

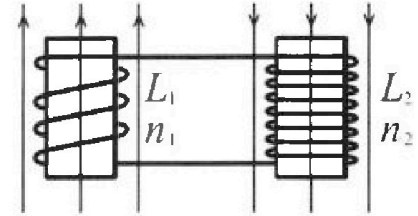
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

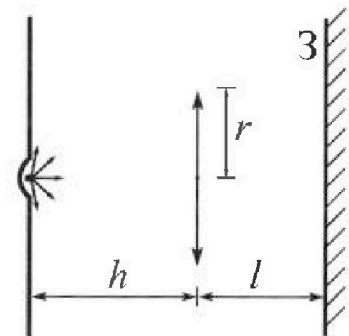


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. 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 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  $u\pi$ , где  $u$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



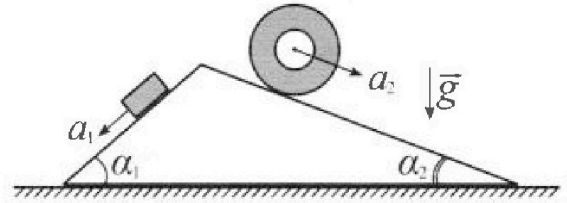
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

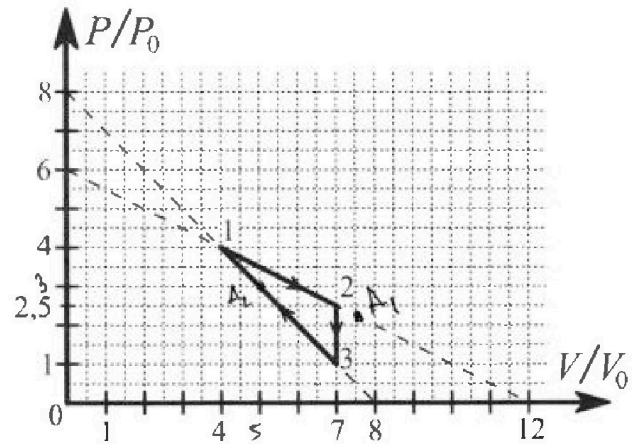
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

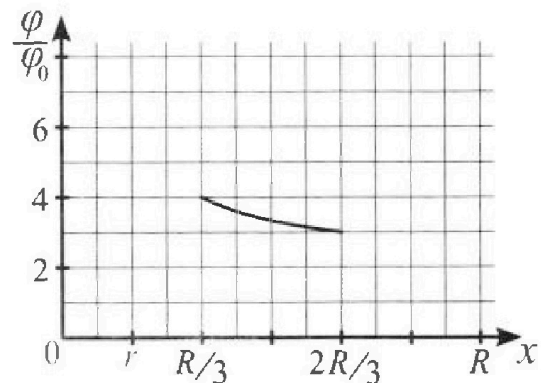
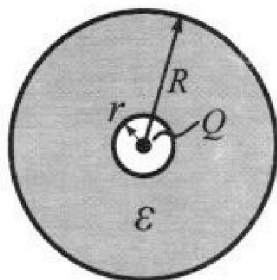


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $\epsilon$ .



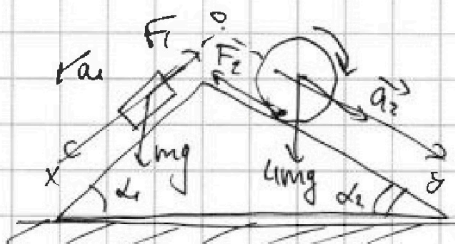


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$a_1 = \frac{5}{13}g \quad a_2 = \frac{5}{24}g$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5} \quad \sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

Цилиндр движ. без проскальзывания  
 $F_2$  - приложена в точке касания к клину.

$F_2$  - создает вращ. момент для цилиндра

Перейдем в С.О. клина, отн.

к грузу движется по инерции, однако в усл. он покоится  $\Rightarrow$  без груза движется по инерции отн. лабораторной сист. отсчета.

II з-н. Ньютона

$$\text{оx: } m a_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

$$m \cdot \frac{5}{13}g = mg \cdot \frac{3}{5} - F_1$$

$$F_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \frac{14}{65}mg$$

$$\text{оy: } 4m a_2 = 4mg \sin \alpha_2 + F_2$$

$$4m \cdot \frac{5}{24}g = 4mg \cdot \frac{5}{13} + F_2$$

$$F_2 = mg \left( \frac{20}{13} - \frac{5}{6} \right)$$

$$F_2 = \frac{55}{78}mg$$

По III з-ну Ньютона сила реакции будет действовать на груз, также действует на клин.



$$F_3 = |F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1| =$$

$$= mg \left| \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} \right| = mg \cdot \frac{2150 - 728}{13 \cdot 5^2}$$

$$= mg \sqrt{\frac{2022}{169 \cdot 25}} = \frac{2022}{4225} mg$$

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{14}{65}mg$

2)  $F_2 = \frac{55}{78}mg$

3)  $F_3 = \frac{2022}{4225}mg$



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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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

$$p_1 = 4p_0 \quad p_2 = 2,5p_0 \quad p_3 = p_0$$

$$V_1 = 4V_0 \quad V_2 = 7V_0 \quad V_3 = 7V_0 \quad pV = \nu RT$$

1)  $\frac{|\Delta U_{23}|}{A_0} = ?$

$$\frac{|\Delta U_{23}|}{A_0} = \frac{\frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\frac{3}{2} \nu R (p_3 V_3 - p_2 V_2)} = \frac{p_3 V_3 - p_2 V_2}{p_3 V_3 - p_2 V_2} = \frac{7p_0 V_0 - 7 \cdot 2,5p_0 V_0}{7p_0 V_0 - 7 \cdot 2,5p_0 V_0}$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 7p_0 V_0 \cdot \frac{2}{2} = \frac{9}{4} \cdot 7p_0 V_0$$

$$A_0 = A_{12} - |A_{31}|$$

$$A_{12} = \frac{2,5p_0 + 4p_0}{2} \cdot 3V_0 = \frac{6,5}{2} \cdot 3p_0 V_0 = \frac{39}{4} p_0 V_0$$

$$|A_{31}| = \frac{p + 4p_0}{2} \cdot 3V_0 = \frac{3 \cdot 5}{2} p_0 V_0 = \frac{15}{2} p_0 V_0$$

$$A_0 = \frac{39}{4} p_0 V_0 - \frac{15}{2} p_0 V_0 = \frac{39}{4} p_0 V_0 - \frac{30}{4} p_0 V_0 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_0} = \frac{\frac{9 \cdot 7}{4} p_0 V_0}{\frac{9}{4} p_0 V_0} = \frac{9 \cdot 7}{9} = \frac{8 \cdot 7}{3 \cdot 23} = \frac{21}{11,5} = \frac{21}{11,5} = \frac{21 \cdot 2}{11,5 \cdot 2} = \frac{42}{23} = \frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0 \cdot \frac{4}{9} = \frac{7}{1} \cdot \frac{9}{4} p_0 V_0 = \frac{9}{4} \cdot 7 p_0 V_0$$

2)  $\frac{T_{\max(1-2)}}{T_1} = ? \quad T_1 = \frac{16p_0 V_0}{\nu R}$

$$1-2: \frac{p}{p_0} = 6 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \Rightarrow p = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V$$

$$pV = \nu RT$$

$$(6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V) V = \nu RT$$

$$6p_0 V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 = \nu RT \quad \text{Если } T = T_{\max(1-2)} \Rightarrow 6p_0 V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2 \rightarrow \max$$

$$V_{T_{\max}} = \frac{-6p_0}{-\frac{1}{2} \cdot 2 \frac{p_0}{V_0}} = 6V_0 \Rightarrow p_{T_{\max}} = 3p_0$$

$$\frac{T_{\max(1-2)}}{T_1} = \frac{\frac{3 \cdot p_0 \cdot 6V_0}{\nu R}}{\frac{16p_0 V_0}{\nu R}} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$





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  
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!

$$3) 1-2: P = 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} v$$

$$pV = \nu RT$$

$$pdV + Vdp = \nu R dT$$

$$dQ = 0 \Rightarrow dU = -\delta A$$

$$\frac{3}{2} \nu R dT = -pdV \quad \left( 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} v \right) dV + V \left( -\frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} \cdot dV \right) = -\nu R dT$$

$$\frac{3}{2} \left( \left( 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} v \right) dV - \frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} v dV \right) = \left( -6p_0 + \frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} v \right) dV$$

$$\frac{3}{2} \left( 6p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} v - \frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} v \right) = -6p_0 + \frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} v$$

$$9p_0 - \frac{3}{2} \frac{p_0}{v_0} v = -6p_0 + \frac{1}{2} \frac{p_0}{v_0} v$$

$$2 \frac{p_0}{v_0} v = 15p_0 \Rightarrow v_{A1} = 7.5v_0$$

$v_{A1}$  - точка касания графика уравнения 1-2

$v_{A1} > v_2 \Rightarrow$  весь процесс 1-2 отнимается к  $Q_{in}$ .

$$3-1: \frac{p}{p_0} = 8 - \frac{v}{v_0} \Rightarrow p = 8p_0 - \frac{p_0}{v_0} v$$

$$pdv + vdp = \nu R dT$$

$$\left( 8p_0 - \frac{p_0}{v_0} v \right) dv + v \left( -\frac{p_0}{v_0} \cdot dv \right) = \nu R dT$$

$$\frac{3}{2} \left( \left( 8p_0 - \frac{p_0}{v_0} v \right) dv - \frac{p_0}{v_0} v dv \right) = - \left( 8p_0 - \frac{p_0}{v_0} v \right) dv$$

$$\frac{3}{2} \left( 8p_0 - 2 \frac{p_0}{v_0} v \right) = -8p_0 + \frac{p_0}{v_0} v$$

$$12p_0 - 3 \frac{p_0}{v_0} v = -8p_0 + \frac{p_0}{v_0} v$$

$$4 \frac{p_0}{v_0} v = 20p_0 \Rightarrow v_{A2} = 5v_0$$

$v_{A2}$  - минимальный элемент графика 3-1

$v_{A2}$  - касание графика 3-1

$$A_2(3p_0; 5v_0)$$

$$y = \frac{A_0}{Q_{in}}$$

$$Q_{in} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{4p_0 + 2.5p_0}{2} \cdot 3v_0 = \frac{3}{2} (2.5 \cdot 7p_0 v_0 - 16p_0 v_0) + \frac{6.5 \cdot 3}{2} p_0 v_0$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} p_0 v_0 + \frac{33}{4} p_0 v_0 = 12 p_0 v_0$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$$Q_{3A_2} = \frac{3}{2} \alpha R (T_{A_2} - T_3) - \frac{3P_{A_2} + P_3}{2} \cdot 2V_0 = \frac{3}{2} (15\rho_0 V_0 - 7\rho_0 V_0) - 4\rho_0 V_0 = 8\rho_0 V_0$$

$$Q_u = Q_{12} + Q_{3A_2} = (12 + 8)\rho_0 V_0 = 20\rho_0 V_0$$

$$y = \frac{A_0}{Q_u}$$

$$A_0 = \frac{9}{4} \rho_0 V_0$$

$$y = \frac{\frac{9}{4} \rho_0 V_0}{20 \rho_0 V_0} = \frac{9}{80}$$

Ответ: 1)  $\frac{|A_{123}|}{A_0} = 7$

2)  $\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{9}{8}$

3)  $y = \frac{9}{80}$



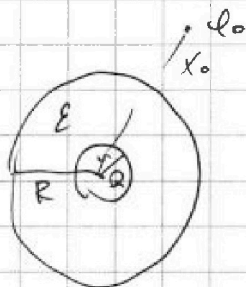


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Всереде с  $\epsilon$   $\varphi = \frac{kQ}{\epsilon r}$

$\varphi_1 = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon x}$   $x < r$

$\varphi_2 = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon R}$   $r < x < R$

$\varphi_3 = \frac{kQ}{x}$   $x > R$

В области  $x < r$  - просто рассматривается потенциал.

точ. заряда.

Если взять в шар с диэлектриком, то можно представить шар радиуса  $r$ , как эквипотенциальную поверхность с  $\epsilon \epsilon_0$  которая создается на расстоянии  $x$  отседе  $\frac{kQ}{\epsilon x}$ .

При выходе за пределы шара, он становится эквипотенциальной поверхностью с  $\varphi = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon R}$ .

Из графика:  $2r = \frac{R}{3} \Rightarrow R = 6r$

1)  $x = \frac{R}{3} \Rightarrow \varphi_{\frac{R}{3}} = \frac{kQ}{r} - \frac{4kQ}{\epsilon R} = kQ \left( \frac{1}{r} - \frac{4}{\epsilon R} \right)$

2)  $\varphi_0 = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{x_0}$

$\varphi_1 \left( \frac{R}{3} \right) = \frac{kQ}{r} - \frac{3kQ}{\epsilon R}$   $\varphi_2 \left( \frac{2R}{3} \right) = \frac{kQ}{r} - \frac{3kQ}{\epsilon 2R}$

$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = 4$  (1)

$\frac{\varphi_2}{\varphi_0} = 3$  (2)

(1):  $\frac{kQ}{r} - \frac{3kQ}{\epsilon R} = \frac{4kQ}{r} - \frac{4kQ}{\epsilon R} - \frac{4kQ}{x_0}$

$\frac{1}{r} - \frac{3}{\epsilon R} = \frac{4}{r} - \frac{4}{\epsilon R} - \frac{4}{x_0}$

$\frac{4}{x_0} = \frac{3}{r} - \frac{1}{\epsilon R} = \frac{1}{r} - \frac{1}{6\epsilon r} = \frac{18\epsilon - 1}{6\epsilon r}$

$\frac{1}{x_0} = \frac{18\epsilon - 1}{24\epsilon r}$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!

$\varphi_2 = 3\varphi_0$

$$\frac{kQ}{r} - \frac{3kQ}{2\epsilon R} = \frac{3kQ}{r} - \frac{3kQ}{\epsilon R} - \frac{3kQ}{x_0}$$

$$\frac{1}{r} - \frac{3}{2\epsilon R} = \frac{3}{r} - \frac{3}{\epsilon R} - \frac{3}{x_0}$$

$$\frac{3}{x_0} = \frac{2}{r} - \frac{3}{2\epsilon R} = \frac{2}{r} - \frac{3}{2\epsilon \cdot 6r} = \frac{2 \cdot 12\epsilon - 3}{12\epsilon r}$$

$$\frac{1}{x_0} = \frac{24\epsilon - 3}{36\epsilon r}$$

$$\frac{24\epsilon - 3}{36\epsilon r} = \frac{18\epsilon - 1}{24\epsilon r}$$

$$\frac{24\epsilon - 3}{3} = \frac{18\epsilon - 1}{2} \Rightarrow \epsilon = \frac{1}{2}$$

Problem! 1)  $\varphi_R = kQ \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{\epsilon R} \right)$   
2)  $\epsilon = \frac{1}{2}$

$GV = R$

$$\varphi_x = \begin{cases} \frac{kQ}{x} & | x < r \\ \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon R} & | r < x < R \end{cases}$$

~~$$\frac{kQ}{x} + \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon R} \quad x > R$$~~

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = 4 \quad \left( x = \frac{R}{3} \right)$$

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_0} = 3 \quad \left( x = \frac{2R}{3} \right)$$



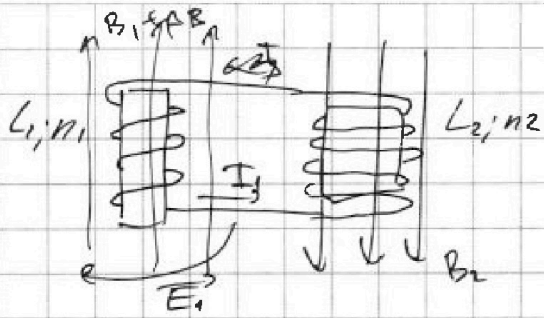


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



$$L_1 = L \quad n_1 = n$$

$$L_2 = 4L \quad n_2 = 2n$$

$$1) \frac{dB}{dt} = \alpha \quad (\alpha > 0)$$

$$B_2 = \text{const}$$

$$B_1 = B_0 + \alpha l_1 \frac{dI_1}{dt}$$

$$\frac{dI_2}{dt} = ?$$

Закон сохр- маг. потока в обоих катушках.

$B$  не меняется  $I = 0$

$$B_1 \cdot S_{n1} + B_2 S_{n2} = B_2 S_{n2} + L I_1 + 4L I_2 + (B_1 + \Delta B) S_{n1}$$

При изменении маг. поля, возникает вихревое э.д.п. поле, которое пытается не дать т.к. маг. поток катушки изменится.

$$-\Delta B S_{n1} = 5L I_1 \quad | \cdot \frac{1}{dt}$$

$$\frac{dB}{dt} S_{n1} = 5L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\frac{dI_1}{dt} = \alpha \frac{S_{n1}}{5L}$$

Вихревое поле создает ЭДП, индукции.

$$2) B_1: B_0 \rightarrow \frac{B_0}{2} \quad B_2: 2B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3} \quad I_2 = ?$$

$$B_0 S_{n1} + 2B_0 S_{n2} = L I_1 + 4L I_2 + \frac{B_0}{2} S_{n1} + \frac{2B_0}{3} S_{n2}$$

$$B_0 S_{n1} + 4(B_0 S_{n2}) = 5L I_2 + \frac{B_0}{2} S_{n1} + \frac{4}{3} B_0 S_{n2}$$

$$5B_0 S_{n2} = 5L I_2 + \frac{11}{6} B_0 S_{n2}$$

$$5L I_2 = B_0 S_{n2} \left( 5 - \frac{11}{6} \right) = B_0 S_{n2} = \frac{19}{6} B_0 S_{n2}$$

$$I_2 = \frac{19 B_0 S_{n2}}{30L}$$

Ответ: 1)  $\frac{dI_1}{dt} = \alpha \frac{S_{n1}}{5L}$

2)  $I_2 = \frac{19 B_0 S_{n2}}{30L}$

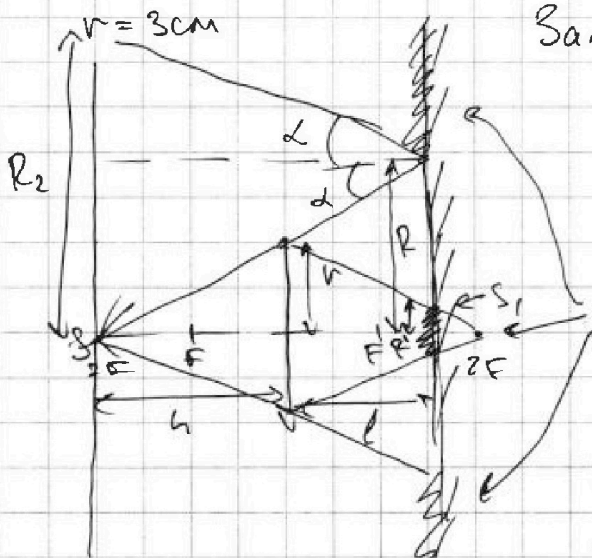
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Заметим, что если  $\cos \alpha = \frac{h}{2F}$   
 $\Rightarrow$  источник S находится в эф.  
 $h = 2F$

$\Rightarrow$  это изображение в  
 луже тоже должно быть в эф.

Заштрихованный участок - тени.  
 лужа на  
 зеркале.

$$l = \frac{2h}{3} = \frac{4F}{3}$$

$R'$  - радиус круга, освещенного  
 на зеркале

$R$  - радиус не освещ. круга.

$$1) S_1 = \pi R^2 - \pi R'^2$$

$$\frac{R'}{r} = \frac{2F - l}{2F} \Rightarrow R' = r \cdot \frac{2F - l}{2F} = r \cdot \frac{2F - \frac{4F}{3}}{2F} = \frac{1}{3}r$$

$$\frac{R}{r} = \frac{2F + l}{2F} \Rightarrow R = r \cdot \frac{2F + l}{2F} = r \cdot \frac{2F + \frac{4}{3}F}{2F} = \frac{5}{3}r$$

$$S_1 = \pi (R^2 - R'^2) = \pi \left( \frac{25}{9} r^2 - \frac{1}{9} r^2 \right) = \pi (25 - 1) = 24\pi$$

2)  $R_2$  - радиус круга, не освещ. на стене.

угол падения  $\alpha$ , равен углу отр.  $\alpha$ .

$$R_2 = 2R = \frac{10}{3}r$$

$$S_2 = \pi \cdot R_2^2 = \frac{100}{9} r^2 \pi = 100\pi$$

Ответ: 1)  $S_1 = 24\pi$

2)  $S_2 = 100\pi$





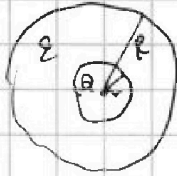
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

3



$$\varphi = \frac{kQ}{x} \quad \varphi_r = \frac{kQ}{r}$$

$$r < x < R \quad \varphi_r = ?$$

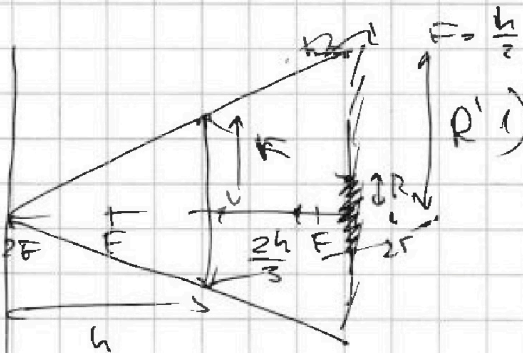
$$\varphi = \frac{kQ}{\varepsilon x}$$

$$\begin{array}{r} 2022 \ 6 \\ - 18 \ 1357 \\ \hline - 22 \\ \hline 18 \end{array}$$

$$v = 3 \text{ cm} \quad \frac{18}{42}$$

5

$$\times \frac{169}{25}$$



$$S_{\text{сечен}} = S_{\text{в}} - S_{\text{очк}}$$

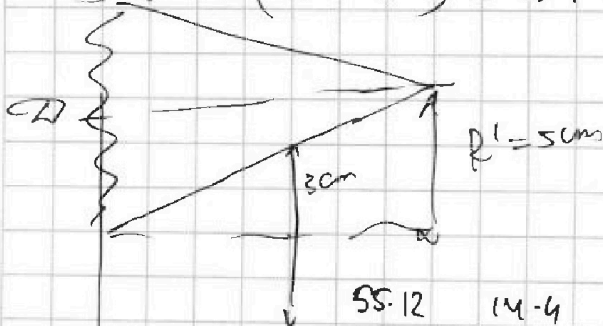
$$\frac{R}{r} = \frac{2F - l}{2F} = \frac{2F - \frac{4}{3}F}{2F} = \frac{6 - 4}{3 \cdot 2} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$R = \frac{1}{3} r = 1 \text{ cm}$$

$$\frac{R'}{r} = \frac{2F + l}{2F} = \frac{2 + \frac{4}{3}}{2} = \frac{6 + 4}{3 \cdot 2} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$$

$$R' = r \cdot \frac{5}{3} = 5 \text{ cm}$$

$$1) S = \pi(5^2 - 1^2) = 24\pi \text{ cm}^2$$



$$r = 2R'$$

$$2) S = \pi \cdot 41R'^2 = \pi \cdot 41 \cdot 25 = 1025\pi$$

$$\begin{array}{r} 110 \\ \times 25 \\ \hline 2750 \end{array}$$

$$\frac{55 \cdot 12}{78 \cdot 13} - \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5} = \frac{55 \cdot 12^2}{13 \cdot 8 \cdot 13} - \frac{14 \cdot 4}{13 \cdot 25} = \frac{110 \cdot 25 - 14 \cdot 4 \cdot 13}{13^2 \cdot 5^2} = \frac{2750 - 728}{13^2 \cdot 5^2} = \frac{2022}{13^2 \cdot 5^2}$$

$$\begin{array}{r} 2750 \\ - 728 \\ \hline 2022 \end{array}$$



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  
\_\_\_ 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!

$$\varphi_x = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{2R} - \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{r} - \frac{3kQ}{\varepsilon \cdot R}$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_x} = 4$$

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_x} = 3$$

$$\varphi_1 = 4\varphi_x$$

$$\varphi_2 = 3\varphi_x$$

$$\frac{kQ}{r} - \frac{3kQ}{\varepsilon R} = \frac{4kQ}{r} - \frac{4kQ}{\varepsilon R} - \frac{4kQ}{x_0}$$

$$\frac{1}{r} - \frac{3}{\varepsilon R} = \frac{4}{r} - \frac{4}{\varepsilon R} - \frac{4}{x_0}$$

$$\frac{4}{x_0} = \frac{3}{r} - \frac{1}{\varepsilon R}$$

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

$$6r = R$$

$$\frac{kQ}{r} - \frac{3}{2\varepsilon R} = \frac{3}{r} - \frac{3}{\varepsilon R} - \frac{3}{x_0}$$

$$\frac{3}{x_0} = \frac{2}{r} - \frac{3}{2\varepsilon R}$$

$$\frac{1}{x_0} = \frac{2}{3r}$$

$$\frac{3}{x_0} = \frac{2}{r} - \frac{3}{2\varepsilon \cdot 6r} = \frac{2}{r} - \frac{1}{4\varepsilon r} = \frac{2 \cdot 4\varepsilon - 1}{4\varepsilon r} = \frac{1\varepsilon - 1}{4\varepsilon r}$$

$$\frac{1}{x_0} = \frac{8\varepsilon - 1}{12\varepsilon r}$$

$$\frac{18\varepsilon - 1}{24} = \frac{8\varepsilon - 1}{12}$$

$$18\varepsilon - 1 = 2 \cdot 8\varepsilon - 2$$

$$18\varepsilon - 1 = 16\varepsilon - 2$$

$$2\varepsilon = -1 \quad \varepsilon = -\frac{1}{2}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 34 \\ \times 169 \\ \hline 125 \\ 160 \\ \hline 45 \\ 338 \\ \hline 4225 \end{array}$$

$$\frac{kQ}{r}$$

$$\frac{Q}{\varepsilon S_0} = \frac{\varepsilon \cdot 4\pi R^2}{Q} = 4\pi \varepsilon R^2$$

$$8\varepsilon - 1 = \frac{18\varepsilon - 1}{2}$$

$$16\varepsilon - 2 = 18\varepsilon - 1$$



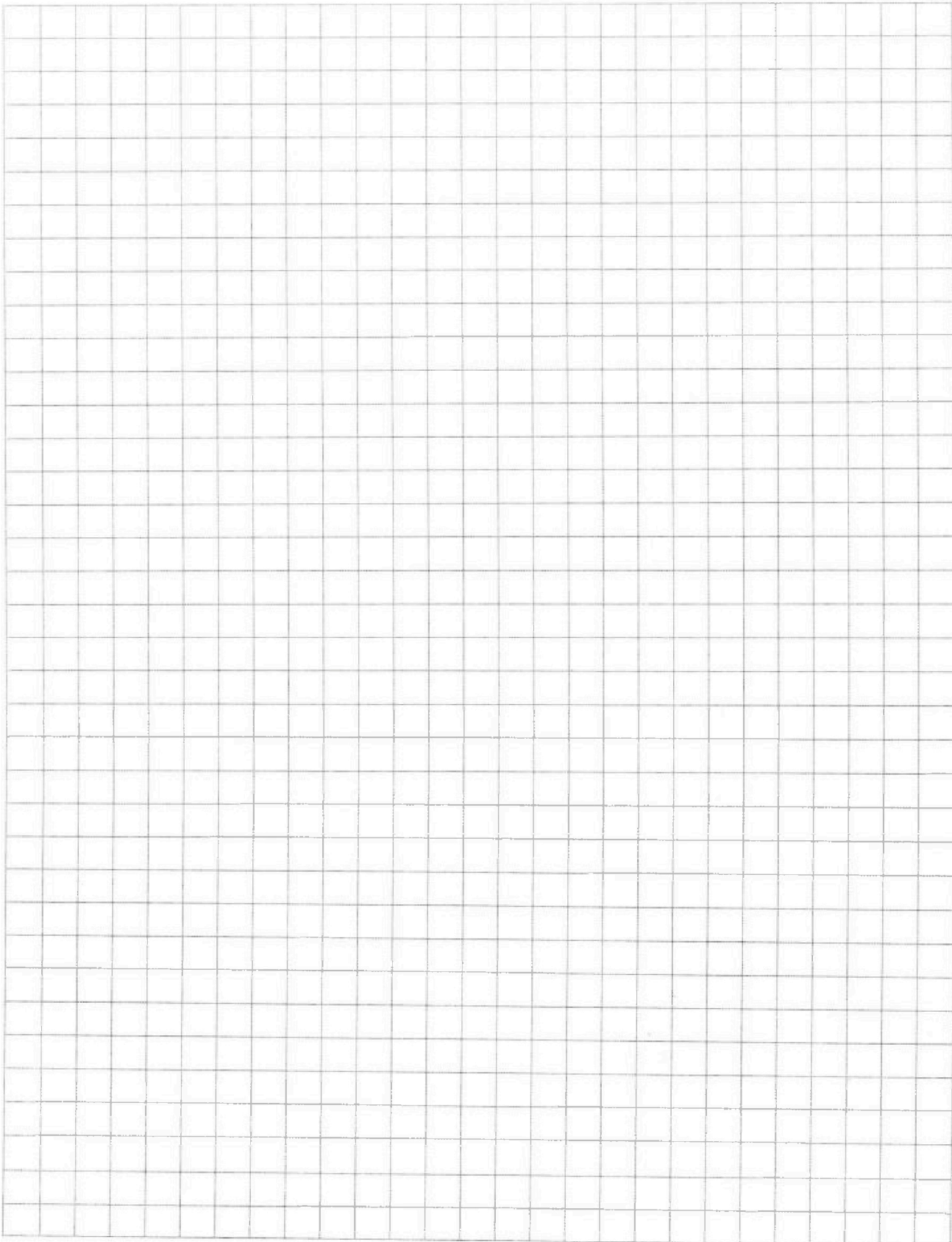


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!

3-1:  $\frac{P}{P_0} = \beta - \frac{V}{V_0}$      $P = \beta P_0 - P_0 \frac{V}{V_0}$

$p dV + V dp = \gamma R dp$      $\frac{\beta}{P_0} = 1 - 5 - 3$

$\frac{3}{2} (p dV + V dp) = -p dV$

$\frac{3}{2} (6P_0 - P_0 \frac{V}{V_0} \cdot dV + V \cdot (-\frac{P_0}{V_0} \cdot dV)) = - (6P_0 - \frac{P_0}{V_0} V) \cdot dV$

$\frac{3}{2} (6P_0 - \frac{P_0}{V_0} V - \frac{P_0}{V_0} V) = -6P_0 + \frac{P_0}{V_0} V$      $\frac{39}{4}$

$12P_0 - 3 \frac{P_0}{V_0} V = -6P_0 + \frac{P_0}{V_0} V$      $A_2(3P_0, 5V_0)$

$4 \frac{P_0}{V_0} V = 20 P_0$      $V = 5V_0$

$7 \cdot 2,5 = 17,5 = 14 + 3,5 = 17,5$      $19,5 = 10 + 9,5 = 19,5$

$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{3A_2}}{Q_{12} + Q_{3A_2}}$

$Q_{12} = \frac{3}{2} \gamma R (T_2 - T_1) + \frac{2,5P_0 + 4P_0}{2} \cdot 3V_0 = \frac{3}{2} (10 + 18 + 9,5 \cdot 3)$

$= \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0 + \frac{9}{4} P_0 V_0 + \frac{39}{4} P_0 V_0 = \frac{20 + 19}{4} P_0 V_0 = \frac{39}{4} P_0 V_0$

$(6P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V) V = \gamma R T_{max}$      $\frac{18 P_0 V_0}{16 P_0 V_0} = \frac{11}{16} \quad (n.2)$

$6P_0 V - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V^2 \rightarrow \text{max}$

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

$Q_{3A_2} = \frac{3}{2} (T_{A_2} - T_3) + \frac{P_0 + 3P_0}{2} \cdot 2V_0 = \frac{3}{2} (15P_0 V_0 - 7P_0 V_0) - 2P_0 \cdot 2V_0 =$

$= 12P_0 V_0 - 4P_0 V_0 = 8P_0 V_0$      $Q_{12} = 20P_0 V_0$

$A_0 = (\frac{6,5 \cdot 3}{2} - \frac{15}{2}) P_0 V_0 = \frac{3}{2} P_0 V_0 (6,5 - 5) = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0$

$\eta = \frac{9}{20} = \frac{9 \cdot 20}{20} = \frac{9}{20}$

$\eta_x = \frac{\kappa R}{\gamma R} \left( \frac{5R + 5\epsilon R - 6\epsilon R}{5R} \right) = \frac{\kappa R}{\gamma R} + \frac{\kappa R \epsilon}{\gamma R} - \frac{\kappa R \epsilon}{\gamma R}$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!

~~1/2~~

$$\frac{kQ}{\epsilon x} - \frac{kQ}{\epsilon(R-r)}$$

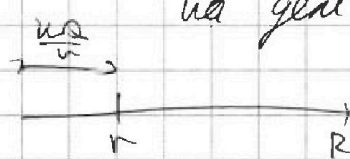
или больше  $\frac{kQ}{\epsilon r}$

~~1/2~~

$\frac{kQ}{\epsilon x} \rightarrow \frac{kQ}{r(\epsilon - \epsilon_0)}$

или  $\frac{kQ}{r}$

на чем больше



$$\Delta \varphi = \epsilon_0 \frac{kQ}{r}$$



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

1

2

3

4

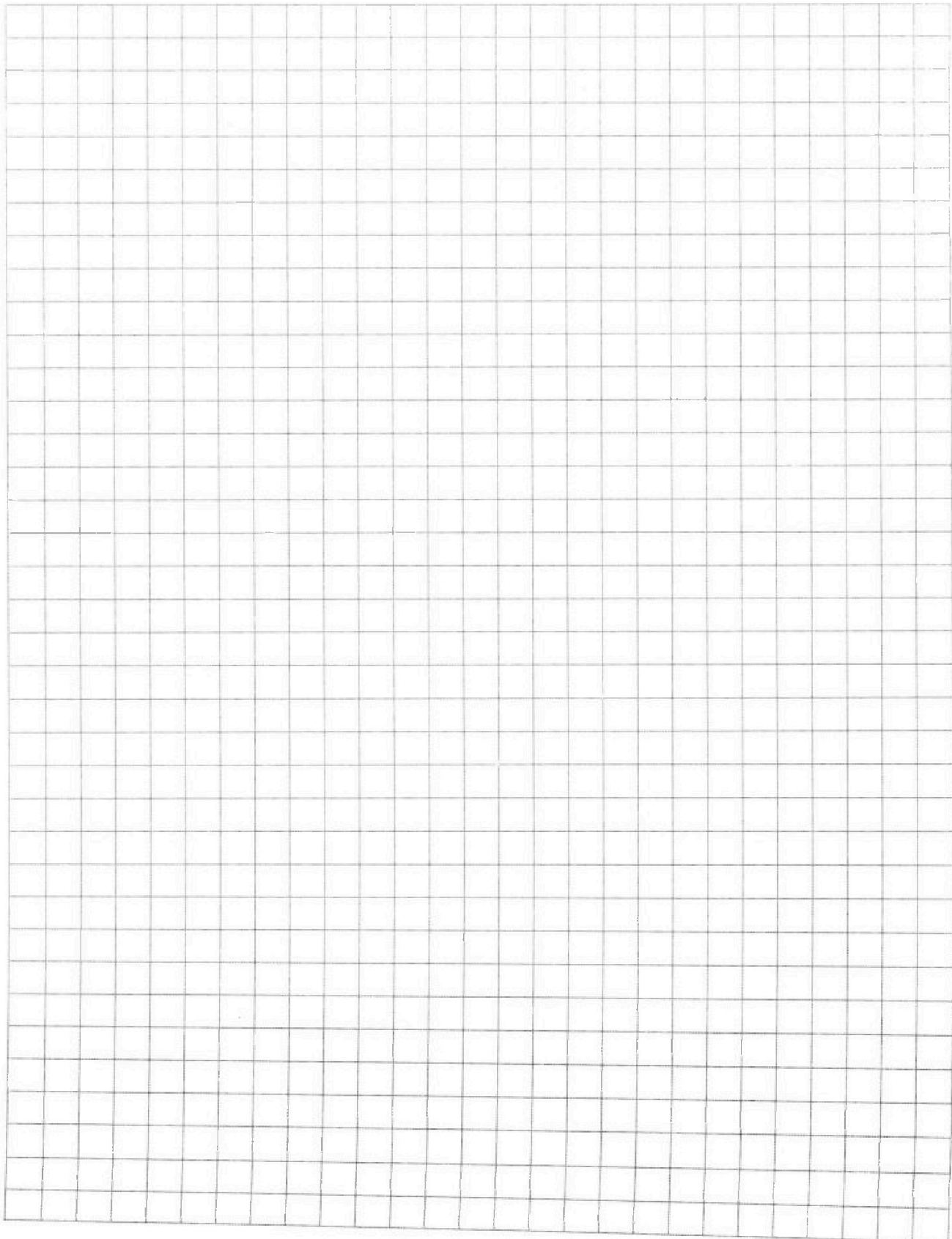
5

6

7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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

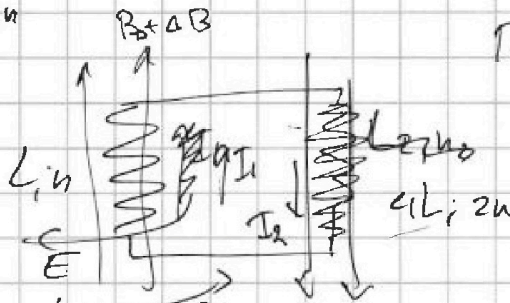
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$L_1 = L \quad n_1 = n$$

$$L_2 = 4L \quad n_2 = 2n$$

S

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha \rightarrow 0$$



$$\Phi = \mu_0 I \cdot \frac{N}{l}$$

При  $\frac{\Delta B}{\Delta t}$  полев. вкратке эл. ток, который стремится уменьшить поток через катушку.

$$\mu_0 I \cdot \frac{n^2 S}{l} = L \cdot I$$

$$L = \mu_0 \frac{n^2 S}{l}$$

$$\Phi_0 S \cdot n = \frac{L \cdot I_1}{L} \quad \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = ?$$

$$I_1 = \frac{\Phi_0 S n}{L}$$

$$\frac{dI_1}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{S n}{L} = \left( \alpha \frac{S n}{L} \right) \quad (1)$$

$$L_1: B_0 \rightarrow \frac{B_0}{2}$$

$$L_2: 2B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{4}{3} = \frac{3\alpha}{6} = \frac{11}{6}$$

$$5 - \frac{11}{6} = \frac{30 - 11}{6} = \frac{19}{6}$$

$$-L_1 \frac{dI_1}{dt} - L_2 \frac{dI_2}{dt} = 0$$

$$L \frac{dI_1}{dt} = -4L \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{dI_1}{dt} = -4 \frac{dI_2}{dt}$$

$$\Delta I_1 = -4 \Delta I_2$$

$\Delta I_1 =$

$I_1 = I_2 =$

$$dI_1 = \frac{dB}{dt} \cdot \frac{S n}{L}$$

$$I_1 = -\frac{B_0}{2} \cdot \frac{S n}{L}$$

$$I_2 = \frac{1}{4L} \left( 2B_0 - \frac{2B_0}{3} \right) S \cdot 2n$$

$$I_2 = -\frac{4}{3} B_0 \cdot \frac{S \cdot 2n}{4L} = -\frac{2}{3} B_0 \frac{S n}{L}$$

$$\Delta \Phi S \cdot N = L I$$

$$I = \frac{\Delta \Phi S N}{L} = \frac{(2B_0 - \frac{2}{3}B_0) S \cdot 2n}{4L} = \frac{4B_0 S \cdot 2n}{3 \cdot 4L} = \frac{2}{3} B_0 \frac{S n}{L}$$

$$B_0 S n + 2B_0 S \cdot 2n = L I + 4L I + \frac{B_0}{2} S n + \frac{2B_0}{3} S n \cdot 2$$

$$5B_0 S n = 5L I + B_0 S n \left( \frac{1}{2} + \frac{4}{3} \right)$$

$$5L I = B_0 S n \left( 5 - \frac{1}{2} - \frac{4}{3} \right) = \frac{19}{6} B_0 S n \quad \frac{11}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{11}{6}$$

$$I = \frac{19 B_0 S n}{6 \cdot 5L} \quad \frac{30 - 11}{6} = \frac{19}{6}$$

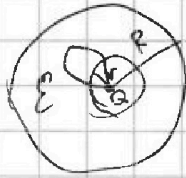


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$r < R \quad \varphi = \frac{kq}{r}$$

$$r < x < R \quad \varphi = \frac{kqR}{\epsilon x} \quad r < x < R$$

$$\varphi_{x1} = \frac{kqR}{\epsilon x} - \frac{kq}{\epsilon x} = kq \left( \frac{1}{\epsilon x} - \frac{1}{\epsilon x} \right)$$

$$\varphi_{x2} = \frac{kqR}{\epsilon x} - \frac{kqR}{\epsilon R} = \frac{kq}{\epsilon} \left( \frac{R}{x} - 1 \right)$$

$$Q_{\Delta 21} = \frac{3}{2} \epsilon (T_1 - T_2) = \frac{4P_0 + 3P_0}{2} \cdot V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} \epsilon (16P_0 V_0 - 15P_0 V_0) = \frac{3}{2} \epsilon P_0 V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} \epsilon P_0 V_0 < 0$$

$$Q_{3A2} = \frac{3}{2} (15P_0 V_0 - 7P_0 V_0) = \frac{3P_0 + P_0}{2} \cdot 2V_0 = 17P_0 V_0 - 4P_0 V_0 =$$

$$= 8P_0 V_0$$

$$2,5 \cdot 7 = 14 + 0,5 \cdot 7 = 14 + 3,5 = 17,5 \quad \frac{6,5}{1} = \frac{13}{2} \cdot 3 = \frac{39}{2}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} P_0 V_0$$

$$\frac{9}{4} + \frac{39}{4} = \frac{48}{4}$$

$$B_1 S_n + B_2 S_n = B_2 S_n + 5LI + (B_1 + \Delta B) S_n$$

$$-\Delta B S_n = 5LI$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} - \frac{dB}{dt} S_n = 5LI \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{V}{2} = 2V$$

$$r > \frac{R}{4} \quad \varphi = \frac{kq}{R} - \frac{qR}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$r = \frac{R}{6} \quad \varphi = \frac{3kq}{2\epsilon R}$$

$$r < \frac{R}{4}$$

$$\varphi = \frac{kqR}{x} \quad \frac{3kq}{\epsilon R}$$

Потенциал поверхности заряженного капаля

$$\varphi = \frac{qR}{\epsilon R} = \frac{qR}{4\epsilon\epsilon_0\pi R^2} = \frac{q}{4\epsilon\epsilon_0\pi R}$$

$$q = \frac{3x}{\epsilon R}$$

$$\frac{q}{\epsilon\epsilon_0} = E_r \cdot 4\pi R^2$$

$$3 = \frac{3x}{2\epsilon R}$$

$$E_r = \frac{q \cdot 4\pi R^2}{\epsilon\epsilon_0 \cdot 4\pi R^2} = \frac{kq}{\epsilon R^2}$$

$$d\varphi = E dx$$

$$E \cdot q \cdot dx = d\varphi \quad d\varphi = E q$$



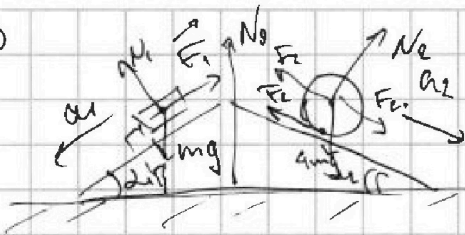
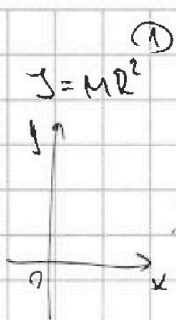
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



или  $a_1 = \frac{5g}{13}$   
 $a_2 = \frac{5g}{24}$   
 по:  $N_1 = mg \cos \alpha_1 + 4mg \cos \alpha_2$

$4m a_2 =$



по  $m a_1 = mg \sin \alpha_1 - F_1$

$m \cdot \frac{5}{13} g = mg \cdot \frac{3}{5} - F_1$

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

$F_2 = mg \left( \frac{4 \cdot 5}{13} - \frac{5}{6} \right) = \frac{20}{13} - \frac{5}{6} = \frac{20 \cdot 6 - 5 \cdot 13}{13 \cdot 6} = \frac{120 - 65}{78} = \frac{55}{78}$

$F_3 = |F_1 \cdot \cos \alpha_1 - F_2 \cdot \cos \alpha_2| = mg \left| \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{55}{78} \cdot \frac{12}{13} \right|$

$\frac{14 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{55 \cdot 12}{13 \cdot 6 \cdot 13} = \frac{14 \cdot 4 \cdot 13 - 110 \cdot 25}{169 + 13} = \frac{13 \cdot 13 \cdot 5 \cdot 5}{182}$

Перенесем в С.О. клина, а он находится  $\Rightarrow$  ускоренно движется относительно отн. него совпадает с лабораторной сист. отсчета.

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

$F_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right)$

$\frac{5}{6} - \frac{20}{13}$

$4m a_2 = 4m \cdot \frac{5g}{24} = mg \cdot \frac{5}{6}$

$4m \cdot \frac{5}{24} g = 4mg \cdot \frac{5}{13} + F_2$

$4mg \cdot \sin \alpha_2 = mg \cdot \frac{4 \cdot 5}{13}$

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

$\frac{20}{13} - \frac{5}{6} = \frac{120 - 5 \cdot 13}{6 \cdot 13} = \frac{55}{78} = \frac{20}{13} mg$

$\frac{20}{13} - \frac{5}{6} = \frac{120 + 65}{78} = \frac{185}{78}$

$\frac{95 \cdot 12}{28 \cdot 13} - \frac{14 \cdot 4}{65 \cdot 5}$



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!

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_0} = ?$$

$$P_1 = 4P_0 \\ V_1 = 4V_0 \\ 3S + 3V =$$

$$P_2 = 2,5P_0 \\ V_2 = 7V_0 \\ 7 \cdot 2,5 = 14 + 9,5 = 17,5$$

$$P_3 = P_0 \\ V_3 = 7V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} (7P_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot 7P_0 V_0 (2,5 - 1))$$

$$A_0 = A_{12} - A_{31} = \frac{2,5P_0 + 4P_0}{2} \cdot 3V_0 - \frac{P_0 + 4P_0}{2} \cdot 3V_0 = \frac{6,5 \cdot 3}{2} P_0 V_0 - \frac{5 \cdot 3}{2} P_0 V_0 = \frac{9 \cdot 7}{4} P_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_0} = \frac{9 \cdot 7}{4} P_0 V_0 = \frac{9 \cdot 7}{4} = \frac{9 \cdot 7 \cdot 2}{4 \cdot 3 \cdot \frac{3}{2}} = \frac{9 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 2}{4 \cdot 3} = 21$$

$$\frac{6,5 \cdot 3}{2} - \frac{5 \cdot 3}{2} = \frac{19,5}{2} - \frac{15}{2} = \frac{4,5}{2} = 2,25$$

$$1-2: \frac{P}{P_0} = 6 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \\ \frac{6,5}{2} = \frac{6,5}{2} = \frac{13}{4} \quad - \frac{6,9}{6} \frac{1,3}{2,3}$$

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

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

$$Q = 0$$

$$dQ = 0 \quad dU = -\delta A$$

$$P dV + V dP = \nu R dT$$

$$\frac{3}{2} \nu R dT = -P dV \quad \left(6P_0 - \frac{1}{2} V \frac{P_0}{V_0}\right) \cdot dV + V \left(-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} \cdot dV\right) = \nu R dT$$

$$\frac{3}{2} \left(6P_0 - \frac{1}{2} V \frac{P_0}{V_0}\right) dV + \frac{1}{2} V \frac{P_0}{V_0} \cdot dV = -\left(6P_0 - \frac{1}{2} V \frac{P_0}{V_0}\right) dV$$

$$\frac{3}{2} \left(6P_0 - \frac{1}{2} V \frac{P_0}{V_0} - \frac{1}{2} V \frac{P_0}{V_0}\right) = -6P_0 + \frac{1}{2} V \frac{P_0}{V_0}$$

$$9P_0 - \frac{3}{2} V \frac{P_0}{V_0} = -6P_0 + \frac{1}{2} V \frac{P_0}{V_0}$$

$$V \cdot 2 \frac{P_0}{V_0} = 15P_0 \quad \Rightarrow V_A = \frac{15P_0}{2P_0} \cdot V_0 = 7,5V_0$$

$$T_{12 \max} = T_2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{2,5 \cdot 7}{4 \cdot 4} = \frac{17,5}{16}$$

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