

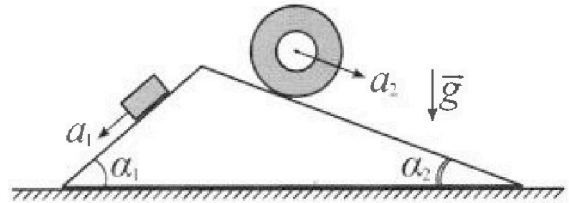
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

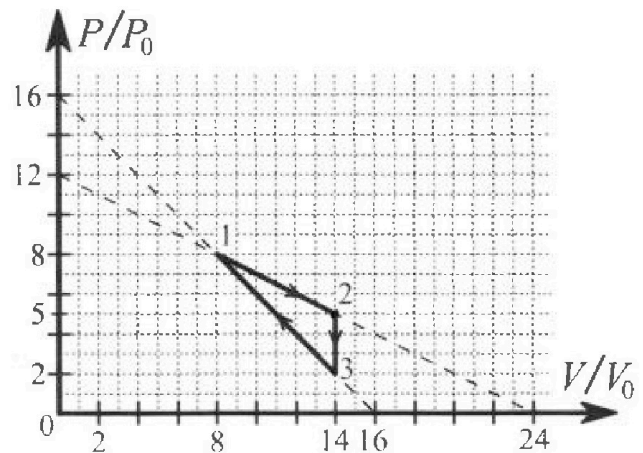


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ  $t$  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.

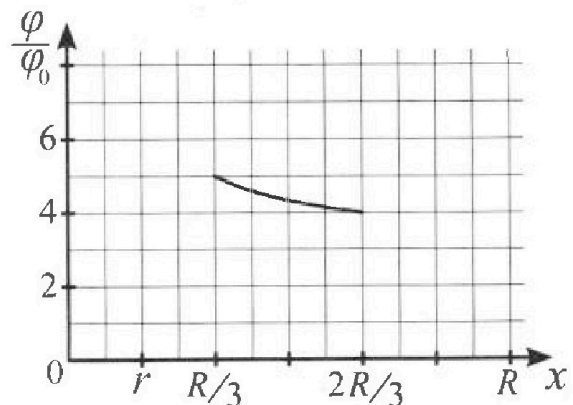
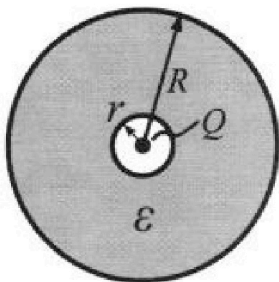
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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.

- 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  $\epsilon$ .





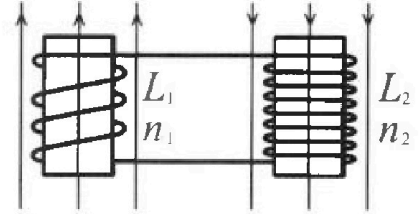
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

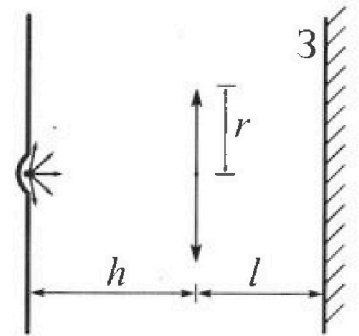


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



- 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  $B_0/3$ , 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.

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  $F = h/3$ . 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  $[\text{см}^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$$2. \text{ OZ: } N_1 - mg \cos d_1 = 0 \quad (\text{см. пус. н. 1})$$

$$N_1 = mg \cos d_1$$

$$\text{OW: } N_2 - 2mg \cos d_2 = 0$$

$$N_2 = 2mg \cos d_2$$

3. ~~Вывод~~ (продолжение)

$$F_3 = F_2 \cos d_2 + N_1 \sin d_1 - N_2 \sin d_2 - F_1 \cos d_1 =$$

$$= 2mg \sin d_2 \cos d_2 - 2ma_2 \cos d_2 + mg \sin d_1 \cos d_1 -$$

$$- 2mg \cos d_2 \sin d_2 - mg \sin d_2 \cos d_1 + ma_1 \cos d_1$$

$$F_3 = -2ma_2 \cos d_2 + ma_1 \cos d_1$$

$$F_3 = -\frac{2mg \cdot 123}{13} + \frac{mg \cdot 6}{13} \cdot \frac{4}{5} = +mg \left( \frac{24 - 15}{65} \right) = \frac{9}{65} mg$$

$\Rightarrow F_3$  - направлена ~~по~~ ~~против~~ ОА и по модулю

$$F_3 = \frac{9mg}{65}$$

$$\text{Ответ: } F_1 = m(g \sin d - a_1) = 9mg/65$$

$$F_2 = 2m(g \sin d - a_2) = 7mg/26$$

$$F_3 = +ma_1 \cos d_1 - 2ma_2 \cos d_2 = 9mg/65$$

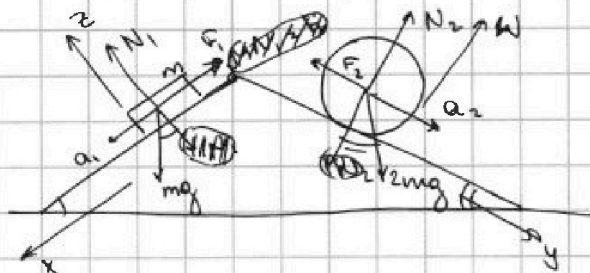


1  2  3  4  5  6  7

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. Т.к. клин остается в покое, его СО инерциальное, поэтому перейдем в СО клина (т.к. его скорость в СО земли 0, то эти СО совпадают).



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

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

$$F_1 = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{8}{13} \right) =$$

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

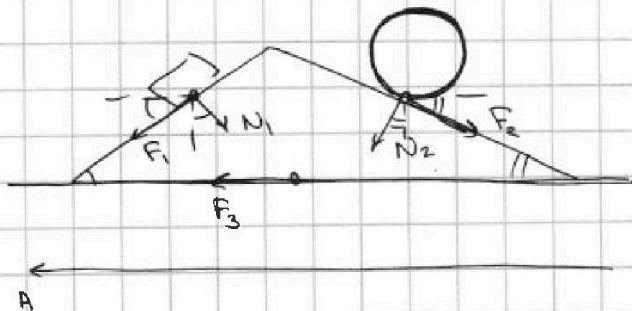
$$Oy: 2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2)$$

$$F_2 = 2mg \left( \frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = 2mg \frac{7}{26 \cdot 2} = \frac{7mg}{26}$$

$$F_2 = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{7mg}{26}$$

3. Рассмотрим силы на клин, по 3 закону Ньютона они равны и противоположны силам на брусок и цилиндр



$$Ox: F_3 + F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 = 0$$

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



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  
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!

3. Рассмотрим процесс 3-1:  $p(V) = 16p_0 - \frac{V p_0}{V_0}$

$$\delta Q = dU + \delta A = \frac{i}{2} dp(V) + p dV = \frac{i}{2} V dp + \left(\frac{i}{2} + 1\right) p dV$$

$$\delta Q = \frac{i}{2} \frac{V p_0}{V_0} dV + \left(\frac{i}{2} + 1\right) \left(16p_0 - \frac{V p_0}{V_0}\right) dV$$

$$= \left(-\frac{V p_0}{V_0} + 16p_0 + \left(\frac{i}{2} + 1\right) p_0\right) dV$$

т.к.  $V \in [8V_0; 14V_0] \Rightarrow \delta Q > 0$

4. 1-2:  $n_0$  и 2.  $T$  - растем

$$\Rightarrow dU = \gamma R dT > 0$$

т.к. объем растем  $\Rightarrow \delta A > 0$

$$\Rightarrow \delta Q > 0$$

3-1:  $n_3$   $\delta Q > 0$

2-3: изохора, давление уменьшается

$$\Rightarrow \delta A = 0$$

$$\delta Q < 0$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{31}} = \text{КПД}$$

$$Q_{12} + Q_{31} = A + \frac{i}{2} (5.14 p_0 V_0 - 2.14 p_0 V_0)$$

$\rightarrow$  т.к. в процессе 2-3 работа не совершается

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{A + \frac{i}{2} \cdot 3 \cdot 14 p_0 V_0} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0 + 9 \cdot 7 p_0 V_0} = \frac{1}{1+7} = \frac{1}{8}$$

$$\boxed{\eta = 1/8}$$

Ответ:  $\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$ ;  $T_{max} = 5/2$

$$\eta = 1/8$$



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. Работа газа за цикл равна площади треугольника 123:

$$A = \frac{(14-8)V_0 \cdot (5-2)p_0}{2} = \frac{3 \cdot 6}{2} p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

Внутренняя энергия в процессе 1-2 изменилась на  $\Delta U = \frac{1}{2}(14 \cdot 5 p_0 V_0 - 8 \cdot 8 p_0 V_0) = \frac{1}{2}(7 \cdot 5 p_0 V_0 - 4 \cdot 8 p_0 V_0)$

$$\Delta U = 1 p_0 V_0 (35 - 32) = 3 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0, \text{ т.к. газ одноатомный}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{|\Delta U|}{A} = \frac{|9 p_0 V_0|}{9 p_0 V_0} = 1$$

2.  $pV = \nu RT \Rightarrow dT = \frac{1}{\nu R} d(pV) = dT = \frac{1}{\nu R} (p dV + V dp)$

Процесс 1-2:  $p = 12 p_0 - \frac{1 p_0 V}{2 V_0}$

$$\frac{dp}{p_0} = \frac{dV}{2 V_0}$$

$$dT = \left( \left( 12 p_0 - \frac{p_0 V}{2 V_0} \right) dV + V \cdot \frac{2 p_0}{2 V_0} \frac{p_0 dV}{2 V_0} \right) \frac{1}{\nu R}$$

$$dT = \frac{12 p_0 dV}{\nu R} \Rightarrow T(V) \text{ - расчет} \Rightarrow T_{\max}^{1-2} = T_2$$

$$T_{\max}^{1-2} = T_2 = \frac{14 \cdot 5 p_0 V_0}{\nu R} \quad \Rightarrow \quad \boxed{k = \frac{T_{\max}^{1-2}}{T_3} = \frac{5}{2}}$$

$$T_3 = \frac{14 \cdot 2 p_0 V_0}{\nu R}$$



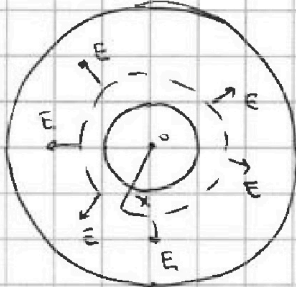
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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.



По закону Гаусса:

$$\oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{\oint \rho dV}{\epsilon \epsilon_0}$$

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

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

$$\varphi_x = \int \frac{Q dx}{\epsilon \epsilon_0 4\pi x^2} + \int \frac{Q dx}{\epsilon \epsilon_0 4\pi x^2} = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 4\pi}$$

$$\varphi = \int_x^\infty E dx = \int_{\infty}^R \frac{Q dx}{\epsilon \epsilon_0 4\pi x^2} + \int_R^r \frac{Q dx}{\epsilon \epsilon_0 4\pi x^2} + \int_r^x \frac{Q dx}{\epsilon \epsilon_0 4\pi x^2} =$$

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

(если  $x \in [R, r]$ )

$$\varphi = \int_0^\infty E dx = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 4\pi} \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{\epsilon x} - \frac{1}{\epsilon R} \right) \text{ (если } x \in [r, R])$$

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

~~... ..~~

2. Т.к.  $\frac{SR}{\epsilon}$  во упр.  $x = \frac{SR}{\epsilon}$  находится внутри диэлектрика  $\Rightarrow x \in [r, R]$

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



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!

$$3. \text{ по н.з. 1. } \Delta \varphi = \frac{Q}{\epsilon_0 4\pi} \left( \frac{1}{\epsilon x_2} - \frac{1}{\epsilon x_1} \right)$$

$$\Rightarrow 5\varphi_0 - 4\varphi_0 = \frac{Q}{\epsilon_0 4\pi \epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{3}{2R} \right) = \varphi_0$$

$$\frac{3Q}{2\epsilon_0 4\pi \epsilon} = \varphi_0 \Rightarrow \boxed{\epsilon = \frac{3Q}{2\epsilon_0 \varphi_0 \pi}}$$

# Используется формула для  $x \in [r; R]$ , т.к. на поверхности  $r < R/3$

$$\text{Ответ: } \varphi(5R/6) = \frac{Q}{4\epsilon_0 \pi} \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{5\epsilon R} \right)$$

$$\varphi \epsilon = \frac{3Q}{8\epsilon_0 \varphi_0 \pi}$$





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

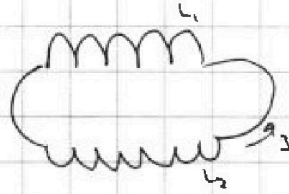
1 ИЗ 2

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!

$$1. \quad \mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$nS \frac{dB}{dt} = (L_1 + L_2) I$$

$$I = \frac{(L_1 + L_2)}{nSd} = \frac{nSd}{17L}$$



$$2. \quad \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \left| (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \right|$$

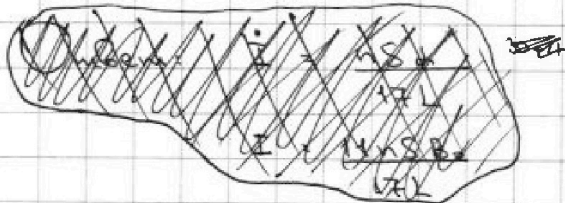
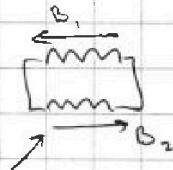
$$|d\Phi| = (L_1 + L_2) dI \Rightarrow \Delta\Phi = (L_1 + L_2) I$$

$$\left( B_0 - \frac{B_0}{3} \right) nS + \left( 3B_0 - \frac{9B_0}{4} \right) 4nS = (L_1 + L_2) I$$

$$\left( \frac{2}{3} B_0 + 3 \right) nS B_0 = \frac{11}{3} nS B_0 = 17L I$$

$$I = \frac{11nS B_0}{3 \cdot 17L}$$

(если  $B$  направлен  $\uparrow$  разное стороны)



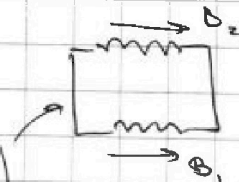
$$3. \quad \left( -B_0 + \frac{B_0}{3} \right) nS + \left( 3B_0 - \frac{9B_0}{4} \right) 4nS = (L_1 + L_2) I$$

$$\left( 3 - \frac{2}{3} \right) nS B_0 = 17L I$$

$$\frac{7}{3} nS B_0 = 17L I$$

$$I = \frac{7nS B_0}{3 \cdot 17L}$$

(если  $B$  направлен  $\uparrow$  в одну сторону)





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!

Ответ:  $i = \frac{dnS}{17L}$

$I = \frac{11}{51} \cdot \frac{nSB_0}{L}$ , если в две обертки направлены в разные стороны

$I = \frac{7}{51} \cdot \frac{nSB_0}{L}$ , если в две обертки направлена в одну сторону





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!

$$6. S_{\text{верх}} = \pi \left( \frac{4r}{5} \right)^2 = \frac{\pi 16 r^2}{25}$$

$$S_{\text{ниж}} = \pi \left( \frac{11}{r} \right)^2 = \frac{\pi 121}{25} r^2$$

$$\Rightarrow S_{\text{стен}} = \left( \frac{121 - 16}{25} \right) \pi r^2 = \frac{105 \pi r^2}{25} = \frac{21 \pi r^2}{5}$$

$$S_{\text{стен}} = \frac{21 \cdot 25 \pi \text{ м}^2}{5} = 105 \pi \text{ м}^2$$

Ответ:  $S_{\text{зер}} = \frac{200 \pi}{3} \text{ м}^2$

$$S_{\text{стен}} = 105 \pi \text{ м}^2$$

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

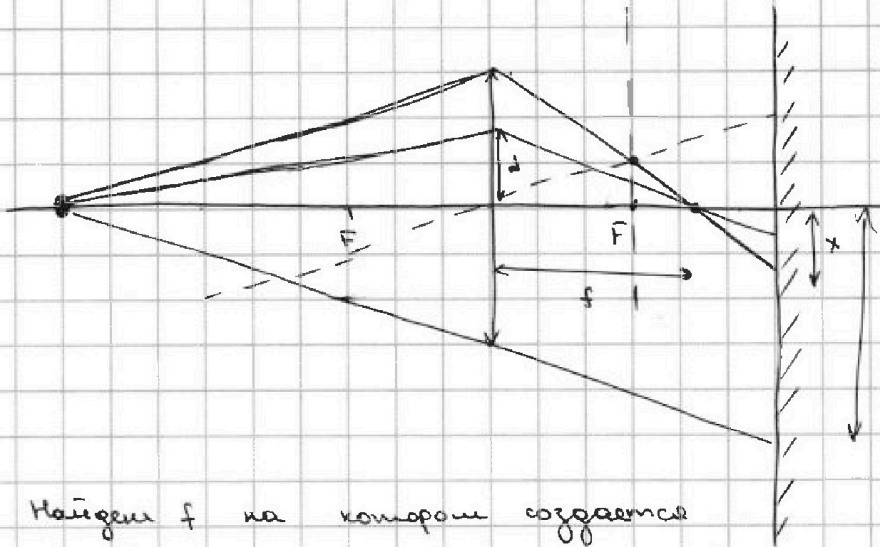


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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

1.



Найдем  $f$  на котором создается изображение источника

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{3h} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{f} = \frac{2}{h} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{h}{2}$$

Пусть луч проходит через линзу на расстоянии  $d$  от ее центра. Тогда из подобия треугольников

$$\Rightarrow \frac{d}{f} = \frac{x}{\frac{2}{3}h - f} = \frac{x}{\frac{2}{3}h - \frac{h}{2}} = \frac{6x}{h} = \frac{2d}{h}$$

$x = d/3 \Rightarrow$  ~~то~~ Поверхность после прищипывания в линзе освещена на расстоянии  $x = h/3$  от ГОО

$$\Rightarrow S_{\text{осв}} = \pi(r/3)^2$$

2. Т.к. свет, проходящий мимо линзы, не преломляется  $\Rightarrow$  зеркало освещается при расстоянии от ГОО больше, или

$$y : \frac{r}{h} = \frac{y}{h - \frac{2}{3}h} = \frac{3y}{5h} \quad \Rightarrow \quad y = \frac{5r}{3}$$

$$\Rightarrow S_{\text{осв}} = \pi(5r/3)^2$$

~~$y = \frac{5r}{3} \Rightarrow$  не освещается поверхность~~  
 $2(5-x) = 10 - 19r/6 = 3r/2$

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!

~~Рассчитать сопротивление~~ Рассчитать индуктивность



~~$B \cdot d\vec{l} = I \cdot d\vec{l}$~~   ~~$\oint B \cdot d\vec{l}$~~   $\int \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int \vec{j} \cdot d\vec{S}$

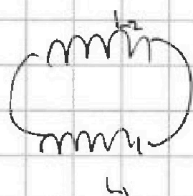
$$B \rho = \frac{\mu_0}{2} n I$$

$$\Phi = n B S = \frac{\mu_0 n^2 S I}{e} = L I$$

$$I = \frac{B}{\frac{\mu_0}{2}}$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{e}$$

$$d\Phi = n$$



$$E = -\frac{d\Phi}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$R = \frac{\rho}{S}$$

$$n S \frac{dB}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$n S \frac{dB}{dt} = (L_1 + L_2) \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{n S}{L_1 + L_2}$$