



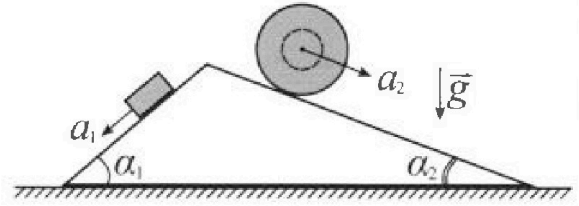
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (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.

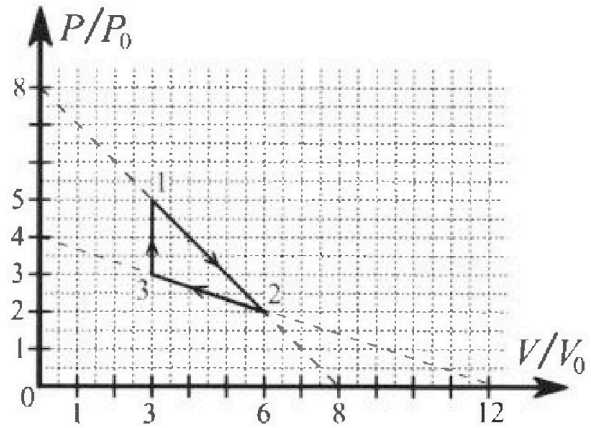


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

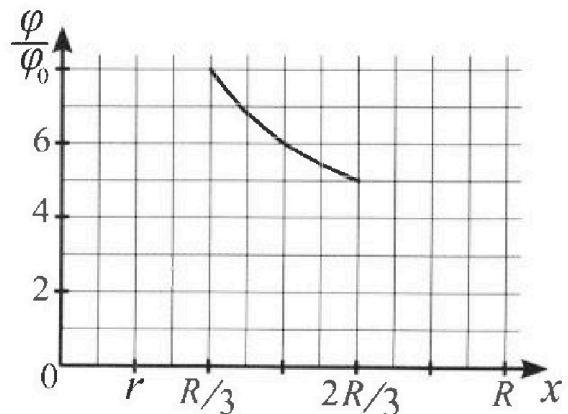
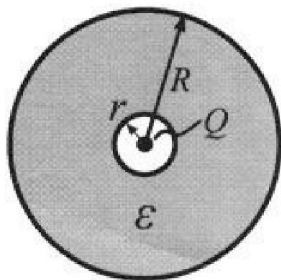
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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.

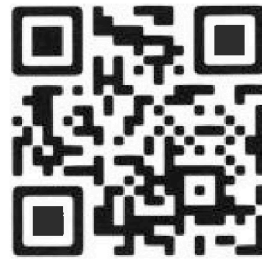
- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



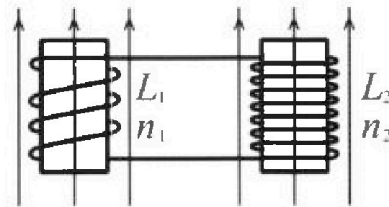
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

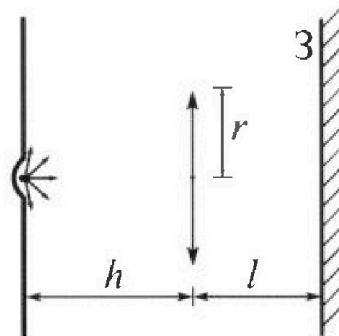


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале 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  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , 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  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  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  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.





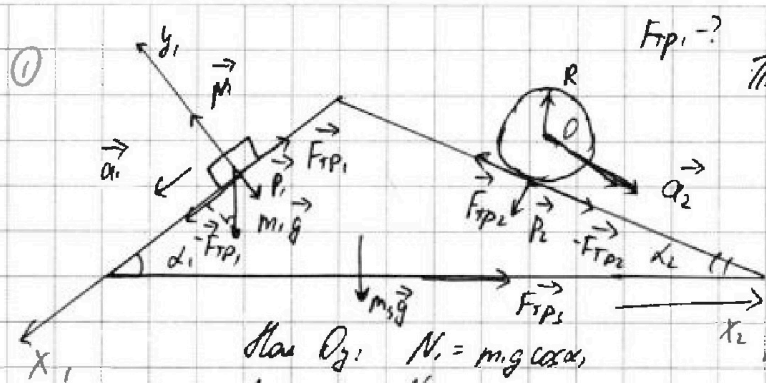
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

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!



По II закону Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{Tp1} = m\vec{a}_1$$

В проекции на  $Ox_1$ :

$$m\vec{g} \sin \alpha_1 - F_{Tp1} = m\vec{a}_1$$

На  $Oy_1$ :  $N_1 = m\vec{g} \cos \alpha_1$

Аналогично:  $N_2 = m\vec{g} \cos \alpha_2$

$$F_{Tp1} = m\vec{g} \sin \alpha_1 - m\vec{a}_1 = mg \cdot \frac{1}{5} - m \cdot \frac{7}{17}g = mg \left( \frac{1}{5} - \frac{7}{17} \right)$$

$$F_{Tp1} = mg \frac{51 - 55}{85} = mg \cdot \frac{16}{85}$$

② Движение без проскальзывания: шар вращается вокруг оси  $O$  с тем же угловым ускорением

Динамика вращательного движения (рассмотрим относительно  $O$ ):

$$M = I \cdot \epsilon, \text{ где } I = M I = mR^2 = 5mR^2 - \text{момент инерции}$$

$$M = F_{Tp2} \cdot R; \quad \epsilon = \frac{a_2}{R} - \text{угловое ускорение}$$

момент действующий сил

$$F_{Tp2} R = 5mR^2 \cdot \frac{8g}{25R}; \quad F_{Tp2} = \frac{8}{5} mg$$

③ По II закону Ньютона:  $\vec{P}_1 - \vec{F}_{Tp1} + \vec{P}_2 - \vec{F}_{Tp2} + m\vec{g} + \vec{F}_{Tp3} = 0$

А по III закону Ньютона  $\vec{P}_{1(2)} = -\vec{N}_{1(2)}$

В проекции на  $Ox_2$ :  $F_{Tp3} - m\vec{g} \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - F_{Tp1} \cos \alpha_1 - m\vec{g} \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + F_{Tp2} \cos \alpha_2 + F_{Tp3} = 0$

$$F_{Tp3} = mg \left( \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{5} - \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - 5 \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + \frac{8}{5} \cdot \frac{15}{17} \right)$$

Ответ:  $F_{Tp1} = \frac{16}{85} mg$ ;  $F_{Tp2} = \frac{8}{5} mg$ ;  $F_{Tp3} = mg \left( \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{5 \cdot 15 \cdot 8}{17^2} + \frac{16}{25} - \frac{8 \cdot 15}{17} \right)$



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  
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!

$$A_{23} = \frac{1}{2} (2p_0 + sp_0) (6V_0 - 5V_0) = \frac{15}{2} p_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{1}{2} (p_1 V_3 - p_2 V_2) = \frac{1}{2} (9 - 12) p_0 V_0 = -\frac{3}{2} p_0 V_0$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{6}{2} p_0 V_0 = 3 p_0 V_0$$

3-1:  $A_{31} = 0$  - изохора

$$\Delta U_{31} = \frac{1}{2} (p_3 V_4 - p_2 V_3) = \frac{1}{2} (15 - 9) p_0 V_0 = 3 p_0 V_0$$

$$\Delta Q_{31} = \Delta U_{31} = 3 p_0 V_0$$

$$Q = \frac{23}{2} \left( \frac{25-15}{2 \cdot 49} + \frac{16}{7} - \frac{40}{7} - 15 + 12 \right) p_0 V_0$$

$$A_{\text{тр}} \eta = \frac{\frac{23 \cdot 15}{2 \cdot 49} + \frac{16 \cdot 40}{49} - 3}{3}$$

Ответ: а)  $\frac{4}{3}$  б)  $\frac{4}{3}$  в)  $\eta = \frac{\frac{23 \cdot 15}{2 \cdot 49} + \frac{16 \cdot 40}{49} - 3}{3}$





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!

~~Задача~~ модуль приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1:

①  $|\Delta U_{31}| = \frac{i}{2} \nu R |T_1 - T_3|$ , где  $i=3$  - одноатомный газ

Уравнение Менделеева-Клапейрона:  $p_i V_i = \nu R T_i$   $\nu$  - количество вещества газа

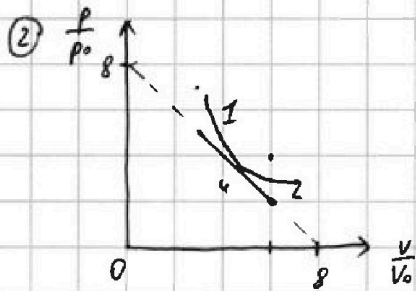
$|\Delta U_{31}| = \frac{i}{2} |p_1 V_1 - p_2 V_2|$   $p_1 = 5p_0$ ;  $p_2 = 3p_0$ ;  $V_1 = 3V_0$ ;  $V_2 = 3V_0$

$|\Delta U_{31}| = \frac{i}{2} |5p_0 V_0 - 3p_0 V_0| = 9 p_0 V_0$

Работа газа за цикл равна площади ограниченной трапецией:

$A_{\text{г}} = \frac{1}{2} \cdot 3V_0 \cdot 2p_0 = 3p_0 V_0$

$\frac{|\Delta U_{31}|}{A_{\text{г}}} = 3$



Из метода касаний следует, что максимальная температура в процессе 1-2 будет в точке 4, где прямая 1-2 является касательной к кривой из данного семейства кривых

Уравнение кривой:  $p = \frac{\alpha}{V}$ , где  $\alpha = \text{const}$

$\frac{p}{p_0} = \frac{\alpha V_0}{p_0 V_0 V} = \frac{\beta}{\frac{V}{V_0}}$ , где  $\beta = \text{const}$

Уравнение прямой 1-2:  $\frac{p}{p_0} = -\frac{V}{V_0} + 8$

Пусть  $\frac{p}{p_0} = y$ ;  $\frac{V}{V_0} = x$ :

$y = \frac{\beta}{x}$   
 $y = -x + 8$

Поскольку  $y = -x + 8$  - касательная:  $\left(\frac{\beta}{x}\right)' = (-x + 8)'$   
 $-\frac{\beta}{x^2} = -1 \Rightarrow \beta = x^2$

$\frac{\beta}{x} = -x + 8$   $x = -x + 8$   $2x = 8$   $x = 4$   $y = 4$

Получается, что в процессе 1-2 максимальная температура будет достигнута в точке  $(4 \frac{V}{V_0}; 4 \frac{p}{p_0})$

Тогда из уравнения Менделеева-Клапейрона исходное отношение:

$\frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{5p_0 \cdot 3V_0}{3p_0 \cdot 6V_0} = \frac{15}{12} = \frac{5}{4}$



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!

③ КПД цикла:  $\eta = \frac{A_{12}}{Q^+}$ , где  $Q^+$  - тепло, полученное газом за цикл

1-2: Нагрев массы, в которой масса 1-2 является касательной к эллипсу

Уравнение эллипса:  $p = \frac{c}{V^\alpha}$ , где  $\alpha = \frac{1+2}{2} = \frac{5}{2}$   
 $k; c = \text{const}$   
 $\frac{p}{p_0} = \frac{c V_0^{-\alpha}}{p_0 V^{-\alpha}} = \frac{k}{(\frac{V}{V_0})^\alpha}$

Аналогично  $(\frac{k}{x^\alpha})' = (-x+8)'$   
 $k \cdot (-\alpha) \cdot x^{-(\alpha+1)} = -1$   
 $k = \frac{x^{\alpha+1}}{\alpha}$

$\frac{k}{x^\alpha} = -x+8$      $\frac{x}{\alpha} = -x+8$   
 $x \frac{\alpha+1}{\alpha} = 8$      $x = \frac{8\alpha}{\alpha+1} = \frac{2 \cdot 10}{2} = \frac{40}{2}$      $y = -\frac{40}{2} + \frac{56}{2} = \frac{16}{2}$

Значит, газ нагрел тело, сминувшись от  $V_1 = 5V_0$  до  $V_2 = \frac{40}{2} V_0$

$\Delta Q_{12} = A + \Delta U_{12}$  - I начало термодинамики

$A'_{12} = \frac{1}{2} (p_1 + \frac{16}{7} p_0) (\frac{40}{2} V_0 - 5V_0) = \frac{1}{2} \frac{23}{7} p_0 \cdot \frac{10}{2} V_0 = \frac{23 \cdot 19}{2 \cdot 49} p_0 V_0$  - работа газа за это время касательство к эллипсу, полученное газом за цикл в процессе 1-2

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_1 V_1 - p_2 V_2) = (\frac{16}{7} p_0 \cdot \frac{40}{2} V_0 - 15 p_0 V_0)$

$\Delta Q_{12} = (\frac{23 \cdot 19}{2 \cdot 49} + \frac{16}{7} \cdot \frac{40}{2} - 15) p_0 V_0$

2-3: Аналогично

$y = \frac{k}{x^\alpha}$      $k(-\alpha)x^{-(\alpha+1)} = -\frac{1}{3}$      $k = \frac{x^{\alpha+1}}{3\alpha}$   
 $y = -\frac{1}{3}x + 4$

$\frac{x}{3\alpha} = -\frac{1}{3}x + 4$      $4 = \frac{1+\alpha}{3\alpha} x$      $x = \frac{14\alpha}{1+\alpha} = \frac{2 \cdot 10}{2} = \frac{60}{2} > 6$

Значит, в течение процесса 2-3 газ нагрел или охладил тело в течение времени





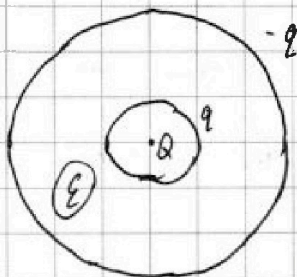
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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) Дано:  $\epsilon$ ;  $R$ ;  $Q$ ;  $E$ . Найти:  $\varphi(\frac{3}{4}R)$



На внутренней поверхности диэлектрика  
наблюдается заряд  $q$  (противоположного  
знака с  $Q$ )

А на внешней поверхности:  $-q$

$E_0$  - поле от  $Q$   $E_p$  - поле от  $q$   
 $\frac{E_0}{\epsilon} = E_0 - E_p$   $(-q)$  не создаёт поле внутри диэлектрика

~~$\frac{kQ}{\epsilon r^2} = kQ$~~   $E_p = \frac{q}{\epsilon x^2}$ ;  $\frac{kq}{x^2} = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} k \frac{Q}{x^2} \Rightarrow q = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} Q$

$$\varphi(x) = kQ \cdot \frac{1}{x} + k \frac{q}{x} = kQ \left( \frac{1}{x} - \frac{\epsilon-1}{\epsilon x} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = kQ \cdot \frac{1}{R} \left( \frac{4}{3} - \frac{4\epsilon-4}{3\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{4\epsilon-4\epsilon+4+3\epsilon-3}{3\epsilon}$$

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{kQ}{R} \cdot \frac{3\epsilon+1}{3\epsilon}$$

2)  $\varphi\left(\frac{R}{5}\right) = 8\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left( 5 - \frac{3\epsilon-3}{\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \frac{5\epsilon-3\epsilon+3+\epsilon-1}{\epsilon} = \frac{\epsilon+2}{\epsilon} \frac{kQ}{R}$

$\varphi\left(\frac{2R}{5}\right) = 5\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left( \frac{5}{2} - \frac{3\epsilon-3}{2\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \frac{5\epsilon-3\epsilon+3+2\epsilon-2}{2\epsilon} = \frac{2\epsilon+1}{2\epsilon} \frac{kQ}{R}$

$$\frac{8}{5} = \frac{\epsilon+2}{2\epsilon+1} \cdot 2 \quad \frac{4}{5} = \frac{\epsilon+2}{2\epsilon+1}; \quad \begin{matrix} 8\epsilon+4=5\epsilon+10 \\ 3\epsilon=6 & \epsilon=2 \end{matrix}$$

Ответ: 1)  $\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{kQ}{R} \frac{3\epsilon+1}{3\epsilon}$ ; 2)  $\epsilon=2$

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 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!

Дано:  
 $L_1 = L$   
 $L_2 = 4L$   
 $n_1 = n$   
 $n_2 = 3n$   
 $S$

1)  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha$  ( $\alpha > 0$ )

① Указано в катушке нет тока, так как  $\vec{B} = \text{const}$   
 $\& S = \text{const}$

$\Delta \Phi = L_1 \Delta I$  - изменение потока вектора магнитной индукции

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{1}{L_1} \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{1}{L_1} \left| \frac{\Delta (B \cdot S)}{\Delta t} \right| = \frac{1}{L_1} \cdot S \cdot \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{nS}{L_1} \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{nS\alpha}{L}$$

Так как во второй катушке внешнее поле нулевое, то ток во всей катушке пойдет поперек с направлением  $\vec{B}$  (по модулю)

② Рассмотрим I катушку:

$$\Delta I_1 = \left| \frac{\Delta \Phi}{L_1} \right| = \frac{n_1 S}{L_1} |\Delta B|$$

Суммируем:  $I_{k1} = \frac{nS}{L} |B_0 \cdot \frac{2}{3} - B_0| = \frac{nS B_0}{3L}$  - ток в I катушке

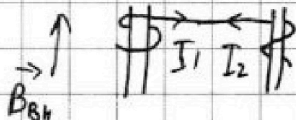
II катушка:

$$\Delta I_2 = \left| \frac{\Delta \Phi}{L_2} \right| = \frac{n_2 S}{L_2} |\Delta B| = \frac{n_2 S}{L_2} \left| \frac{B_0}{12} - \frac{4B_0}{34} \right| = \frac{n_2 S B_0}{4L_2} = \frac{nS B_0}{12L}$$

ток в II катушке

Правило Ленча

Внешнее поле уменьшалось, поэтому ток в катушке будет так, чтобы создать или магнитное поле было сонаправлено с внешним. Из правила правой руки



Тогда ток в катушке:

$$I_0 = |I_1 - I_2| = \frac{nS B_0}{L} \left| \frac{1}{3} - \frac{1}{12} \right| = \frac{nS B_0}{4L}$$

Ответ: 1)  $\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| = \frac{nS\alpha}{L}$  2)  $I_0 = \frac{nS B_0}{4L}$





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

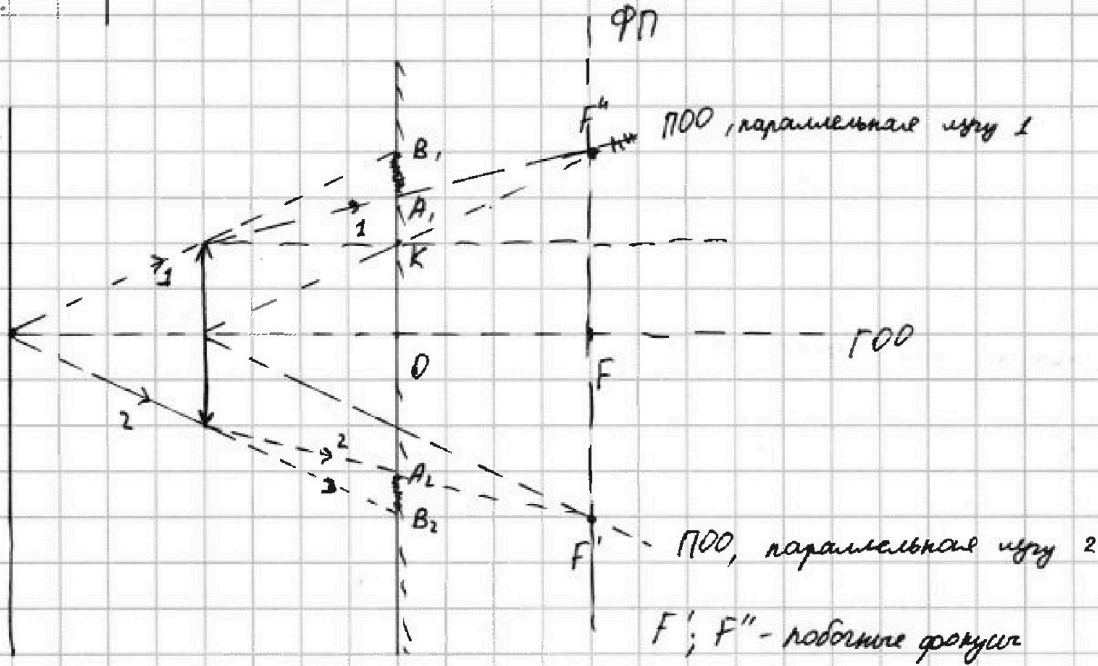
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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!

Дано:  
 $h = \rho$   
 $F = 2h$   
 $r = 2 \text{ см}$   
 $S_{\text{ст}} = ?$   
 $S_{\text{л}} = ?$

Решение:

① Изобразим ход лучей от источника, используя правило построения хода лучей в тонкой линзе



Лучи, находящиеся между 1 и 2, параллельные в линзе будут освещать область между  $A_1$  и  $A_2$ .

Лучи, находящиеся за 1 и 2 будут освещать область  $B_1$  и выше,  $B_2$  и ниже, также картину



$$S_{\text{л}} = \pi(OB_1^2 - OA_1^2)$$

$$OA_1 = r + KA_1$$

Из подобия треугольников:

$$\frac{A_1 B_1}{OK} = \frac{OB_1}{h} = 2$$

$$OK = r \quad OB_1 = 2r = 4 \text{ см}$$

Из подобия:  $\frac{KA_1}{FF''} = \frac{r}{F} = 0,5$   $FF'' = OB_1 = 2r$   
 $KA_1 = 0,5 (FF'' - r) = 0,5r$

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.



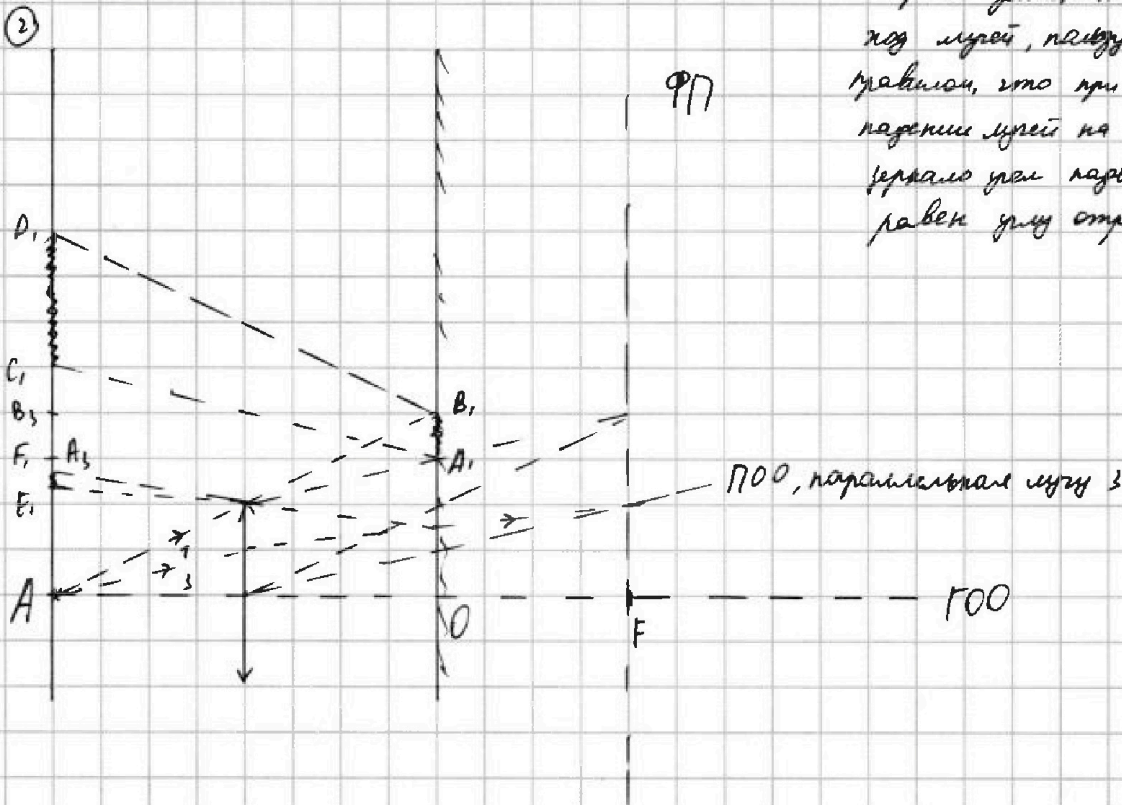
1  2  3  4  5  6  7

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!

$$OA_1 = 1,5r = 3 \text{ см}$$

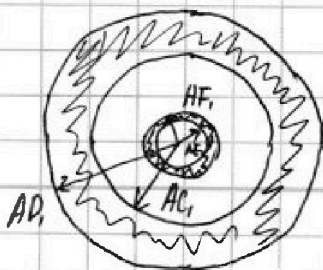
$$S_{\text{л}} = \pi(4^2 - 3^2) = 7\pi \text{ (см}^2\text{)}$$



Контраст наибольший  
по лучу, проходя  
крайом, это при  
наклоне лучей на  
углы при падении  
равен углу отражения

Луч, идущий через середину радиуса линзы, преломляется в отражателе, проходит через край линзы

По аналогии лучи сходящиеся в  $F$  каждой линзы из параллельных лучей после преломления в линзе идут под углом  $\alpha$  к горизонтали, тангенс которого в 2 раза меньше тангенса угла, под которым он шел до того, что было падаемо в пункте 1.  
Таже падавши картинку не стереть!



Область  $E, F_1$  не будет освещена, так как лучи ниже луча  $z$  (до  $FOO$ ) после преломления в отражателе попадают в область  $AE_1$ .





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.

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!

$$AC_1 = OA_1 + A_1C_1 = 4r + 2 \cdot \frac{r}{2} = 4r + r = 5r = 5 \text{ (см)}$$

$$AD_1 = OB_1 + B_1D_1 = 2r + r \cdot 2r = 4r = 8 \text{ (см)}$$

$$AF_1 = r + 0,25r = 1,25 \cdot 2 = 2 + 0,5 = 2,5 \text{ (см)}$$

$$AE_1 = r + 0,125r = 1,125 \cdot 2 = 2 + 0,25 = 2,25 \text{ см}$$

$$S_{CT} = \pi(AF_1^2 - AE_1^2 + AD_1^2 - AC_1^2) = \left(\frac{25}{4} - \frac{81}{16} + 64 - 25\right)\pi = \frac{645}{16}\pi \text{ (см}^2\text{)}$$

$$\text{Ответ: 1) } S_{\text{г}} = 7\pi \text{ см}^2 \quad 2) S_{CT} = \frac{645}{16}\pi \text{ см}^2$$



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

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

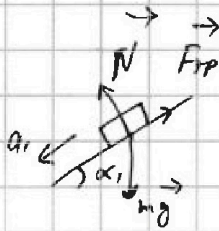
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$a_1 = \frac{2}{5}g$$

$$a_2 = \frac{8}{25}g$$

$\alpha_1$

$\alpha_2$



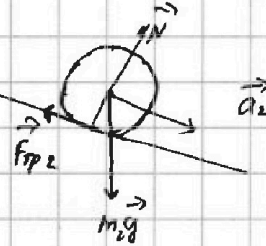
$$m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_{fp}$$

$$F_{fp} = m g \sin \alpha_1 - m a_1$$

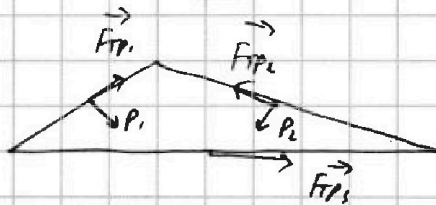
$$\epsilon = \frac{a_2}{R}$$

$$F_{fp} R = \frac{a_2}{R} \cdot m_2 R^2$$

$$F_{fp} = a_2 m_2$$



$$F_{fp1} - F_{fp2} \cos \alpha_2 - P_2 \sin \alpha_2 + F_{fp1} \cos \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_1 = 0$$







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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
из

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

i=3

$$\Delta Q_i = \Delta U_i + A_i$$

① 3-1- изохора  $A_i = 0$

$$|\Delta U_i| = \frac{1}{2} \nu R (T_i - T_s) = \frac{1}{2} (p_i V_i - p_s V_s)$$

$p_i = 5 p_0 \quad V_i = 3 V_0$   
 $p_s = 1 p_0 \quad V_s = 1 V_0$

$$|\Delta U_i| = \frac{1}{2} |15 - 9| p_0 V_0 = 3 p_0 V_0$$

$$A_s = \frac{1}{2} \cdot 8 p_0 \cdot 3 V_0 = 12 p_0 V_0 \quad \frac{\Delta U_i}{A_s} = 2 \quad \text{(2)}$$

(1.3)

②  $pV = \text{const} \quad p = \frac{\alpha}{V} - \text{изотерма}$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{\alpha}{V_0} + 8$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{\beta}{V_0}$$

$$y = -x + 8$$

$$y = \frac{\beta}{x}$$

$$-x + 8 = \frac{\beta}{x}$$

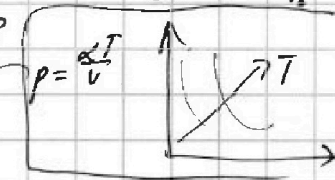
$$-x^2 + 8x = \beta$$

$$x^2 - 8x + \beta = 0$$

$\beta = x^2$   
 $2x = 8 \quad x = 4 \quad \frac{V}{V_0} = 4 \quad \frac{p}{p_0} = 4$

12:  $4 p_0 \cdot 4 V_0 = \nu R T$   
 $1 p_0 \cdot 6 V_0 = \nu R T_2$

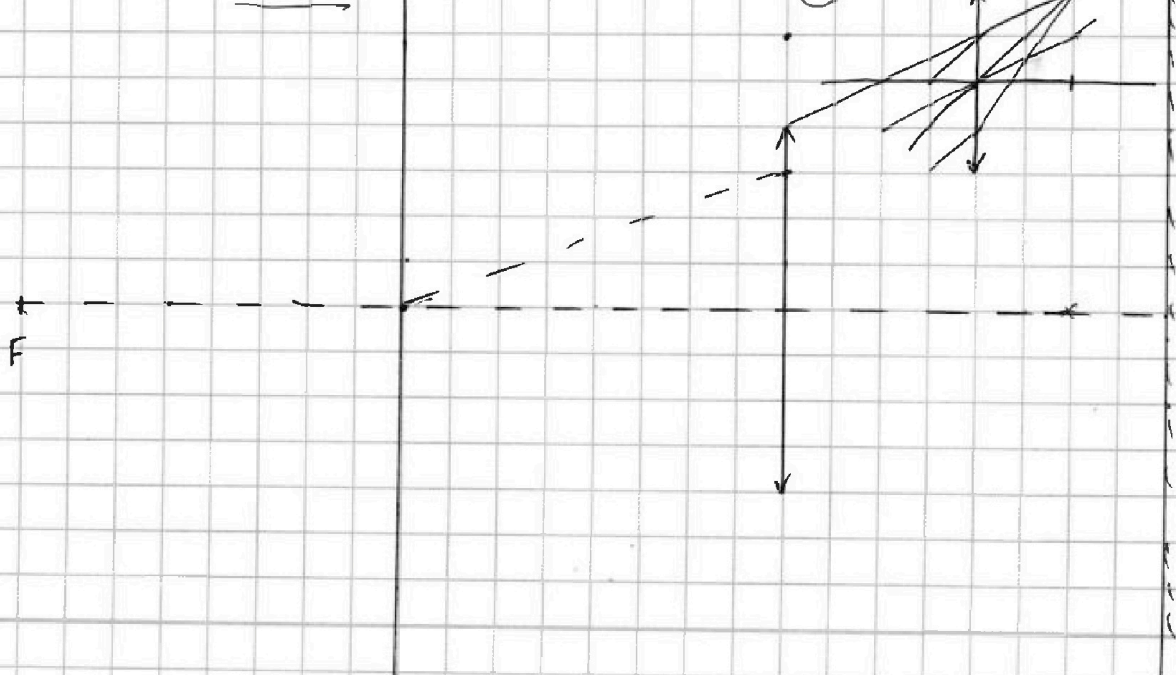
$$\frac{T}{T_2} = \frac{16}{6} = 2 \frac{4}{3}$$



③

$h; \quad F = 2h \quad r = 2\omega \quad l = h$

(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.

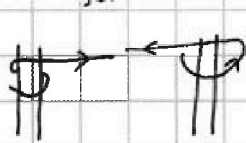
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

$L_1 = L$     $L_2 = 3L$     $n_1 = n$     $n_2 = 3n$     $S$   
 $\frac{dB}{dt} = -\alpha < 0$     $\uparrow \vec{B} \downarrow$     $\uparrow \vec{B}' \downarrow I$     $d\Phi = L dI$     $dI <$   
 ①    $|E_{ind}| = \frac{d\Phi}{dt} = +S\alpha = S\alpha$     $\frac{dI}{dt} = \frac{d\Phi}{dt} \frac{1}{L}$   
 $\frac{dI}{dt} = \frac{nS}{L} \frac{dB}{dt} = \frac{nS\alpha}{L} ???$

②    $B_0 \xrightarrow{I} \frac{2B_0}{3} \downarrow$     $\downarrow \frac{B_0}{3} \rightarrow \frac{B_0}{12}$     $\frac{1}{32} B_0 - \frac{B_0}{12} = \frac{B_0}{24}$   
 $\Delta B = \frac{1}{3} B_0$     $\Delta B =$

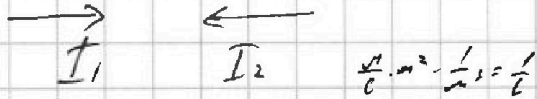


$\left(\frac{dI}{dt}\right)_i = \frac{nS}{L} \left(\frac{dB}{dt}\right)_i$

$(dI)_i = \frac{nS}{L} (dB)_i$

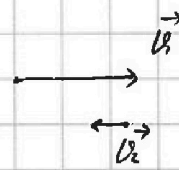
$I_1 = \frac{nS}{L} \cdot \frac{B_0}{3}$     $I_2 = \frac{3nS B_0}{4L}$

$I_1 = \frac{nS B_0}{3L}$     $I_2 = \frac{nS B_0}{12L}$



$dq = \eta \cdot e \cdot \mathcal{E} dt \int_n$     $\frac{dq}{dt} = I = \eta \int_n \mathcal{E} e$

$I_0 = \frac{1}{3} - \frac{1}{12} = \frac{1}{4} \cdot \frac{nS B_0}{L} ???$







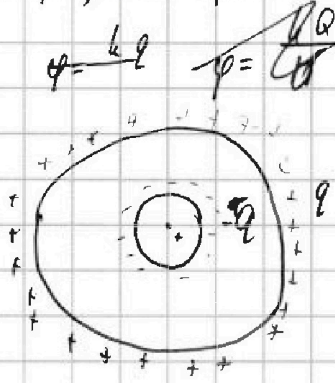
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_\_ ИЗ \_\_\_

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

$\epsilon; r; R; Q; \varphi$



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

$$\frac{E_R}{\epsilon} = E_R - E_D \quad E_D = E_0 \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{x^2} \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

$$Q = R \frac{\epsilon-1}{\epsilon}$$

$$E = \frac{F}{\epsilon} = E - E_D \quad E_D = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} E$$

$$\varphi = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{x^2} + \frac{kQ}{R} = kQ \left( \frac{1}{x} - \frac{\epsilon-1}{\epsilon x} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon R} \right)$$

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

$$\frac{4\epsilon}{5\epsilon} - \frac{4\epsilon-4}{5\epsilon} + \frac{(\epsilon-1)4\epsilon}{5\epsilon} =$$

$$= \frac{4\epsilon - 4\epsilon + 4 + 3\epsilon^2 - 3\epsilon}{5\epsilon} = \frac{3\epsilon^2 - 3\epsilon + 4}{5\epsilon}$$

$$6\varphi_0 = kQ$$

$$8\varphi_0 = \frac{kQ}{R} \left( 3 - \frac{3\epsilon-3}{\epsilon} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right)$$

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

$$\frac{8}{5} = \frac{2\epsilon - 0\epsilon + 6 + 2\epsilon - 2}{3\epsilon - 3\epsilon + 3 + 2\epsilon - 2} = \frac{2\epsilon + 4}{2\epsilon + 1}$$

$$\frac{8}{5} \cdot 5\epsilon = 6\epsilon^2 + 6\epsilon + 2\epsilon$$

$$16\epsilon + 8 = 10\epsilon + 20$$

$$6\epsilon = 12 \quad (\epsilon = 2)$$



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!

