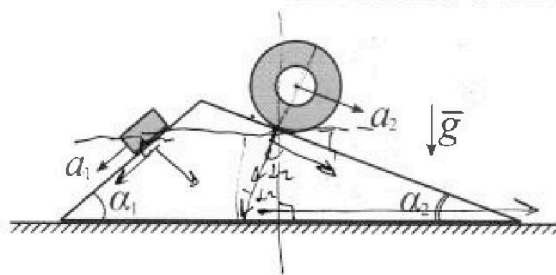


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

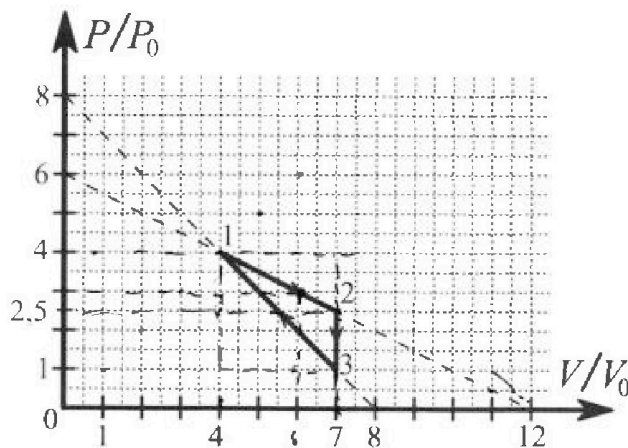
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

Каждый ответ 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.



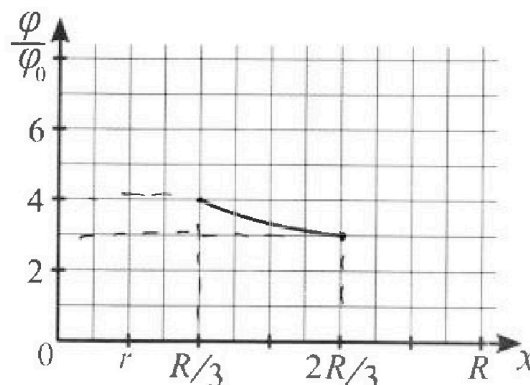
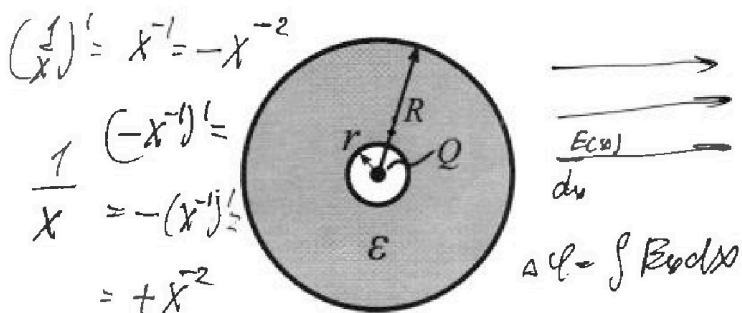
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  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  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

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



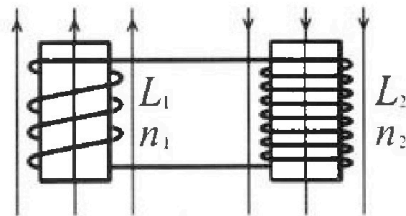
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

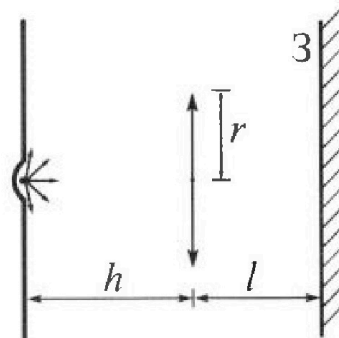


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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) 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  $B_0/2$ , 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 неосвещенной части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещенной части стены.

Ответы дайте в  $[см^2]$  в виде  $\gamma l$ , 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  
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!

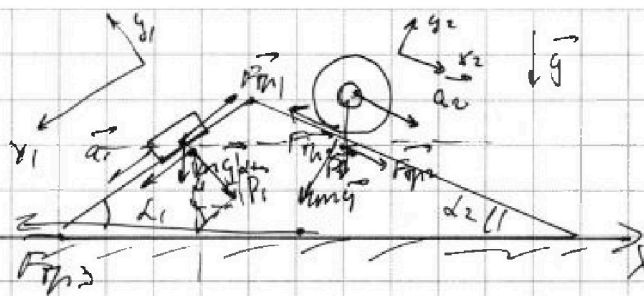


Рисунок:  
1) 2-ой 3-м Ньютона  
в проекции на

$$\text{в } OX_1: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{tr1}$$

$$\Rightarrow F_{tr1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5}{13} g$$

$$F_{tr1} = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \left( \frac{3 \cdot 13 - 25}{65} \right) = mg \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65} mg$$

Ушилки:

2) 2-ой 3-м Ньютона в проекции на  $O'X_2$ :

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_{tr2}$$

$$\Rightarrow F_{tr2} = 4mg \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 20mg \left( \frac{1}{13} - \frac{1}{24} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{20 \cdot (24 - 13)}{13 \cdot 24} = mg \cdot \frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 6} = \frac{55}{78} mg$$

$$3) P_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg; \quad P_2 = 4mg \cos \alpha_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{48}{13} mg$$

2-ой 3-м Ньютона в проекции на  $O'X$ :

$$0 = F_{tr2} \cos \alpha_2 + P_1 \sin \alpha_1 + F_{tr1} \cos \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 - F_{tr3}$$





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!

$$R_{\Sigma} F_{\Sigma} = \left( \frac{55}{13} \cdot 13^2 + \frac{48}{5} \cdot 5 - \frac{14}{65} \cdot 5 - \frac{48}{13} \cdot 13 \right) \text{ mg} =$$

$$= \left( \frac{116}{13 \cdot 13} + \frac{12}{25} - \frac{14 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{48 \cdot 5}{13 \cdot 13} \right) \text{ mg} =$$

$$= \left( \frac{12}{25} - \frac{56}{13 \cdot 25} - \frac{130}{13 \cdot 13} \right) \text{ mg} =$$

$$= \frac{12 \cdot 13^2 - 56 \cdot 13 - 130 \cdot 25}{13^2 \cdot 25} \text{ mg} = \frac{13 \cdot 12 - 56 - 10 \cdot 25}{13 \cdot 25} \text{ mg} =$$

$$= \frac{156 - 56 - 250}{13 \cdot 25} \text{ mg} = \frac{-150}{13 \cdot 25} \text{ mg}$$

$$= -\frac{6}{13} \text{ mg}$$

не угасли направления и  $F_{\Sigma}$  не равен нулю

$$F_{\Sigma} = \frac{6}{13} \text{ mg}$$

Ответ:  $F_1 = \frac{14}{65} \text{ mg}$ ;  $F_2 = \frac{55}{48} \text{ mg}$ ;  $F_3 = \frac{6}{13} \text{ mg}$





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 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!

1) Процессе 2-3 - изохорный п.к.  $V_2 = V_3 = 7V_0 = \text{const}$ ,

и-мид у-мид состоянием газа для моментов 2 и 3:

$$\begin{cases} p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 \\ V_2 = V_3 = 7V_0 \\ p_2 = 2,5p_0; p_3 = p_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2,5p_0 \cdot 7V_0 = \nu R T_2 \\ p_0 \cdot 7V_0 = \nu R T_3 \end{cases}$$

$$\Delta T = \frac{2,5p_0 \cdot 7V_0 - p_0 \cdot 7V_0}{\nu R} = \frac{1,5p_0 \cdot 7V_0}{\nu R} = \frac{10,5p_0 V_0}{\nu R}$$

$$= \frac{3 \cdot 21}{4} = \frac{63}{4}$$

$$\Rightarrow |\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (2,5p_0 \cdot 7V_0 - p_0 \cdot 7V_0) = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

Работа за цикл равна (численно) площади под графиком  $p(V)$ , и-мид

$$A = \frac{(4p_0 - p_0) \cdot (7V_0 - 4V_0)}{2} - \frac{(4p_0 - 2,5p_0) \cdot (7V_0 - 4V_0)}{2} =$$

$$= \frac{3p_0 \cdot 3V_0 - 1,5p_0 \cdot 3V_0}{2} = \frac{3p_0 V_0 - 4,5p_0 V_0}{2} = \frac{1,5}{2} p_0 V_0 =$$

$$= 2,25 p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{\frac{63}{4} p_0 V_0}{2,25 p_0 V_0} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{45}{20}} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{9}{4}} = \frac{63}{9} = 7$$

2) 3-мид состоянием изохорного газа для 1 и 2:

$$\begin{cases} p_0 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 16p_0 V_0 = \nu R T_1 \\ 14,5p_0 V_0 = \nu R T_2 \end{cases}$$



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!

$$\tau_1 = 16 \frac{p_0 V_0}{\nu R} \quad \tau_2 = 17,5 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

Рассмотрим зависимость  $p(V)$  в процессе 1-2  
 $p(V)$ -график

$$p = \frac{\nu R}{V} T \text{ — из } \gamma\text{-ного состояния газа}$$

$p = k_2 V^{\alpha} + \beta V$ , где  $\alpha$  — коэффициент при  $V$  (температура или константа);  $\beta$  — свобод. коэффициент.

$$\alpha = -\frac{4,5 p_0}{3 V_0} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \text{ — следует из графика}$$

$$p = k_2 V_0^{\alpha} - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V ; \beta = 6 p_0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} p = 6 p_0 - \frac{1}{2} p_0 \cdot \frac{V}{V_0} \\ p = \frac{\nu R}{V} T \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu R}{V} T = 6 p_0 - \frac{1}{2} p_0 \cdot \frac{V}{V_0} \quad | \cdot V$$

$$\nu R T = 6 p_0 V - \frac{1}{2} p_0 \frac{V^2}{V_0}$$

$$T(V) = \frac{6 p_0 V}{\nu R} - \frac{1}{2} \frac{p_0}{\nu R} \cdot \frac{V^2}{V_0} \text{ — зависимость температуры}$$

от объема в 1-2

Найти  $T_m$  или  $T = T_m$  или  $T'(V) = 0$

$$\Rightarrow \frac{6 p_0}{\nu R} - \frac{1}{\nu R} \frac{p_0}{V_0} V_m = 0 \Rightarrow V_m = 6 V_0 \text{ — объем, при}$$



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!

которым  $\Gamma$  в процессе 1-2 максимизирует

$$\text{или-но } \Gamma_{\max} = \Gamma(V_m) = \frac{6p_0}{\sqrt{R}} \cdot 6V_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{\sqrt{R}} \cdot \frac{(6V_0)^2}{V_0} =$$

$$= 18 \cdot \frac{p_0 V_0}{\sqrt{R}} \quad \Gamma_1 = 16 \frac{p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$\Rightarrow \frac{\Gamma_{\max}}{V_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3) Контракт КТД

$$\eta = \frac{4}{9^+} ; \quad A = 2,24 p_0 V_0$$

$9^+$  - наибольшее значение функции

в процессе 2-3 фермо только сбавится

$\eta_3$  у-нее оставшимися за счет 3:

$$p_0 \cdot 4V_0 = \sqrt{R} \Gamma_3 \Rightarrow \Gamma_3 = \frac{4 p_0 V_0}{\sqrt{R}}$$

$$\Rightarrow \Delta U_{13} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (\Gamma_1 - \Gamma_3) = \frac{3}{2} \sqrt{R} (16 - 4) \cdot \frac{p_0 V_0}{\sqrt{R}} = 2 \cdot 9 p_0 V_0 =$$

$$= \frac{24}{2} p_0 V_0$$

$$A_{13} = - \frac{p_0 + 4p_0}{2} \cdot 3V_0 = - \frac{5}{2} p_0 V_0 \Rightarrow Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} =$$

$$= \frac{12}{2} p_0 V_0 = 6 p_0 V_0 > 0 \sim \text{из т-ва}$$

начало фермо динамики





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!

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{17,5 p_0 V_0}{\nu R} - \frac{16 p_0 V_0}{\nu R} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{4} p_0 V_0 = 2,25 p_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{2,5 p_0 + 4 p_0}{2} \cdot 3 V_0 = \frac{6,5 p_0}{2} \cdot 3 V_0 = 9,75 p_0 V_0$$

$$\rightarrow Q_{12} = 2,25 p_0 V_0 + 9,75 p_0 V_0 = 12 p_0 V_0 > 0$$

$$\rightarrow \eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{A}{Q_{12} + Q_{13}} = \frac{2,25}{12 + 6} = \frac{2,25}{18} = \frac{1}{8} =$$

$$= \frac{1}{8} = \frac{1}{2 \cdot 4} = \frac{1}{8} = 0,125 = 12,5\%$$

Ответ: 1)  $\nu = 4$ ; 2)  $\frac{1}{8}$  3)  $12,5\%$

$$\begin{array}{r} \times 6,5 \\ \hline 19,5 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \frac{19,5}{12} \\ \hline 1,625 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 9,75 \\ 9,75 \\ \hline 19,50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 90 \overline{) 12,25} \\ \underline{90} \phantom{00} \\ 30 \phantom{00} \\ \underline{30} \phantom{00} \\ 0 \phantom{00} \\ \hline \end{array}$$

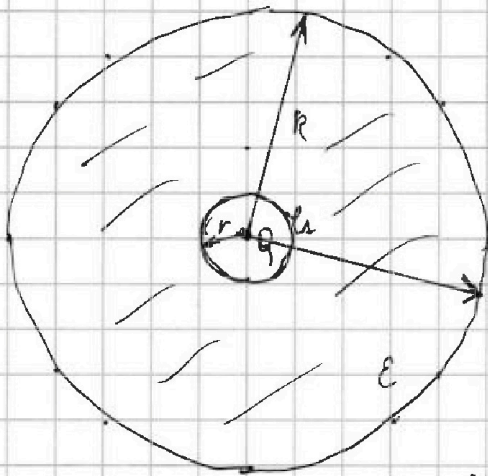
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



1) Из условия задачи

Тогда, создавая поле точечным зарядом  $Q$  на  $r$ -милл  $x$  от него:

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}; \text{ В диэлектрике}$$

напряженность поле увеличивается в  $\epsilon$  раз:

$$E_\epsilon(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}. \text{ Потенциал на границе}$$

результате полости и диэлектрика  $\varphi_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = \int_r^R E_\epsilon(x) dx - \text{т.к. поле не однородно}$$

$$\Delta\varphi = \int_r^R \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} dx = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \int_r^R \frac{dx}{x^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left[ -\frac{1}{x} \right]_r^R$$

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

$$-(\varphi_x - \varphi_A) = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \Rightarrow \varphi_x = \varphi_A + \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{\epsilon r} + \frac{1}{\epsilon R} \right)$$

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

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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

2) Из графика заметим, что  $v = \frac{R}{6}$

$$4\varphi_0 = \varphi_A + \int_{\frac{R}{6}}^{\frac{R}{3}} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx$$

$$3\varphi_0 = \varphi_A + \int_{\frac{R}{6}}^{\frac{2R}{3}} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx$$

$$\begin{cases} 4\varphi_0 = \varphi_A + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{3}{R} \right) & ; & \begin{cases} 4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6}{R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{3}{R} \right) \\ 3\varphi_0 = \varphi_A + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{3}{2R} \right) & ; & \begin{cases} 3\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6}{R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{3}{2R} \right) \end{cases} \end{cases} \end{cases}$$

$\Rightarrow$  поделим  $y$ -мем:

$$\frac{4}{3} = \frac{6 + \epsilon(6-3)}{6 + \epsilon \left( 6 - \frac{3}{2} \right)} \Rightarrow \frac{4}{3} \left( 6 + \epsilon \cdot \frac{1}{2} \right) = 6 + \epsilon \cdot 3$$

$$8 + \epsilon \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} = 6 + \epsilon \cdot 3 \Rightarrow \cancel{2} = \cancel{2} + \epsilon$$

$$\cancel{2} = 2 = \frac{6}{\epsilon} - \frac{3}{\epsilon} \Rightarrow 2 = \frac{3}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = \frac{3}{2} = 1,5$$

Ответ:  $\epsilon = 1,5$





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 1

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

1) по 3-му выражению:

$$\xi_{\text{mag}} = - \frac{\Delta P}{\Delta t}; \quad |\xi_{\text{mag}}| = \frac{d(BS_i)}{dt} = \frac{dB}{dt} S_i = n dS$$

возникает в той катушке, с.к. во второй по просекции ни изменения  $B_i$ , ни сужм.  $S_i$

с другой стороны

$$\xi_{\text{mag}} = L_i \left( \frac{dI}{dt} \right); \quad L_2 = L + 4L = 5L \text{ - по цепочке.}$$

следовательно

$$\Rightarrow n dS = 5L \left( \frac{dI}{dt} \right) \Rightarrow \left( \frac{dI}{dt} \right) = I' = \frac{n dS}{5L}$$

2)

~~По 3-му выражению магнитного потока~~

$$|\xi_{\text{mag}}| = 5L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$|\xi_{\text{mag}}| = \frac{d(BS)}{dt} \Rightarrow 5L dI = d(BS)$$

$$\Rightarrow 5L (I - 0) = \left( B_0 - \frac{B_0}{2} \right) nS + \left( 2B_0 - \frac{2B_0}{3} \right) 2nS$$

$$5L I = \frac{B_0}{2} nS + \frac{4}{3} B_0 \cdot 2nS$$

$$\frac{1}{2} + \frac{8}{3} =$$

$$I = nS \cdot 5L \left( \frac{1}{2} + \frac{8}{3} \right) = I = \frac{19}{30} \frac{B_0 nS}{L} = \frac{3}{6} + \frac{16}{6} = \frac{19}{6}$$

Ответ: 1)  $I' = \frac{n dS}{5L}$ ; 2)  $I = \frac{19}{30} \frac{B_0 nS}{L}$

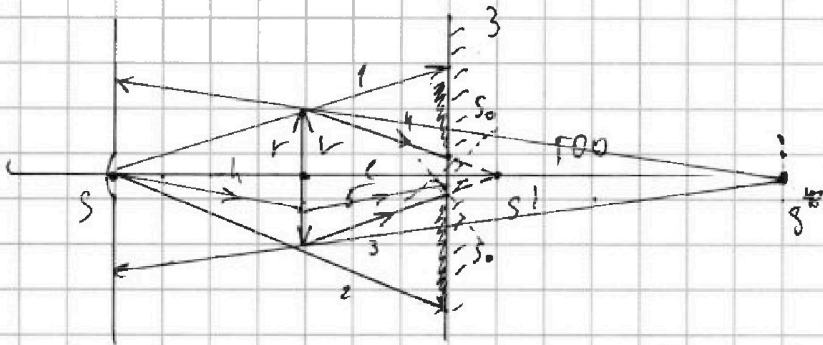


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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



1) Формула тонкой линзы:

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

$$\Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{h}$$

$\Rightarrow b = h$ ; заметим, что  $b = h > l$ , т.е.

$b = \frac{2}{3}h$ , т.е. мы имеем источник S (многолучный

его  $S'$ ) situated за зеркалом 3. Построим

лучи через линзу. Лучи 1 и 2 пройдут

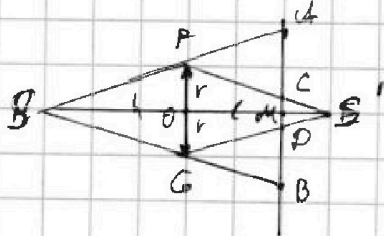
прямо через линзу. Лучи 3 и 4

определяют границу области

лучей — часть лучей того луча

благодаря симметрии (S на  $FOO$  расположена)

$S = 2S_0$ . Сделаем выносной чертеж



$\triangle SAB \sim \triangle SFG$

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

$$\frac{h}{h+l} = \frac{AB}{AB} \Rightarrow AB = 2r \cdot \frac{h+l}{h} = 2r \cdot \frac{5}{3}$$

$$\triangle CDS' \sim \triangle FS'G \Rightarrow FG = OS'$$

и-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  
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!

$$\frac{CD}{2r} = \frac{h-e}{h} \Rightarrow CD = 2r \cdot \frac{h-e}{h} = 2r \cdot \frac{1}{3}$$

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

$$AC = BD = \frac{AB - CD}{2} = \frac{2r \cdot \frac{5}{3} - 2r \cdot \frac{1}{3}}{2} = r \left( \frac{4}{3} \right) = \frac{4}{3}r$$

$$\Rightarrow AC = 4 \text{ см}$$

$$\rightarrow S = \frac{\pi \cdot AB^2}{4} - \frac{\pi \cdot CD^2}{4} = \frac{\pi}{4} \left( \left( 2r \cdot \frac{5}{3} \right)^2 - \left( 2r \cdot \frac{1}{3} \right)^2 \right)$$



$$S = \frac{\pi}{4} \cdot 4r^2 \left( \left( \frac{5}{3} \right)^2 - \left( \frac{1}{3} \right)^2 \right) = \frac{\pi}{4} \cdot 4r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \pi r^2$$

$$= \pi \cdot 9 \cdot \frac{24}{9} = 24\pi$$

2) Г.К. лучи всё же попадают на зеркало  
отражаясь от него в ~~зеркало~~  $S^*$   
или рисунок 1). Если  $S'$  построить излучаю  
в той же точке где и  $S$ , то по свойствам  
отражения определит лишь  $S^*$

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = F \Rightarrow \frac{1}{b_1} = F - \frac{1}{a_1}; a_1 = h + 2h = 3h, \text{ что}$$

следует из правила построения луча  
в зеркале





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

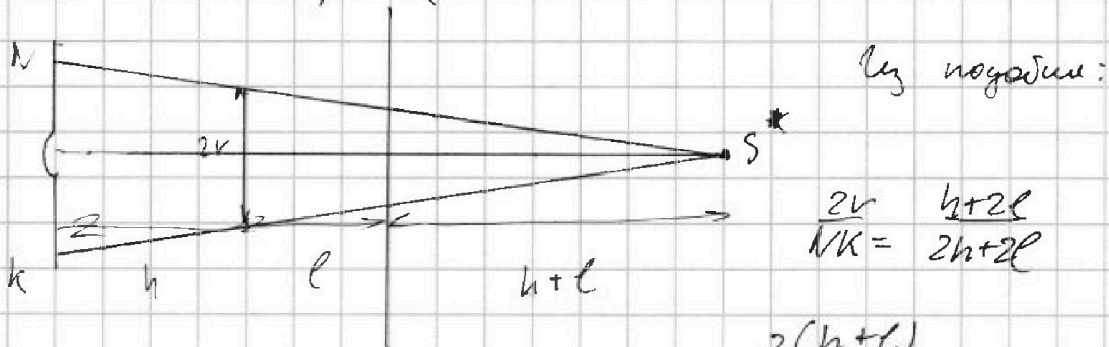
СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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!

$$\Rightarrow S_1 = \frac{2}{h} - \frac{3}{4h} = \frac{1}{h} \left( 2 - \frac{3}{4} \right) = \frac{5}{4h} = \frac{5 \cdot 6}{4 \cdot 3} = \frac{5}{2}$$

$$\Rightarrow S_1 = \frac{5}{4} h > h, \text{ а-то можно будет!}$$

выясним способ подсчета:



$$NK = 2r \cdot \frac{2(h+l)}{h+2l} \Rightarrow NK = 2r \cdot \frac{2(1+\frac{2}{3})}{1+\frac{4}{3}} = 2r \cdot \frac{2 \cdot \frac{5}{3}}{\frac{7}{3}} = \frac{10}{7} \cdot 2r = \frac{20}{7} r = \frac{60}{7} \text{ см}$$

$$\Rightarrow S_1 = \frac{\pi \cdot \left( \frac{60}{7} \right)^2}{24} = \frac{\pi \cdot 3600}{4 \cdot 49} = \frac{900}{49} \pi$$



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!

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{13} = mg \cdot \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65} mg$$

$$F_2 = 4mg \cdot \frac{5}{13} - 4m \cdot \frac{5}{24} = 4mg \left( \frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{20^5 (24 - 13)}{13 \cdot 24} = \frac{55}{78} mg$$

$$F_{\text{пр3}} = (F_{\text{пр1}} \cos \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2 - F_{\text{пр2}} \cos \alpha_2 - P_1 \sin \alpha_1)$$

$$F_{\text{пр3}} = mg \left( \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{25}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right) =$$

$$= \left( \frac{56}{13 \cdot 25} + \frac{48 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{110}{13 \cdot 13} - \frac{12}{25} \right) =$$

$$P_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$= \frac{56 \cdot 13 + \frac{130 \cdot 25}{13} - 12 \cdot 13 \cdot 13}{13^2 \cdot 25}$$

$$P_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{48}{13} mg$$

$$= \frac{56 + 250 - 12 \cdot 13}{13 \cdot 25} = \frac{250 - 100}{13 \cdot 25} =$$

$$\frac{6}{13} mg$$

$$\frac{240}{13}$$

$$\frac{156}{13}$$

$$\frac{6}{13}$$

$$\frac{156}{13 \cdot 25}$$

$$\frac{3}{25}$$



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!

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{dB_S}{dt} \Rightarrow L dI = d(B_S)$$

$$dI = \frac{dB_S}{L}$$

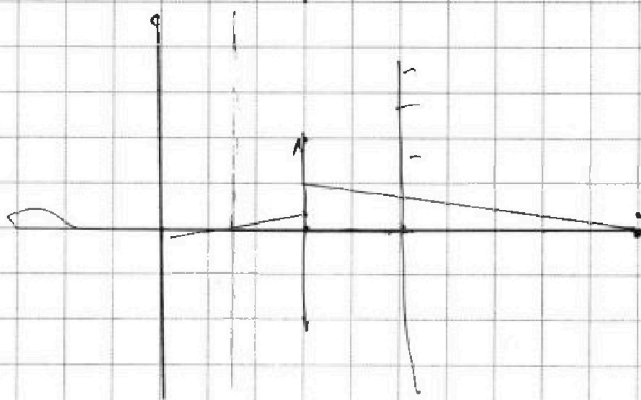
$$\Delta I = \frac{B_{00} \Delta S}{L} \quad 2 \frac{1}{3} B_{00} S$$

$$5L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{dB_S}{\Delta t}$$

$$5L \Delta I = d(B_S) = dB_S + dS_B$$

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

$$\frac{1}{L} = \frac{2}{h} - \frac{1}{\left(\frac{h}{2} + 1\right)h} \quad ; \quad \frac{1}{L} = \frac{1}{h} \left(2 - \frac{2}{h}\right)$$





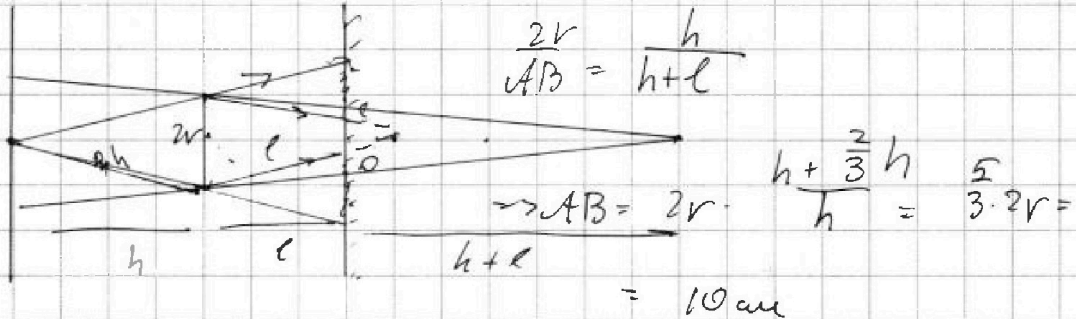


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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



$$\frac{CD}{2r} = \frac{h-l}{h} \Rightarrow CD = 2r \cdot \frac{l - \frac{2}{3}l}{h} = 2r \cdot \frac{1}{3} = 2 \text{ см}$$

$$\Rightarrow S = \frac{\pi \cdot 100}{4} - \frac{\pi \cdot 4}{4} = 25\pi - \pi = 24\pi$$

$$\frac{h+2l}{2h+2l} = \frac{2r}{d} \Rightarrow d = 2r \cdot \frac{2(h+l)}{h+2l}$$

$$d = 6 \cdot \frac{2(1 + \frac{2}{3})}{1 + \frac{4}{3}} = \frac{2(\frac{5}{3})}{\frac{7}{3}} = \frac{10}{7} \cdot 6$$

$$\frac{16}{7} \cdot \frac{60}{7} \Rightarrow S = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{3600}{49} = \frac{900\pi}{49}$$



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!

$$3) \eta = \frac{1}{9}$$

$$Q_{12} = \frac{2,5 p_0 + 4 p_0}{2} \cdot 3 V_0 = \frac{6,5}{2} \cdot 3 p_0 V_0 = 9,75 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (2,5 \cdot 7 - 16) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot (17,5 - 16) = \left(\frac{3}{2}\right) \cdot 1,5 = 2,25$$

$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{9}{4} + 9,75 = 2,25 + 9,75 = 12 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (16 - 7) = \frac{27}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{13} = - \frac{15}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{13} = \frac{12}{2} p_0 V_0 = 6 p_0 V_0$$

$$\Rightarrow Q^+ = 18 p_0 V_0$$

$$A = \frac{9}{4} \Rightarrow \frac{\frac{9}{4}}{18} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$\begin{array}{r} 6,5 \\ + 6,5 \\ \hline 13 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19,5 \\ - 18 \\ \hline 1,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9,75 \\ + 9,75 \\ \hline 19,50 \end{array}$$

$$4 \cdot 3 = 12$$

$$12 - 9,5 =$$

$$= 2,5 = \frac{25}{10} =$$

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





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ 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!

$A =$

$$3 \frac{P_0}{2} = 3 V_0 = 4,5 P_0 V_0$$

$$3 V_0 \cdot \frac{1,5 P_0}{2} = \frac{4,5 P_0 V_0}{2} \Rightarrow A = \frac{4,5 P_0 V_0}{2} + 2,25$$

$$\begin{array}{r} 4,5 \sqrt{2} \\ - 2,25 \\ \hline 2,25 \\ - 2,25 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$2 P_0 = \frac{3}{2} V R \Delta T$$

$$4 V_0 P_0 = V R \sqrt{3} \Rightarrow \sqrt{3} = 4 V_0$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{3}{2} \cdot 10,5 P_0 V_0$$

$$4 V_0 \cdot 2,5 P_0 = V R \sqrt{2} = 17,5 V_0$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{105}{10} = \frac{3}{2} \cdot \frac{21}{2} = \frac{63}{4}$$

$$\begin{aligned} 4 \cdot 2,5 &= \\ = 6 \cdot 25 + 25 & \\ = 80 + 100 + 25 & \\ = 2145 & \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{9}{4}}{\frac{63}{4}} = \frac{63}{9} = 7 \quad \checkmark$$

2)

$$P = \frac{V R}{V \sqrt{3}}$$

$$P = 6 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V \Rightarrow \frac{V R}{V \sqrt{3}} = 6 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V \cdot V$$

$$\Rightarrow \sqrt{3} = \frac{6 P_0 V}{V R} - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2$$

$$\frac{6 P_0}{V R} - \frac{P_0}{V_0 V} = 0 \Rightarrow \frac{P_0 V}{V_0} = \frac{6 P_0}{V R} \Rightarrow V = 6 V_0$$

$$\Rightarrow \sqrt{3} = \frac{36 P_0 V_0}{V R} - \frac{36 P_0 V_0}{2 V \cdot V} = \frac{36}{2} = 18 \quad \checkmark$$





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!

