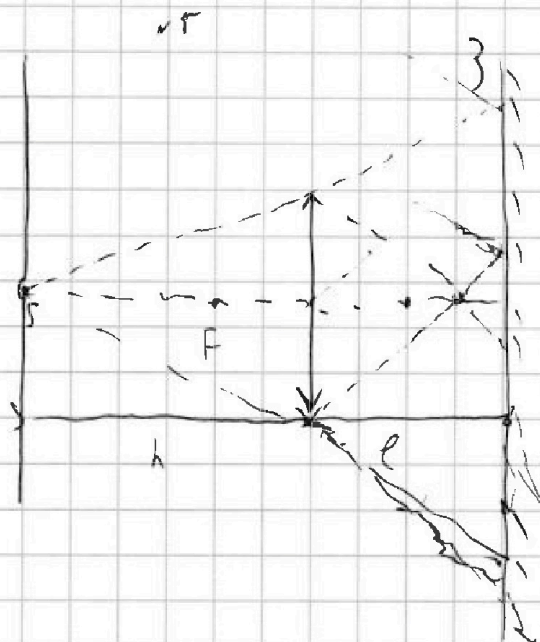
$$\Leftrightarrow \frac{d\varphi}{dx} (L_1 + L_2) = \int \frac{\varphi_0}{\gamma} \left(\frac{1}{3} h_1 - \frac{3}{4} h_2 \right) \Leftrightarrow \frac{d\varphi}{dx} = \frac{\int \varphi_0}{\gamma (L_1 + L_2)} \left(\frac{1}{3} h_1 - \frac{3}{4} h_2 \right)$$

$$\int (d\varphi) = C \Rightarrow \Delta \varphi = \gamma \frac{d\varphi}{dx} = \frac{\int \varphi_0}{L_1 + L_2} \left(\frac{1}{3} h_1 - \frac{3}{4} h_2 \right)$$

$$|\Delta \varphi| = \frac{\int \varphi_0}{L_1 + L_2} \left| \frac{1}{3} h_1 - \frac{3}{4} h_2 \right|$$

Дано:
 $h_1 = \frac{h}{3}$
 $h_2 = \frac{2h}{3}$

1) $\varphi_1 = ?$
 $\varphi_2 = ?$
 2) $\Delta \varphi = ?$



$$\frac{1}{h} + \frac{1}{1} = \frac{1}{P} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1} = \frac{1}{P} - \frac{1}{h} =$$

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

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

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



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!

Решение

$L_1 = L$
 $L_2 = 76L$
 $n_1 = n$
 $n_2 = 4n$
 \int

$\frac{d\Phi}{dt} = \alpha > 0$
 $I = ?$

1) $B_2 = \cos \alpha B_1$
 $\frac{dB_1}{dt} = \alpha > 0$

~~$\frac{d\Phi}{dt} = \alpha > 0$
 $I = ?$~~

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

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

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

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

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

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

$$\frac{dB_2}{dt} = -\frac{2}{3} \frac{B_0}{T} \cdot \frac{3}{4} = -\frac{2}{4} \frac{B_0}{T} = -\frac{1}{2} \frac{B_0}{T}$$

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

$I(0) = ?$