



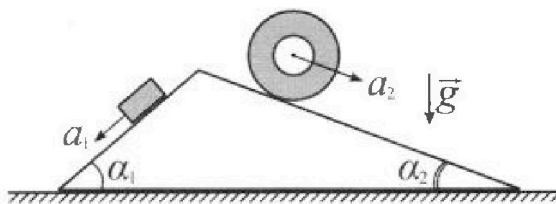
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



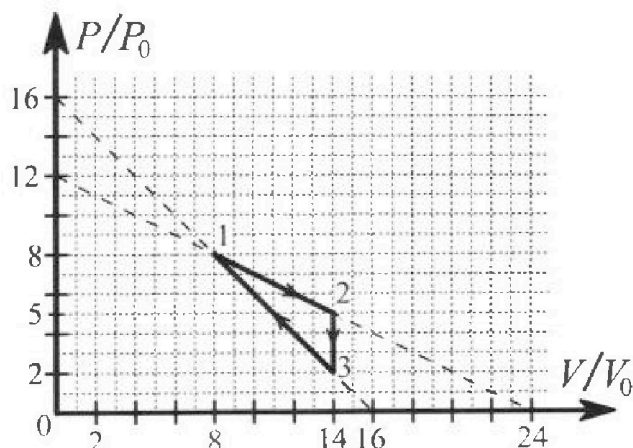
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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 выразит ь 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.

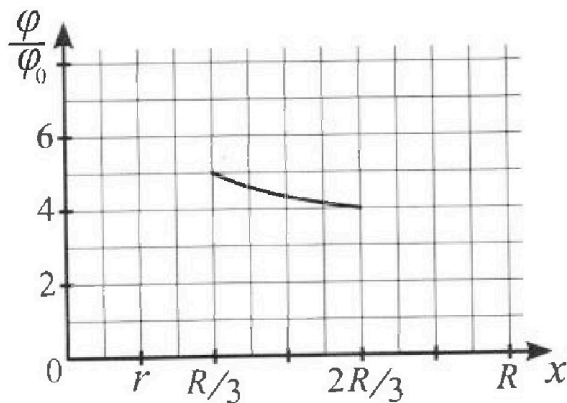
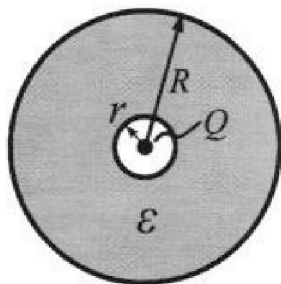


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





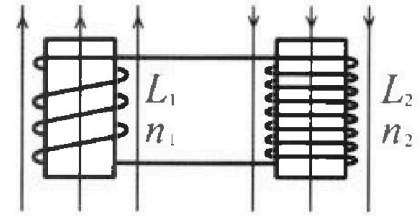
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

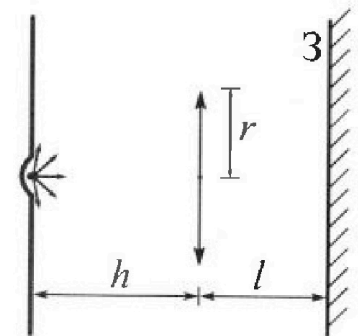


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 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 3. 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.

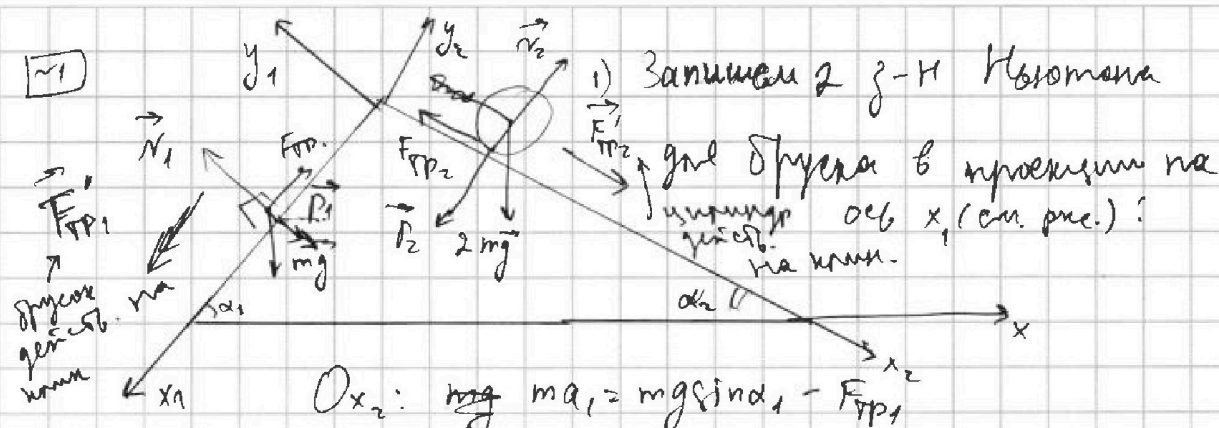


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



$$F_{sp1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \cdot \frac{9}{65} = \frac{9}{65} mg$$

2) Запишем 2 закона Ньютона где цилиндр:

$$\Sigma x_2: 2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_{sp2}$$

$$F_{sp2} = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2m \left(g \cdot \frac{5}{13} - g \cdot \frac{4}{13} \right) = 2mg \cdot \frac{1}{13} = \frac{2}{13} mg$$

3) 2 Σ -н Ньютона где крива:

$$\begin{cases} \vec{P}_2 = -\vec{N}_2 \\ \vec{P}_1 = -\vec{N}_1 \end{cases}$$

$$\Sigma y_1: N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$\Sigma y_2: N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

$$\Sigma x: |F_{sp}| = |P_1 \cos \alpha_1 - P_2 \cos \alpha_2| = mg \left| \frac{16}{25} - 2 \cdot \frac{144}{169} \right| = mg \left| \frac{2704 - 5220}{3725} \right| = \frac{4496}{3725} mg$$

Ответ: 1) $\frac{9}{65} mg$; 2) $\frac{14}{52} mg$; 3) $\frac{4496}{3725} mg$



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
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!

$$3) \quad mg \cos^3 \alpha_1 - 2mg \cos^3 \alpha_2 - F_{TP1} \cos \alpha_1 + F_{TP2} \cos \alpha_2 = F_{TP3}$$

$$mg \cdot \frac{76}{75} - 2mg \cdot \frac{144}{169} - \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{14}{52} mg \cdot \frac{48}{13} =$$

$$= \frac{4496}{3225} mg - \frac{36}{325} mg + \frac{48}{489} mg = mg \left(\frac{4496}{3225} - \frac{468}{3225} + \frac{1050}{3225} \right)$$

$$= \frac{2978}{3225} mg$$

Ответ: 1) $\frac{9}{65} mg$ 2) $\frac{14}{52} mg$ 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.

☐ 1

☒ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 7

СТРАНИЦА

2 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!

22

$$1) \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (70 P_0 V_0 - 64 P_0 V_0) = 9 P_0 V_0$$

$$A_{\text{сумма}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} \quad \underbrace{6 P_0 V_0}$$

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

$$A_{23} = 0 \quad (\text{т.к. } V = \text{const})$$

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

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

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{сумма}}} = 1$$

2) Найдем зависимость Температуры от объема в процессе 1-2: $p(V) = 12 P_0 - \frac{P_0}{2 V_0} V$ — зависимость p от V .

Коэф. можно определить из графика.

$$\text{Ур-е М-К: } 12 P_0 V - \frac{P_0}{2 V_0} V^2 = \nu R T \Rightarrow T(V) = \frac{12 P_0}{\nu R} V - \frac{P_0}{2 \nu R V_0} V^2 \Rightarrow V_* = \frac{12 P_0 / \nu R}{2 \cdot \frac{P_0}{2 \nu R V_0}} = 12 V_0 \text{ — при этом}$$

объеме будет макс. температура.

$$T(12 V_0) = \frac{144 P_0 V_0}{\nu R} - \frac{144}{2} \frac{P_0 V_0}{\nu R} = \frac{72 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\text{Ур-е М-К при состоянии 3: } 28 P_0 V_0 = \nu R T_3 \quad T_3 = 28 \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

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



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.

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!

3) Температура повышается к газу ~~только~~ в процессе 1-2 и 3-4, т.к. в этих процессах происходит нагревание с $\leftarrow$ 1-е под. термодинамики. адiabатами.

$$1-2: \delta Q = p dV + \frac{3}{2}(p dV + V dp) = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \quad | : dV$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = \frac{5}{2} p + \frac{3}{2} V \frac{dp}{dV} = \frac{5}{2} (12 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V) - \frac{3}{2} V \cdot \frac{p_0}{2 V_0} = 0$$

$$30 p_0 = \frac{6 p_0 V}{V_0} \Rightarrow V = \frac{15}{2} V_0 \quad \text{т.к. } V \leq \frac{15}{2} V_0 \text{ температура в 1-2 под.}$$

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

температура под. во
всех процессах.

$$\delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \quad | : dV \leftarrow 1-е начало термодинамики.$$

$$\frac{\delta Q}{dV} = \frac{5}{2} p + \frac{3}{2} V \frac{dp}{dV} = 40 p_0 - \frac{5}{2} \frac{p_0 V}{V_0} + \frac{3}{2} \frac{p_0 V}{V_0} = 0$$

$$V = 10 V_0 \quad \text{т.к. } V > 10 V_0 \text{ температура в 3-1 под.}$$

$$3-1: Q_{\text{под.}} = \frac{3}{2} (60 p_0 V_0 - 28 p_0 V_0) - 8 p_0 V_0 = 88 p_0 V_0$$

$$1-2: Q_{\text{под.}} = \frac{3}{2} (70 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0) + 39 p_0 V_0 = 48 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{(48 + 88) p_0 V_0} = \frac{9}{136}$$

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



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
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ 4 ИЗ 9

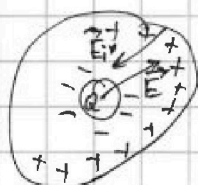
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) ^{т.к. произойдет перемещение} γ диэлектрика появится сверхпроводящий заряд, ^{на поверхности} которого увеличится поле заряда в ϵ раз:

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

$\Rightarrow Q_- = Q \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$ - сверхпроводящий заряд у поверхности. Напряженность

поле св. зарядов у пов-ти R равно 0 внутри шара.



$-Q_- = Q_+$ - заряды на внут. и внеш.

пов-ти шара, т.к. по принципу суперпозиции зарядов диэлектрик равен 0.

I. Если $r < \frac{R}{3}$, то $\varphi_{\Sigma} = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ \frac{\epsilon-1}{\epsilon}}{x} + \frac{kQ \frac{\epsilon-1}{\epsilon}}{R}$

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

т.е. будет разрыв функ-и, который нет на графике.

III. Если $r > \frac{R}{3}$, то $\varphi_{\Sigma} = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon r} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R}$

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

$$5 \varphi_0 = \frac{3kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} = \frac{k\epsilon Q + 2kQ}{\epsilon R}$$

$$4 \varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{2kQ(\epsilon-1)}{2\epsilon R} = \frac{2k\epsilon Q + kQ}{2\epsilon R}$$

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

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

$$\frac{kQ}{4} \epsilon = 2kQ - \frac{5}{8} kQ = \frac{11}{8} kQ \Rightarrow \epsilon = \frac{11}{2}$$

III.



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
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!

$$\text{III: } \begin{cases} 5\varphi_0 = \frac{3kQ}{R} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{r\varepsilon} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon R} \\ 4\varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{R} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{r\varepsilon} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon R} \end{cases}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{\frac{3}{2} - \frac{\varepsilon-1}{r\varepsilon} + \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon R}}{\frac{3}{2R} - \frac{\varepsilon-1}{r\varepsilon} + \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon R}} \Rightarrow \frac{15}{8} \frac{1}{R} + \frac{5}{4} \left(\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon R} - \frac{\varepsilon-1}{r\varepsilon} \right) =$$

$$\frac{3}{2R} + \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon R} - \frac{\varepsilon-1}{r\varepsilon}$$

$$\left(\frac{15}{8} - 3 \right) \frac{1}{R} = -\frac{3}{8} \frac{1}{R} = \frac{1}{4} \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{r-R}{rR}$$

$$\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} = \frac{9}{2} \frac{rR}{r-R} \cdot \frac{1}{R} = \frac{9r}{2(r-R)}$$

$$1 - \frac{1}{\varepsilon} = \frac{9r}{2(r-R)}$$

$$\frac{1}{\varepsilon} = 1 - \frac{9r}{2(r-R)} = \frac{2R-11r}{2(r-R)}$$

$$\varepsilon = \frac{2(r-R)}{2R-11r}$$

Ответ: 1) Если $r < \frac{R}{3}$, то $\varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{r\varepsilon} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon R}$

Если $\frac{R}{3} < r < \frac{2R}{3}$, то $\varphi = \begin{cases} \frac{kQ}{x} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{r\varepsilon} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon R}, & x \leq \frac{R}{3} \\ \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{r\varepsilon} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon R}, & x > \frac{R}{3} \end{cases}$

Если $r > \frac{2R}{3}$, то $\varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ(\varepsilon-1)}{r\varepsilon} + \frac{kQ(\varepsilon-1)}{\varepsilon R}$

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

Если $r > \frac{2R}{3}$, 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.

1 2 3 4 5 6 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!

24

1) Запишем ЭДС инд. ген 1-й катушки:

$$\mathcal{E}_{i1} = \frac{d}{dt} (\underbrace{\Phi_{\text{соб}}}_{\text{собств. поток}} + \underbrace{\Phi_{\text{внеш}}}_{\text{внеш. поток}})$$

$$\Phi_{\text{соб}} = LI, \quad \Phi_{\text{внеш}} = nBS$$

$$\mathcal{E}_i = LI + n\alpha S$$

2-е урав. Кирхгофа: $-\mathcal{E}_{i1} + \mathcal{E}_{i2} = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow LI + n\alpha S = 16LI \quad (\text{внеш. поток 2-й катушки не меняется.})$$

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

2) 2-е урав. Кирхгофа: $L \frac{dI}{dt} + nS \frac{dB_1}{dt} = 16LI + nS \frac{dB_2}{dt} \quad | \cdot dt$

$$\int_0^I L dI + \int_{B_0}^{B_1} nS dB_1 = 16 \int_0^I L dI + \int_{B_0}^{B_2} nS dB_2$$

$$LI - \frac{2}{3} B_0 nS = 16LI - \frac{3}{4} nB_0 S$$

$$15LI = \frac{1}{12} nB_0 S \Rightarrow I = \frac{nB_0 S}{180L}$$

Ответ: 1) $\frac{n\alpha S}{15L}$ 2) $\frac{nB_0 S}{180L}$

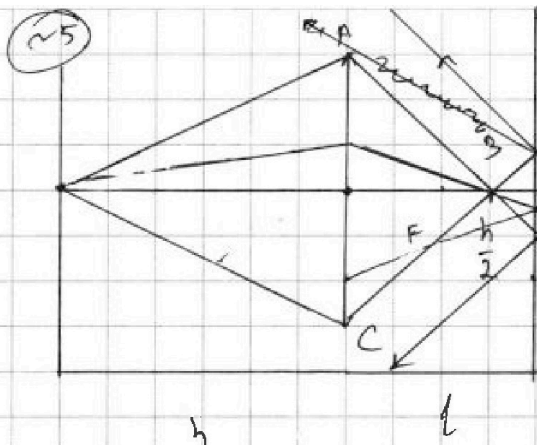


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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) Рисуем 2 крайних луча, проходящих через линзу:

φ -ая тонкая линза:

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

$$f = \frac{h}{2} \quad \text{Тогда будет}$$

имеет форму окр. Конкретно её диаметр

подобен $\triangle ABC$ и $\triangle A_1B_1C_1$:

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

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

$$= \pi r^2 \cdot \frac{1}{h} = \frac{\pi r^2}{h}$$

2) После отражения от зеркала лучи

светят сверху, пройдя через линзу. То есть, необходимо найти площадь

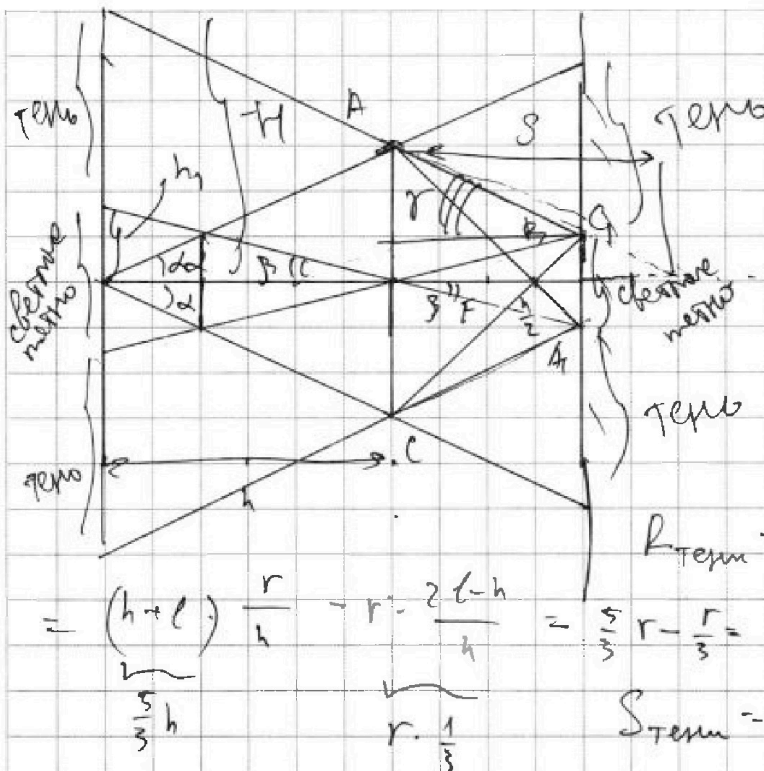


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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
темных пятна в фокусе
зер.

$\triangle ABC \sim \triangle A_1B_1C_1$:

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

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

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

$$= \underbrace{(h + l)}_{\frac{5}{3}h} \cdot \underbrace{\frac{r}{h}}_{r \cdot \frac{1}{3}} - r \cdot \frac{2l - h}{h} = \frac{5}{3}r - \frac{r}{3} = \frac{4}{3}r$$

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

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

сфера

2.) Рассмотрим светлые пятна как источник, смещающийся в
двойном фокусе в изображение будет таким же
по размеру. Темн будут иметь форму окружностей.

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

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

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

$$S_{\text{тем}} = 2\pi \left(h \cdot \frac{r}{h} + \frac{r}{2} \right)^2 = 2\pi \cdot \frac{9}{4} r^2 = \frac{9}{2} \pi r^2$$

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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

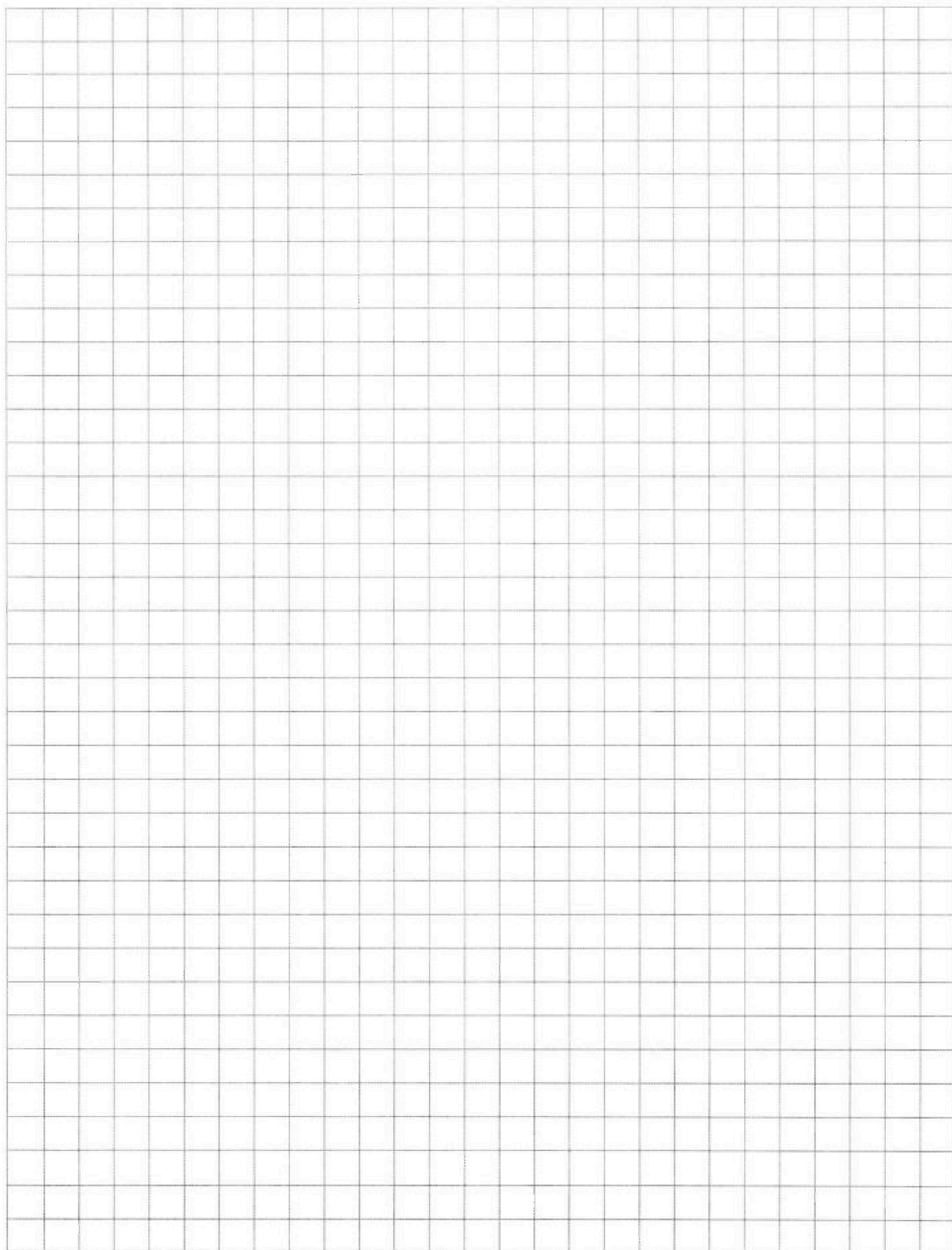
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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





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



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

$$1) \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = ? \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (5 \cdot 14 P_0 V_0 - 64 P_0 V_0) = 12 P_0 V_0 \quad \frac{12}{9} = \frac{4}{3}$$

$$A_{12} = \frac{9 P_0 V_0}{13 P_0}$$

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

$$A_{23} = 0$$

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

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{12}{39} = \frac{4}{13}$$

$$P(V) = a - 8 V$$

$$8 P_0 = a - 8 \cdot 6 V_0$$

$$5 P_0 = a - 14 \cdot 6 V_0 \quad \frac{3 P_0}{8} = 6$$

$$2. \quad T_{max} \text{ в } 1-2 \quad 1-2: P(V) = P_2 + \frac{3 P_0}{6 V_0} V = 12 P_0 - \frac{P_0}{2 V_0} V$$

$$\frac{3}{4} - \frac{2}{3} = \frac{9-8}{12}$$

$$P(8 V_0) = 8 P_0 = P_2 - \frac{3 P_0}{8} \cdot 8 = P_2 - 3 P_0$$

$$P_2 = 11 P_0$$

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

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

$$V_{T_{max}} = \frac{12 P_0}{\frac{\nu R}{2 V_0}} = 12 V_0$$

$$T_{max} = \frac{144 P_0 V_0}{\nu R} - \frac{144}{2} \frac{P_0 V_0}{\nu R} = 72 \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

$$\frac{T_m}{T_2} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

$$2 P_0 \cdot 14 V_0 = \nu R T_2$$

$$T_2 = \frac{28 P_0 V_0}{\nu R}$$

$$1-2: Q_{12} = A + \Delta U = \int P dV + \frac{3}{2} (P dV + V dP)$$

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

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

$$30 P_0 = \frac{7}{4} \frac{P_0 V}{V_0}$$

$$V = \frac{120}{7} V_0 \quad \text{при } V \leq V_2 \quad \delta Q > 0$$

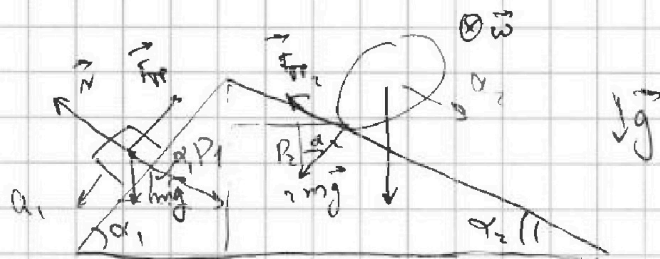
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$1) \begin{cases} ma_1 = mg \sin \alpha_1 - \mu N \\ N = mg \cos \alpha_1 \end{cases} \quad ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{fr}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{6}{13} = \frac{39-30}{65} = \frac{9}{65}$$

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

$$\begin{aligned} 25 \cdot 120 &= \\ 25 \cdot 4 \cdot 30 &= \\ &= 3000 \end{aligned}$$

$$2) \quad mR^2 \varepsilon = F_{fr} R \quad F_{fr} = mR \varepsilon$$

$$\omega = \varepsilon t \quad v_{fr} = \varepsilon R t \quad v_n = \omega a_2 t$$

$$\varepsilon R t = a_2 t \quad \varepsilon = \frac{a_2}{R}$$

$$F_{fr} = ma_2$$

$$2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_{fr}$$

$$F_{fr} = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \cdot \frac{7}{52} = \frac{14}{52} mg$$

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

$$P_1 = N_1$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

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

$$= mg \cdot \frac{3 \cdot 4}{25} - 2mg \cdot \frac{5 \cdot 12}{169} =$$

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

$$\varepsilon R t = a_2 t$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ 169 \\ 1014 \\ 169 \\ 2704 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ 720 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ 25 \\ 845 \\ 238 \\ 3225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7200 \\ 2704 \\ 4496 \\ 2900 \end{array} = 4696$$

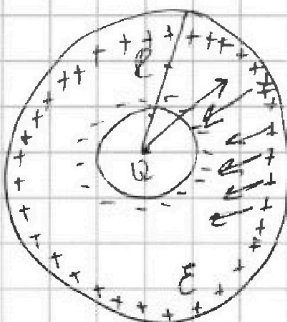


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

25.13

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

4.13

$$\varphi(\frac{5}{6}R) = \frac{kQ_6}{\epsilon R}$$

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

4.6
1.0
1.3
2.6

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

1.0
2.6
0.5
0.5

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

$$\varphi(\frac{R}{3}) = 5\varphi_0 = \frac{3kQ}{\epsilon R} + \frac{3k(\epsilon - 1)Q}{R}$$

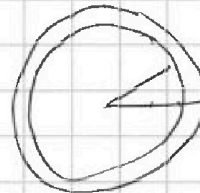
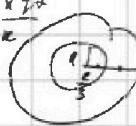
$$\varphi(\frac{2}{3}R) = 4\varphi_0 = \frac{3}{2} \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3k(\epsilon - 1)Q}{2R}$$

$\Rightarrow E$

4.6
4.6
4.6
4.6
4.6
4.6

$$\text{Если } r < \frac{2R}{3}, \text{ то } \varphi(r) = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{R}$$

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



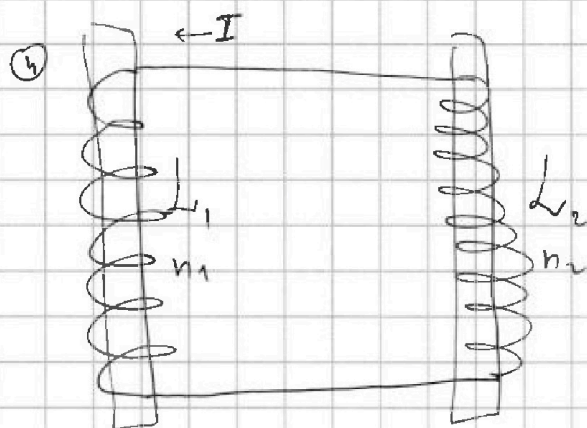


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

$$S \cdot \frac{dB}{dt} = \text{const.}$$

взаимной индукции

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$1) \quad \frac{dB}{dt} = \alpha > 0 \quad \frac{\Delta I}{\Delta t} = ?$$

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

$$0 = \frac{d\Phi}{dt}$$

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

$$\Phi = LI$$

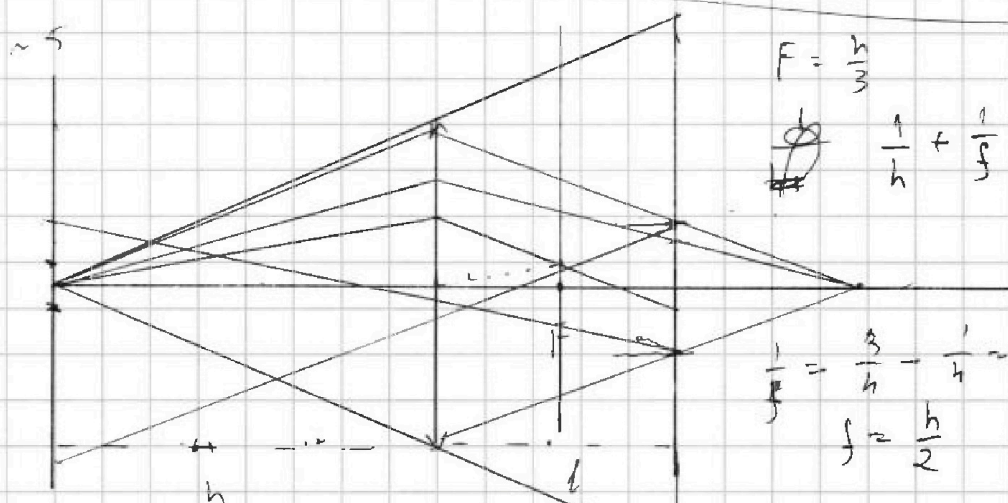
$$\Phi_1 = L_1 I_1$$

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

$$\mathcal{E} = L \dot{I}, \quad \dot{I} = \frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$\Phi = \frac{\mu N^2 I S}{l} = \Phi_{in}$$

$$\Phi_{out} = B n S$$



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

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

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

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

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

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



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 __

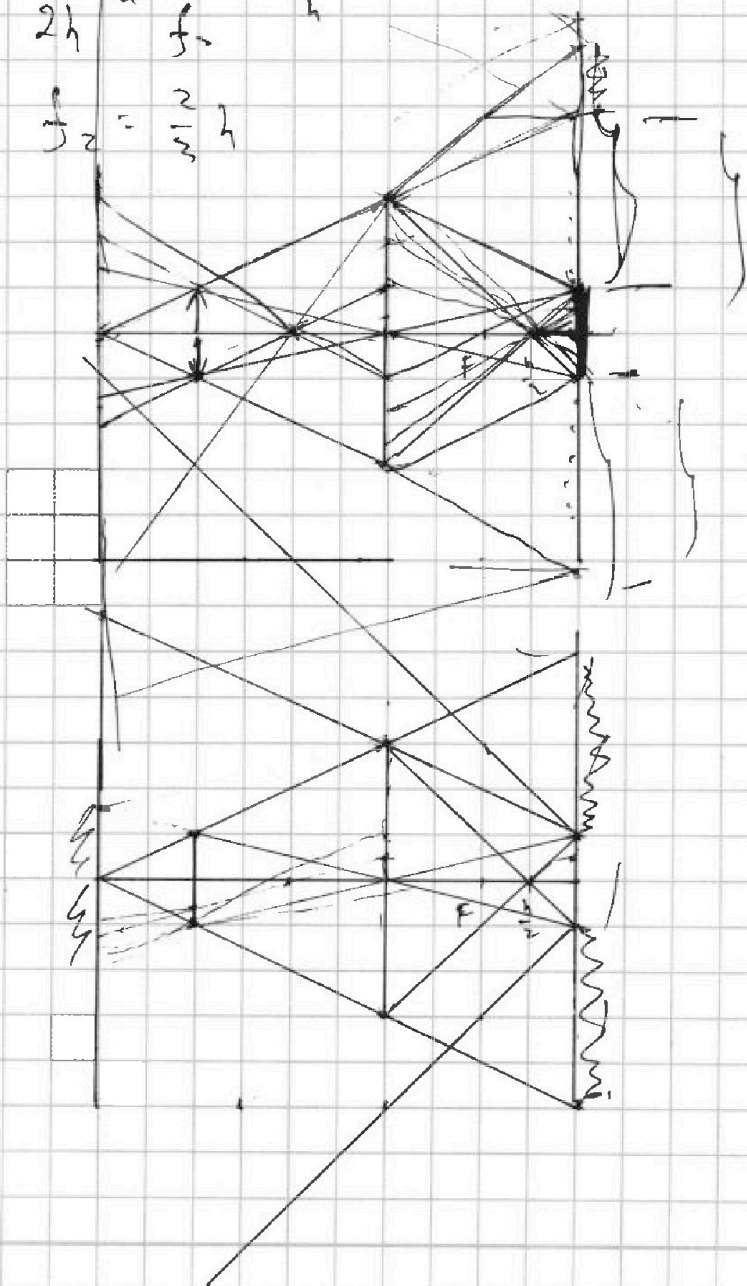
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$Q_1 = \frac{3}{2}h$$

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

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

$$f_2 = \frac{2}{3}h$$



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

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

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

$$h_1 = \frac{1}{2}$$

5625
625

