



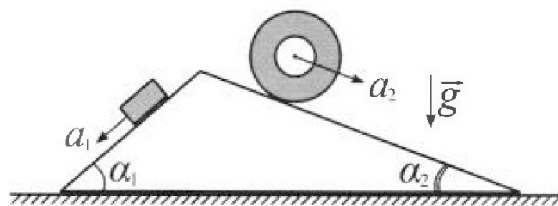
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (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.

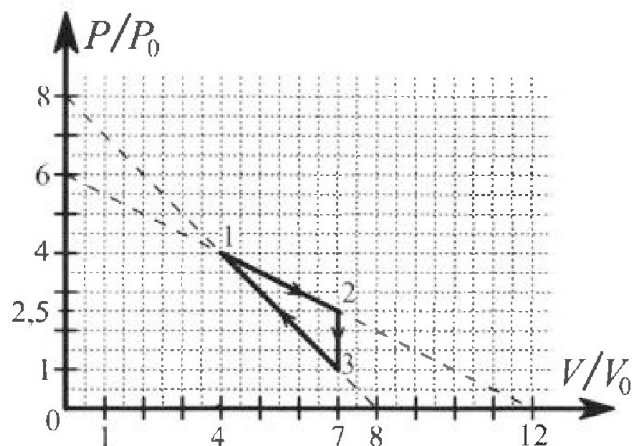


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

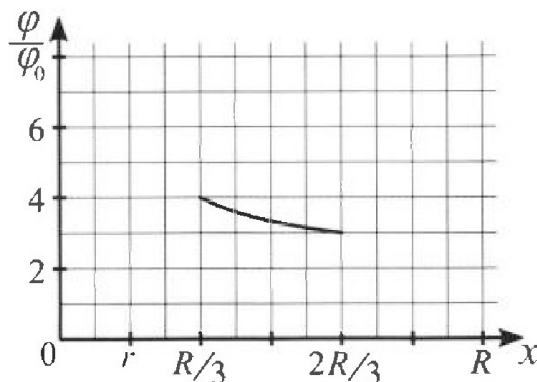
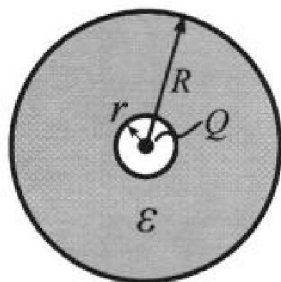
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





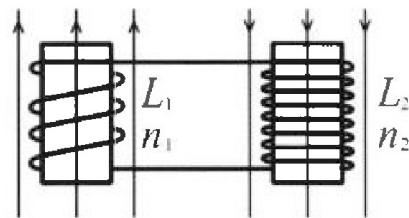
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

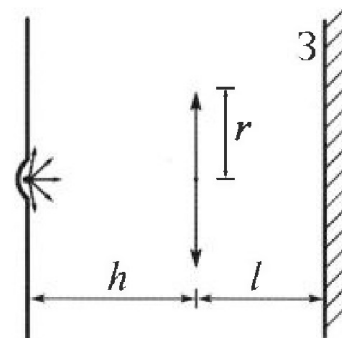


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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) и ачнет 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 $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, 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 $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ 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 $[\text{см}^2]$ 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.

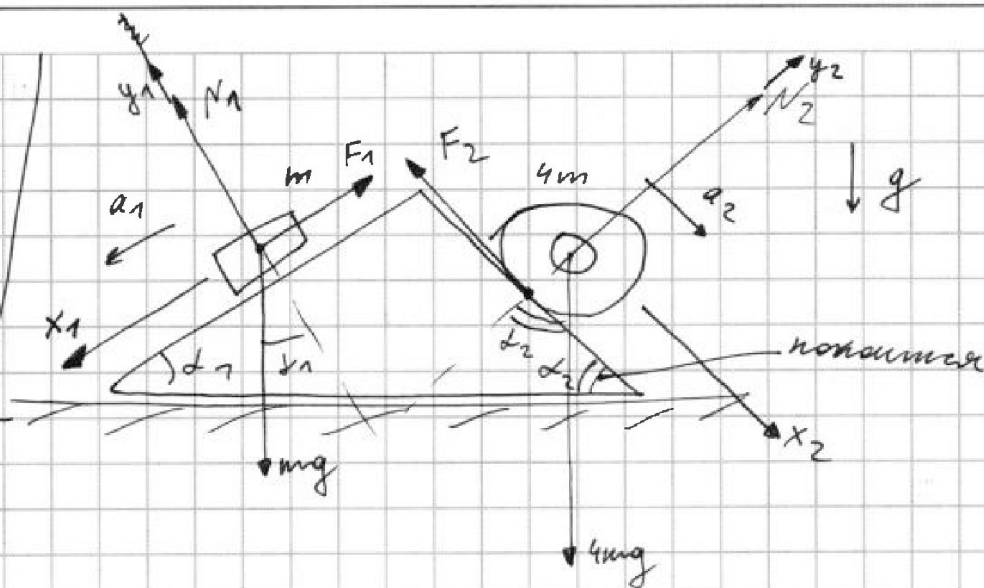
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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!

$$\begin{aligned} m \\ 4m \\ a_1 = \frac{5g}{13} \\ a_2 = \frac{5g}{24} \\ d_1, d_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1) F_1 = ? \\ 2) F_2 = ? \\ 3) F_3 = ? \end{aligned}$$



- 23 fl для бруса ~~на~~ вращении на ось:

$$x_1: mg \sin d_1 - F_1 = ma_1$$

$$y_1: N_1 = mg \cos d_1; N_1 = mg \cdot \frac{4}{5};$$

~~$F_1 = \mu \cdot N_1 = \mu mg \cos d_1$~~
~~коэффициент трения μ найти~~

$$F_2 = mg (\sin d_1 - a_1) = \frac{44}{65} mg;$$

~~$mg \sin d_1 - \mu mg \cos d_1 = ma_1$~~

~~$g \sin d_1 - \mu g \cos d_1 = a_1$~~

~~$\mu g \cos d_1 = g \sin d_1 - a_1$~~

$$\mu = \frac{g \sin d_1 - a_1}{g \cos d_1} = \frac{g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{13} g}{g \cdot \frac{4}{5}} =$$

$$= \frac{\frac{3 \cdot 13 - 25}{5 \cdot 13}}{\frac{4}{5}} = \frac{14}{5 \cdot 13} \cdot \frac{5}{4} = \frac{7}{26};$$

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 4

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!

$$F_1 = \frac{4}{26} \cdot mg \cdot \frac{4^2}{5} = \frac{14}{65} mg + \frac{25}{13}$$

$$13 + \frac{150}{13} \times 10$$

$$\frac{15}{1950}$$

238 для цилиндра вращающегося на оси:

$$x_2: 4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_{02}$$

$$y_2: 4mg \cos \alpha_2 = N_2; N_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{48}{13} mg;$$

$$F_2 = \mu N_2 = 4\mu mg \cos \alpha_2;$$

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - \mu \cdot 4mg \cos \alpha_2$$

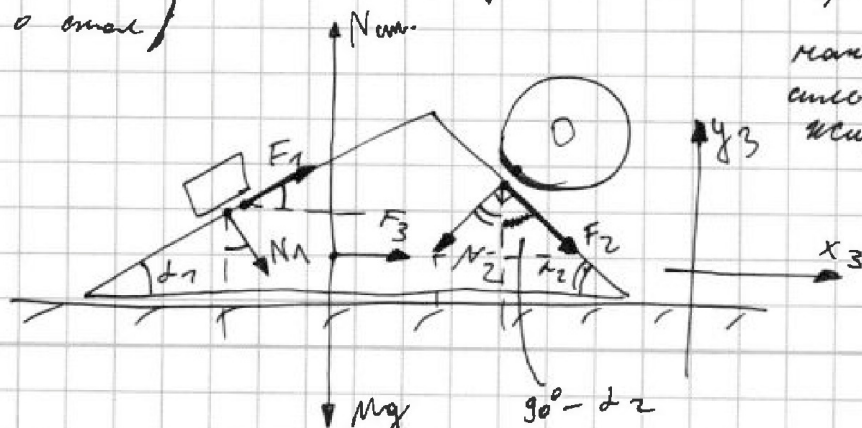
$$\mu g \cos \alpha_2 = g \sin \alpha_2 - a_2$$

$$F_2 = 4\mu mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 4mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = \frac{55}{18} mg$$

$$\mu = \frac{g \sin \alpha_2 - a_2}{g \cos \alpha_2} = \frac{g \cdot \frac{5}{13} - \frac{5}{24} g}{g \cdot \frac{12}{13}} = \frac{5 \cdot 24 - 5 \cdot 13}{13 \cdot 24} = \frac{120 - 65}{13 \cdot 24} = \frac{13}{12} = \frac{55}{24 \cdot 12}$$

$$F_2 = 4 \cdot \frac{55}{24 \cdot 12} \cdot mg \cdot \frac{12}{13} = mg \cdot \frac{55}{6 \cdot 13} = \frac{55}{18} mg$$

• Картина сил на клине (M - масса клина; μ_0 - коэффициент трения клина о стол)



направление
силы F_3 - предполо-
жительно.



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 4

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!

23 фл для камня встроены на ось: ~~хз~~

$$X_3: F_3 + F_2 \cdot \sin(90 - \alpha_2) - N_2 \cdot \sin \alpha_2 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_1 \cdot \cos \alpha_1 = M \cdot 0;$$

$$F_3 = N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - N_1 \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1$$

$$F_3 = 4mg \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 - mg \cos \alpha_1 \cdot \sin \alpha_1 - F_1 \cos \alpha_1$$

$$F_3 = \left(\frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{55}{13} \cdot \frac{6}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) mg =$$

$$= \frac{48 \cdot 5 \cdot 39 - 55 \cdot 6 \cdot 13}{13 \cdot 13 \cdot 39} mg - \left(\frac{4 \cdot 3 \cdot 65 - 14 \cdot 4 \cdot 5}{25 \cdot 65} \right) mg =$$

$$= \frac{9310 - 4290}{13^2 \cdot 39} mg - \frac{(780 - 280) mg}{25 \cdot 65} = \left(\frac{5020}{13^2 \cdot 39} - \frac{500}{25 \cdot 65} \right) mg =$$

$$= \frac{5020 - 4 \cdot 13 \cdot 39}{13 \cdot 13 \cdot 39} mg = \frac{5020 - 2028}{13 \cdot 13 \cdot 39} mg = \frac{2992}{13 \cdot 13 \cdot 39} mg = \frac{2992}{39 \cdot 13^2} mg$$

23 фл для бруска:

$$X_1: m a_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$$

52

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left(g \frac{3}{5} - \frac{5}{73} g \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65} mg$$

23 фл для бруска

$$\begin{array}{r} 9310 \\ - 4290 \\ \hline 5020 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8020 \\ - 2028 \\ \hline 2992 \end{array} \quad \begin{array}{r} 422 \\ + 144 \\ \hline 566 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 20 \\ 14 \times 52 \\ \hline 139 \\ + 468 \\ \hline 156 \\ + 2028 \\ \hline 2028 \end{array} \quad \begin{array}{r} + 65 \\ 12 \\ \hline 730 \\ + 65 \\ \hline 780 \end{array} \quad \begin{array}{r} + 78 \\ 55 \\ \hline 1390 \\ + 390 \\ \hline 4290 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105 - 96 = 9 \\ 4 \\ \hline 120 - 65 \\ \hline 55 \\ 73 \cdot 24 \end{array} \quad \begin{array}{r} 55 \\ 13 \cdot 39 \\ \hline 507 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 48 \\ + 39 \\ \hline 87 \end{array} \quad \begin{array}{r} 48 \\ + 1862 \\ \hline 1910 \end{array} \quad \begin{array}{r} 55 \\ 78 \\ \hline 133 \end{array} \quad \begin{array}{r} 118 \\ + 1521 \\ \hline 1639 \end{array}$$



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 4

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!

Ответ: $F_1 = \frac{14}{65} \text{ mg}; F_2 = \frac{55}{78} \text{ mg}; F_3 = \frac{2992}{39 \cdot 169} \text{ mg};$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

2. $i=3$

1) $\frac{\Delta u_{23}}{A_{\Sigma}} = ?$

$$A_{\Sigma} = + \sqrt{2} p_{12} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{p}{p_0} \cdot 3 \frac{V}{V_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{\Sigma} = \frac{9}{4} p_0 V_0, \quad T = \frac{V_3}{V_0}$$

2) $\frac{T_{max}}{T_1} = ?$

3) $\eta = ?$

$$u_3 = \frac{3}{2} \nu R T_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3 = 2 V_0 \cdot p_0 \cdot \frac{3}{2} =$$

$$= \frac{21}{2} p_0 V_0; \quad u_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 4 p_0 \cdot 4 V_0 = 24 p_0 V_0;$$

$$u_2 = \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} p_2 V_2 = \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} p_0 \cdot 2 V_0 = \frac{15}{2} p_0 V_0$$

$$2-3: \Delta u_{23} = u_3 - u_2 = \left(\frac{21}{2} - \frac{15}{2} \right) p_0 V_0 = \frac{6}{2} p_0 V_0 =$$

$$= \frac{6}{2} p_0 V_0 \quad (\Delta u_{23}) = \frac{6}{2} p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta u_{23}}{A_{\Sigma}} = \frac{6 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_K}; \quad Q_{12} < 0, \quad Q_{23} < 0, \quad Q_{31} > 0$$

$$2-3: A_{23} = 0 \Rightarrow Q_{23} = \Delta u_{23} = \frac{6}{2} p_0 V_0;$$

$$1-2: A_{12} = + \sqrt{2} p_{12} \cdot pV = \frac{1}{2} \cdot (4 p_0 + \frac{5}{2} p_0) \cdot 3 V_0 = \frac{13 \cdot 3}{4} p_0 V_0 = \frac{39}{4} p_0 V_0$$

$$\Delta u_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \left(\frac{15}{2} - 24 \right) p_0 V_0 = -\frac{9}{2} p_0 V_0$$



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
2 ИЗ 3

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

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{9}{4} p_0 V_0 + \frac{39}{4} p_0 V_0 = \frac{48}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0 ;$$

$$3-1: A_{31} = - \Delta W_{31} = - \frac{1}{2} \cdot (4p_0 + p_0) \cdot 3V_0 = - \frac{15}{2} p_0 V_0 ;$$

$$\Delta U_{31} = U_3 - U_1 = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) =$$

$$= \frac{21}{2} p_0 V_0 - 24 p_0 V_0 = \frac{21-48}{2} p_0 V_0 = -\frac{27}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = -\frac{27}{2} p_0 V_0 - \frac{15}{2} p_0 V_0 = -\frac{42}{2} p_0 V_0 =$$

$$= -21 p_0 V_0 ;$$

~~$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{9}{4} p_0 V_0 + \frac{39}{4} p_0 V_0 = \frac{48}{4} p_0 V_0 = 12 p_0 V_0 ;$$~~
~~$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = -\frac{27}{2} p_0 V_0 - \frac{15}{2} p_0 V_0 = -\frac{42}{2} p_0 V_0 = -21 p_0 V_0 ;$$~~
~~$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_3 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} (4p_0 V_0 - 3p_3 V_0) = \frac{3}{2} (4p_0 V_0 - 3 \cdot \frac{4}{3} p_0 V_0) = \frac{3}{2} (4p_0 V_0 - 4p_0 V_0) = 0 ;$$~~

$$Q_{31} < 0; Q_{23} < 0; Q_{12} > 0;$$

$$Q_H = Q_{12} = 12 p_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{12}}{Q_H} = \frac{\frac{9}{4} p_0 V_0}{12 p_0 V_0} = \frac{9}{4 \cdot 12} = \frac{3}{16} ;$$

$$16 p_0 V_0 = \nu R T_H$$

$$T_H = \frac{16 p_0 V_0}{\nu R}$$

$$-\frac{p_0 \cdot 28 V_0}{2 \nu R} + \frac{4 V_0 \cdot 6 p_0}{\nu R} = -8 \frac{p_0 V_0}{\nu R} +$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

$$1-2: \frac{p}{p_0} = 6 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \quad | \cdot p_0 \quad 1-2: 4V_0 \leq V \leq 8V_0$$

$$p(V) = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \cdot \frac{p_0}{V_0}$$

$$p(V) = 6p_0 - 3V \cdot \frac{p_0}{V_0}$$

$$p(V) \cdot V = \nu R T(V) \rightarrow T(V) = \frac{p(V) \cdot V}{\nu R}$$

$$T(V) = \frac{1}{\nu R} \cdot \left(6p_0 V - \frac{3p_0}{V_0} \cdot \frac{V^2}{2} \right) = -\frac{3p_0}{2V_0 \nu R} \cdot V^2 + \frac{6p_0}{\nu R} \cdot V$$

зависимость квадратичная, график параболы:

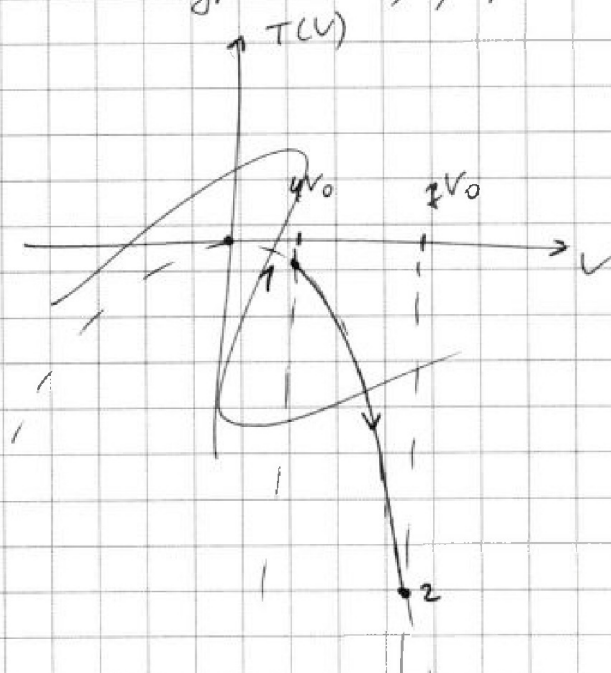
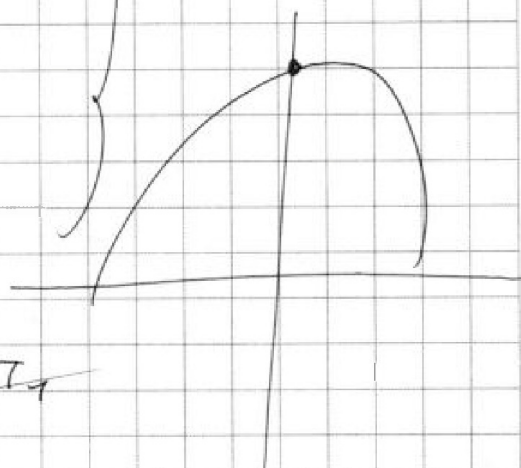


график 1-2;



$T = T_{\max}$, в точке 1 $T_{\max} = T_1$

$T = T_{\max}$, в вершине

$$V_{\max} = \frac{+ \frac{6p_0}{\nu R} \cdot \frac{p_0}{V_0 \nu R} \cdot 2}{2 \cdot \left(-\frac{3p_0}{2V_0 \nu R} \right)} = \frac{6}{4} V_0 = \frac{3}{2} V_0$$

ответ: 1) $\frac{|u_{13}|}{A_{\varepsilon}} = 8$; 3) $\eta = \frac{3}{16}$; 2) $\frac{T_{\max}}{T_1} = 1$



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!

$$\epsilon = \frac{15 \cdot \frac{R}{\epsilon}}{R} = \frac{15}{6} = \frac{5}{2} = 2,5$$

$$\varphi_A = \frac{kQ}{r} - \frac{R}{4} \cdot \frac{kQ}{\epsilon R^2} = \frac{kQ}{r} - \frac{4kQ}{\epsilon R} = kQ \left(\frac{1}{r} - \frac{4}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi_A = kQ \cdot \left(\frac{6}{R} - \frac{4}{\epsilon R} \right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{6\epsilon - 4}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon R} \cdot (6\epsilon - 4)$$

$r = \frac{R}{6}$ — из графика

Ответ: 1) $\varphi_A = kQ \left(\frac{1}{r} - \frac{4}{\epsilon R} \right) = \frac{kQ}{\epsilon R} (6\epsilon - 4);$

2) $\epsilon = 2,5.$

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

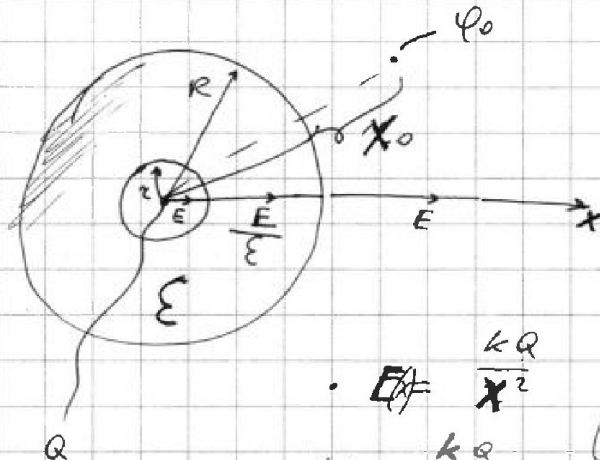
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3.

ϵ
 $r; R;$
 $Q;$

1) $\varphi_A = ?$
2) $E = ?$

$\varphi(x)$



$$E = \frac{kQ}{x^2}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{x_0}$$

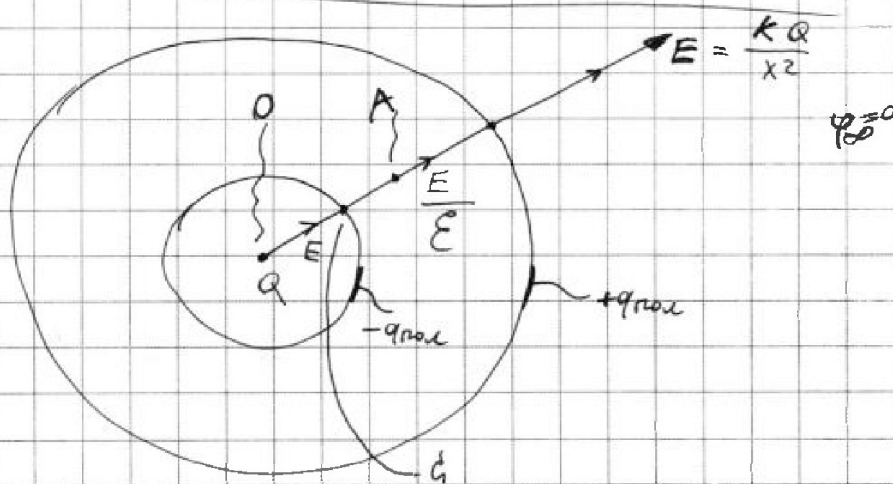
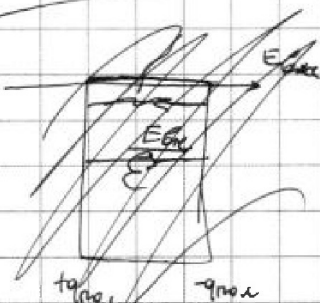
вне диэлектрика.

$$E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$$

в диэлектрике.

~~$E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2}$~~
 ~~$\varphi(x) = \frac{kQ}{x}$~~ в диэлектрике

$$\varphi_A = \frac{kQ}{R/4} = \frac{4kQ}{R}$$





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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

$$\varphi_0 - \varphi_A = \varphi_0 - \varphi_C + \varphi_C - \varphi_A = 0 - \varphi_C + \varphi_C - \varphi_A = \frac{E \cdot r}{\epsilon} + \frac{E \cdot R}{\epsilon} = 0 - \varphi_A$$

$$\varphi_A = -\frac{ER}{4\epsilon}$$

$$\varphi_A = kQ \cdot \left(\frac{1}{r_0} - \frac{4}{\epsilon R} \right) = \frac{kQ}{R} \cdot \left(6 - \frac{4}{\epsilon} \right) =$$

$$= \frac{6\epsilon - 4}{\epsilon} \cdot \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_C - \varphi_A = \frac{E \left(\frac{R}{4} \right) \cdot R}{\epsilon} = \varphi_A = \varphi_C - \frac{ER}{4\epsilon} =$$

$$= \frac{kQ}{r^2} - \frac{ER}{4\epsilon} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{kQ \cdot 4 \cdot R}{R^2 \cdot 4\epsilon} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{4kQ}{\epsilon R} =$$

$$= kQ \left(\frac{1}{r^2} - \frac{4}{\epsilon R} \right) = kQ \cdot \frac{\epsilon R - 4r^2}{\epsilon \cdot r^2}$$

$r = \frac{R}{6}$

12) точка B $\left(x = \frac{R}{3} \right)$: $\varphi_C - \varphi_B = \frac{E \left(\frac{R}{3} \right) \cdot R}{\epsilon}$

$$\varphi_B = \frac{kQ}{r^2} - \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon \cdot R^2 \cdot \frac{3}{2}} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{3kQ}{\epsilon R} = kQ \left(\frac{1}{r^2} - \frac{3}{\epsilon R} \right)$$

точка D $\left(x = \frac{2R}{3} \right)$: $\varphi_C - \varphi_D = \frac{E \left(\frac{2R}{3} \right) \cdot R}{\epsilon}$

$$\varphi_D = \frac{kQ}{r^2} - \frac{2R}{3} \cdot \frac{3kQ}{4R^2 \cdot \epsilon} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{6kQ}{4\epsilon R} = kQ \left(\frac{1}{r^2} - \frac{3}{2\epsilon R} \right)$$

$$\varphi_B = 4\varphi_0, \quad \varphi_D = 3\varphi_0 \rightarrow \frac{\varphi_B}{\varphi_D} = \frac{4}{3} \rightarrow (3\varphi_B = 4\varphi_D)$$

$$3kQ \left(\frac{1}{r^2} - \frac{3}{\epsilon R} \right) = 4kQ \left(\frac{1}{r^2} - \frac{3}{2\epsilon R} \right)$$

$$\frac{3}{r^2} - \frac{9}{\epsilon R} = \frac{4}{r^2} - \frac{6}{\epsilon R} \rightarrow \frac{3}{r^2} = \frac{4}{\epsilon R} - \frac{9}{\epsilon R} = \frac{15}{\epsilon R}$$

$$r = \frac{R}{6} - \text{из графика} \quad r = \frac{\epsilon R}{15} \rightarrow \epsilon = \frac{15r}{R}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

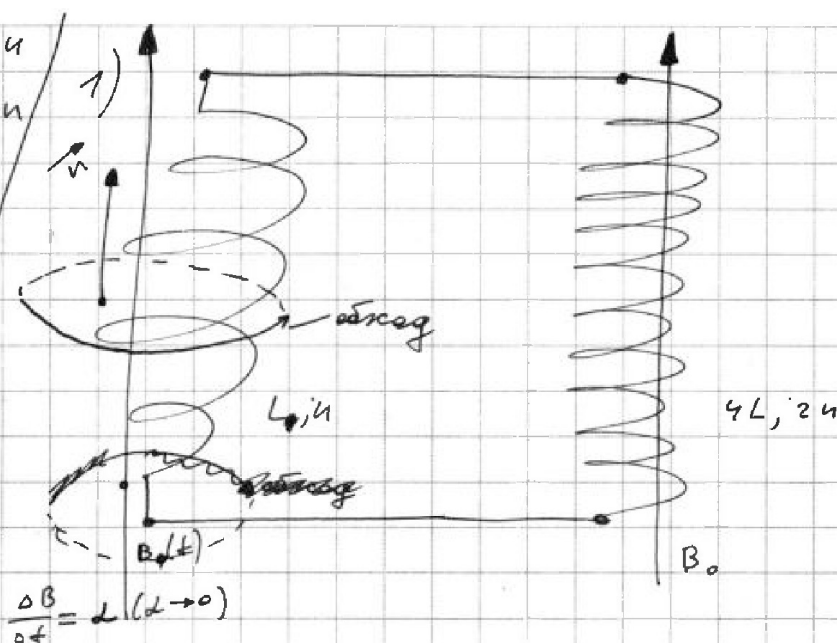
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

4. $L_1 = L$; $n_1 = n$
 $L_2 = 4L$; $n_2 = 2n$
 S'

1) $I'(0) = ?$

2) $I(t_2) = ?$



таким $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \Delta$, то $\Delta B = \Delta \cdot \Delta t \rightarrow B(t) = B_0 + \Delta t$;

~~$\Phi_1 = L I(t)$~~ $\Phi_1 = B \cdot n S' \cdot \cos 0^\circ = B n S'$

$\mathcal{E}_{10} = -\Phi_1'(t) = -n S' \cdot B'(t) = -n S' \cdot \Delta = -n S' \cdot \Delta$

наводим. эдс (ток скачком на $t=0$ не меняется):



~~$u_L = L I'(t) = \mathcal{E}_1$~~
 ~~$u_L = L I'(t) = \mathcal{E}_2$~~

$u_L = |\mathcal{E}_{10}| - 0 = n S \Delta$; $u_L = L I'(0) = n S \Delta$



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.

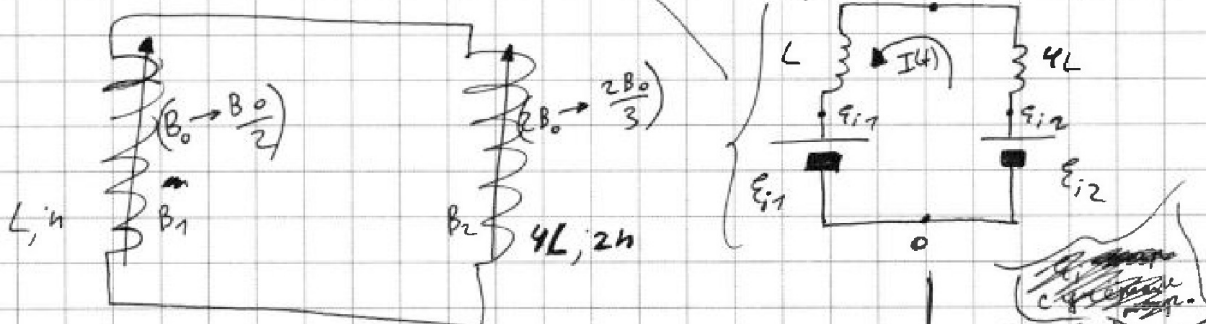
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$I'(0) = \frac{u_{SL}}{L}$$

2)



по аналогии с первым участком вывожу $\epsilon_{i1}(t)$ и $\epsilon_{i2}(t)$

$$\epsilon_{i1}(t) = n \cdot \dot{\Phi}_1(t)$$

$$\epsilon_{i2}(t) = 2n \cdot \dot{\Phi}_2(t)$$

$$\epsilon = \epsilon_{i2} - \epsilon_{i1} =$$

$$= n \cdot \dot{\Phi} (2|\dot{\Phi}_2(t)| - |\dot{\Phi}_1(t)|)$$

$$u_{SL} = \epsilon$$

$$u_{SL} = u_{SL}(t) = 5L \cdot I'(t)$$

$$5L \cdot I'(t) = n \cdot \dot{\Phi} (2|\dot{\Phi}_2(t)| - |\dot{\Phi}_1(t)|) / dt$$

$$5L \cdot \Delta I(t) = 2n \cdot \dot{\Phi}_2(t) - n \cdot \dot{\Phi}_1(t); (*)$$

Просуммируем (*) от $t=0$ до $t=t_2$:

$$5L (I(t_2) - 0) = 2n \cdot \dot{\Phi}_2(t_2) - n \cdot \dot{\Phi}_1(t_2);$$

$$5L \cdot I(t_2) = 2n \cdot \dot{\Phi}_2(t_2) - n \cdot \dot{\Phi}_1(t_2);$$

$$5L \cdot I(t_2) = B_0 n \cdot \left(\frac{8}{3} - \frac{1}{2} \right) = B_0 n \cdot \frac{16-3}{6} = \frac{13}{6} B_0 n;$$

$$I(t_2) = \frac{13 \cdot B_0 n}{30 \cdot L} \quad \text{Ответ: } 1) I'(0) = \frac{n \dot{\Phi}}{L}; \quad 2) I(t_2) = \frac{13 B_0 n}{30 L};$$



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
2 ИЗ 4

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

5.

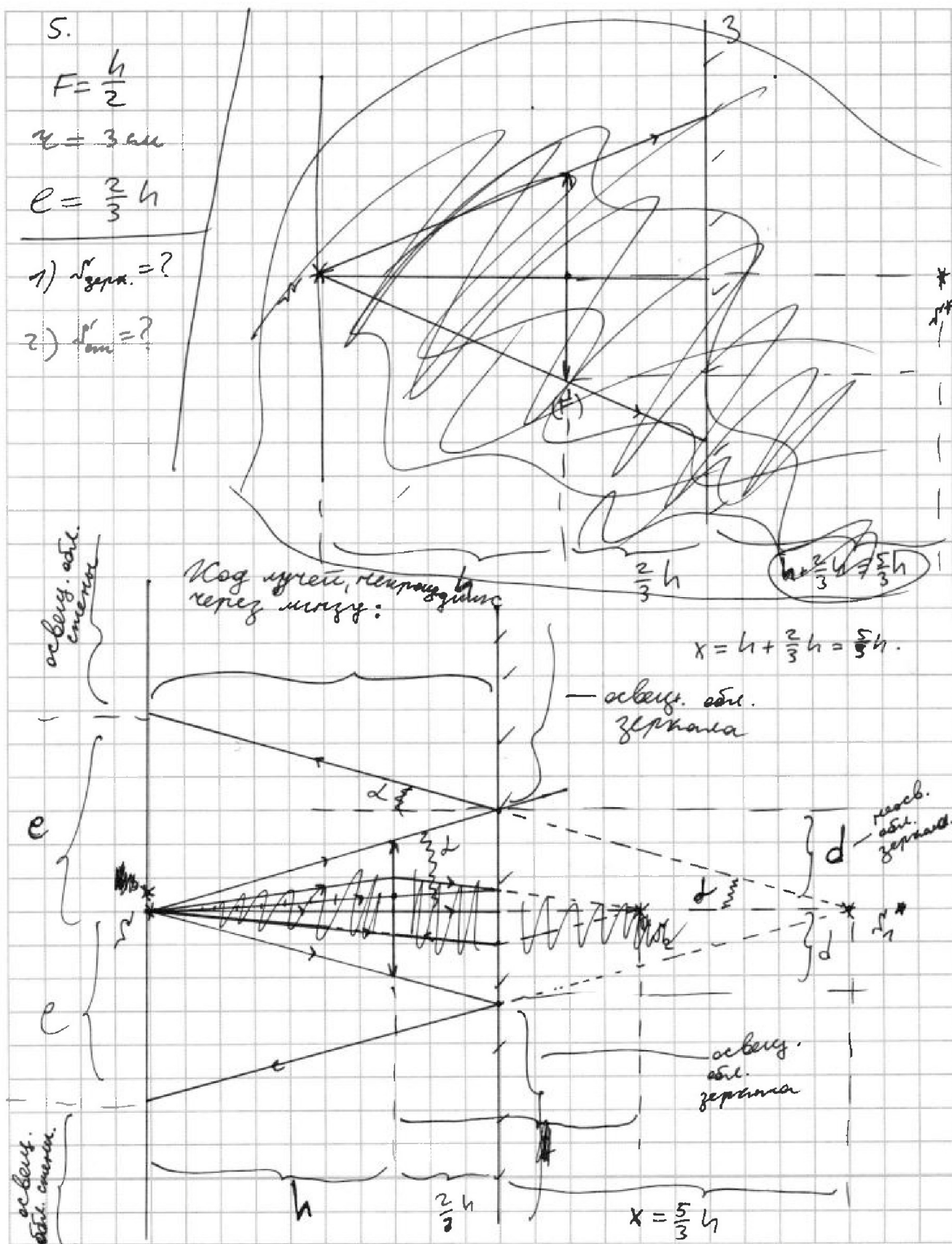
$$F = \frac{h}{2}$$

$$x = 3 \text{ см}$$

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

1) $r_{\text{зерк.}} = ?$

2) $r'_{\text{отн}} = ?$





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

4 ИЗ 4

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!

$$S_{\text{стенка}} = \pi \cdot e^2 - \pi \cdot z^2 = \pi(e - z)(e + z) =$$

$$= \pi \left(\frac{20}{3} \text{ м} - \frac{2}{3} \text{ м} \right) \left(\frac{20}{3} \text{ м} + \frac{2}{3} \text{ м} \right) = \pi \cdot \frac{8}{3} \text{ м} \cdot \frac{42}{3} \text{ м} = \frac{32\pi}{3} \cdot \text{м}^2;$$

$$S_{\text{зерка}} = \pi \cdot d^2 - \pi \cdot c^2 = \pi(d - c)(d + c) =$$

$$= \pi \left(\frac{5}{3} \text{ м} - \frac{1}{3} \text{ м} \right) \left(\frac{5}{3} \text{ м} + \frac{1}{3} \text{ м} \right) = \pi \cdot \frac{4}{3} \text{ м} \cdot 2 \text{ м} = \frac{8}{3} \pi \text{ м}^2$$

$$S_{\text{стенка}} = \frac{32\pi}{3} \cdot 9 \text{ м}^2 = 96\pi \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{зерка}} = \frac{8}{3} \pi \cdot 9 \text{ м}^2 = 24\pi \text{ м}^2.$$

$$\text{Ответ: } S_{\text{стенка}} = 96\pi \text{ м}^2; S_{\text{зерка}} = 24\pi \text{ м}^2.$$