

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

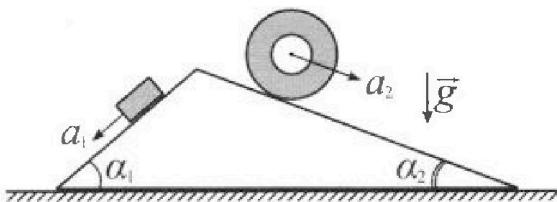
Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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 выразите через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.



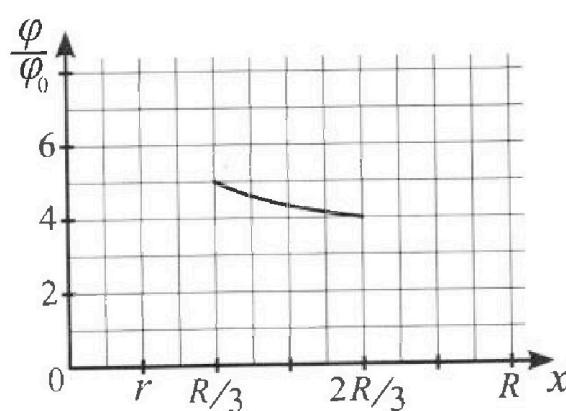
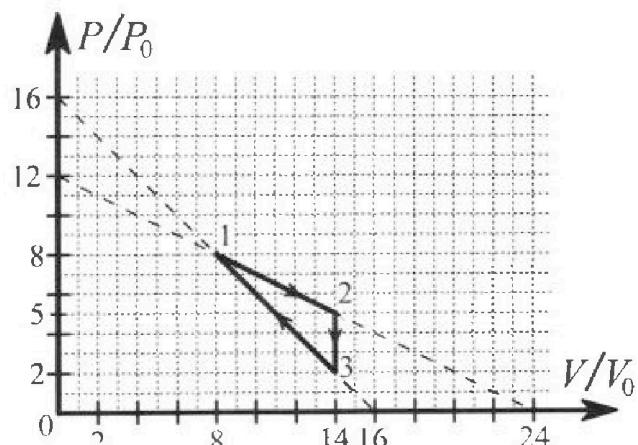
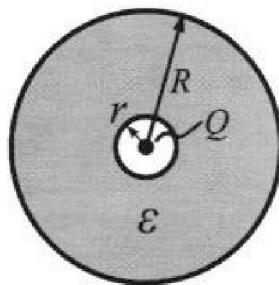
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

- 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 .



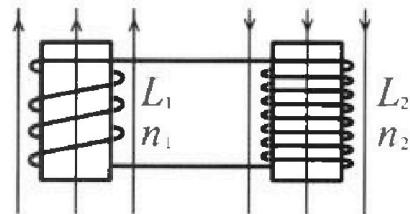
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



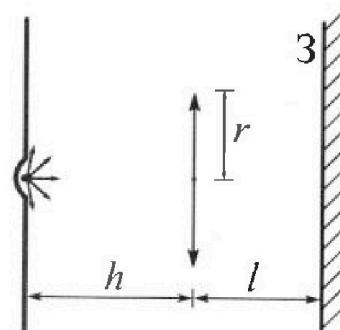
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 изменились 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 [см²] в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

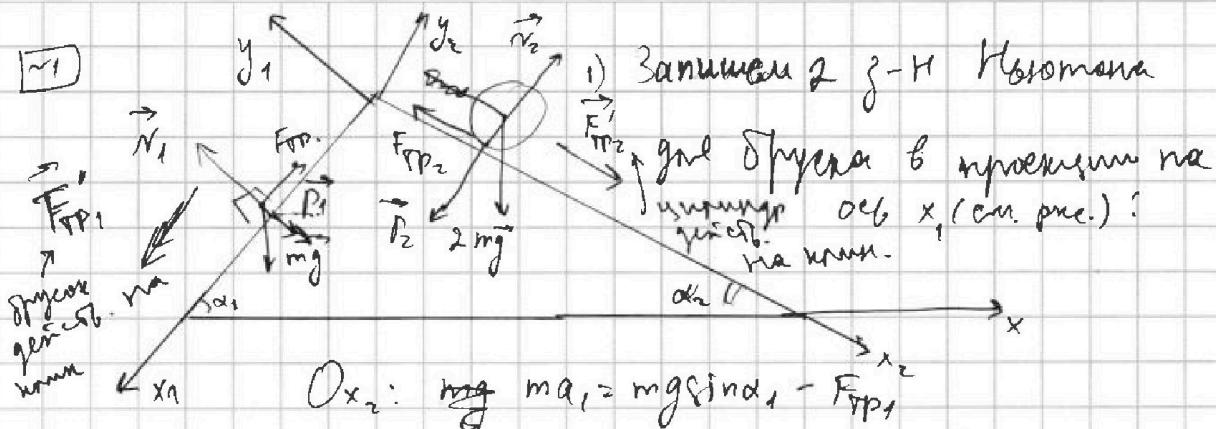


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 9

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



$$F_{f1} = m g \sin(\alpha_1 - \alpha_1) = m g \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = m g \cdot \frac{9}{65} = \frac{9}{65} m g .$$

2) Запишем 2 закон Ньютона для цилиндра:

$$Ox_2: 2m a_2 = 2m g \sin \alpha_2 - F_{f2}$$

$$F_{f2} = 2m (g \sin \alpha_2 - a_2) = 2m \left(g \cdot \frac{5}{13} - g \cdot \frac{3}{4} \right) = 2m g \cdot \frac{7}{52} = \frac{14}{52} m g$$

3) 2 г-н Ньютона для кривой:

$$\begin{cases} P_2 = P_1 = P_3 \\ P_2 = -P_2 \\ P_1 = -P_1 \end{cases}$$

$$Oy_1: N_1 = m g \cos \alpha_1,$$

$$Oy_2: N_2 = 2m g \cos \alpha_2,$$

$$Ox: 1) \vec{F}_{f2} = |P_1 \cos \alpha_1 - P_2 \cos \alpha_2| = |m g \cos^2 \alpha_1 - 2m g \cos^2 \alpha_2| = \\ = m g \left| \frac{16}{25} - 2 \cdot \frac{14}{65} \right| = m g \left| \frac{2704 - 9200}{3225} \right| = \frac{4496}{3225} m g$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{9}{65} m g; 2) \frac{14}{52} m g; 3) \frac{4496}{3225} m g$$



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

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$3) mg \cos \alpha_1 - 2mg \cos \alpha_2 - F_{TP_1} \cos \alpha_1 + F_{TP_2} \cos \alpha_2 = F_{TP_3}$$

$$mg \cdot \frac{26}{75} - 2mg \cdot \frac{144}{169} - \frac{9}{65}mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{19}{52}mg \cdot \frac{13}{13} = \\ = \frac{4496}{3225}mg - \frac{36}{325}mg + \frac{488}{169}mg = mg \left(\frac{4496}{3225} - \frac{468}{3225} + \frac{1050}{3225} \right) = \\ = \frac{2978}{3225}mg$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{9}{65}mg \quad 2) \frac{19}{52}mg \quad 3) \frac{2978}{3225}mg.$$

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.



- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

[н2]

$$1) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (70 P_0 V_0 - 64 P_0 V_0) = 6 P_0 V_0$$

$$A_{\text{цикл}} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

$$\sqrt{6 P_0 V_0}$$

$$A_{12} = \frac{5 P_0 + 8 P_0}{2} \cdot 6 V_0 = 39 P_0 V_0$$

$$A_{23} = 0 \quad (\text{T.k. } V = \text{const})$$

$$A_{31} = - \frac{2 P_0 + 8 P_0}{2} \cdot 6 V_0 = -30 P_0 V_0$$

$$A_{\text{цикл}} = 39 P_0 V_0 - 30 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{цикл}}} = \frac{6 P_0 V_0}{9 P_0 V_0} = 1$$

2) Найдём зависимость температуры от объёма в

процессе 1-2: $p(V) = 12 P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V \rightarrow \text{раб-р} \propto V$.

Коэф. можно определить из графика.

$$\text{Ур-е М-к: } 12 P_0 V - \frac{P_0}{2V_0} V^2 = DRT \Rightarrow T(V) = \frac{12 P_0}{Dk} V -$$

$$- \frac{P_0}{2DkV_0} V^2 \Rightarrow V_* = \frac{12 P_0 / Dk}{2 \cdot R} = 12 V_0 - \text{при } T = 0$$

объёме будем знать температуру.

$$T(12 V_0) = 144 P_0 V_0 - \frac{144}{2} P_0 V_0 = \frac{12 P_0 V_0}{Dk}$$

$$\text{Ур-е М-к 3-е состояние: } 28 P_0 V_0 = Dk T_3 \quad T_3 = 28 \frac{P_0 V_0}{Dk}$$

$$\frac{T_{\text{раб}}}{T_3} = \frac{28}{144} = \frac{18}{7}$$

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.



- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 шумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3) Термона изображается к газу ~~вот~~ процесс 1-2 и 3-4, т.к. в этих процессах проходит расширение с аднабатами.

1-е начало термодинамики.

$$1-2: \Delta Q = PdV + \frac{3}{2}(PdV + VdP) \approx \frac{5}{2}PdV + \frac{3}{2}VdP \quad | : dV$$

$$\frac{\Delta Q}{dV} = \frac{5}{2}P + \frac{3}{2}V \frac{dP}{dV} = \frac{5}{2}\left(12P_0 - \frac{P_0}{2V_0}V\right) - \frac{3}{2}V \cdot \frac{P_0}{2V_0} = 0$$

$$30P_0 = \underbrace{2P_0V}_{V_0} \rightarrow V = \frac{15}{2}V_0 \quad \text{т.к. } V \leq \frac{15}{2}V_0 \text{ термона 6 1-1 шаг.}$$

тепловой подв. во
всём процессе.

$$3-1: p(V) = 16P_0 - \frac{P_0V}{V_0}$$

$$\Delta Q = \frac{5}{2}PdV + \frac{3}{2}VdP \quad | : dV \quad \leftarrow 1-е \text{ начало термодинамики.}$$

$$\frac{\Delta Q}{dV} = \frac{5}{2}P + \frac{3}{2}V \frac{dP}{dV} = 40P_0 - \frac{5}{2}\frac{P_0V}{V_0} - \frac{3}{2}\frac{P_0V}{V_0} = 0$$

$$V = 10V_0 \quad \text{т.к. } V > 10V_0 \text{ термона 6 3-1 шаг.}$$

$$3-1: Q_{\text{шаг.}} = \frac{3}{2}(60P_0V_0 - 28P_0V_0) - 2P_0V_0 = 88P_0V_0$$

$$1-2: Q_{\text{шаг.}} = \underbrace{\frac{3}{2}(70P_0V_0 - 64P_0V_0)}_{8P_0V_0} + 33P_0V_0 = 48P_0V_0$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{шаг.}}}{(18+88)P_0V_0} = \frac{9}{136}$$

Ответ: 1) 1; 2) $\frac{18}{2}$; 3) $\frac{9}{136}$



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

СТРАНИЦА
4 ИЗ 9

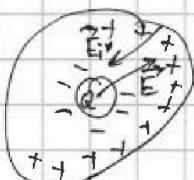
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

(n3)

1) У диполарной полуволновой сферической заряд, имеющей
коэффициент усиления λ поле заряда в E равно:

$$\frac{kQ}{\epsilon x^2} = \frac{kQ}{x^2} - E_{in} \Rightarrow E_{in} = \frac{kQ}{x^2} - \frac{kQ}{\epsilon x^2} = \frac{kQ}{x^2} \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} = \frac{kQ(\epsilon - 1)}{\epsilon x^2}$$

$\Rightarrow Q = \frac{Q(\epsilon - 1)}{\epsilon}$ — сферический заряд у поверхности. Капитеменно
поле сб. зарядов у поверхности R равно 0 вблизи шара.



$-q_+ = q_-$ — заряды на внутр. и внеш.

поверхности шара, т.к. по смыслу заряды
сферической заряд диполя равны 0.

$$\text{I) Если } r < \frac{R}{3}, \text{ то } \psi_r = \frac{kQ}{x} - kQ \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + kQ \frac{\epsilon - 1}{\epsilon}$$

$$\text{II) Если } \frac{R}{3} < r < \frac{2R}{3}, \text{ то } \psi_r = \begin{cases} \frac{kQ(\epsilon - 1)}{r} + \frac{kQ(\epsilon - 1)}{\epsilon R} + \frac{kQ}{x} & \text{при } x \leq \frac{R}{3} \\ \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\epsilon - 1)}{x} + \frac{kQ(\epsilon - 1)}{\epsilon} & \text{при } x \geq \frac{2R}{3} \end{cases}$$

T.e. будем разобрать случай, который нам не интересует.

$$\text{III) Если } r > \frac{2R}{3}, \text{ то } \psi_r = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\epsilon - 1)}{\epsilon r} + \frac{kQ(\epsilon - 1)}{\epsilon R}$$

$$2) \text{ I.) } \frac{kQ}{x} + \frac{kQ(\epsilon - 1)}{\epsilon R} = \psi(x)$$

$$\left. \begin{array}{l} 5\psi_0 = \frac{3kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ(\epsilon - 1)}{\epsilon R} = \frac{k\epsilon Q + 2kQ}{\epsilon R} \\ 4\psi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{2kQ(\epsilon - 1)}{2\epsilon R} = \frac{2k\epsilon Q + 2kQ}{2\epsilon R} \end{array} \right\}$$

$$\frac{5}{4} = 2 \cdot \frac{k\epsilon Q + 2kQ}{2k\epsilon Q + 2kQ}$$

$$\frac{5}{8} (2k\epsilon Q + 2kQ) = k\epsilon Q + 2kQ$$

$$\frac{kQ}{4} \epsilon = 2k\epsilon Q - \frac{5}{8} kQ = \frac{11}{8} kQ; (\epsilon = \frac{11}{2k})$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
5 ИЗ 9

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

$$\begin{aligned}
 \text{III: } & \left\{ \begin{array}{l} 5\varphi_0 = \frac{3kQ}{R} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon r} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon k} \\ 4\varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{R} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon r} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon k} \end{array} \right. \\
 & \frac{5}{4} = \frac{\frac{3}{2}}{R} - \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon r} + \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon k} \Rightarrow \frac{15}{8} \frac{1}{R} + \frac{45}{4} \left(\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon r} - \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon k} \right) = \\
 & \frac{3}{2k} - \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon r} + \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon k} = \frac{3}{R} + \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon r} - \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon k} \\
 & \left(\frac{15}{8} - 3 \right) \frac{1}{R} = - \frac{3}{8} \frac{1}{R} = \frac{1}{4} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{r-R}{rR} \\
 & \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = - \frac{9}{2} \frac{rR}{r-R} \cdot \frac{1}{R} = \cancel{\frac{9r}{2(r-R)}} \frac{9r}{2(R-r)} \\
 & 1 - \frac{1}{\varepsilon} = \frac{9r}{2(R-r)} \quad \frac{1}{\varepsilon} = 1 - \frac{9r}{2(R-r)} = \cancel{\frac{2R-11r}{2(R-r)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ответ: 1) Если } r < \frac{R}{3}, \text{ то } \varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon x} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon k} \\
 \text{Если } \frac{R}{3} < r < \frac{2R}{3}, \text{ то } \varphi = \left\{ \begin{array}{l} \frac{kQ}{x} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon k} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon r}, x \leq \frac{R}{3} \\ \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon r} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon k}, x > \frac{R}{3} \end{array} \right. \\
 \text{Если } r > \frac{2R}{3}, \text{ то } \varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon r} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon k}.
 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Если } r < \frac{R}{3}, \text{ то } \varepsilon = \frac{11}{2k}$$

$$\text{Если } r > \frac{2R}{3}, \text{ то } \varepsilon = \frac{2(R-r)}{2R-11r}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
6 ИЗ 9

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)

1) Запишем $\rightarrow DC$ нр. грд 1-й из двух:

$$\mathcal{E}_{i1} = \frac{d}{dt} (\Phi_{\text{внеш}} + \Phi_{\text{внутр}})$$

\uparrow внеш. поток
 \nwarrow внутр. поток

$$\Phi_{\text{внеш}} = LI, \Phi_{\text{внутр}} = nBS$$

$$\mathcal{E}_i = LI + nBS$$

$$2) 2\text{-e нр. кирхгофа: } -\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow LI + nBS = 16LI \quad | \text{ внеш. поток 2-й из двух не меняется.}$$

$$I = \frac{nBS}{15L}$$

$$2) 2\text{-e нр. кирхгофа: } LI + nS \frac{dB_1}{dt} = 16LI + 4nS \frac{dB_2}{dt} | \cdot dt$$

$$\int_0^I dI + \int_0^S nS dB_1 = 16 \int_0^I dI + 4nS \int_0^{B_2} dB_2$$

~~$$LI - \frac{2}{3} B_0 nS = 16LI - \frac{3}{4} nBS$$~~

$$15LI = \frac{1}{12} nBS \Rightarrow I = \frac{nBS}{180L}$$

Ответ: 1) $\frac{nBS}{15L}$ 2) $\frac{4nBS}{180L}$.

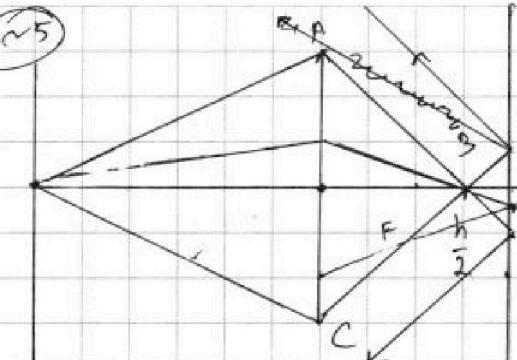


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
7 ИЗ 9

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) Рассм. 2 краинки нуза, приведенных через пики.

Φ-α τοπική μηχανή:

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

$$f = \frac{h}{2} \cdot \text{Torque Syggest}$$

unrest among exp. Norwegians

~~nogodne~~ SP-6: A B C n A₁ B₁ C₁:

$$\text{A}_1 = \frac{\pi r^2}{4} = \frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{l-h}{h} \Rightarrow A_1 = \frac{\pi r^2}{4} \cdot \frac{2r - 2l + h}{h}$$

2) ~~Цене~~ ~~отсутствие~~ ~~о японии~~ ~~и~~ ~~рынок~~
целесообразны, правильные, верные. То есть, недорогие
новинки находятся

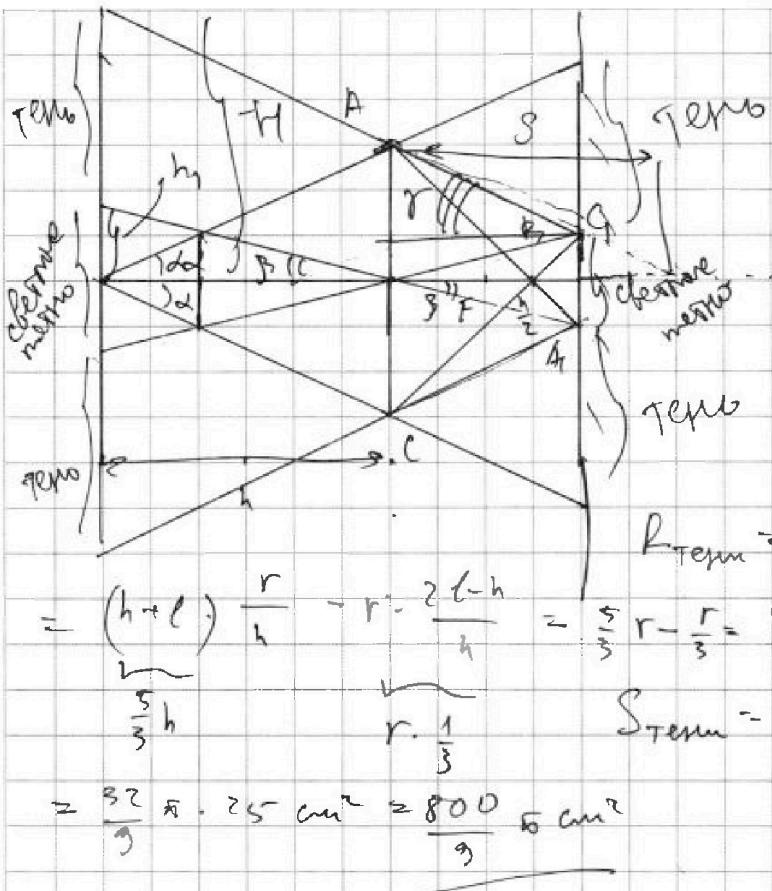


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
8 ИЗ 9

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!



Т. О. имеем 2
теплых пластика
шерн.

$\triangle ABC \sim \triangle A_1B_1C_1$:

$$\frac{A_1C_1}{2r} = \frac{l-h}{h}$$

$$\frac{A_1C_1}{2} = r \cdot \frac{l-h}{h}$$

$$R_{\text{тепл}} = (h+l) \operatorname{tg} \alpha - \frac{A_1C_1}{2} =$$

$$= \underbrace{(h+l)}_{\frac{5}{3}h} \cdot \frac{r}{h} - r \cdot \frac{2(l-h)}{h} = \frac{5}{3}r - \frac{r}{3} = \frac{4}{3}r$$

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

$$r \cdot \frac{1}{3}$$

$$S_{\text{тепл}} = 2 \cdot \pi R_{\text{тепл}}^2 = \frac{32}{9} \pi r^2 =$$

$$= \frac{32}{9} \pi \cdot 25 \text{ см}^2 = \frac{800}{9} \text{ см}^2$$

2.) Рассмотрим светлое полотно как исходящий стоящий б
конус фокус \Rightarrow квадратичне буде таким же
по параметру. Тому будуть чинов зоруку відповісти.

Определим h_1 : $h_1 = h \operatorname{tg} \beta$, $\operatorname{tg} \beta = \frac{A_1C_1}{2l} = \frac{r/3}{2h} = \frac{r}{6h} \Rightarrow h_1 = \frac{r}{2}$.

$$S = r \operatorname{ctg} \gamma \Rightarrow H = (h+g) \operatorname{tg} \gamma = h \operatorname{tg} \gamma + g$$

$$R_{\text{тепл}} = H - h_1 = h \operatorname{tg} \gamma + g + \frac{r}{2}, \operatorname{tg} \gamma = \frac{r - A_1C_1/2}{l} = \frac{\frac{2}{3}r}{l} = \frac{2r}{3l} = \frac{r}{h}$$

$$S_{\text{тепл}} = 2\pi \left(h \operatorname{tg} \gamma + g + \frac{r}{2} \right)^2 = 2\pi \cdot \frac{9}{4} r^2 = \frac{9}{2} \pi r^2.$$

Оцінки: 1) $\frac{800 \pi}{9} \text{ см}^2$, 2) $\frac{5625}{2} \pi \text{ см}^2$.



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.

СТРАНИЦА
— ИЗ —

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



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

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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)

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{нужн}}} - ? \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \bar{V} R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \\ = \frac{3}{2} (5 \cdot 14 P_0 V_0 - 64 P_0 V_0) = 12 P_0 V_0 \quad \rightarrow \frac{9}{4} = \frac{12 \cdot 9}{4} = \\ = \frac{3}{7}$$

$$A_{\text{нужн}} = \frac{9 P_0 V_0}{13 P_0} \rightarrow 0$$

$$A_{12} = \frac{5 P_0 + 8 P_0}{2} \cdot 6 V_0 = 39 P_0 V_0$$

$$A_{23} = 0$$

$$A_{31} = -\frac{1}{2} (8 P_0 + 2 P_0) \cdot 6 V_0 = -30 P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{нужн}}} = \frac{12}{3} = \frac{4}{3}$$

$$P(V) = aV^2 - bV$$

$$8 P_0 = a - 8 b V_0$$

$$5 P_0 = a - 14 b V_0 \quad \frac{3 P_0}{5} = b \cdot 6$$

$$2. \quad \frac{T_{\text{нужн}} 612}{-?} \quad 1-2: \quad p(V) = P_1 + \frac{3 P_0}{6 V_0} V = 12 P_0 - \frac{P_0}{2 V_0} V$$

$$\frac{3}{4} - \frac{2}{3} = \frac{9-8}{12} \quad P(8 V_0) = 8 P_0 = P_1 - \frac{3 P_0}{8} \cdot 8 \rightarrow P_1 = 4 P_0$$

$$12 P_0 V_0 - \frac{P_0 V^2}{2 V_0} = \bar{V} R T \quad T = \frac{12 P_0 V_0}{\bar{V} R} - \frac{P_0 V^2}{2 \bar{V} R V_0}$$

$$\sqrt{4 T_{\text{нужн}}} = \frac{12 P_0}{\bar{V} R} \quad \rightarrow$$

$$T_{\text{нужн}} = \frac{144 P_0 V_0}{\bar{V} R} = \frac{144}{2} \frac{P_0 V_0}{\bar{V} R} = \frac{2 \cdot \frac{P_0}{\bar{V} R V_0}}{2} = 12 V_0 \quad \text{с}^{\circ} \rightarrow$$

$$= 72 P_0 V_0 \quad 2 P_0 \cdot 14 V_0 = \bar{V} R T_3$$

$$\frac{T}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7} \rightarrow$$

$$T_3 = \frac{28 P_0 V_0}{\bar{V} R}$$

$$1-2: \quad Q_{12} = A + \Delta U = P dV + \frac{3}{2} (pdV + VdP) \quad \rightarrow \quad \text{Q} \rightarrow 0$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = \frac{3P}{2} + V \frac{dP}{dV} = \frac{5}{2} \left(12 P_0 - \frac{P_0}{2 V_0} V \right) + V \cdot \left(-\frac{3 P_0}{4 V_0} \right) \rightarrow$$

$$= 30 P_0 - \frac{5}{4} \frac{P_0 V}{V_0} - 3 P_0 V = 0$$

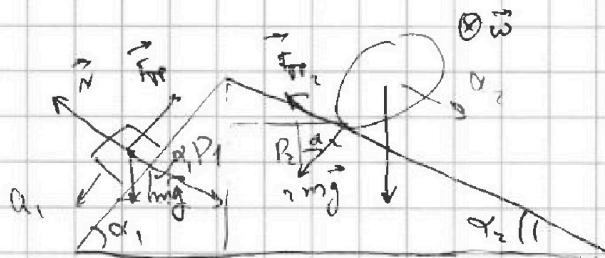
$$30 P_0 = \frac{7}{4} \frac{P_0 V}{V_0} \quad V = \frac{120 P_0 V_0}{7} \quad \text{при } V < V_0 \quad \delta Q > 0$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$1) \left\{ \begin{array}{l} ma_1 = mg \sin \alpha_1 - \mu N \\ N = mg \cos \alpha_1 \end{array} \right. \quad \text{от } (1) - g \cancel{\alpha}$$

$$N = mg \cos \alpha_1, \quad ma_1 = mg \sin \alpha_1 - f_{TP} \quad \frac{3}{5} - \frac{6}{13} = \frac{39 - 30}{65} = \frac{9}{65}$$

$$F_{TP} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6}{13} g) = m g \cdot \frac{9}{65} = \frac{9mg}{65}$$

$$\begin{matrix} 25 \cdot 120 & \\ 2 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 30 & \\ \approx 3000 & \end{matrix}$$

$$2) mR^2 \epsilon = F_{TP} R \quad F_{TP} = mR\epsilon$$

$$\omega = \epsilon R t$$

$$\sqrt{v_p} = \epsilon R t \quad v_n = \omega R t$$

$$\begin{matrix} 169 \\ 75 \\ 845 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 645 \\ 338 \\ 4225 \end{matrix}$$

$$\epsilon R t = a_1 t \quad \epsilon = \frac{a_1}{R}$$

$$F_{TP} = ma_1$$

$$\begin{matrix} 169 \\ 12 \\ 338 \\ 2028 \end{matrix}$$

$$ma_1 = 2m g \sin \alpha_2 \Rightarrow F_{TP2}$$

$$\begin{matrix} 169 \\ 169 \end{matrix}$$

$$F_{TP2} = 2m(g \sin \alpha_1 - a_2) = 2mg \left(\frac{3}{5} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \cdot \frac{7}{20} = \frac{14}{5} mg$$

$$P_1 \sin \alpha_1 = P_2 \sin \alpha_2 = F_{TP}$$

$$F_{TP} = mg \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - 2mg \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 =$$

$$P_1 = N_1$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$= mg \cdot \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} - 2mg \cdot \frac{5 \cdot 12}{13 \cdot 13} =$$

$$= \left(\frac{12}{25} - \frac{120}{169} \right) mg = \frac{2028 - 3000}{65 \cdot 65} mg = \frac{72}{4225} mg$$

$$\epsilon R t = a_2 t$$

$$7200 = 41936$$

$$169$$

$$144$$

$$169$$

$$2704$$

$$16$$

$$720$$

$$25$$

$$4496$$

$$1014$$

$$845$$

$$238$$

$$2900$$

$$169$$

$$3225$$

$$3225$$

$$2700$$

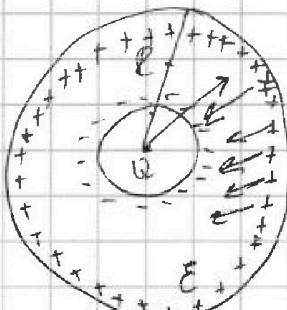


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\frac{kQ}{\epsilon x^2} = \frac{kQ}{x^2} - E \Rightarrow E = \frac{kQ}{x^2} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \frac{kQ}{x^2}$$

$$\varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kq}{x} + \frac{kq_+}{R}$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = E \quad \varphi = -\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \frac{kQ}{x}$$

25.13

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \frac{kQ}{x} = \cancel{\frac{kQ}{x}}$$

$$= \frac{\epsilon kQ}{\epsilon x} - \frac{(\epsilon - 1)kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ}{\epsilon x}$$

4.13

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{kQ}{\epsilon \cdot \frac{5}{6}R}$$

$$E_{in} = \frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{R} = E_- = \frac{kq_-}{x^2} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \frac{kQ}{x^2}$$

361 - 36
8 8 8 8 8 8
5 5 5 5 5 5
0 0 0 0 0 0

$$q_- = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q = q_+$$

$$\Rightarrow \varphi_\epsilon = \frac{kQ}{x} + \frac{k \cdot \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q}{R} = \frac{k \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} Q}{x}$$

10 8 8 8 8 8
5 5 5 5 5 5
0 0 0 0 0 0

$$= \frac{\epsilon kQ}{\epsilon x} - \frac{(\epsilon - 1)kQ}{\epsilon R} + \frac{k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R} = \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \varphi_0 = \frac{3kQ}{\epsilon R} + \frac{3k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R}$$

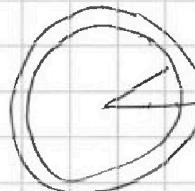
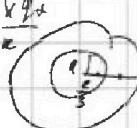
$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \varphi_0 - \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3k(\epsilon - 1)Q}{\epsilon R}$$

⇒ ε.

2 2 2 2 2 2
8 8 8 8 8 8
5 5 5 5 5 5
0 0 0 0 0 0

$$E_{cm} \text{ при } r < \frac{2R}{3}, \text{ то } \varphi(r) = \frac{kQ}{x} - \frac{q_-}{r} + \frac{kq_+}{R}$$

$$E_{cm} \frac{R}{3} < r < \frac{2R}{3}, \text{ то ?}$$



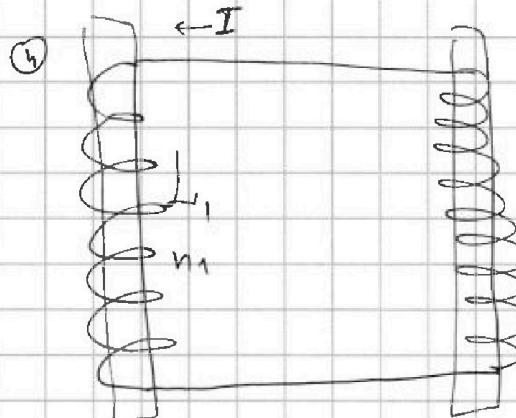
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$L_1 = L \quad h_1 = n \quad \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{matrix}$$

$$L_2 = 16L \quad n_2 = 4n \quad \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{matrix}$$

$$S \cdot \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d\Phi}{dt} \quad \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{matrix}$$

бдимоиндукцией можно
принеогреч. $E_i = - \frac{d\Phi}{dt}$

1) i. $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha > 0 \quad \frac{\Delta I}{\Delta t} - ?$

$\Phi_1 + \Phi_2 = 0 = \text{const}$

2)

$\Phi = - \frac{d\Phi}{dt}$

$\Phi_2 = \Phi_{in} + \Phi_{out}$

$\Phi_1 = L_1 I_1$

$B = \mu n I = \mu \frac{NI}{L}$

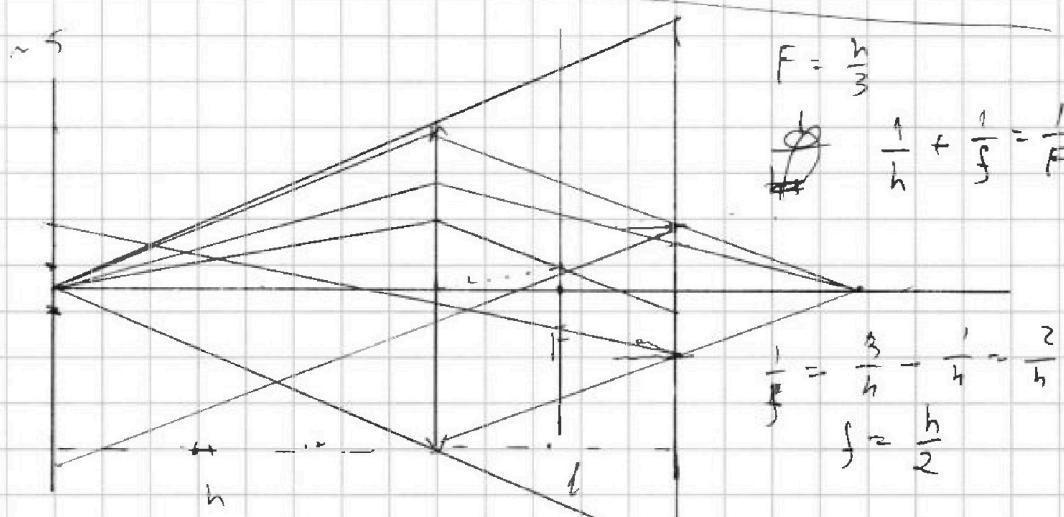
$L = \frac{\Phi}{I}$

$\Phi = LI$

$\Phi = L_i I_i, \quad i = \frac{8}{L_i}$

$\Phi = L_i I_i, \quad i = \frac{8}{L_i}$

$\Phi_{in} = B n S$



1) $\frac{d}{2r} = \frac{\frac{h}{2} - r}{r} \Rightarrow S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi}{4} \cdot 4r^2 \left(\frac{h-2r}{r}\right)^2 = \pi r^2 \cdot \left(\frac{h-2r}{r}\right)^2$

$d = 2r \cdot \frac{h-2r}{r}$

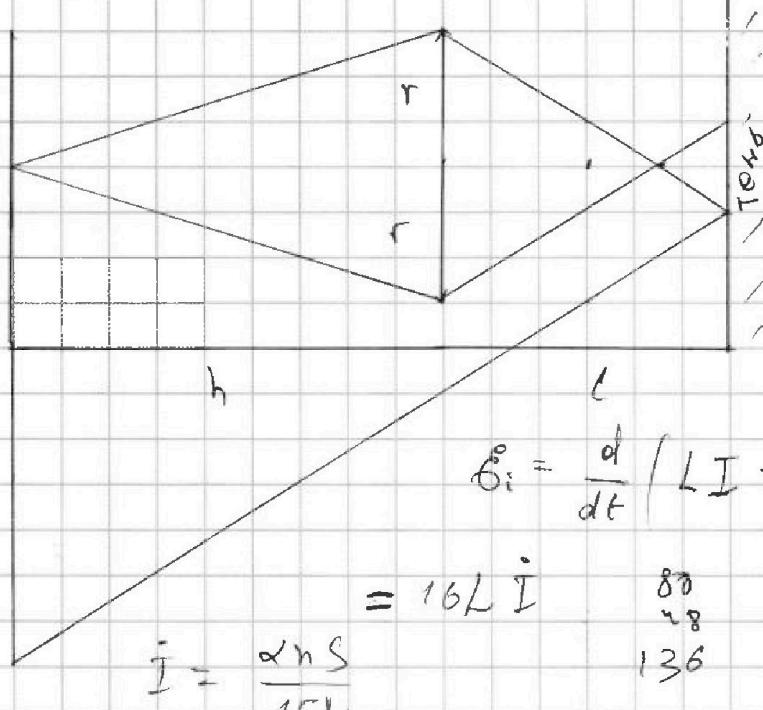
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$\frac{1}{4} + \frac{1}{3} = \frac{9}{12}$$

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

$$\delta_i = \frac{d}{dt} (LI + B_n S) = LI + \alpha n S =$$

$$= 16LI$$

$$\frac{80}{28}$$

$$I = \frac{\alpha n S}{15L}$$

$$136$$

$$B_1: B_0 \rightarrow B_0/3 \quad LI + nS \frac{dB_1}{dt} = 16LI + 4nS \frac{dB_2}{dt}$$

$$B_2: 3B_0 \rightarrow \frac{3B_0}{4} \quad \cancel{LI + nS \frac{dB_1}{dt}} \quad 15LI = -3nS \frac{dB_2}{dt} - 4nS \frac{dB_1}{dt}$$

$$15LI = -nS \cdot \frac{2B_0}{3} + 4nS \cdot \left(3 - \frac{3}{4}\right) = -nS B_0 \cdot \frac{2}{3} + 3nS B_0 =$$

$$I = \frac{nS}{15L} B_0 n S \quad 3 \cdot \frac{60 - 28}{2} = \frac{37 \cdot 3}{36 - 8} = 81 \quad = \frac{7}{3} B_0 n S$$

$$1-3: p(V) = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \quad 40P_0 - \frac{5}{2} \frac{P_0 V}{V_0} + \frac{3}{2} V \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0}\right) = 0$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$40P_0 = 4 \frac{P_0}{V_0} V$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = \frac{5}{2} P + \frac{3}{2} V \frac{dP}{dV} = 0$$

$$V = 10V_0$$

$$60P_0 V_0 = 10P_0 V \quad Q = \frac{3}{2} V P \left(\frac{60P_0 V_0}{10P_0} - 28 \frac{P_0 V_0}{10P_0} \right) + A_{>0}$$

$$A = V_0 \cdot 10P_0 = 10P_0 V_0$$