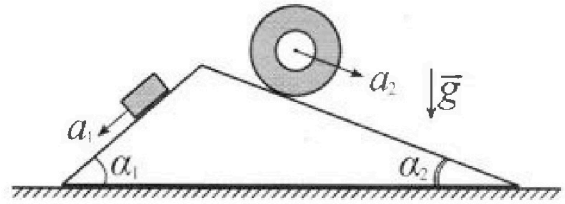


# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

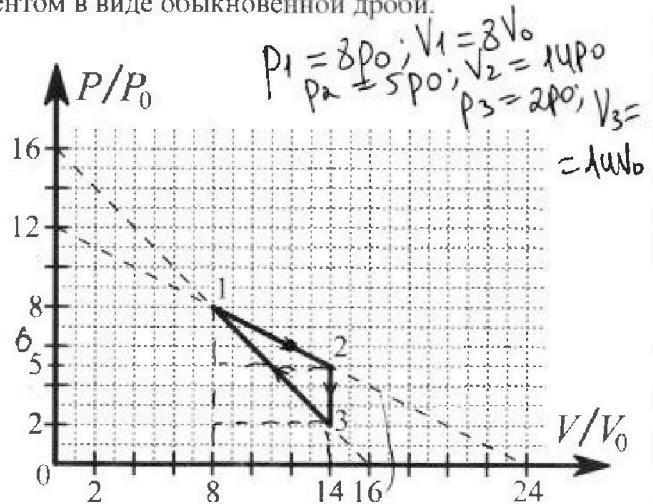
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

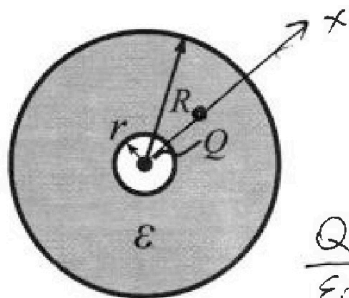
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.



- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 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.

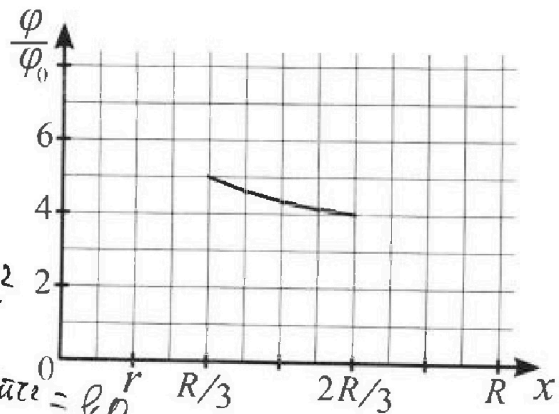
Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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.



$$\frac{Q}{\epsilon_0} = E \cdot 4\pi r^2$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot 4\pi r^2} = \frac{kQ}{r^2}$$



- 1) Считая известными  $r, R, Q, \epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 5R/6$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .

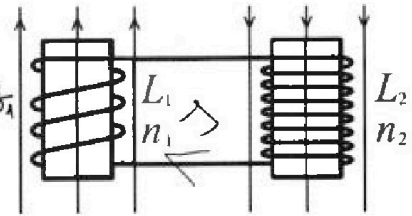
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



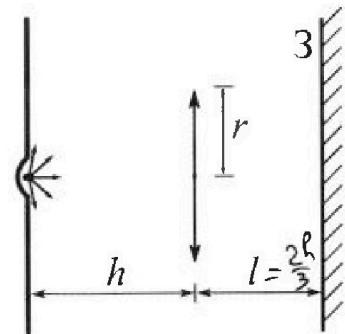
1. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



2. 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?

3. За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $3B_0$  до  $9B_0/4$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

4. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/3$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 5$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



1) Найдите площадь 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.

$$h + \frac{2}{3}h + \frac{h}{6} = \frac{5}{3}h + \frac{1}{6}h = \frac{11}{6}h$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$$m$$

$$a_1 = \frac{6g}{13}$$

$$a_2 = \frac{g}{4}$$

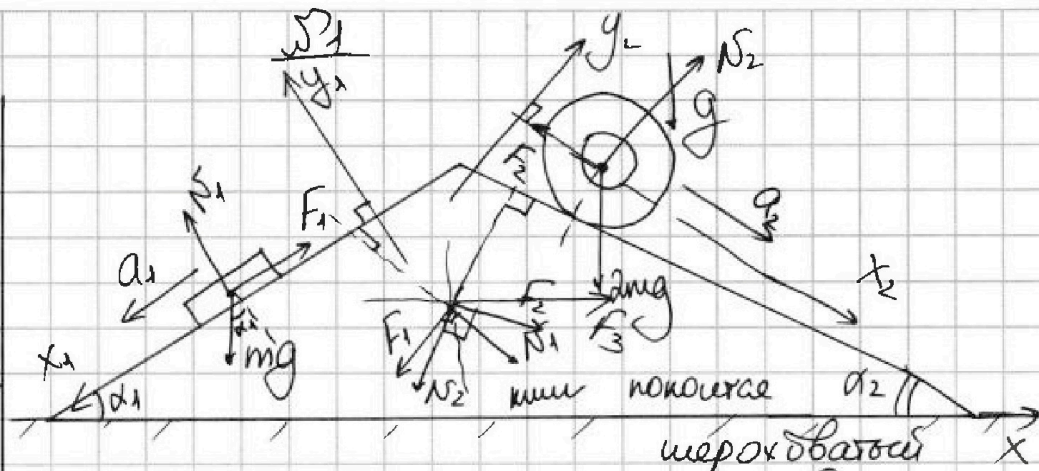
$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{13}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$1) F_1 = ?$$

$$2) F_2 = ?$$

$$3) F_3 = ?$$



1) По 2-му 3-му Ньютона и для бруска:

$$x_1: F_1 + mg \sin \alpha_1 = ma_1;$$

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left( g \cdot \frac{3}{13} - \frac{6g}{13} \right) = \frac{3}{13} mg$$

$$y_1: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0 \quad \left( \begin{array}{l} \text{или покоится} \\ \text{и ускорение по } y_1 \text{ нет} \end{array} \right)$$

$$N_1 = \frac{4}{5} mg$$

2) По теореме о движении центра масс цилиндра:

$$2m\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_2 = 2m\vec{a}_2$$

$$x_2: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2; F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = 2m \left( g \cdot \frac{5}{13} - \frac{g}{4} \right) = \frac{7}{26} mg$$

$$y_2: N_2 - 2mg \cos \alpha_2 = 0 \quad \left( \begin{array}{l} \text{или покоится} \\ \text{и ускорение по } y_2 \text{ нет} \end{array} \right)$$

$$N_2 = \frac{24}{13} mg$$

3) По 3-му закону Ньютона на цилиндр действуют со стороны бруска и цилиндра силы, равные  $N_1, F_1$  и  $N_2, F_2$  соответственно и направленные противоположно им. Т.е.



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!

По 2-ую 3-ую Ньютона <sup>н) (продолжи)</sup> для кнша:

$$x: F_{2x} + N_{1x} + N_{2x} + F_{1x} + F_{3x} = 0 \quad \left( \begin{array}{l} \text{кнш покоится} \\ \text{и его ускорение} \\ \text{равно } 0 \end{array} \right)$$

$$+ F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + N_1 \sin \alpha_1 + F_{3x} = 0$$

$$F_{3x} + \frac{4}{5} mg \left( \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} + \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} \cdot \frac{4}{5} \right) = 0$$

$$F_{3x} = -mg \cdot \frac{-6}{65} = \frac{6}{65} mg$$

$$F_3 = \frac{6}{65} mg \quad (F_3 \text{ сонаправлена с } x)$$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{9}{65} mg$

2)  $F_2 = \frac{4}{5} mg$

3)  $F_3 = \frac{6}{65} mg$



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) Найдем у графиков уравнение процесса

1)  $\frac{|\Delta U|}{A_{\Sigma}} = ?$

1 → 2; 2 → 3; 3 → 1.

2 → 3: изохора ⇒  $V = \text{const}$

2)  $\frac{T_{1-2 \text{ max}}}{T_3} = ?$

1 → 2:  $p = \alpha V + \beta$  (лин. ф-ция)

3)  $\eta_{\Sigma} = ?$

у графика:  $\beta = 12 p_0$   
 $\alpha = -\frac{p_0}{2V_0}$ ; т.е.  $p = -\frac{p_0 V}{2V_0} + 12p_0$

аналогично 3 → 1:  $p = -\frac{p_0}{V_0} V + 16p_0$

2) у графика:  $p_1 = 8p_0$ ;  $V_1 = 3V_0$ ;  $p_2 = 5p_0$ ;  $V_2 = 14V_0$ ;  $p_3 = 2p_0$ ;  $V_3 = 14V_0$

3)  $|\Delta U| = \left| \frac{3}{2} (V_2 R T_2 - V_1 R T_1) \right|$

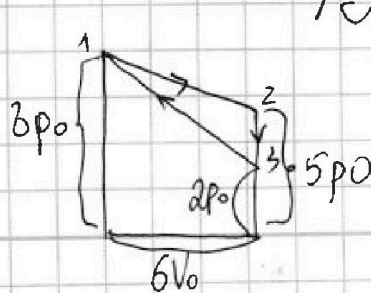
уравнение состояния идеального газа:  $p_1 V_1 = \nu R T_1$   
 $p_2 V_2 = \nu R T_2$   
 $p_3 V_3 = \nu R T_3$

$|\Delta U| = \frac{3}{2} |p_2 V_2 - p_1 V_1| = \frac{3}{2} |70 p_0 V_0 - 64 p_0 V_0| = 9 p_0 V_0$

4)  $T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{28 p_0 V_0}{\nu R}$

5) Работу за цикл можно вычислить как алгебр. сумму разностей площадей работ за 1 → 2 и 3 → 1 ( $A_{23} = 0$ , т.к.  $V = \text{const}$ )

т.е. как разность площадей двух трапеций



работа за цикл  $A_{\Sigma} = \frac{8p_0 + 5p_0}{2} \cdot 6V_0 - \frac{8p_0 + 2p_0}{2} \cdot 6V_0 = 9 p_0 V_0$

↑  
расширяется                      сжимается



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!

6)  $\left( \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{9p_0V_0}{9p_0V_0} \right) = 1$  - ответ на вопрос 1

7) 6 процентов  $1 \rightarrow 2$ :  $T(V) = \frac{pV}{V_0} = \frac{-p_0V^2}{2V_0} + 12p_0V$   
(у чр-ице)  
(остатки)

$$T'(V) = \frac{1}{V_0} \left( -\frac{p_0V}{V_0} + 12p_0 \right) = 0 \text{ найти } T$$

$$12p_0V_0 = p_0V$$

$V = 12V_0$  - крит. точка, где  $T = T_{\max}$

Из графика давление в этой точке:  $p_{\max} = 6p_0$

т.е.  $T_{\max} = \frac{6p_0 \cdot 12V_0}{V_0} = \frac{72p_0V_0}{V_0}$

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

8)  $\eta_5 = \frac{A_{12}}{Q_{12}}$ , где  $Q_{12}$  - подводимое за цикл тепло к газу

$$Q_{12} = Q_{12}^+ \left( \begin{array}{l} Q_{23} < 0, \text{ т.к. } Q_{23} = \Delta U_{23}, \text{ а } T_3 < T_2 \text{ осев.} \\ + Q_{31} \end{array} \right)$$

$\left( \begin{array}{l} Q_{31} < 0, \text{ т.к. } A_{31} < 0 \text{ (сжатие)} \text{ а } \Delta U_{31} < 0 \\ \text{т.к. } \Delta U_{31} = \frac{3}{2}(64p_0V_0 - 28p_0V_0) = 54p_0V_0 \end{array} \right)$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 9p_0V_0 + 39p_0V_0 = 48p_0V_0$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2}(64p_0V_0 - 28p_0V_0) - 30p_0V_0 = 24p_0V_0$$

$$\eta_5 = \frac{9p_0V_0}{48+24p_0V_0} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8}$$

Ответ: 1) 1  
2)  $\frac{18}{7}$   
3)  $\frac{1}{8}$



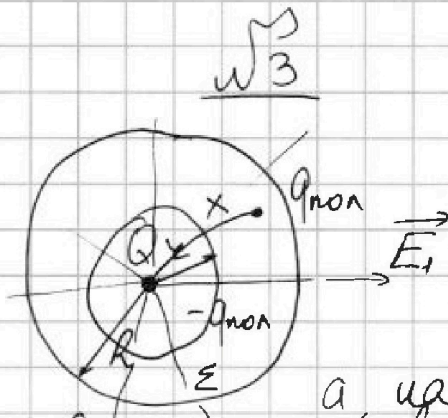
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

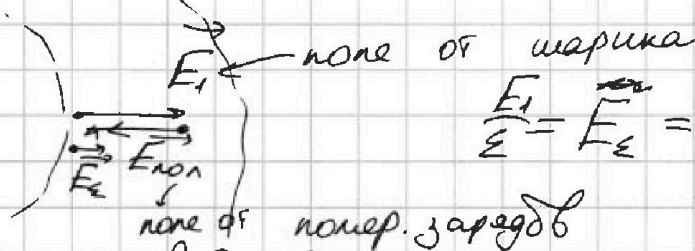
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1)  $r; Q; R; \epsilon$   
 $x = \frac{5R}{6}$   
 $\varphi_x = ?$   
2)  $\epsilon = ?$



1) Диаметр померил  
зобалсе так, что  
на внутренней сфере  
получилсе заряд  $-q_{\text{пол}}$   
а на внешней  $+q_{\text{пол}}$ .  
(равномерно усоборазилсе)  
внутри диэлектрика поле померилсе зобалсе  $\epsilon$ )

уменьшилсе в  $\epsilon$  раз. Т.е., используе принцип суперпозиции поля, получим:



$$E_1 = \frac{kQ}{r^2}$$

$$E_{\text{пол}} = + \frac{kq_{\text{пол}}}{r^2}$$

$$E = \frac{kQ}{\epsilon r^2} = \frac{kQ}{r^2} - \frac{kq_{\text{пол}}}{r^2};$$

$$q_{\text{пол}} = Q\left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right)$$

$$\varphi_x = \frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kq_{\text{пол}}}{x} + \frac{kq_{\text{пол}}}{R}$$

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

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



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

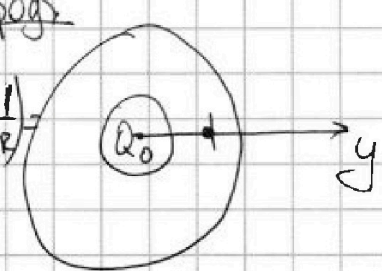
СТРАНИЦА  
2 из 2

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) у графика:  $\epsilon = \frac{R}{3}$   $\sqrt{3}$  (пог)

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

расст. от точки от центра шара

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


$y = \frac{R}{3}; \varphi = 5\varphi_0$

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

$y = \frac{2R}{3}; \varphi = 4\varphi_0; 4\varphi_0 = kQ \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{3}{2\epsilon R} \right) = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{3}{2\epsilon} \right)$

$$4kQ \left( \frac{2}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \right) = 5kQ \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{2\epsilon R} \right)$$

$$\frac{8}{\epsilon R} + \frac{4}{R} = \frac{5}{R} + \frac{5}{2\epsilon R}; \quad \frac{21}{2\epsilon R} = \frac{1}{R}$$

$$\frac{11}{2\epsilon R} = \frac{1}{R}; \quad \epsilon = \frac{2}{11}$$

Обер:

1)  $\epsilon < x$ :  $\varphi_x = \frac{kQ}{R} \left( \frac{1}{5\epsilon} + 1 \right)$

2)  $\epsilon > x$ :  $\varphi_x = \frac{kQ}{R} \left( \frac{11}{5R} - \frac{1}{\epsilon} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{\epsilon^2} \right)$

а)  $\epsilon = \frac{2}{11}$

Обер: 1)  $\varphi_x = \frac{kQ}{R} \left( 1 + \frac{1}{5\epsilon} \right) \left( \epsilon < \frac{x}{R} \right);$

2)  $\epsilon =$

1) Если  $\epsilon \geq x$  где n. 1.

$$\varphi_x = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ_{non}}{\epsilon} + \frac{kQ_{non}}{R} =$$

$$= \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{\epsilon} + \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\epsilon R} = kQ \left( \frac{6}{5R} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi_x = \left( \frac{11}{5R} - \frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{\epsilon^2} - \frac{1}{\epsilon R} \right) kQ$$



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!

$L_1 = L$   
 $L_2 = 16L$   
 $S$   
 $n_1 = n$   
 $n_2 = 4n$

1)  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$   
 $\frac{\Delta Y}{\Delta t} = ?$

2)  $B_0 \rightarrow B_0/3$   
 $3B_0 \rightarrow 9B_0/4$   
 $Y = ?$

1)  $\frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = \frac{\Delta B S n}{\Delta t} = \frac{\Delta Y}{\Delta t} S n$  (самонаг)

$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = \alpha S n = \frac{dY}{dt} S n$

$\frac{\Delta Y}{\Delta t} = \frac{\alpha S n}{17L}$

2) Т.к катушки соединены параллельно, то  $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$

$\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt}$   
 $d\Phi_1 = d\Phi_2$

$\Phi_1 = B_1 S n + L_1 Y$   
 $\Phi_2 = B_2 S \cdot 4n + 16L Y$

$S n dB_1 + L dY = S \cdot 4n dB_2 + 16L dY$

$15L dY = S n \left( dB_1 - 4 dB_2 \right)$

$15L Y = S n \left( -\frac{2}{3} B_0 - 4(9-12) B_0 \right) = \frac{7}{3} B_0 S n$

$Y = \frac{7 B_0 S n}{45L}$

(Ответ:  $Y = \frac{7 B_0 S n}{45L}$ , 1)  $\frac{\Delta Y}{\Delta t} = \frac{\alpha S n}{17L}$ )

пока пока нет, вообще надо маш. пока пока нет и поток через катушку есть только внешний

напр. тока у правой катушки и левая на расходе





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

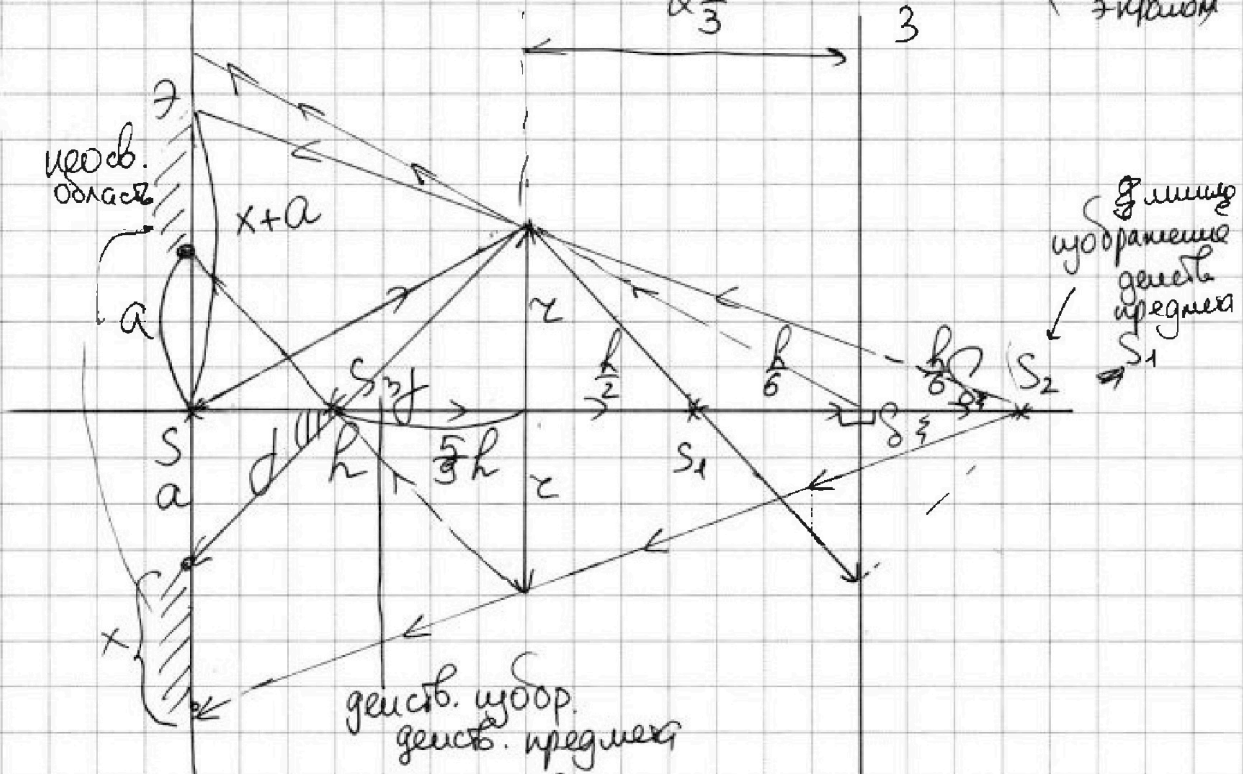
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$S_1 = \frac{8}{3} \cdot 5^2 \cdot \pi \approx = \frac{25 \cdot 8}{3} \pi = \frac{200}{3} \pi \text{ (см}^2\text{)} \quad \underline{\text{использ.}}$$

2) Убравшие в зеркале предмета  $S_1$  — предмет (длина)

для мшот. Рассуждаем, где находится его центр.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{R}{2} + \frac{R}{6} + \frac{R}{6}} + \frac{1}{f_1} \cdot \frac{1}{f_1} = \frac{3 - \frac{6}{3}}{R} \cdot \frac{5}{2} \quad \left( \begin{array}{l} \text{от мшот,} \\ \text{в.е. перед} \\ \text{экрном} \end{array} \right)$$



У размеров:  $\tan \theta = \frac{4}{5h} = \frac{x+a}{h}$ ;  $\frac{6}{5}z = \frac{6}{4}(x+a)$

$$\frac{z}{5} = \frac{x}{4} + \frac{a}{4}$$

$$x+a = \frac{4z}{5}$$

$$\tan \theta = \frac{a}{\frac{4}{9}h} = \frac{z}{\frac{5}{9}h} \quad ; \quad \frac{a}{4} = \frac{z}{5}; \quad a = \frac{4}{5}z; \quad x = \frac{2}{5}z$$

$$S_2 = ((x+a)^2 - az) \pi = (x^2 + 2ax) \pi = \left( \frac{49}{25} z^2 + 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{2}{5} z^2 \right) \pi = \frac{28}{5} \pi z^2$$

$S_2 = \frac{28}{5} \pi \cdot 5^2 = 105 \pi \text{ (см}^2\text{)}$  Ответ: 1)  $\frac{200}{3} \pi \text{ (см}^2\text{)}$  2)  $105 \pi \text{ (см}^2\text{)}$

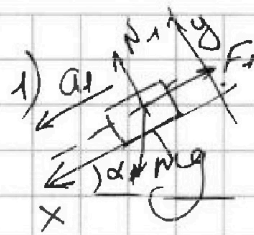
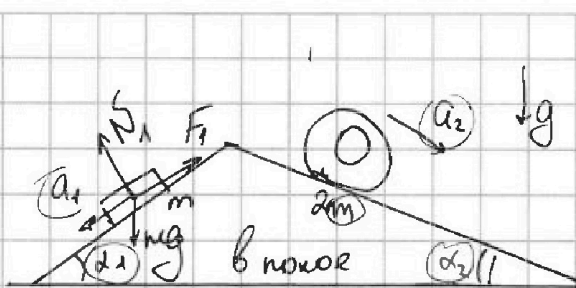


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

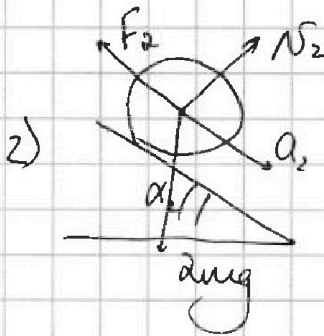
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!



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

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1)$$



$$2mg \sin \alpha_2 - F_2 = m a_2$$

$$\begin{array}{r} 78 \overline{) 13} \\ 78 \overline{) 16} \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 12 \\ \hline 26 \\ 156 \\ \hline 156 \end{array}$$

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

$$= \frac{9}{65}$$



$$\begin{array}{r} 120 \\ - 42 \\ \hline 78 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ 13 \cdot 25 \\ \hline 24 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$\frac{5}{13} - \frac{1}{4} = \frac{20 - 13}{52} = \frac{7}{52}$$

$$\frac{12}{25} - \frac{120}{169} + \frac{42}{169} - \frac{36}{13 \cdot 25} = \frac{24}{65} - \frac{6}{65} = \frac{18}{65}$$

② 2:3 → V = const ∈

1-2 →  $p = \alpha V + \beta$ ;  $p = -\frac{p_0}{2v_0} V + 12p_0$   
 $12p_0 = \alpha \cdot 0 + \beta$ ;  $\beta = 12p_0$

$0 = 12p_0 + \alpha \cdot 2v_0$   
 $\alpha = -\frac{12p_0}{2v_0} = -\frac{6p_0}{v_0}$

3-1:  $p = kV + b$ ;  
 $b = 16p_0$ ;  $k = -\frac{p_0}{v_0}$

$$p = -\frac{p_0}{v_0} V + 16p_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!

Термодинамика

2-3:  $V = \text{const}$

~~1-2~~: 1:2:  $p = -\frac{p_0}{2V_0} + 12p_0$

3-1  $\rightarrow p = -\frac{p_0}{V_0}V + 16p_0$

$|\Delta U| = \left| \frac{3}{2} (64p_0V_0 - 70p_0V_0) \right| = \frac{3}{2} \cdot 6p_0V_0 = 9p_0V_0$

$A_2 = S_1 - S_2 = \frac{8p_0 + 5p_0}{2} \cdot 6V_0 - \frac{8p_0 + 2p_0}{2} \cdot 6V_0 = 13 \cdot 3p_0V_0 - 30V_0p_0 = 9V_0p_0$

1) 1)

2)  $\oint Q = 0 = \oint dU + p dV$   $\frac{3}{2} \oint p dV = -\oint p dV - \frac{p_0 V}{2V_0} dV$

$T_3 = \frac{p_3 V_3}{pR} = \frac{28p_0V_0}{pR}$

$T \rightarrow T = \frac{pV}{pR} = \frac{-\frac{p_0}{2V_0}V^2 + 16p_0V}{pR}$

$T^1 = -\frac{p_0}{V_0 p R} V + \frac{16p_0}{pR} = 0$   $\frac{16}{V_0} 16 = \frac{V}{V_0}$

$T_2 = \frac{70p_0V_0}{pR}$

$V = 16V_0$

~~$\frac{70}{28} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$~~

3)  $\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{9V_0p_0}{39p_0V_0 - 9p_0V_0} = \frac{3}{10} p_0V_0$

$\frac{13}{2} \cdot 6 = 39$

$\frac{10}{2} \cdot 6 = 30$

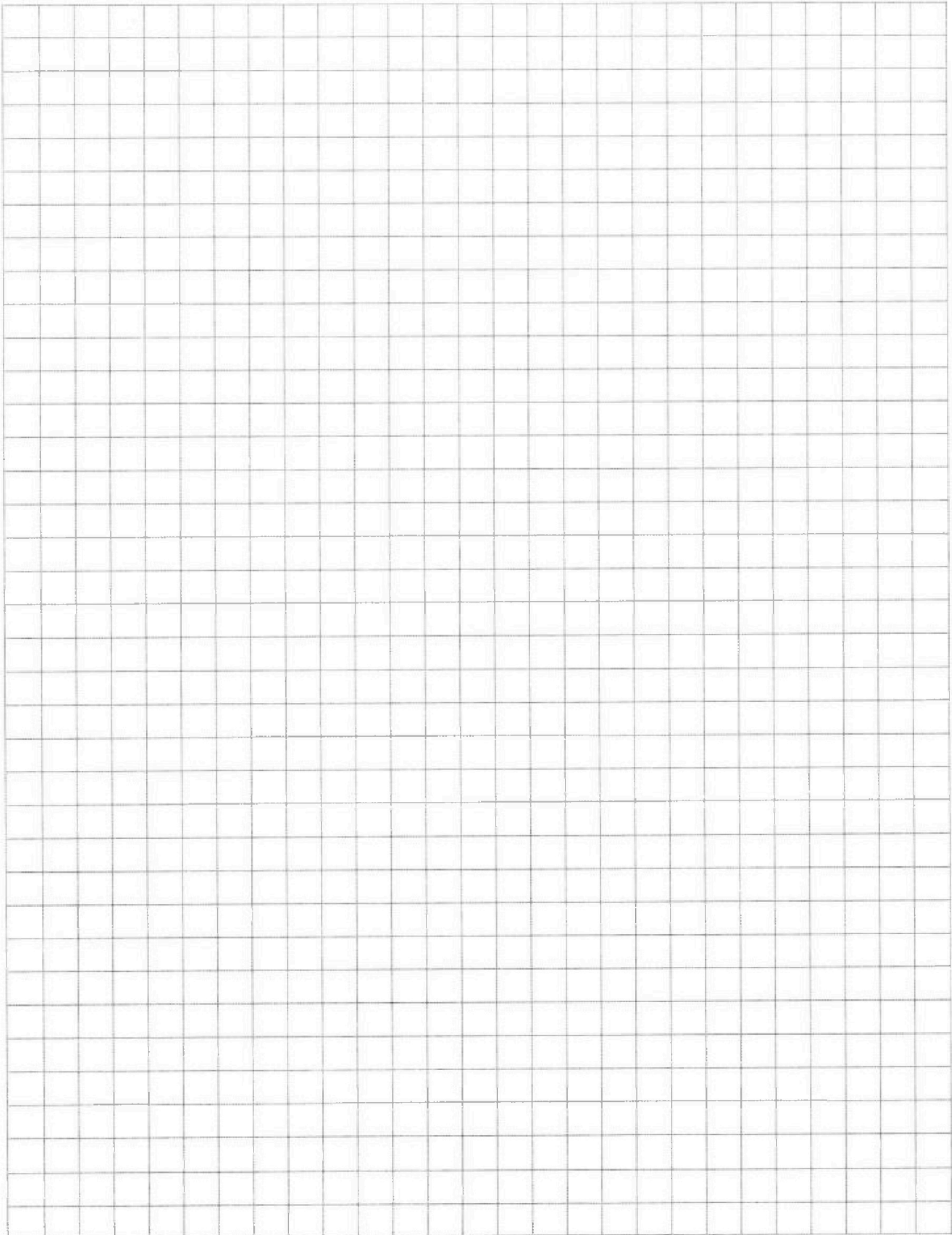


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





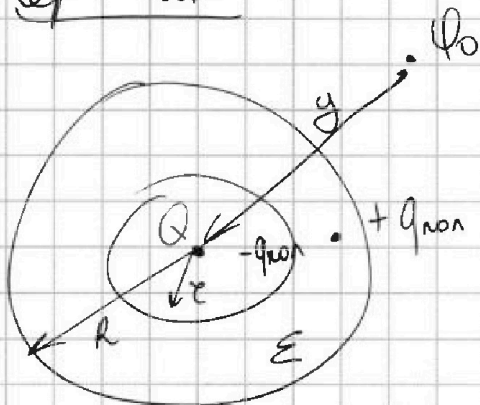
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Черновик



$$k \frac{Q}{x^2} - k \frac{q_{non}}{x^2} = \frac{kQ}{x^2 \epsilon}$$

$$Q - q_{non} = \frac{Q}{\epsilon}$$

$$q_{non} = \left( Q - \frac{Q}{\epsilon} \right)$$

$$\Phi_{\text{внутри}} = \frac{kQ}{x} - \frac{kq_{non}}{x} + \frac{kq_{non}}{R} = \frac{kQ}{x} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{\epsilon x} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} \right) = \frac{kQ}{169} \left( \frac{1}{\epsilon x} + \frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} \right) = \frac{13}{169} \cdot \frac{13}{70}$$

$$2) \Phi = k \frac{Q}{y}$$

$$\frac{kQ}{l^2} - \frac{kq_{non}}{l^2}$$

$$\frac{k}{3} + \frac{k}{2} = \frac{3+2}{6} = \frac{5}{6}k$$

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{5R} + \frac{1}{f} \Rightarrow$$

$$\frac{3}{R} - \frac{6D}{5R} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{9}{5R} = \frac{1}{f} \quad \frac{R}{f} = \frac{5}{3}R$$

$$\frac{12}{25} - \frac{120}{169} + \frac{42}{169} - \frac{36}{25 \cdot 13}$$

$$\frac{12}{25} - \frac{120}{169} + \frac{42}{169} - \frac{36}{25 \cdot 13} = \frac{12}{25} - \frac{78}{169} + \frac{42}{169} - \frac{36}{325} = \frac{12}{25} - \frac{36}{325} = \frac{12 \cdot 13 - 36}{325} = \frac{156 - 36}{325} = \frac{120}{325} = \frac{24}{65}$$

$$\frac{12}{25} - \frac{1}{2} = \frac{4-3}{6} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{105}{5} - \frac{10}{5} = \frac{95}{5} = 19$$

$$\frac{56}{5} + \frac{49}{25} = \frac{112}{25} + \frac{49}{25} = \frac{161}{25}$$

$$\frac{15}{5} - \frac{6}{5} = \frac{9}{5}$$

$$\frac{15}{200} \cdot \frac{8}{8} = \frac{120}{200} = \frac{3}{5}$$



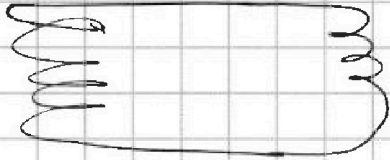
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

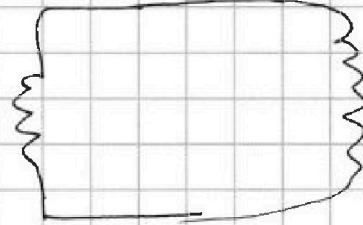
СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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!

Теристор



$L_1; n_1$



$L_2; n_2$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$$

$$\frac{e}{n_1} = -\frac{e}{n_2}$$

$$f \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \Phi_1 = -\Phi_2$$

$$\Phi_1 = L_1 I_1$$

$$e_1 = -L_1 \frac{dI_1}{dt}$$

индукция от тока

↓  
индукция  $\mathcal{E}$

↓  
FOK  
↓  
самоиндукция

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

$$\frac{1}{R/3} = \frac{1}{f} + \frac{1}{R}; \quad \frac{2}{R} = f$$

$$f = 2h$$

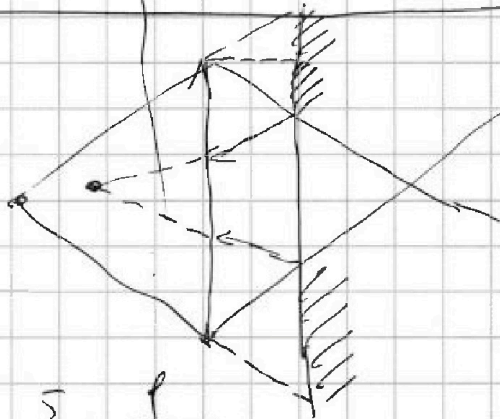
$$\frac{3}{5} - \frac{6}{13} =$$

$$= \frac{39-30}{65} = \frac{9}{65}$$

$$\frac{5}{15} - \frac{1}{4} =$$

$$\frac{20-13}{52} = \frac{7}{52}$$

$$\frac{2 \cdot 28}{25} + \frac{49}{25} = \frac{56+49}{25} = \frac{105}{25} = \frac{21}{5}$$







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!

$$-\frac{2}{3} - 3 = -\frac{19}{3} \text{ Во}$$





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!

