

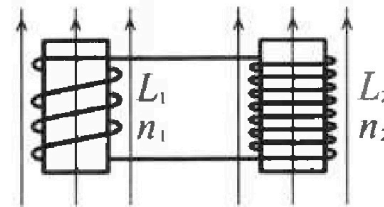
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

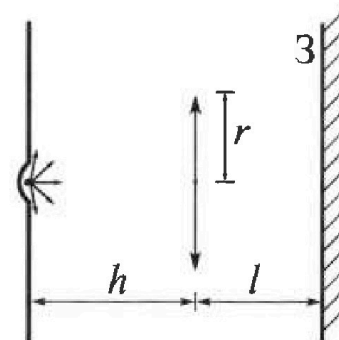


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) нач нет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью  $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$ , а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $3B_0/4$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $4B_0$  до  $8B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



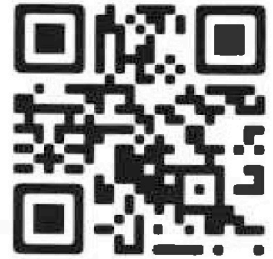
- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



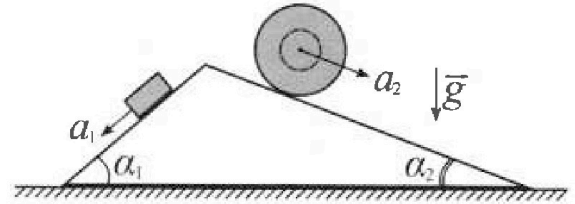
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17$ ,  $\cos \alpha_2 = 15/17$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

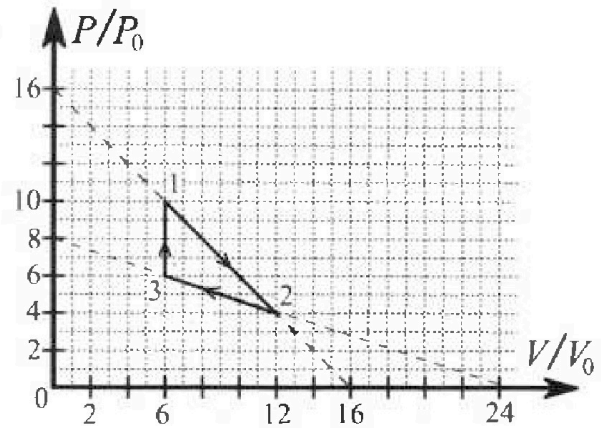


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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

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

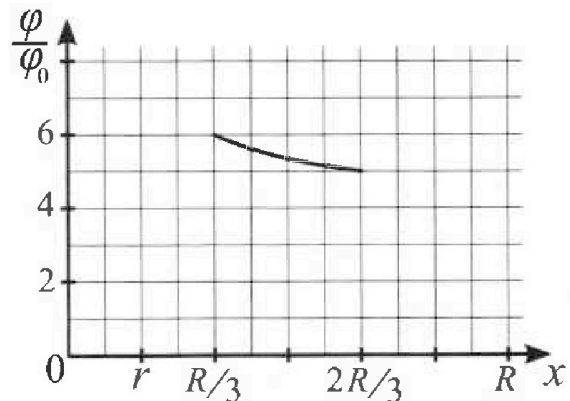
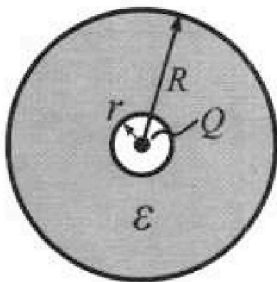
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

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





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

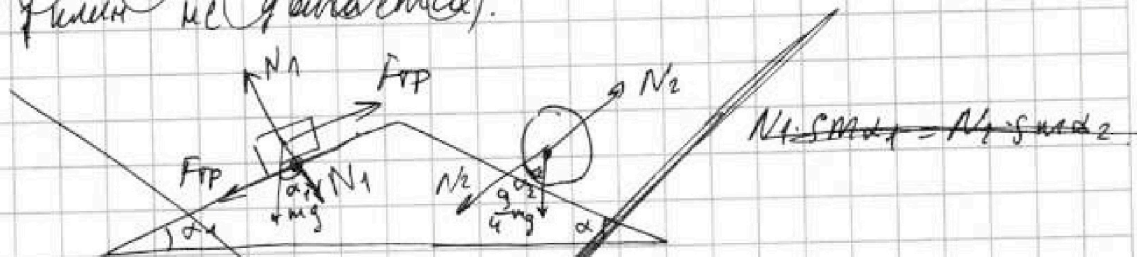
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$N_1$  1) Т.к. клин не подвижен:  $F_{тр} = F_1$



$$F_{тр} = \mu \cdot N_1, \quad mg \cdot \cos \alpha_1 = N_1 \Rightarrow F_1 = \mu mg \cos \alpha_1$$

Занесем суммарную силу клина по горизонт. оси клин не движется.



$$N_1 \cdot \sin \alpha_1 = N_2 \cdot \sin \alpha_2 + F_1 \cdot \cos \alpha_1$$

$$N_2 = \frac{9}{4} mg \cdot \cos \alpha_2$$

$$mg \cdot \sin \alpha_1 = \frac{9}{4} mg \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2 + \mu \cdot mg \cos \alpha_1$$

$$\frac{\sin \alpha_1 - \frac{9}{4} \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2}{\cos^2 \alpha_1} = \mu$$

$$F_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 \cdot \frac{\sin \alpha_1 - \frac{9}{4} \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2}{\cos^2 \alpha_1}$$

$$= mg \cdot \frac{\sin \alpha_1 - \frac{9}{4} \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2}{\cos^2 \alpha_1} = mg \cdot \frac{\frac{3}{5} - \frac{9}{4} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17}}{\frac{4}{5}}$$

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

2 ИЗ 2

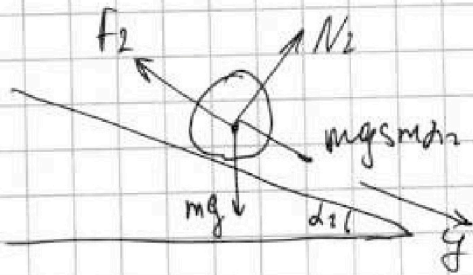
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

запишем сумму сил на брусок по оси  $y$ :

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

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - m \cdot a_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = \frac{26}{85} mg$$

2)



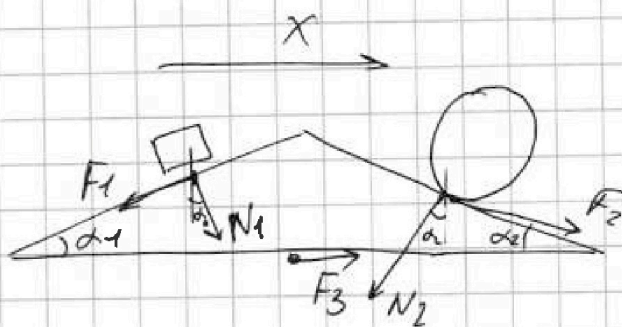
запишем сумму сил на шар по оси  $y$ :

$$\frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 - F_2 = m \frac{9}{4} a_2$$

$$F_2 = \frac{9}{4} mg (\sin \alpha_2 - a_2) = \frac{9}{4} (mg \sin \alpha_2 - m a_2) =$$

$$= \frac{9}{4} mg \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{17} \right) = \frac{9}{4} \cdot \frac{80}{17 \cdot 3 \cdot 9} mg = \frac{20}{17 \cdot 3} mg = \frac{20}{51} mg$$

3)



запишем сумму сил по оси  $x$  на шар!

$$N_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_3 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 = F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_2 \cdot \sin \alpha_2$$

$$F_3 = F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_2 \cdot \sin \alpha_2 - N_1 \cdot \sin \alpha_1 - F_2 \cdot \cos \alpha_2 =$$

$$= \frac{26}{85} mg \left( \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} + \cos \alpha_2 \cdot \sin \alpha_2 - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{20}{51} \cdot \frac{15}{17} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{5248}{14025}$$



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!

в точке 3 у газа:

$$\frac{T_3 \nu R}{W_0} = \left(6 \frac{P}{P_0}\right) \cdot 6 \frac{V}{V_0} = 36 \frac{PV}{P_0 V_0}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{T_{\max} \nu R}{W_0} \cdot \frac{T_3 \nu R}{W_0} = \frac{64}{36} = \frac{8 \cdot 8}{6 \cdot 6} = \frac{16}{9}$$

3) в точке 3 максимальная температура за весь цикл.

$$\frac{Q_{+31}}{W_0} = \frac{A_{31} + U_{31}}{W_0} = \frac{3}{2} (10 - 6) \cdot \frac{P}{P_0} \cdot 6 \frac{V}{V_0} = 36 \frac{PV}{P_0 V_0}$$

энергии подводимые на участке от 1, до точки А (максимальная температура).

$$\frac{Q_{+1A}}{W_0} = \frac{A_{1A} + U_{1A}}{W_0} = \frac{(10+8) \frac{P}{P_0}}{2} \cdot 2 \frac{V}{V_0} + \frac{3}{2} \left( 64 \frac{PV}{P_0 V_0} - 60 \frac{PV}{P_0 V_0} \right)$$

$$= 18 \frac{PV}{P_0 V_0} + 6 \frac{PV}{P_0 V_0} = 24 \frac{PV}{P_0 V_0}$$

$$\frac{Q_+}{W_0} = \frac{Q_{+31}}{W_0} + \frac{Q_{+1A}}{W_0} = 60 \frac{PV}{P_0 V_0}$$

$$\eta = \frac{Q_{-A}}{Q_+} = \frac{24 \frac{PV}{P_0 V_0}}{60 \frac{PV}{P_0 V_0}} = 0,4$$



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  
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!

№2

где  $\epsilon_0 = \rho_0 v_0 = W_0$  - характеристическая энергия.

1) Энергия в момент 1:

$$\frac{U_1}{W_0} = \frac{3}{2} \cdot (10 \frac{P}{\rho_0}) \cdot (6 \frac{V}{v_0}) = \frac{3}{2} \cdot 10 \cdot 6 \frac{PV}{\rho_0 v_0} = 90 \frac{PV}{\rho_0 v_0}$$

энергия в момент 2:

$$\frac{U_2}{W_0} = \frac{3}{2} \cdot (4 \frac{P}{\rho_0}) \cdot (12 \frac{V}{v_0}) = 3 \cdot 4 \cdot 6 \frac{PV}{\rho_0 v_0} = 72 \frac{PV}{\rho_0 v_0}$$

работа за весь цикл от площади внутри фигуры:

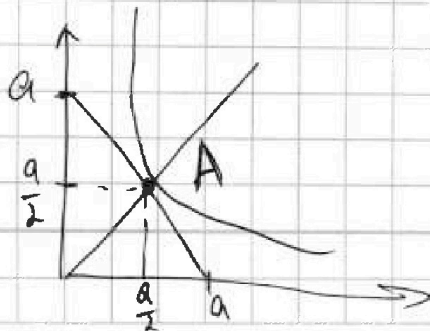
$$\frac{A}{W_0} = 4 \cdot \frac{P}{\rho_0} \cdot 6 \frac{V}{v_0} = 24 \frac{PV}{\rho_0 v_0}$$

$$\Delta U = |U_2 - U_1| \Rightarrow K = \frac{\Delta U}{A} = \frac{\frac{U_2}{W_0} - \frac{U_1}{W_0}}{\frac{A}{W_0}} = + \frac{18}{24} = + \frac{3}{4}$$

2) т.к. изотерма симметрична относительно

$\frac{P}{\rho_0} = \frac{V}{v_0}$ , а прямая 1-2 тоже симметрична

относительно прямой  $\frac{P}{\rho_0} = \frac{V}{v_0}$ , то максимальная температура будет изотерма будет касаться этой прямой в точке  $(\frac{a}{2}; \frac{a}{2})$ , значит



$$\frac{P}{\rho_0} = 8 = \frac{V}{v_0}$$

$$\frac{T_{\max} \Delta R}{W_0} = 8 \cdot 8 \frac{PV}{\rho_0 v_0} = 64 \frac{PV}{\rho_0 v_0}$$

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.



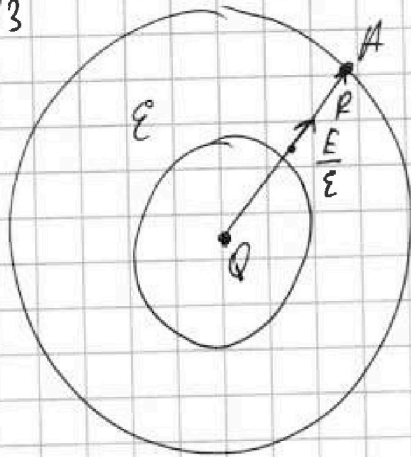
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

N3

1)



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

потенциал в точке A  
на расстоянии R от заряда:  
$$\varphi_A = \frac{kQ}{R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$
  
напряженность в векторе  
с диэлектрик. проницаемостью  $\epsilon$ :  
~~$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2}$$~~  
на расстоянии x:

тогда разность потенциалов между  
точкой A и точкой  $\frac{11}{12}R$ :

$$E \cdot dx = -d\varphi \Rightarrow d\varphi = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left( \frac{1}{11R} - \frac{1}{R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{11R} = \frac{Q}{44\pi\epsilon_0 R}$$

тогда потенциал в точке  $\frac{11}{12}R$ :

$$\varphi_x = \varphi_A + d\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{44\pi\epsilon_0 R} = \frac{11\epsilon Q + Q}{44\pi\epsilon_0 R} = \frac{Q(11\epsilon + 1)}{44\pi\epsilon_0 R}$$



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!

2) разность потенциалов между точкой A и точкой  $\frac{2}{3}R$ :

$$\Delta\varphi_{\frac{2}{3}} = - \int_{\frac{2}{3}R}^{R} \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 x^2} dx = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \left( \frac{3}{2R} - \frac{1}{R} \right)^2$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R} \cdot \frac{3-2}{2} = \frac{Q}{8\pi\epsilon\epsilon_0 R}$$

$$\varphi_{\frac{2}{3}} = \varphi_A + \Delta\varphi_{\frac{2}{3}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{8\pi\epsilon\epsilon_0 R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( 1 + \frac{1}{2\epsilon} \right)^2$$

$$= \frac{Q(2\epsilon+1)}{8\pi\epsilon\epsilon_0 R}$$

аналогично:

$$\Delta\varphi_{\frac{1}{3}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{2}{R} = \frac{1}{2} \frac{Q}{\pi\epsilon\epsilon_0 R}$$

$$\varphi_{\frac{1}{3}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{2Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left( 1 + \frac{2}{\epsilon} \right) = \frac{Q(\epsilon+2)}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R}$$

Отношение потенциалов в точках  $\frac{1}{3}R$  и  $\frac{2}{3}R$  равно  $\frac{6}{5}$  (из графика)

$$\frac{\varphi_{\frac{1}{3}}}{\varphi_{\frac{2}{3}}} = \frac{\frac{Q(\epsilon+2)}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R}}{\frac{Q(2\epsilon+1)}{8\pi\epsilon\epsilon_0 R}} = \frac{(\epsilon+2) \cdot 2}{4(2\epsilon+1)} = \frac{2\epsilon+4}{2\epsilon+1} = \frac{6}{5}$$

$$10\epsilon+20 = 12\epsilon+6 \Rightarrow 14 = 2\epsilon \Rightarrow \underline{\epsilon = 7}$$





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!

7.4 Токи текут в разные стороны, то?

$$I = |I_2 - I_1| = \left| \frac{8Sn}{2 \cdot 9L} \cdot 4 \cdot \frac{4B_0}{3} - \frac{Sn}{L} \cdot \frac{1}{4} B_0 \right| =$$
$$= \left| \frac{8Sn B_0}{9L} - \frac{Sn B_0}{4L} \right| = \frac{23}{36} \frac{8Sn B_0}{L}$$



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  
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!

N4

1) т.к поле в первой катушке магнет  
уменьшется, то и ток уменьшется, значит  
появится напряжение!

$U = \frac{d\Phi}{dt} \cdot S \cdot n$ , т.к катушки параллельны,  
то и на второй будет напряжение.

$U = L_1 \cdot \dot{I}_1$ ,  $U = L_2 \cdot \dot{I}_2$ .  $I_1$  и  $I_2$  направлены  
~~в одну сторону~~ в противоположные стороны,  
значит их модули будут вычитаться

$$\begin{aligned} I &= |I_1 - I_2| = \left| \frac{U}{L_1} - \frac{U}{L_2} \right| = \left| U \cdot \frac{L_2 - L_1}{L_1 L_2} \right| = \\ &= \frac{U}{L_1 L_2} |L_2 - L_1| = \frac{\alpha S n}{L_1 L_2} |L_2 - L_1| = \\ &= \frac{\alpha \cdot S \cdot n}{\frac{9}{4} L^2} \cdot \frac{5}{4} L = \frac{5 \alpha S n}{9 L} \end{aligned}$$

2) пусть счито  $d\Phi_1 = \frac{d\Phi_1}{dt} dt = \frac{d\Phi_1}{dt} dt$ ,  $\alpha \frac{d\Phi_2}{dt}$

$$\int_0^{t_0} d\Phi_1 dt = -\frac{1}{4} \Phi_0, \quad \int_0^{t_0} d\Phi_2 dt = -\frac{4}{3} \Phi_0$$

$$U_1 = d\Phi_1 S n = L_1 \cdot \dot{I}_1 \Rightarrow \dot{I}_1 = \frac{\alpha_1 S n}{L_1} \Rightarrow I_1 = \frac{S n}{L_1} \int_0^t d\Phi_1 dt$$

$$U_2 = \alpha_2 S \cdot \frac{3}{2} n = L_2 \cdot \dot{I}_2 \Rightarrow \dot{I}_2 = \frac{\alpha_2 \cdot 3 S n}{2 L_2} \Rightarrow I_2 = \frac{3 S n}{2 L_2} \int_0^t d\Phi_2 dt$$

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.

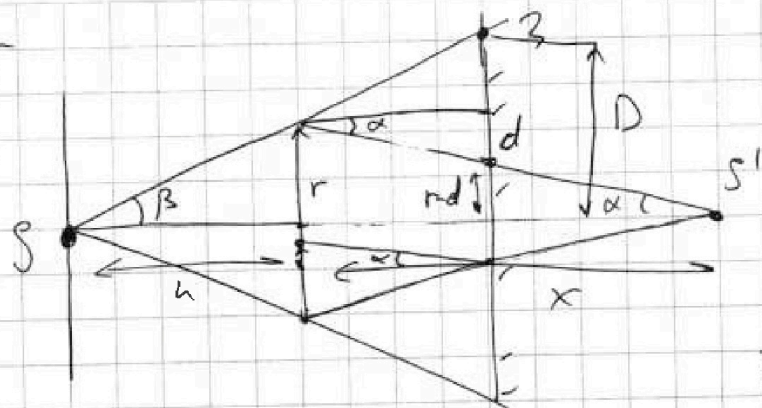


1  2  3  4  5  6  7

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!

NS  
1)



$S'$  - изображение  
матрицы  $S$  в линзе.

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{\frac{2h}{3}}$$

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

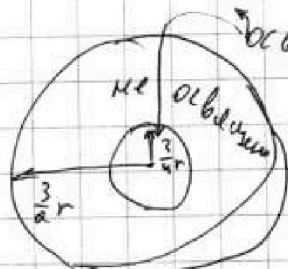
$$x = 2h$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{x} = \frac{r}{2h}$$

$$d = \operatorname{tg} \alpha \cdot l = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{h}{2} = \frac{r}{2h} \cdot \frac{h}{2} = \frac{r}{4}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{r}{h} \Rightarrow D = \operatorname{tg} \beta \cdot (h+l) = \frac{3}{2} h \cdot \frac{r}{h} = \frac{3}{2} r$$

$$r - d = \frac{3}{4} r$$



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

$$= \pi \cdot \left( \frac{9}{4} \cdot r^2 - \frac{1}{16} \cdot r^2 \right) = \pi \cdot \left( \frac{36}{16} \cdot r^2 - \frac{1}{16} \cdot r^2 \right) = \pi \cdot \frac{35}{16} r^2$$

2) лучи после преломления и отражения идут таким образом, что можно считать, что они исходят от мнимого источника на расстоянии  $h$ .

$$-\frac{1}{h} + \frac{1}{y} = \frac{3}{2h} \Rightarrow \frac{1}{y} = \frac{3}{2h} + \frac{1}{2h} = \frac{5}{2h}$$

$$y = \frac{2h}{5} = 0,4h$$



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!

$\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{h}{2} = \frac{r}{2h} \cdot \frac{h}{2} = \frac{r}{4}$  ← расстояние, на  
которое сместится в вертикале ~~луч~~,  
отражённый луч, пока шел к линзе.

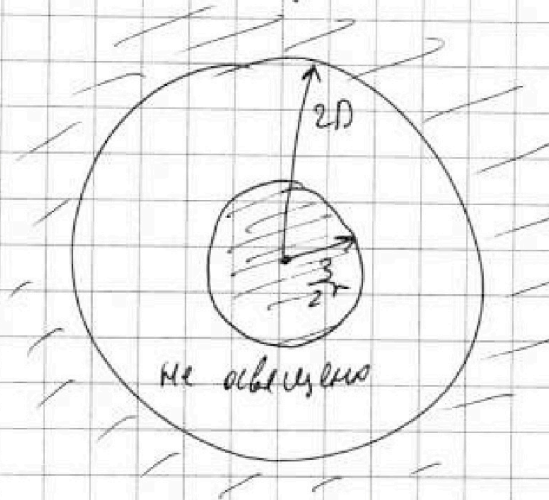
$$r - d - \frac{r}{4} = \frac{1}{2} r$$

~~$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{2}$~~   $\operatorname{tg} \alpha \cdot (h - 0,4h) = \frac{1}{2} r$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{10 \cdot r}{2 \cdot h} = \frac{5}{h} r$$

$$\operatorname{tg} \alpha \cdot (h - 0,4h) = \frac{5}{4} \frac{r}{h} \cdot \frac{6}{10} h = \frac{5 \cdot 6}{10} = \frac{3}{2} r$$
 ← расстояние,

которое освещено на стене с помощью  
лучей, прошедших через линзу.



$$S = \pi(4D^2 - \frac{9}{4}r^2) =$$

$$= \pi(\frac{4}{9}9r^2 - \frac{9}{4}r^2) =$$

$$= \pi \cdot (9 \cdot 4^2 - 9 \cdot 4) =$$

$$= \pi \cdot 9 \cdot 4 \cdot 3 = \pi \cdot 9 \cdot 12 = \pi \cdot 108$$

$$= 108\pi \text{ см}^2$$



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!

Черновик.

5

~~5.4.17~~

~~4~~  $x=2h$



~~2~~

$$\begin{array}{r} 4 \\ 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 209 \\ \times 2 \\ \hline 578 \end{array}$$

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

$17 \cdot 17 \cdot 4 \cdot 3$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{3}{2h}$$

$$\frac{3468}{5780} - \frac{6400}{5780}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 3 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\frac{x}{2h} \cdot x = \frac{3}{4}$$

$$x = 15h$$

$$3 \cdot 4 \cdot 17 \cdot 17$$

$$- 9 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 5$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 289 \\ \times 2 \\ \hline 578 \\ \hline 3468 \end{array}$$

$$9 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 5$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 15 \\ \times 9 \\ \hline 135 \\ \times 4 \\ \hline 6400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 17 \\ \times 3 \\ \hline 51 \\ 54 \\ \hline 85 \end{array}$$

$$\frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ \times 7 \\ \hline 840 \\ \times 5 \\ \hline 6000 \\ \hline 7200 \end{array}$$

$$\frac{51}{26}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 27 \\ \times 8 \\ \hline 216 \end{array}$$

~~216~~

$$\frac{8}{17} - \frac{6}{27} = \frac{51}{207}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 27 \\ \hline 119 \\ 34 \\ \hline 459 \end{array}$$

$$\frac{66}{459} \cdot \frac{9}{4} = \frac{20 \cdot 9}{459}$$

$$= \frac{8 \cdot 27 - 8 \cdot 17}{17 \cdot 27} = \frac{80}{17 \cdot 27}$$



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!

$$\begin{array}{r} 26 \\ + 5 \\ \hline 31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ + 3 \\ \hline 37 \end{array}$$

$$11-5=7$$

сервис

$$\begin{array}{r} 26 \cdot 4 \\ \hline 104 \end{array}$$

$$+ \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{17}$$

$$- \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5}$$

$$- \frac{20 \cdot 15}{17 \cdot 3 \cdot 17}$$

$$\begin{array}{r} 21515 \\ - 517 \\ \hline 25 \end{array}$$

$$5848 \cdot 26 \cdot 4 \cdot 17 \cdot 5 \cdot 3 + 15 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 3 - 4 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 17 - 20 \cdot 15 \cdot 5 \cdot 5$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ + 11 \\ \hline 130 \end{array}$$

$$26 \cdot 4 \cdot 17 \cdot 5 + 15 \cdot 8 \cdot 5 \cdot 5 - 4 \cdot 3 \cdot 17 \cdot 17 - 20 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5$$

$$\begin{array}{r} 187 \\ + 25 \\ \hline 212 \end{array}$$

$$17^2 \cdot 5 \cdot 3$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ + 4675 \\ \hline 4896 \end{array}$$

~~64~~

$$3 \cdot 4 \cdot 17 \cdot (26 \cdot 5 - 3 \cdot 17) + 5^3 \cdot (3 \cdot 3 - 20) =$$

$$4675 = \frac{4 \cdot 17 \cdot 79 + 5^3 \cdot 4}{17^2 \cdot 5 \cdot 3} = \frac{(1343 + 125) \cdot 4}{17^2 \cdot 5 \cdot 3}$$

$$\begin{array}{r} 6 \cdot 3 \\ \hline 6 \cdot 4 \end{array}$$

$$\frac{5848}{14025}$$

$$\frac{4 \cdot 6 \cdot 3}{2} = 4 \cdot 3 \cdot 3 = 9 \cdot 4 = 36$$

$$\begin{array}{r} 8 \cdot 4 = \\ = 32 \\ - 32 \\ \hline 23 \end{array}$$

$$\frac{6 \cdot 4}{8 \cdot 10} =$$

$$U = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S$$

$$4 - \frac{b}{3} = \frac{12 - b}{3} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{8}{9} - \frac{1}{6} = \frac{4 \cdot 8 - 9}{36} = \frac{32 - 9}{36}$$