



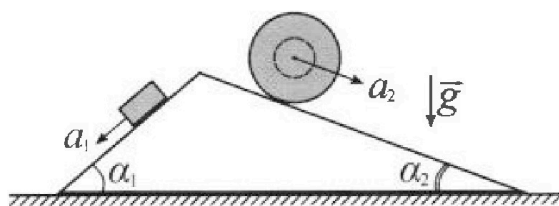
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

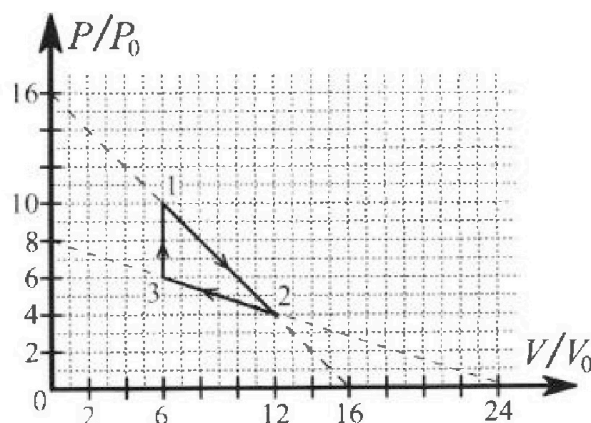
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). 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 шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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

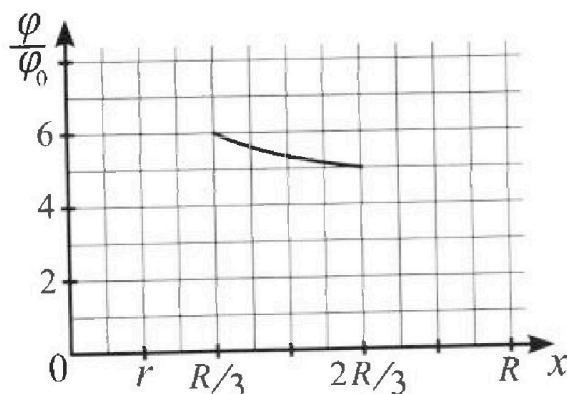
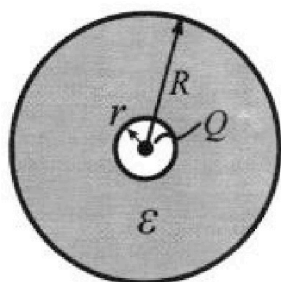


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 11R/12$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



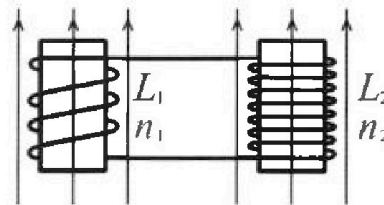
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

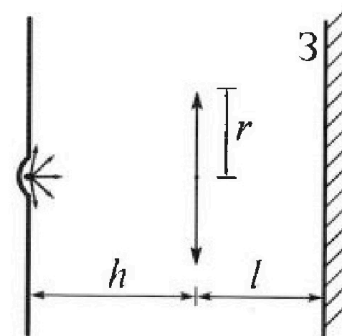


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 уменьшаться 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  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , 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  $F = 2h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 4$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h/2$  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 неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - 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  
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!

продолжим н.п.

$$\left. \begin{aligned} P_1 = N_1 &= mg \cos \alpha_1 = mg \frac{4}{5} \\ P_2 = N_2 &= mg \cos \alpha_2 = mg \frac{15}{17} \end{aligned} \right\} \text{торга}$$

$$F_3 = \left| \frac{4}{5} mg \frac{26}{5} - \frac{15}{17} mg \cdot \frac{8}{17} - \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{20}{51} mg \frac{15}{17} \right| =$$

$$= mg \left( \frac{12}{25} - \frac{15 \cdot 8}{17^2} - \frac{26 \cdot 4}{5 \cdot 17 \cdot 5} - \frac{20 \cdot 15}{2 \cdot 17 \cdot 17} \right) = mg \cdot$$

$$\left| \frac{(12 \cdot 17 - 26 \cdot 4)}{5^2 \cdot 17} - \frac{(15 \cdot 8 \cdot 3 + 20 \cdot 15)}{3 \cdot 17^2} \right| =$$

$$\frac{12 \cdot 17 - 26 \cdot 4}{5^2 \cdot 17} = \frac{4(17 \cdot 3 - 26)}{5^2 \cdot 17} = \frac{(51 - 26) \cdot 3}{5^2 \cdot 17} = \frac{25 \cdot 3}{5^2 \cdot 17} = \frac{3}{17}$$

$$\frac{15(24 + 20)}{3 \cdot 17^2} = \frac{15 \cdot 44}{3 \cdot 17^2} = \frac{5 \cdot 44}{17^2} \quad \begin{array}{r} 44 \\ - 5 \\ \hline 220 \end{array} \quad \begin{array}{r} 10 \\ - 51 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$F_3 = mg \left| \frac{3}{17} - \frac{5 \cdot 44}{17^2} \right| = mg \left| \frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 44}{17^2} \right| = \left| \frac{51 - 220}{17^2} \right| mg =$$

$$= \frac{169}{17} mg$$

$$O.ber: F_1 = \frac{26}{85} mg; F_2 = \frac{20}{51} mg; F_3 = \frac{169}{17} mg$$



1  2  3  4  5  6  7

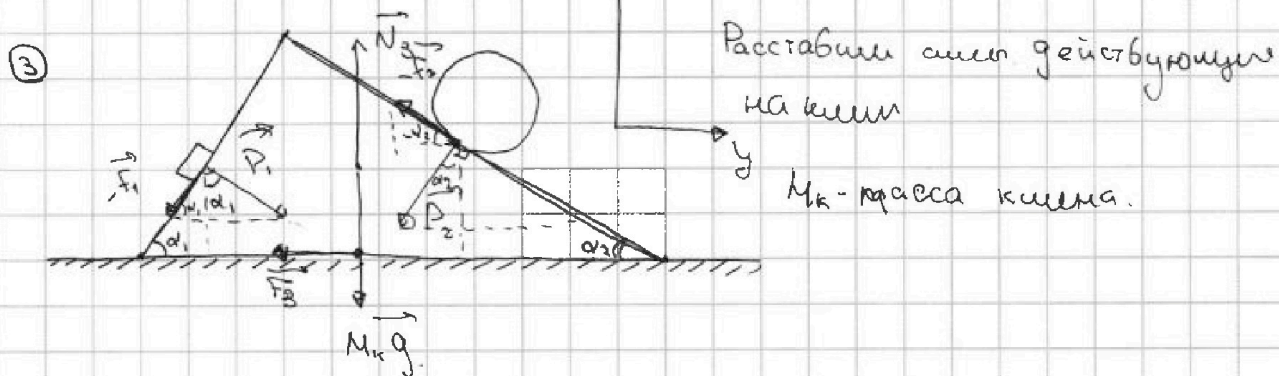
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

продолжим н.д.

$$F_2 = \frac{9}{4} mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{27} \right) = \frac{9}{4} mg \left( \frac{8 \cdot 27 - 8 \cdot 17}{27 \cdot 17} \right) = \frac{9}{4} mg \cdot 8 \left( \frac{27-17}{27 \cdot 17} \right) =$$

$$= \frac{2}{18} mg \cdot \frac{10}{27 \cdot 17} = \frac{2 \cdot 10}{3 \cdot 17} mg = \frac{20}{30+21} mg = \frac{20}{51} mg$$



т.к. по условию задан клин покоится  $\Rightarrow$  все силы скомпенсированы:  $\sum \vec{F}_i = \vec{0}$

Следует отметить следующее: при получении  $F_2$  оно должно быть положительным, но если я получил его отриц.  $\Rightarrow$  я просто неверно указал направление данной силы и надо взять модуль - "1"

ВЗ.К для клина в нр на ось x

$$Ox: N_3 - M_k g + F_2 \cdot \sin \alpha_2 - F_1 \cdot \sin \alpha_1 - P_1 \cdot \cos \alpha_1 - P_2 \cdot \cos \alpha_2 = 0$$

$$Oy: -F_3 + P_1 \cdot \sin \alpha_1 - P_2 \cdot \sin \alpha_2 - F_1 \cdot \cos \alpha_1 - F_2 \cdot \cos \alpha_2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_3 = |P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2| \quad \text{см нр @ доим}$$



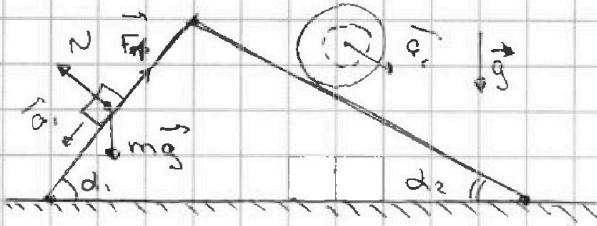
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

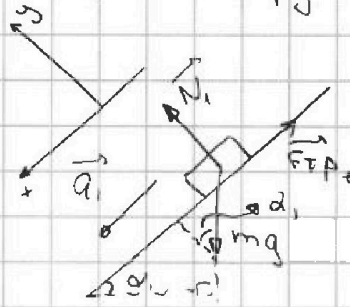
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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!

N1.



① Расставим силы действующие на брусок.



II З.Н. для бруса в пр на ось

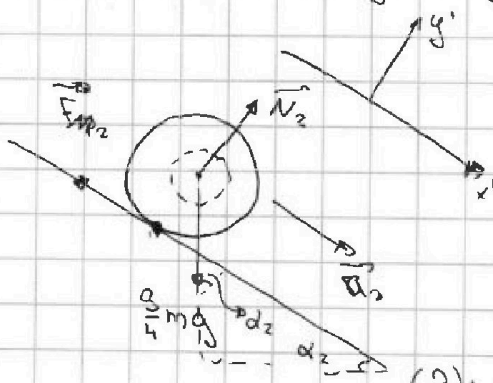
$$Ox: mg \cdot \sin \alpha_1 - F_f = ma_1 \Rightarrow F_f = mg \sin \alpha_1 - ma_1 \quad (1)$$

$$Oy: -mg \cdot \cos \alpha_1 + N_1 = 0 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1$$

$$(1): F_f = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{17} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) =$$

$$= \frac{3 \cdot 17 - 5 \cdot 5}{5 \cdot 17} mg = \frac{30 + 21 - 25}{50 + 35} mg = \frac{21 + 5}{85} mg = \underline{\underline{\frac{26}{85} mg}}$$

② Расставим силы действующие на шар:



II З.Н. для шара в пр на ось:

$$Ox': \frac{3}{4} mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2 = \frac{g}{4} ma_2 \quad (2)$$

$$Oy': N_2 - mg \cos \alpha_2 = 0 \Rightarrow N_2 = mg \cos \alpha_2$$

$$(2): F_2 = \frac{3}{4} mg \sin \alpha_2 - \frac{g}{4} ma_2 = \frac{3}{4} mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{27} \right)$$

см. продолжен.



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!

продолжи и т.

$$\frac{P/P_0 - 6}{2} = \frac{V/V_0 - 6}{-6}$$

$$P/P_0 - 6 = 2 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0}$$

$$P = 8P_0 - \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} V \quad (3)$$

$$dP = -\frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} dV \quad (4)$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP \quad \text{пог стабл 3, 4.}$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} \left( 8P_0 - \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} V \right) dV + \frac{3}{2} V \left( -\frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} \right) dV \geq 0, \quad dV < 0$$

$$5 \cdot 4 P_0 - \frac{5}{6} \frac{P_0}{V_0} V - \frac{3}{6} \frac{V P_0}{V_0} < 0$$

$$20 \leq \frac{8}{6} \frac{V}{V_0} \Rightarrow \underline{V \geq 15 V_0} \Rightarrow \text{на данном промежутке.}$$

раз отгадываю тепло

$$1 = \frac{A_{1-2}}{Q_{\text{пол}}} = \frac{A_{2-3}}{Q_{\text{пол}12} - Q_{13}} = \frac{12 \cdot P_0 V_0}{32 P_0 V_0 - 136 P_0 V_0} \cdot 100\%$$

68%

$$= \frac{12}{68} \cdot 100\% = \frac{6}{34} \cdot 100\% = \underline{\underline{\frac{600}{34} \%}}$$

Ответ: 1)  $\frac{3}{2}$  2)  $\frac{16}{9}$  3)  $\frac{600}{34} \%$



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!

Продолжи №2.

$$\frac{P_1}{P_0} - 10 = \frac{V}{V_0} - 6$$

$$\frac{P_1}{P_0} - 10 = 6 - \frac{V}{V_0}$$

$$P = 16P_0 \frac{P_0}{V_0} V$$

$$P \bar{V} = \mathcal{R} T \Rightarrow T = \frac{P \bar{V}}{\mathcal{R}} = \frac{(16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) \bar{V}}{\mathcal{R}} = \frac{16P_0 V - \frac{P_0}{V_0} \bar{V}^2}{\mathcal{R}}$$

$$T' = \left( \frac{16P_0 V - \frac{P_0}{V_0} \bar{V}^2}{\mathcal{R}} \right)' = \frac{16P_0 - 2 \frac{P_0}{V_0} \bar{V}}{\mathcal{R}} = 0$$

$$\frac{2 \bar{V}}{V_0} = 16 \Rightarrow \underline{\underline{\bar{V} = 8V_0}}$$

$$T_{\max} = \frac{(16P_0 - P_0 \frac{8V_0}{V_0}) \bar{V}}{\mathcal{R}} = \frac{8P_0 V_0 \cdot 8}{\mathcal{R}} = \underline{\underline{\frac{64P_0 V_0}{\mathcal{R}}}}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{64}{36} = \left( \frac{8}{3} \right)^2 = \underline{\underline{\frac{16}{9}}}$$

③  $\eta = \frac{A_{\text{чл}}}{Q_{\text{пол}}} = 100\%$

$A_{\text{чл}} = 12P_0 V_0$  теперь разберёмся с  $Q_{\text{пол}}$ . ~~получим~~,  
~~то же~~ ~~на~~ ~~этой~~ ссм. продолжим.

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!

продолжим и т.д.

$$Q_{12} \cdot \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (60 - 36) = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 24 = 36 p_0 V_0.$$

Теперь на 1-2 найдем с) до того момента как теплопояе тепло:

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

$$dp = - \frac{p_0}{V_0} dV \quad (2)$$

$$\delta Q = dU + \delta A = \frac{3}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp + p dV = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp \text{ по условию } \delta Q \geq 0$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} (16 p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) dV - \frac{3}{2} V (\frac{p_0}{V_0}) dV \geq 0$$

$$5 \cdot 8 p_0 - \frac{5}{2} p_0 V_0 V + \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V \geq 0.$$

$$40 \geq 4 p_0 \frac{V_0}{V_0} \Rightarrow \underline{V_{max} = 10 V_0} \Rightarrow p_{max} = 16 p_0 - 10 p_0 = 6 p_0$$

$$Q_{max 12} = \Delta U + A = \frac{3}{2} (6 p_0 \cdot 10 V_0 - 10 p_0 \cdot 6 V_0) + A_r$$

$$= A_r = \frac{p_1 + p_{max}}{2} (V_{max} - V_1) = p_0 V_0 \left( \frac{6+16}{2} \right) (10-6) = \underline{p_0 V_0 \cdot 32}$$

Выведем ур-е прямой 2-3.

$$\frac{p_0 - 6}{5-4} = \frac{V - 6}{5-12}$$

см продолж





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!

№2.

$i=3$

$$P_1 = 10P_0$$

$$V_1 = 6V_0$$

$$\textcircled{1} \quad \left| \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} \right| = ?$$

$$P_2 = 4P_0$$

$$V_2 = 12V_0$$

$$P_3 = 6P_0$$

$$V_3 = 6V_0$$

$$\left| \Delta U_{12} \right| = \left| \frac{3}{2} \nu R \Delta T \right| = \left| \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) \right| =$$

$$= \left| \frac{3}{2} (4P_0 \cdot 12V_0 - 10P_0 \cdot 6V_0) \right| = P_0 V_0 \frac{3}{2} |48 - 60| = P_0 V_0 \frac{3}{2} \cdot \frac{6}{2} = \underline{18P_0 V_0}$$

$A_{12}$  — работа на всей цепи.

$$A_{12} = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) - \frac{P_3 + P_2}{2} \cdot (V_2 - V_3) = \frac{10 + 4}{2} P_0 (12 - 6) V_0 -$$

$$- \frac{6 + 4}{2} P_0 (12 - 6) V_0 = P_0 V_0 (7 \cdot 6 - 5 \cdot 6) = P_0 V_0 (42 - 30) =$$

$$= 12 P_0 V_0$$

$$\left| \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} \right| = \frac{18}{12} = \underline{\underline{\frac{3}{2}}}$$

$$\textcircled{2} \quad P_3 V_3 = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{P_3 V_3}{\nu R} = \frac{6P_0 \cdot 6V_0}{\nu R} = 36 \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

Из графика  $\frac{P}{P_0} \left( \frac{V}{V_0} \right)$  видно, что самая максимальная температура газа должна быть в состоянии 1-2.

Запишем уравнение прямой 1-2

$$\frac{\frac{P}{P_0} - 10}{10 - 4} = \frac{\frac{V}{V_0} - 6}{6 - 12}$$

см. продолж.



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!

продолжи №3.

$$\varphi_{\Sigma} = \frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0 r} + \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{16\pi \epsilon_0 r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \Rightarrow 1 - \frac{1}{\epsilon} = \frac{16\pi \epsilon_0 r \varphi_0}{Q}$$

$$\frac{1}{\epsilon} = 1 - \frac{16\pi \epsilon_0 r \varphi_0}{Q}$$

$$\epsilon = \frac{1}{1 - \frac{16\pi \epsilon_0 r \varphi_0}{Q}}$$

$$\text{Ответ: 1) } \varphi_{\Sigma} = \frac{3Q}{16\pi \epsilon \epsilon_0 r} + 4\varphi_0. \quad ; \quad 2) \quad \epsilon = \frac{1}{1 - \frac{16\pi \epsilon_0 r \varphi_0}{Q}}$$



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!

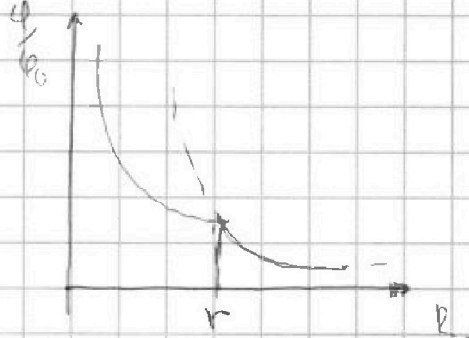
продолжим №3.

$$\varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\left(\frac{2}{3}R\right)^2} = \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R^2} = 5\varphi_0$$

$$\varphi_{\text{взв}} = \frac{K}{2\epsilon}$$

$$\varphi_{\text{св}} = \frac{K}{\epsilon_0 r} + \text{const}$$

$$\varphi_{\text{св}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r} + \text{const}_1$$



$$\begin{cases} \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3}{4} \frac{Q}{\pi R \epsilon_0 \epsilon} + \text{const} = 6\varphi_0 / \frac{1}{2} \\ \varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = \frac{3}{8} \frac{Q}{\pi R \epsilon_0 \epsilon} + \text{const} = 5\varphi_0 \end{cases}$$

$$5\varphi_0 - \varphi_0 \cdot 3 = \text{const} - \frac{\text{const}}{r} \Rightarrow \text{const} = \underline{\underline{4\varphi_0}}$$

$$\underline{\underline{\varphi_{\epsilon} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r} + 4\varphi_0}} \quad \text{при } x = \frac{12}{12}R \quad \underline{\underline{\varphi_{\epsilon} = \frac{3Q}{4\pi R \epsilon_0 \epsilon} + 4\varphi_0}}$$

2) Поищем  $\varphi_{\text{св}} = \varphi_{\text{взв}}$ , это график зависимости  $\varphi_{\text{св}}$  и  $\varphi_{\text{взв}}$

пересек. в  $x = r \Rightarrow \frac{Q}{4\pi R \epsilon_0 \epsilon} + 4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi r \epsilon_0}$

$$4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi R \epsilon_0 r} \left(1 - \frac{R}{r}\right)$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{16\pi R \epsilon_0 r} \left(1 - \frac{R}{r}\right)$$

или продолжим №



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

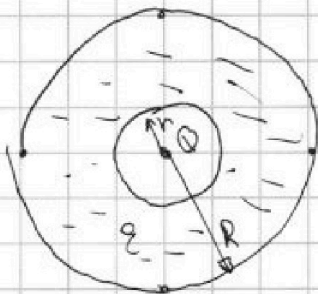
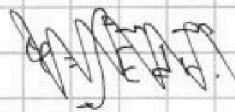
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№3.

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 6\varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{2}{3}R\right) = 5\varphi_0$$

$$\textcircled{1} \quad x = \frac{11}{12}R.$$



Мы можем найти как зависит напряжение

полюс точечного заряда от расстояния до него. (пока будем считать.)

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 S} = \frac{q}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

Если по-прежнему  $|E|$

$$E(r) = \frac{q}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

$$\varphi = \int E dr = \int \frac{q}{4\pi r^2 \epsilon_0} dr = -\frac{q}{4\pi r \epsilon_0} + \text{const}$$

$$\varphi = \frac{q}{4\pi r \epsilon_0}$$

Теперь давайте ответ на 3 вопрос.

$$\varphi_{x=0} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x} = \frac{3}{4\pi \epsilon_0} \frac{Q}{11R} = \frac{3}{11} \frac{Q}{\pi \epsilon_0 R}$$

$$\textcircled{2} \quad \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \frac{R}{3}} = \frac{3}{4} \frac{Q}{\pi \epsilon_0 R} = 6\varphi_0$$

см. продол.



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!

продолжи на 4



$$\int_a^{4B_0} dI_2 \int_{L_1}^{L_2} \frac{dB \cdot S}{L_2} = I_{2н} = \frac{(4 - \frac{8}{3}) B_0 S}{L_2} = \frac{12-8}{3} \frac{B_0 S}{L_2}$$

$$= \frac{4}{3} \frac{B_0 S}{L_2}$$

Ответ: 1)  $\frac{dI_1}{dt} = \frac{dS}{L_1}$   $\frac{dI_2}{dt} = \frac{dS}{L_2}$  2)  $I_{1к} = \frac{1}{4} \frac{B_0 S}{L_1}$

$$I_{2н} = \frac{4}{3} \frac{B_0 S}{L_2}$$





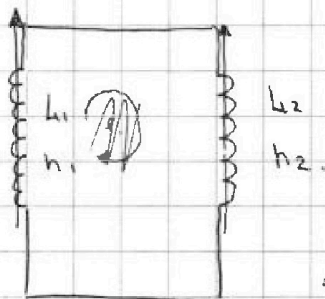
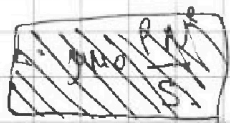
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

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

№4.



$$\textcircled{1} \quad \frac{dB}{dt} = -\alpha. \quad \alpha > 0 \quad \text{Эмф} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BS)}{dt} =$$

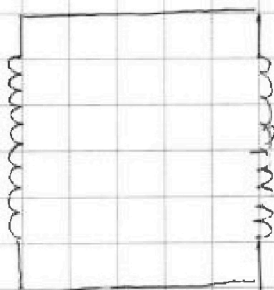
$$\text{Эмф} = -\frac{dB}{dt} S = -(\alpha)S =$$

$$= \alpha S = L I_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dI_1}{dt} = \frac{\alpha S}{L_1}$$

$$L_2 I_2 = -L_1 I_1 \Rightarrow \frac{dI_2}{dt} = -\frac{L_1}{L_2} \frac{dI_1}{dt} = -\frac{\alpha S}{L_2}$$

№5



$$B_0 \rightarrow \frac{3}{4} B_0 \text{ через } L_1$$

$$\frac{4}{5} B_0 \rightarrow \frac{8}{3} B_0 \text{ через } L_2$$

Если выключить магнет  $I=0$ .

мы помним

$$\frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dB}{dt} S = L_1 \frac{dI_1}{dt}$$

$$\int_0^{I_{1K}} dI_1 = \int_{B_0}^{\frac{3}{4} B_0} \frac{dB \cdot S}{L_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{1K} = \frac{1}{4} \frac{B_0 S}{L_1}$$

см. продолж.



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

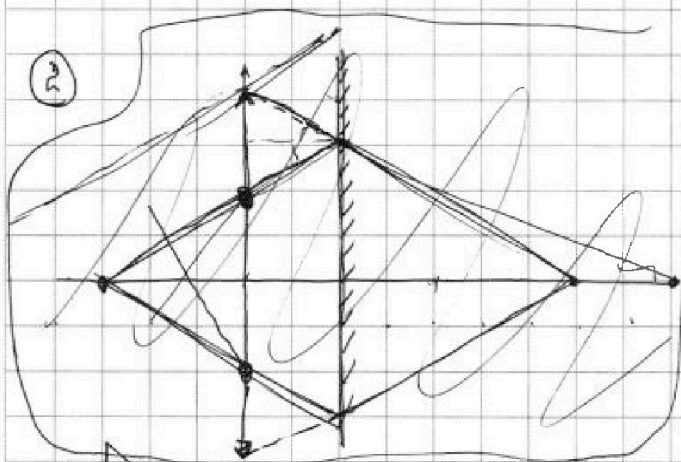
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 4

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!

продолжение к задаче №5.

$$S_2 = \pi r^2 = 36\pi \text{ см}^2.$$

$$\Delta S = S_2 - S_1 = 36\pi - 9\pi = \underline{\underline{27\pi \text{ см}^2}} \text{ - площадь неосвещенной}$$



$S'$  - изображение предмета  
если бы не было линзы

$S''$  - изображение предмета  
относ линзы.

Так, лучи шло бы то  
они совпадают.

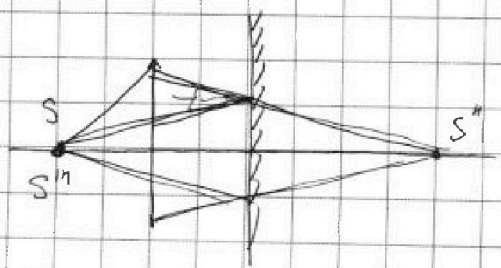
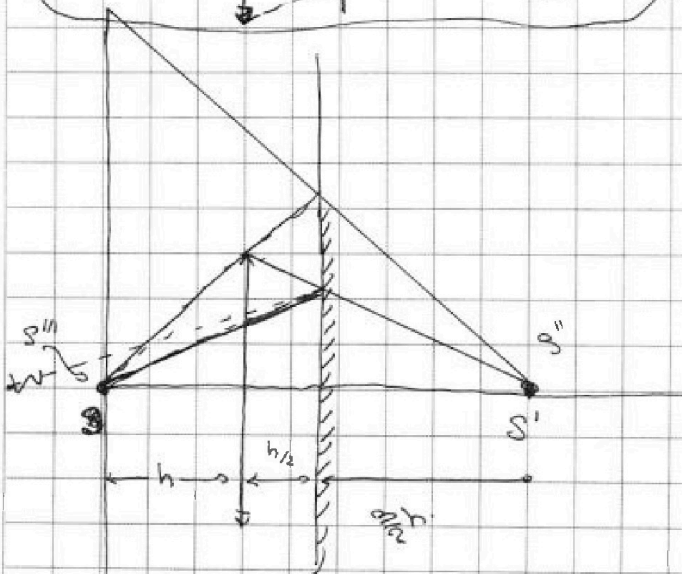
Теперь нам надо

построить.

$S''$  - источник света  
такой, что если бы

линзы не было

то свет бы пошел изобр  $S''$



см. продолж



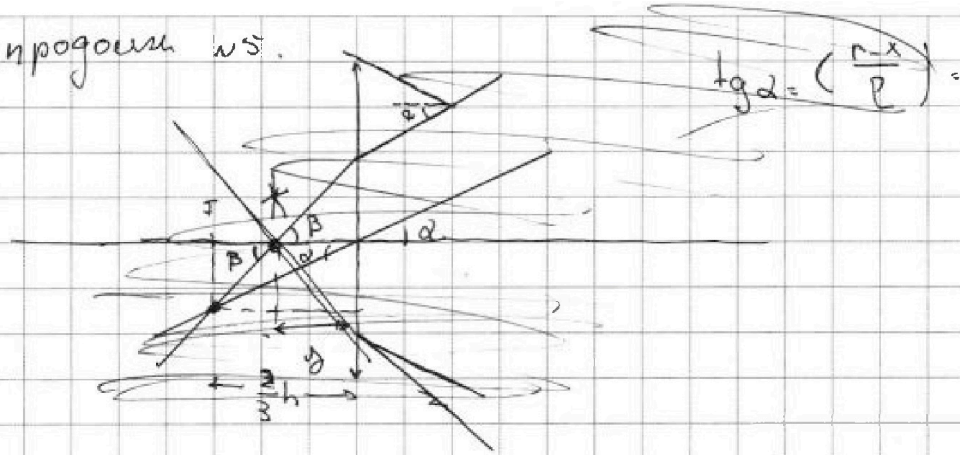
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

продолжим  $ns$ .



$$\operatorname{tg} \alpha = \left( \frac{r-x}{R} \right)$$

Рассмотрим следующую ситуацию



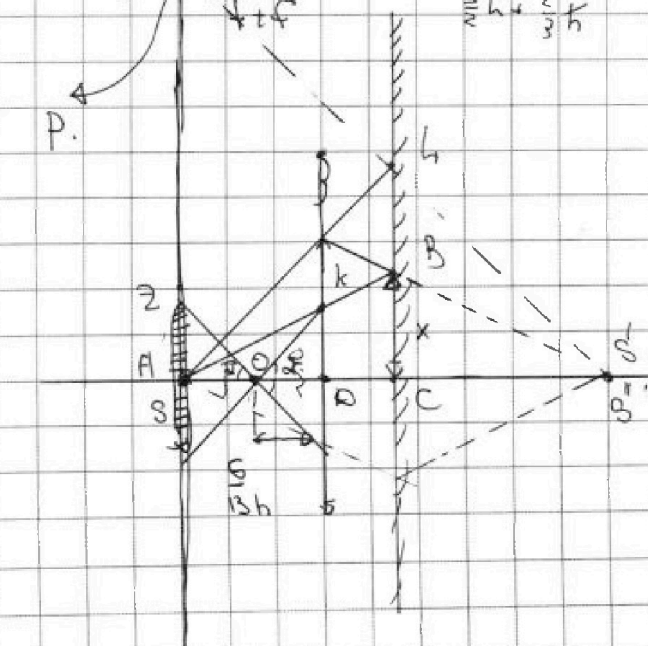
эта ситуация эквивалентна

с нашей только у нас

уже есть изображение  $S''$

$$\frac{p}{d} - \frac{p}{f} = \frac{x}{f} \Rightarrow \frac{p}{d} = \frac{p}{f} + \frac{p}{f} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = \frac{f \cdot f}{f + f} = \frac{\frac{2h}{3} + \frac{2h}{3}}{\frac{2h}{3} + \frac{2h}{3}} = \frac{h}{\frac{4}{3}} = \underline{\underline{\frac{3}{4} h}}$$



или продолжим.



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!

продолжим 5.

из подобия  $\triangle ABC \sim \triangle AKD$ .

$$\frac{KD}{x} = \frac{h}{\frac{3}{2}h} \Rightarrow \underline{KD = \frac{2}{3}x}$$

$\triangle OKD \sim \triangle OZA$ .

$$\frac{ZA}{KD} = \frac{AO}{OD} \Rightarrow ZA = KD \cdot \frac{AO}{OD} = \frac{2}{3}x \cdot \frac{(x - \frac{6}{13}h)}{\frac{6}{13}h} =$$

$$= \frac{2}{3}x \cdot \frac{(x - \frac{6}{13}h)}{\frac{6}{13}h} = \frac{2}{3} \cdot \frac{7}{6}x = \frac{7}{9}x = \underline{\underline{\frac{7}{9} \text{ см}}}$$

$\triangle ASP \sim \triangle LCP$

$$\frac{AP}{\frac{7}{9}x} = \frac{\frac{3}{2}h + \frac{3}{2}h}{\frac{3}{2}h} \Rightarrow AP = \frac{27}{9}x = \underline{\underline{12 \text{ см}}}$$

$$AS_2 = \pi \cdot 12^2 - \pi \cdot \frac{49}{9} = \pi \left( 12^2 - \frac{49}{9} \right)$$

Ответ: 1)  $27\pi$  см<sup>2</sup> 2)  $\pi \left( 12^2 - \frac{49}{9} \right)$  см<sup>2</sup>

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.

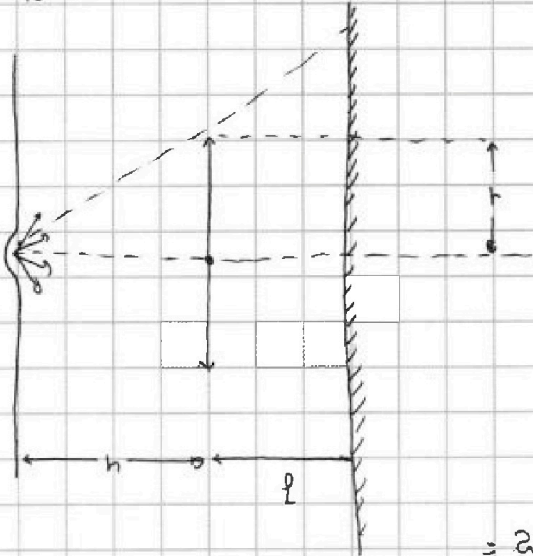
1  2  3  4  5  6  7

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!



№5.



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

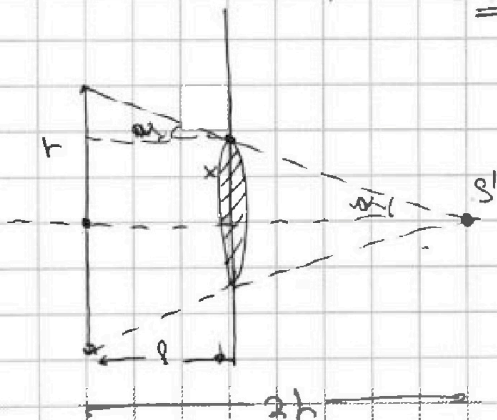
Найдем где находится  
изобр источник

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$$

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F} = \frac{h \cdot \frac{2}{3}h}{h - \frac{2}{3}h} = \frac{2}{3(1 - \frac{2}{3})} = \frac{2}{\frac{1}{3}}$$

$$= 2h$$



x - радиус круга, который  
касается оси, на зеркале.

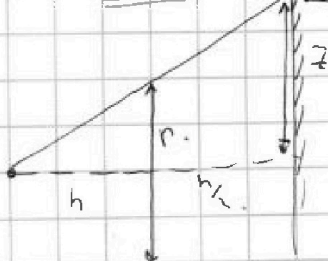
из подобия  $\Delta$ .

$$\frac{x}{h} = \frac{2h - l}{2h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{2h - l}{2h} \quad h = \frac{2x - \frac{1}{2}x}{2x} \quad r = \frac{2 - \frac{1}{2}}{2} r = \frac{3}{2} r = \frac{3}{4} h =$$

$$= 3 \text{ см} \Rightarrow S = \pi r^2 = 9\pi \text{ см}^2$$

(210)



из подобия  $\Delta$

$$\frac{z}{r} = \frac{h + \frac{h}{2}}{h} \Rightarrow z = \frac{1 + \frac{1}{2}}{1} r = \frac{3}{2} r = \frac{3}{4} h =$$

$$= 6 \text{ см}$$

см продолж



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

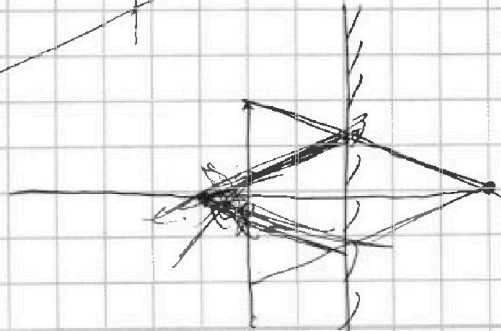
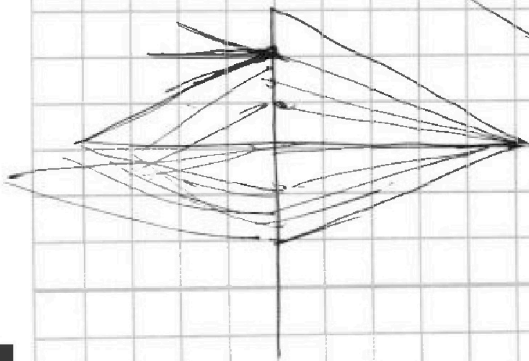
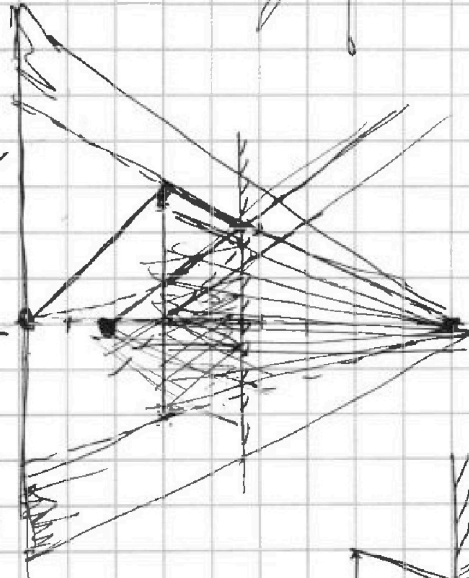
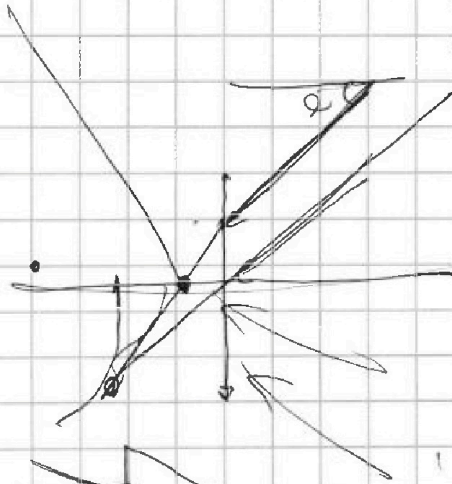
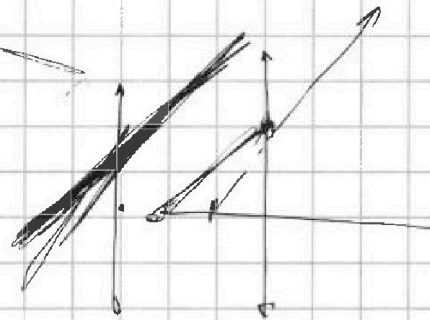
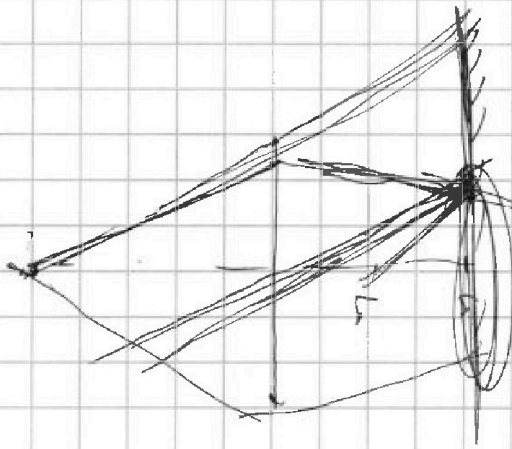
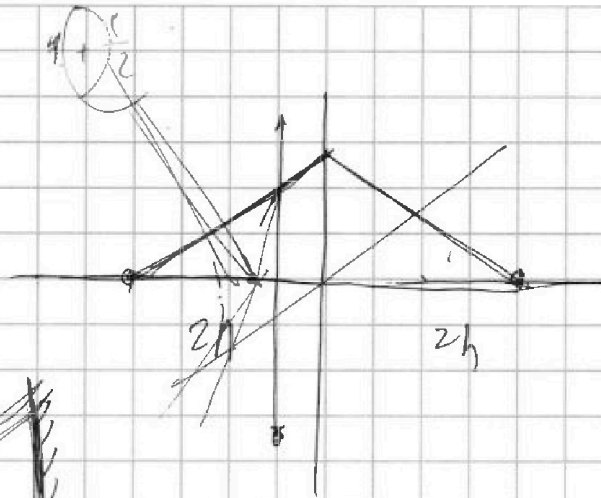
СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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!

Чернобыль

$$(r^{-1})' = -\frac{1}{r^2}$$

$$-\left(\frac{1}{r}\right)' = \frac{1}{r^2}$$



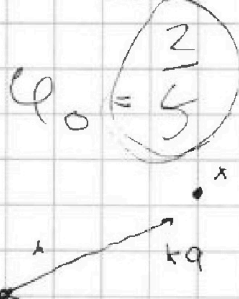
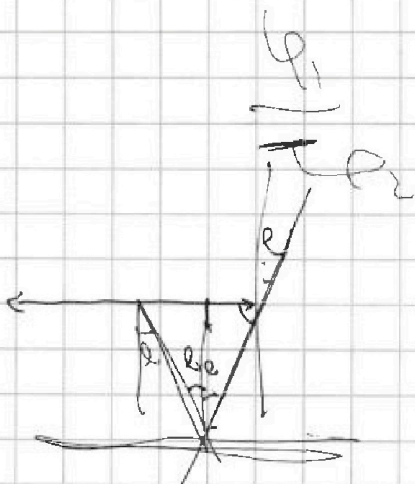
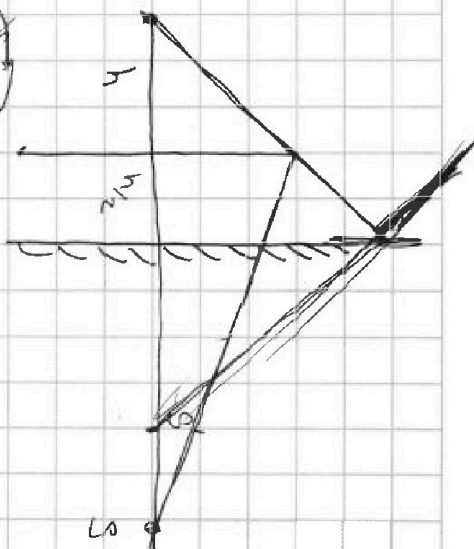
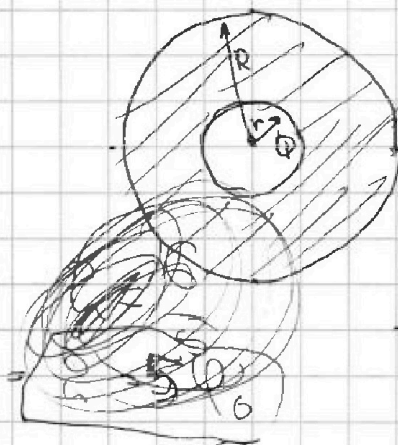
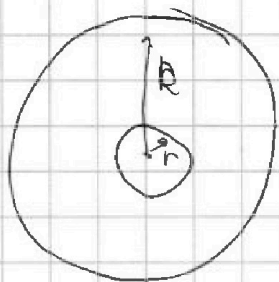
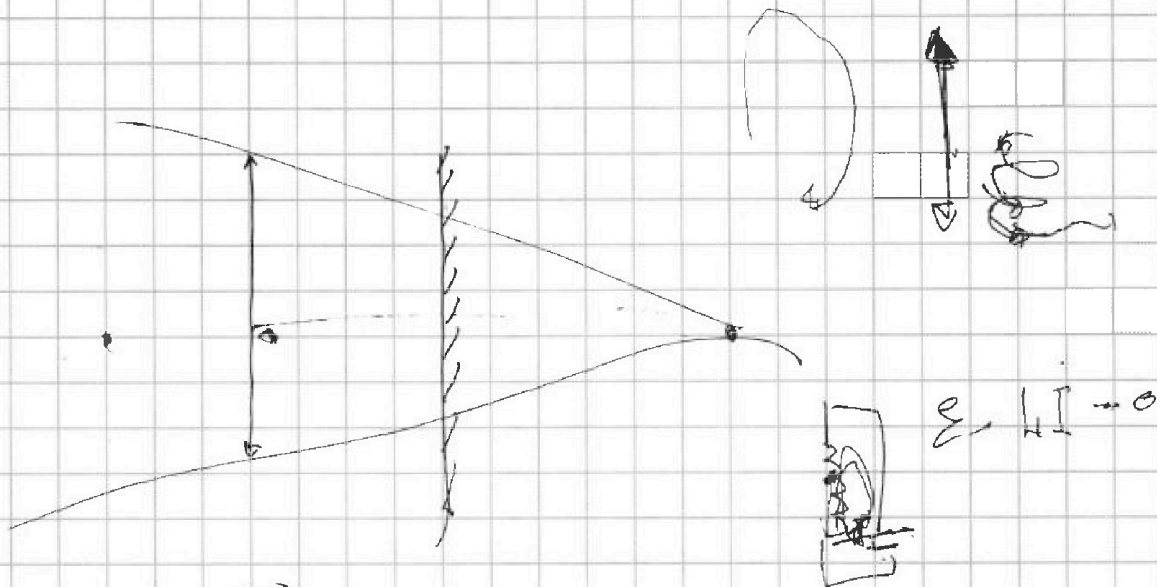


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



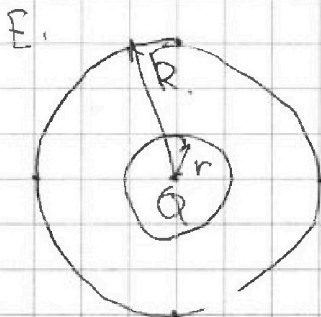
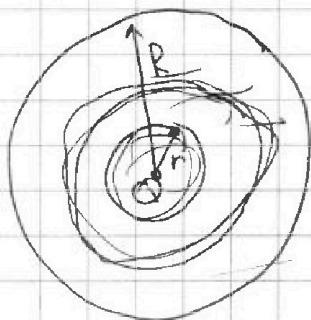


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

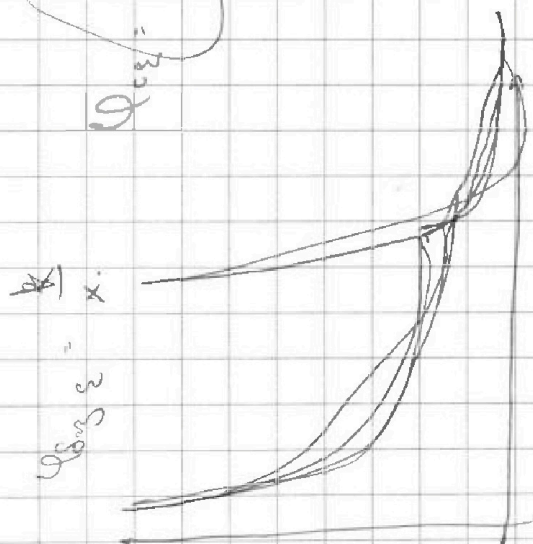
- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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



$$\varphi_{\text{св}} = \frac{v_c}{x} \varepsilon + \text{const}$$



$$\frac{v_c}{x} \varepsilon + \text{const}$$

$$\varphi_{\text{св}} = \varepsilon$$

$$\varphi = \frac{v_c}{4\pi r \varepsilon} + 4\varphi_0 = \frac{v_c}{4\pi r \varepsilon}$$

$\varphi$



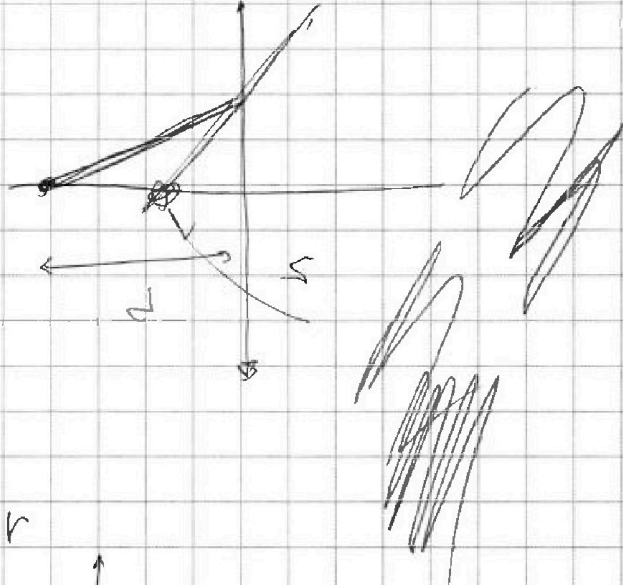
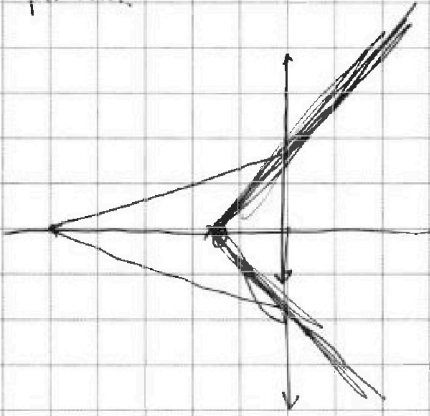
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

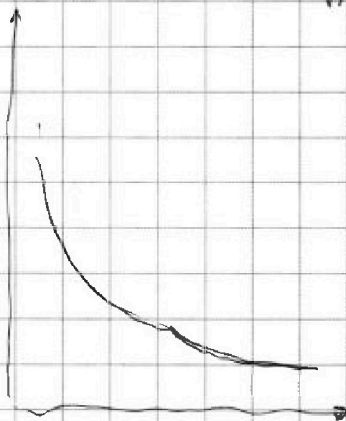
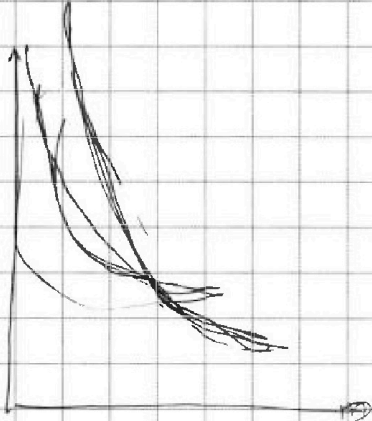
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

Черновик.



$$\varphi(r) = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r}$$



$$\varphi =$$