



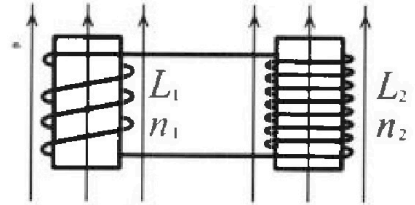
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

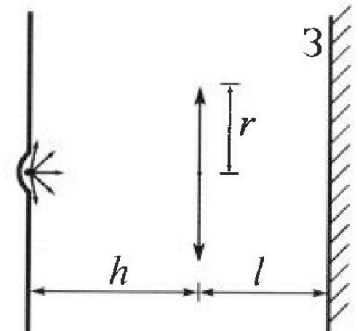


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L/4$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n/2$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков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



- 1) С какой скоростью (по модулю) на чет 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



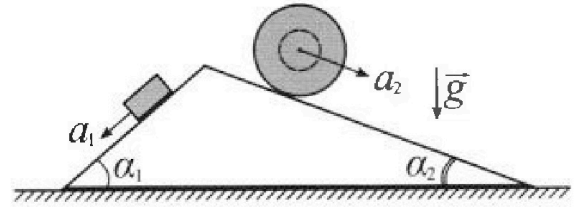
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

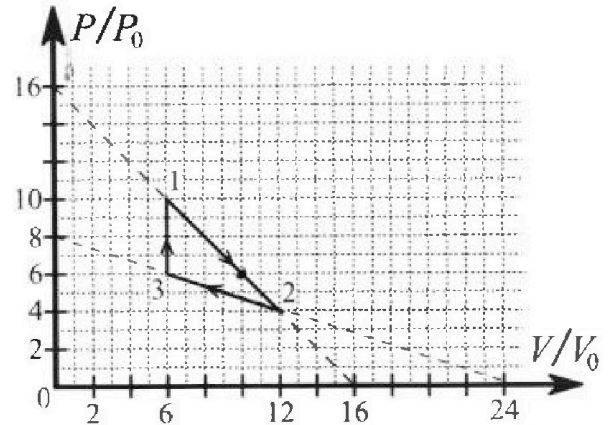
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $9m/4$  с ускорением  $a_2 = 8g/27$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$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

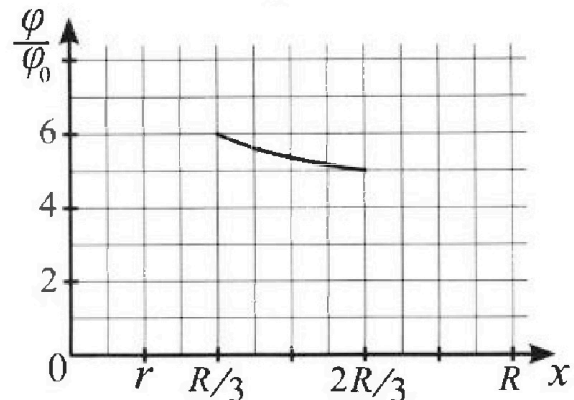
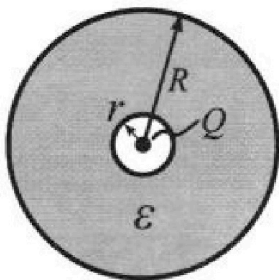


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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  $x = 11R/12$ .
- 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  
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

$$m, a_1 = \frac{5g}{17}$$

$$\frac{9m}{4}, a_2 = \frac{8g}{27}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$$

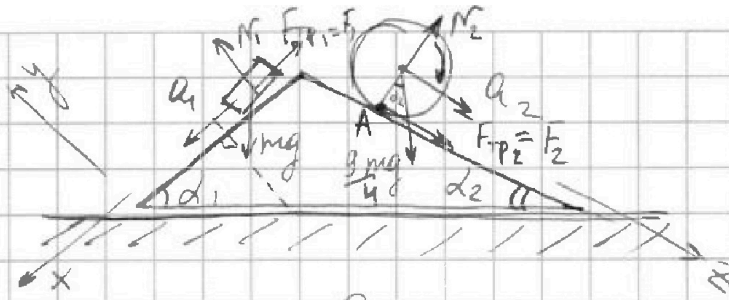
$$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

1)  $F_1 = ?$

2)  $F_2 = ?$

3)  $F_3 = ?$



т.к. система в покое, то  $x, z$ .

2 ЗН для стержня: ок:  $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = m \left( g \sin \alpha_1 - \frac{5g}{17} \right) = mg \left( \frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) = mg \left( \frac{51 - 25}{85} \right) = \frac{26}{85} mg$$

$F_1$  - сила трения скольжения  $F_2$  - сила трения касания

2 ЗН для шара: (сила трения направ. вверх от  $z$  т.к. она всегда направлена <sup>против</sup> возможного направления проскальзывания)

~~$$oz: \frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 + F_2 = \frac{9m}{4} a_2$$~~

~~$$F_2 = \frac{9m}{4} \left( -g \sin \alpha_2 + \frac{8g}{27} \right) = \frac{9}{4} mg \left( \frac{8}{27} - \frac{8}{17} \right) =$$~~

Ур-е моментов относительно  $A$ :

~~$$\frac{9mg}{4} R \sin \alpha_2 = I \epsilon$$~~

~~$$I = mR^2$$~~

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

~~$$т.е. \frac{9mg}{4} R \sin \alpha_2 = m a_2 R$$~~

$F_2 < 0 \Rightarrow$  не упала с направлением  $\Rightarrow F_2$  <sup>против</sup>  $oz$ .



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!



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

$$N_1 = N_1' = mg \cos \alpha_1$$

$$\text{по оси } om: F_{3m} - F_1 \cos \alpha_1 + N_2' \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 = 0$$

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

$$= F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \frac{9mg \cos \alpha_2}{4} \sin \alpha_2 - mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 =$$

$$= \left( \frac{20}{51} \cdot \frac{4}{5} + \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} \right) mg = mgh$$

$a_2 = \varepsilon R$ , и пр. соотнеси: радиус ч.л. шара

$$F_{2z} + \frac{9}{4} mg \sin \alpha_2 = \frac{9m}{4} a_2 + \frac{9m}{4} a_2$$

— радиус точки касания ч.л.

$$\text{т.е. } F_{2z} = \frac{9mg}{4} (2 - \sin \alpha_2) = \frac{9mg}{4} \left( 2 - \frac{8}{17} \right)$$

$$= \frac{9m}{4} \left( 2 \cdot \frac{8g}{27} - \frac{8g}{17g} \right) = \frac{9mg}{4} \cdot \frac{8}{27 \cdot 17} =$$

$$= \frac{18mg \cdot 7}{27 \cdot 17} = \frac{2}{3} \cdot mg \frac{7}{17} = \frac{14}{51} mg$$





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.

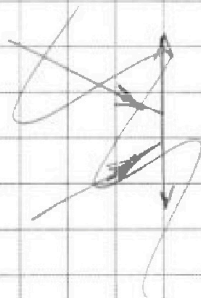
- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ 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!

$$|F_3| = \left| \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} + \frac{9}{4} \cdot \frac{8}{17} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{15}{17} \cdot \frac{14}{17-3} \right| \ln 2$$

=



$$\frac{3}{4} = f$$
$$f h = \gamma + f$$
$$\frac{1}{h} = \frac{\gamma + f}{f}$$



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!

$$\kappa \cdot \sqrt{A_1} (1 + \gamma) = -C_A \gamma \quad \text{где } \gamma = \frac{5}{3}$$

$$\text{т.е. } \frac{p_0 \sqrt{A_1}}{T_0} = 16 p_0 \frac{\gamma}{\gamma + 1}$$

$$\sqrt{A_1} = 16 \cdot \frac{\frac{5}{3}}{\frac{8}{3}} \cdot T_0 = \frac{16 \cdot 5}{8} = 10 \sqrt{V_0}$$

т.е. go  $\sqrt{V} = 10 \sqrt{V_0}$  темп разведилось, потом отворилось.

$$T_{\max} = T_A \quad ; \quad 10 \sqrt{V_0} \cdot 6 p_0 = 2 R T_A$$

$$\left[ \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{10 \cdot 6}{6 \cdot 6} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \right] \quad \left. \begin{array}{l} \Delta U_{12} = \\ \Delta U_{23} = \Delta U_{12} \end{array} \right\}$$

привелим  $T_A = T_1$  - темп на одной стороне.

$$\text{Значит } Q_{12} = Q_{23} = \frac{(10+6) \cdot 4}{2} p_0 \sqrt{V_0} + \Delta U_{12} = 32 p_0 \sqrt{V_0}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{2 \cdot 10}{2} p_0 \sqrt{V_0} + \frac{3}{2} \cdot 12 p_0 \sqrt{V_0} = 28 p_0 \sqrt{V_0}$$

Аналогично для процесса 2-3 точка B - точка кас. орбиты

$$\text{и } \sqrt{V_B} = -\frac{C_B \cdot \gamma}{(1 + \gamma) \kappa_B} = \frac{8 p_0 \cdot \frac{5}{3}}{\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{p_0}{\sqrt{V_0}}} = 3 \cdot 5 \sqrt{V_0} = 15 \sqrt{V_0} \Rightarrow$$

$15 \sqrt{V_0} > T_{\max}$  цикла  
 $\Rightarrow$  в процессе 2-3 темпра всё время разведилось

$$\text{тогда } \eta = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q_{12}} = \frac{12 p_0 \sqrt{V_0}}{36 p_0 \sqrt{V_0} + 32 p_0 \sqrt{V_0}} = \frac{12 p_0 \sqrt{V_0}}{68 p_0 \sqrt{V_0}} = \frac{12}{68} = \frac{3}{17} = \frac{6}{34}$$







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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

$$A_{изм} = \frac{1}{2} (6 \cdot 6 p_0 v_0 - 2 \cdot 6 p_0 v_0) = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 4 p_0 v_0 = 12 p_0 v_0$$

$$6 p_0 v_0 \cdot 6 = 2RT_3$$

$$10 p_0 \cdot 6 v_0 = 2RT_1$$

$$12 v_0 \cdot 4 p_0 = 2RT_2$$

$$|\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} 2R (T_2 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} |48 - 60| p_0 v_0 = \frac{3}{2} \cdot 12 p_0 v_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 12}{14 \cdot 3} = \frac{6}{14} = \frac{3}{7}$$

$$Q_{13} = \Delta U_{13} = \frac{3}{2} (60 - 36) p_0 v_0 = 3 \cdot 12 p_0 v_0 = 36 p_0 v_0$$

$$p = \frac{\text{const}}{V^\gamma} \quad \text{или} \quad \text{const} \cdot V^{-(\gamma-1)} = k$$

$$p = kV^{-\gamma} + \text{const} \quad \text{т.е.} \quad V_A = -\left(\frac{p_0}{\gamma}\right)$$

$$pV^\gamma = \text{const} \quad | : \text{изм. по } V$$

$$p'V^\gamma + p \cdot \gamma V^{\gamma-1} = 0 \quad p' = k \quad k_A = -\frac{p_0}{\gamma}$$

$$\text{т.е.} \quad kV_A^\gamma = -(kV_A + c) \cdot V_A^{\gamma-1} \quad c_A = 16 p_0$$

$$\text{т.е.} \quad \frac{p_0}{2} \cdot V_A^\gamma = -\frac{p_0}{\gamma} V_A^\gamma - 16 p_0 V_A^{\gamma-1}$$

$$-2 p_0 V_A^\gamma \cdot V_A = -\frac{p_0}{\gamma} V_A^\gamma - 16 p_0 V_A^{\gamma-1}$$

$$kV_A^\gamma (1+\gamma) = -cV_A^{\gamma-1} \cdot \gamma$$





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!

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{r}, \quad r \in (R_1; +\infty)$$

~~$$\varphi(x) = \int \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = -2$$~~

$$\varphi_\infty = 0 \quad \varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon R_1}$$

$$\varphi_1 - \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{r} - \frac{3kQ}{R\epsilon} = \frac{kQ}{r} - 6\varphi_0$$

~~$$F_{\text{ин}} = \frac{\sum Q}{\epsilon_0 \epsilon S} = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon \cdot 4\pi R^2}$$~~

$$d\varphi = E_{\text{ин}} \cdot dx = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 \cdot 4\pi x^2} dx$$

~~$$\Delta\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot (-2) \cdot \frac{1}{x} \Big|_{R_1}^{R_2} = \dots$$~~

~~$$\varphi_{\text{ин}} = \varphi\left(\frac{R}{3}\right) + \Delta\varphi(R_1, R_2) = 6\varphi_0 - \frac{Q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{12}{4R}\right)$$~~

~~$$\left(\frac{3}{R} - \frac{12}{4R}\right) = 6\varphi_0 - \frac{Q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \left(\frac{33-12}{4R}\right) =$$~~

~~$$\varphi_0 = \Delta\varphi\left(\frac{R}{3}, \frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{3}{R} - \frac{3}{2R}\right)$$~~



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

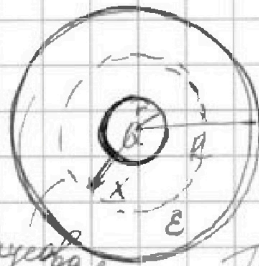
$r, R$

$Q, \epsilon$

$x = \frac{11R}{12}$

1)  $\varphi(x) = ?$

2)  $\epsilon = ?$



Задача по физике

1) Из графика видно, что  $r < \frac{R}{3}$ , поэтому для  $x \in (r, R)$  можно записать

Т. Гаусса:  $E \cdot 4\pi x^2 = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0}$

$\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x} = \frac{1}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \frac{Q}{x}$

$= \frac{1}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{11R} = \frac{3Q}{11\pi R \epsilon \epsilon_0}$

2)  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon R} = 6\varphi_0$

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

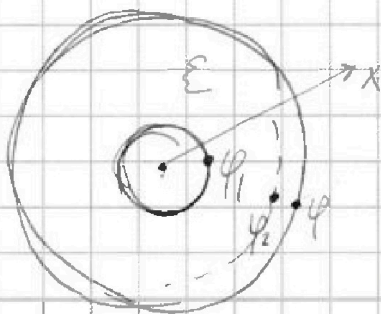
Из графика

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

$\varphi(r) = \frac{kQ \cdot 6}{R}$

Сферический конденсатор  $\frac{R}{3}$  и  $\frac{2R}{3}$  как стенки сферического конденсатора. Тогда  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = U = \frac{Q}{C}$

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



$\varphi_1 = \frac{kQ}{R}$

$\varphi_2 - \varphi_1 = \int E_{in}(x) dx$

$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) - \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \varphi_0 = \int_{\frac{2R}{3}}^{\frac{R}{3}} \frac{kQ}{\epsilon} \frac{1}{x^2} \cdot dx = \frac{kQ}{\epsilon} \cdot (-2) \cdot \frac{1}{x} \Big|_{\frac{2R}{3}}^{\frac{R}{3}} = 2 \cdot \frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{R}{3}$





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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

✓ 4

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{9L}{4}$$

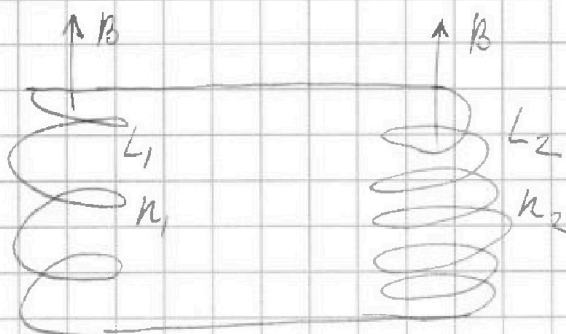
$$n_1 = n$$

$$n_2 = \frac{3n}{2}$$

S

1)  $\dot{I} = ?$

2)  $I_k = ?$



$$\dot{\mathcal{E}}_{i1} = - \frac{d\Phi}{dt} = - S n_1 \frac{dB}{dt} \quad \mathcal{E} = - L \dot{I}$$

$$\dot{\mathcal{E}}_{i2} = - S n_2 \frac{dB}{dt}$$

1) Если  $\dot{\mathcal{E}}_{i1} = - S n_1 \frac{dB}{dt} = - S n_1 \dot{B}$ , то  $\boxed{|\dot{I}| = \frac{S n \dot{B}}{L}}$

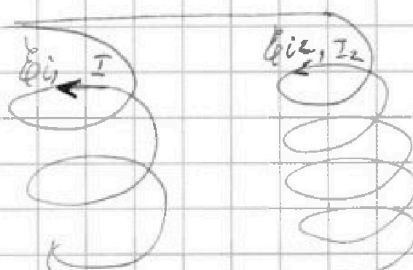
$\dot{\mathcal{E}}_{i2} = 0$

2)  $\Delta B_1 = \frac{B_0}{4}$        $\Delta B_2 = 4B_0 - \frac{8}{3}B_0 = \frac{4}{3}B_0$

В начале тока в катушках нет  $\Rightarrow W_0 = 0$ .

В конце  $W_k = \frac{L_1 I_k^2}{2} + \frac{L_2 I_k^2}{2} = \frac{I_k^2}{2} \left( L + \frac{9L}{4} \right) = \frac{13 I_k^2 L}{8}$

$\Delta W = A_{\text{пачки}} \quad \delta A = \mathcal{E}_1 dq - \mathcal{E}_2 dq$



$\dot{\mathcal{E}}_{i1} = \dot{\mathcal{E}}_{i1} - \dot{\mathcal{E}}_{i2} - \text{б. учим}$

$$\delta A = \mathcal{E}_1 \cdot I \cdot dt = \left( \frac{dB_1 S n_1}{dt} - \frac{dB_2 S n_2}{dt} \right) \cdot I \cdot dt = S (dB_{1n_1} - dB_{2n_2}) I$$

$$A_{\text{п.к.}} = \int \delta A = S (\Delta B_1 n_1 - \Delta B_2 n_2) I_k$$

$$\frac{dI}{dt} = - \frac{\mathcal{E}_{i1}}{L}$$

$$dq = I dt$$



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  
\_ 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!

$$\dot{\Phi}_\varepsilon = \left( \frac{dB_1 n_1 - dB_2 n_2}{dt} \right) S \quad \dot{\Phi}_i = \frac{dI L}{dt}$$

индуктивное

$$\dot{\Phi}_i dt = -dI L$$

$$\text{т.е. } |\Delta I L_\varepsilon| = \left| \Delta B_1 n_1 - \Delta B_2 n_2 \right| \cdot S$$

$$\text{т.е. } |\Delta I| = \left| \Delta B_1 \cdot n - \Delta B_2 \cdot \frac{3n}{2} \right| S =$$

$$= n \left| \frac{B_0}{4} - \frac{3}{2} \cdot B_0 \cdot \frac{4}{3} \right| S = \frac{n S B_0 \left| \frac{1}{4} - \frac{8}{4} \right|}{\frac{13}{4} L} = \frac{7 n S B_0}{13 L}$$

$$I_k = 0 + \Delta I = \frac{7 n S B_0}{13 L}$$

$$\text{Ответ: 1) } |I| = \frac{S n d}{L} \quad 2) I_k = \frac{7 n S B_0}{13 L}$$





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

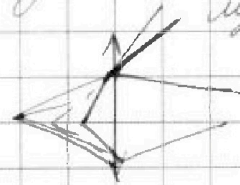
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

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

Для линзы свет отражённый от  
зеркала идет сходящимся пучком,  $\Rightarrow$  источник  
мнимый, находится на продолжении этих  
лучей.

$$\text{тогда } \frac{1}{F} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{x}$$



$$\text{Из подобия } \frac{f}{f + \frac{h}{2}} = \frac{z}{OM} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{3}{4}} = \frac{1}{3}$$

$$f = \frac{1}{3}f + \frac{1}{6}h \quad f = \frac{1}{6}h \cdot \frac{3}{2} = \frac{1}{4}h.$$

$$\text{Тогда } \frac{3}{2h} = -\frac{4}{h} + \frac{1}{x} \quad \frac{1}{x} = \frac{3+8}{2h}$$

$$PT = \frac{1}{4}r \cdot \frac{(h - \frac{2}{11}h)}{h} \quad \boxed{x = \frac{2h}{11}}$$

$$= \frac{1}{4}r \cdot \frac{9}{11}$$

$$\text{Тогда } S_2 = \pi \left( 9r^2 - \left( \frac{9 \cdot r}{4 \cdot 11} \right)^2 \right) = \pi \left( 9 \cdot 16 - \frac{81}{121} \right) = \\ = \pi \left( 144 - \frac{81}{121} \right) \text{ см}^2$$

$$\frac{f + \frac{h}{2}}{f+h} = \frac{OM}{r} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{f+h} = \frac{3}{4r}$$

$$\frac{1}{f+h} = \frac{1}{r}$$



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!

$$S_2 = \pi \left( 9 \cdot 16 - \left( \frac{3}{5} \right)^2 \right) = \pi \cdot \left( 144 - \frac{9}{25} \right) =$$
$$= \frac{\pi}{25} \left( 144 \cdot 25 - 9 \right) = \frac{\pi \cdot 3591}{25} \text{ см}^2.$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 144 \\ \times 25 \\ \hline 1720 \\ 288 \\ \hline 3600 \end{array}$$





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!

$$4f + 2h = 3f + 3h$$

$$\frac{f + \frac{h}{2}}{f + h} = \frac{3}{4}$$

$$4f + 2h = 3f + 3h$$

$$h = 4f - 3f = f$$

$$\frac{3}{2} - \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{8}$$

$$z = r - 2y = r - \frac{3r}{4} = \frac{1}{4}r$$

$$\frac{\frac{1}{4}}{f} = \frac{\frac{3}{4}}{f + \frac{h}{2}}$$

$$3f = f + \frac{h}{2} \quad \left[ f = \frac{h}{4} \right]$$

$$\frac{f + h}{f + \frac{h}{2}} = \frac{4}{3}$$

$$3f + 3h = 4f + 2h$$

$$\boxed{f = h}$$

$f = h \Rightarrow$  ~~будет просто точка на искомой,~~  
а ~~вокруг~~ ~~какая~~

$$\frac{3h}{2h} = -\frac{1}{h} + \frac{1}{x} \quad \frac{1}{x} = \frac{3+2}{2h} \quad x = \frac{2}{5}h$$

$$PT = \frac{1}{4}r \cdot \frac{(1 - \frac{2}{5})}{1} = \frac{1}{4}r \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{5} \text{ см.}$$



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!

$$\frac{44}{28} \quad 120 \quad 119 \quad 8 \quad 27-17 \quad \frac{64}{24} \frac{4}{16} \quad \frac{9}{4} = \frac{25}{64}$$

2.4

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 16 \\ \hline 90 \\ + 54 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$1 \text{ мк} \frac{2}{3 \cdot 17} \cdot 10 = \frac{20}{51} \quad 144 \quad + 54 \quad 144$$

$$E \cdot S = \frac{\sum Q}{\epsilon_0}$$



$$E = \frac{Q S}{2 \epsilon_0 S} =$$

$$Q = Q S \quad S = 2 S$$

$$120 \quad 144 - 25 = 119$$

$$36 - \frac{25}{4} = \frac{119}{4} E$$

$\epsilon E$

$$E = \frac{Q}{\epsilon S} \quad Q = \frac{Q r}{U} = \frac{q r}{E d} =$$

$$= \frac{Q S}{\frac{Q}{\epsilon} \cdot d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$E = \frac{k q}{R^2} \quad \varphi = \frac{k q}{R}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{b} \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h} = \frac{3}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h}$$

$$\frac{h}{2} \quad \frac{4}{3} - \frac{1}{2} = \frac{8-3}{6} = \frac{5}{6} : \frac{4}{3} = \frac{5 \cdot 3}{6 \cdot 4} = \frac{5}{2 \cdot 4}$$

$\varphi = k q$   
 $\varphi = \frac{Q}{\epsilon_0}$   
 $\tau \cdot \epsilon_0$

$\varphi = E x$





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!

$h, F = \frac{2h}{3}$   
 $l = \frac{h}{2}$   
 $r = 4 \text{ см}$

1)  $S_1 = ?$   
 2)  $S_2 = ?$

Если бы не было зеркала:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{4h} + \frac{1}{b} \quad \frac{1}{b} = \frac{3h}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h} \quad \text{т.е. } b = 2h \text{ от линзы.}$$

За точкой А и В зеркало точно освещено.

Проверим крайний луч, проходящий  $\frac{1}{2}$  линзы и  $h$ -но ему прохор.  $\frac{1}{2}$  центр. линзы ( $\frac{1}{2}$  него он не преломится), они пересеклись бы где-то за зеркалом в т. на фокальной пл-ти.

Все лучи идущие ниже  $\frac{1}{2}$  линзы аналогично, и тогда не освещён остаток участка АМ

т.е. ~~т.е.~~  $S_T = \pi DA^2 - \pi OM^2$

$$\frac{DA}{r} = \frac{3h}{\frac{1}{2}h} = \frac{3}{2} \quad DA = \frac{3}{2}r = \frac{3}{2} \cdot \frac{h}{2} = \frac{3}{4}h \quad \text{т.е. } OM = \frac{3}{4}r$$

$$\frac{OM}{r} = \frac{OS}{2h} = \frac{2h - \frac{1}{2}h}{2h} = \frac{\frac{3}{2}h}{2h} = \frac{3}{4} \quad \frac{3}{4} = \frac{8-3}{8} = \frac{5}{8}r$$



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

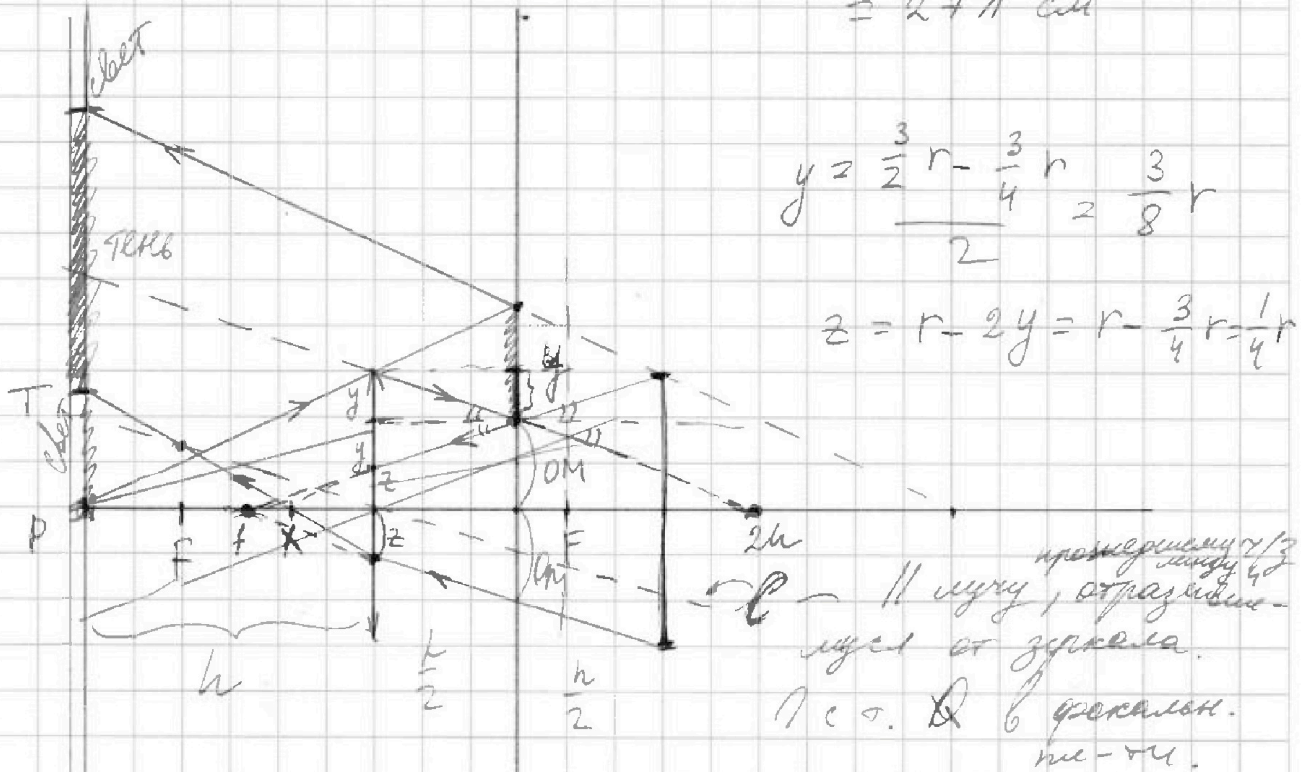
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

$$S_1 = \pi \left( \left( \frac{3}{2} r \right)^2 - \left( \frac{3}{4} r \right)^2 \right) = \pi r^2 \left( \frac{9}{4} - \frac{9}{16} \right)$$

$$= \pi \cdot 4^2 \cdot \frac{(144 - 25)}{64} = \frac{\pi \cdot 119}{4} \text{ см}^2 = \frac{119\pi}{4} \text{ см}^2$$

Тень на стене =  $\pi \left( \left( \frac{3}{2} \cdot 4 \right)^2 - \left( \frac{3}{4} \cdot 4 \right)^2 \right) = \pi \cdot (36 - 9) = 27\pi \text{ см}^2$



$$S_2 = \pi \left( (2AO)^2 - PT^2 \right) = \pi (9r^2 - PT^2)$$

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

т.е.

тогда  $\frac{z}{x} = \frac{PT}{(h-x)}$

$$PT = \frac{1}{4}r \cdot \frac{(h-x)}{h}$$