

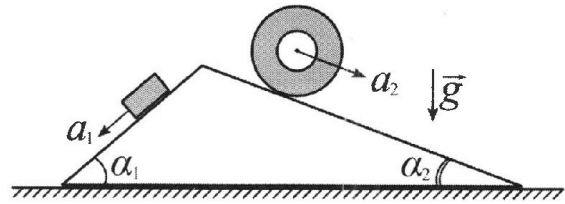
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03

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



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 6g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $2m$  с ускорением  $a_2 = g/4$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5$ ,  $\cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 5/13$ ,  $\cos \alpha_2 = 12/13$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

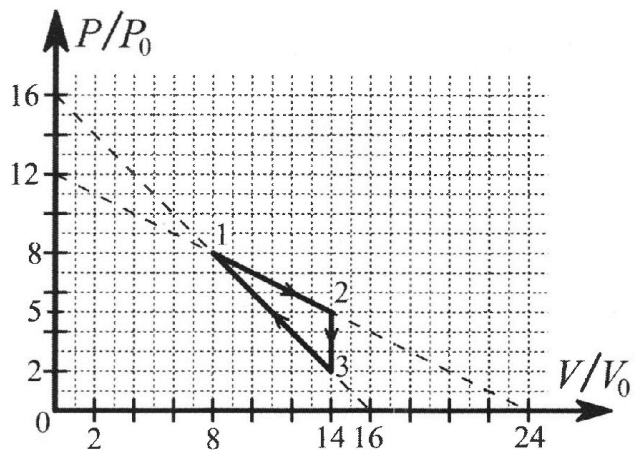


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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

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

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

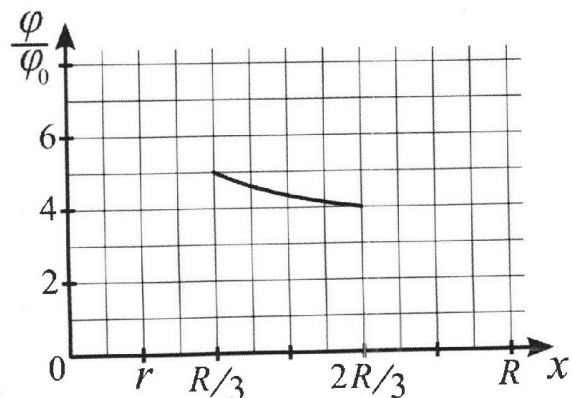
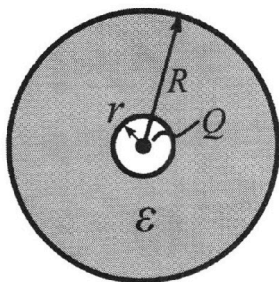


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.).

Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 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  $\epsilon$ .





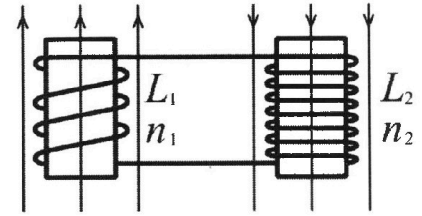
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-03



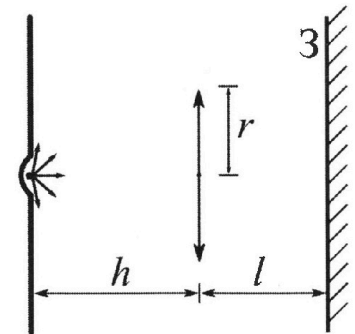
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 и 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



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!

Дано:

(m)  $a_1 = \frac{6}{13}g$

$2m$   
 $a_2 = \frac{9}{13}g$

(2)  $a_1$   
 $a_2$

$F_1 = ?$

$F_2 = ?$

$F_3 = ?$

1 ЗН: брусок:

$ox_1: ma_1 = mgsin\alpha_1 - F_1$

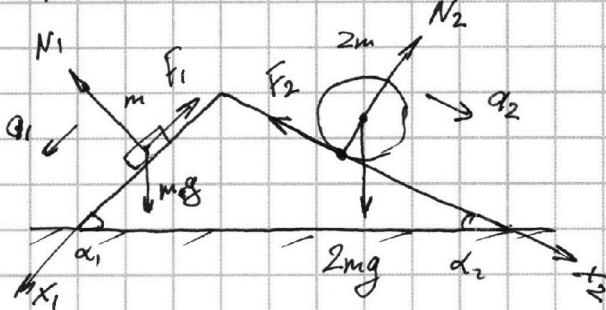
$F_1 = mgsin\alpha_1 - ma_1$

$F_1 = mg(\frac{3}{5} - \frac{6}{13})$

$F_1 = mg \frac{39-30}{65}$

$F_1 = \frac{9}{65}mg$

501.



2 ЗН: цилиндр:  $ox_2: 2ma_2 = 2mgsin\alpha_2 - F_2$

$F_2 = 2mgsin\alpha_2 - 2ma_2; F_2 = 2mg(\frac{5}{13} - \frac{1}{4})$

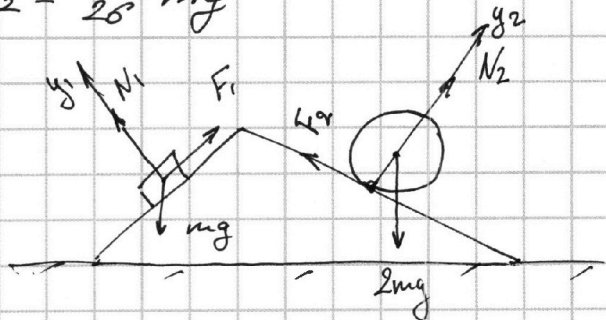
$F_2 = 2m \frac{20-13}{52}; F_2 = \frac{7}{26}mg$

3 ЗН: брусок:  $oy_1:$

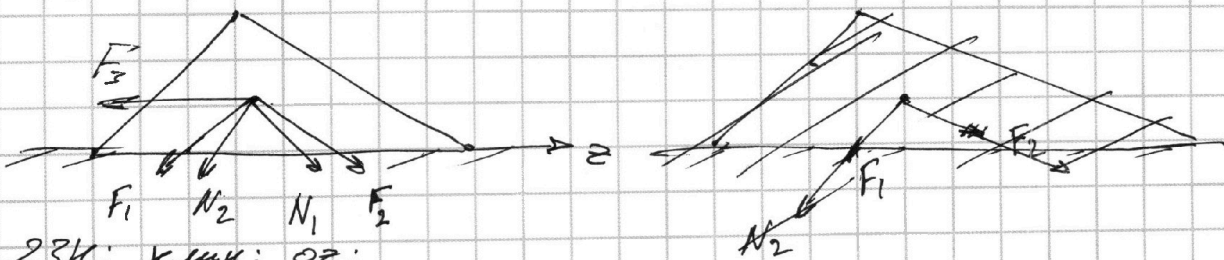
$N_1 = mg \cos\alpha_1 = \frac{4}{5}mg$

ЗН: цилиндр:  $oy_2:$

$N_2 = 2mg \cos\alpha_2 = \frac{24}{13}mg$



По 3-му з-ну Ньютона на клин действуют силы  $N_1; F_1; N_2; F_2$ , равные по модулю, но противоположны по направлению тем, что приложены к брусу и цилиндру:



ЗН: клин:  $oz:$

$0 = F_2 \cos\alpha_2 + N_1 \cos(\frac{\pi}{2} - \alpha_1) - F_1 \cos\alpha_1 - N_2 \cos(\frac{\pi}{2} - \alpha_2) - F_3$

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

$F_3 = \frac{7}{26}mg \cdot \frac{12}{13} + \frac{4}{5}mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{9}{65}mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{24}{13}mg \cdot \frac{5}{13}$

$F_3 = (\frac{7 \cdot 12}{2 \cdot 13 \cdot 13} - \frac{24 \cdot 5 \cdot 2}{13 \cdot 13 \cdot 2})mg + (\frac{4 \cdot 3 \cdot 13}{5 \cdot 5 \cdot 13} - \frac{4 \cdot 9 \cdot 5}{5 \cdot 13 \cdot 5})mg$

$F_3 = (\frac{14 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} - \frac{20 \cdot 72}{13 \cdot 13 \cdot 2})mg + (\frac{12 \cdot 13 - 9 \cdot 5}{25 \cdot 13})mg$



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  
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!

~~$$F_3 = \left( -\frac{6}{13} + \frac{111}{13 \cdot 25} \right) \text{mg} = -\frac{150 + 111}{13 \cdot 25} \text{mg} = -\frac{3}{25} \text{mg}$$~~

~~Знак минус означает, что все направлено в ту сторону.~~

~~Ответ: 1)  $F_1 = \frac{9}{65} \text{mg}$~~

~~2)  $F_2 = \frac{4}{26} \text{mg}$~~

~~3)  $F_3 = \frac{3}{25} \text{mg}$~~

$$F_3 = \left( \frac{4 \cdot 12}{26 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} - \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13} \right) \text{mg}$$

$$F_3 = \left( \frac{4 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} - \frac{2 \cdot 5 \cdot 12}{13 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 4}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) \text{mg}$$

$$F_3 = \left( \frac{4 \cdot 12 - 20 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} + \frac{12 \cdot 13}{5 \cdot 5 \cdot 13} - \frac{9 \cdot 4}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) \text{mg}$$

$$F_3 = \left( -\frac{6}{13} + \frac{156 - 36}{5 \cdot 5 \cdot 13} \right) \text{mg}$$

$$F_3 = \text{mg} \left( \frac{120}{25 \cdot 13} - \frac{150}{25 \cdot 13} \right) = -\frac{6}{65} \text{mg}$$

знак минус означает, что все направлено в ту сторону:

Ответ: 1)  $F_1 = \frac{9}{65} \text{mg}$

2)  $F_2 = \frac{4}{26} \text{mg}$

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

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 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!

Реш: 1) Сравнение Менделеева-Клапейрона для состояний 1 и 2:  
 $p_1 V_1 = 2RT_1$ ;  $p_2 V_2 = 2RT_2$   
 $p_2 V_2 - p_1 V_1 = 2R(T_2 - T_1) \quad | \cdot \frac{3}{2 p_0 V_0}$   
 $\frac{3}{2} \left( \frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} - \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \right) = \frac{\Delta U_{12}}{p_0 V_0}$

$$A_g = \int_{1 \rightarrow 2} p \, dV \quad \text{или} \quad dV = \frac{2}{p_2 - p_1} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1)$$

$$dV = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1 - p_1 V_2 + p_1 V_1) \quad \frac{+}{-}$$

$$\frac{A_g}{p_0 V_0} = \frac{dV}{p_0 V_0}; \quad \frac{A_g}{p_0 V_0} = \frac{1}{2} \left( \frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} - \frac{p_2 V_1}{p_0 V_0} - \frac{p_1 V_2}{p_0 V_0} + \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} \right)$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_0 V_0} = 14.5 = 40; \quad \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = 64; \quad \frac{p_2 V_1}{p_0 V_0} = 40; \quad p_1 V_2 = 28$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = 16$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{p_0 V_0} \cdot \frac{p_0 V_0}{A_g} = \frac{3(40 - 64)}{2(40 - 40 - 28 + 16)}$$

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_g} = \frac{3 \cdot 6}{30 - 28 + 16} = \frac{18}{2 + 16} = 1.$$

2) Рассмотрим прямую, на кот. лежат точки 1 и 2:

Ур. прямой по двум точкам:

$$\frac{p - p_1}{p_2 - p_1} = \frac{V - V_1}{V_2 - V_1}; \quad \frac{p - 8}{8 - 5} = \frac{V - 8}{8 - 14} \Rightarrow 24 - 2\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0}$$

Ур-ие Менделеева-Клапейрона для средней точки на отрезке 1 → 2:

$$pV = 2RT \quad | : p_0 V_0; \quad \frac{p}{p_0} \frac{V}{V_0} = \frac{2R}{p_0 V_0} T$$

$$T = \frac{p_0 V_0}{2R} \frac{p}{p_0} (24 - 2\frac{p}{p_0}), \quad \text{возьмем производную}$$

$$T' = \frac{p_0 V_0}{2R} \left( 24 \frac{p}{p_0} - 2 \frac{p^2}{p_0^2} \right)' = \frac{p_0 V_0}{2R} \left( \frac{24}{p_0} - \frac{4}{p_0^2} p \right)$$

Найдем максимум:  $T' = 0 \Leftrightarrow$

$$\frac{p_0 V_0}{2R} \left( \frac{24}{p_0} - \frac{4}{p_0^2} p \right) = 0; \quad p \frac{4}{p_0^2} = \frac{24}{p_0} \Rightarrow \frac{p}{p_0} = 6$$

$$\frac{V}{V_0} = 24 - 12 = 12$$



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 checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

Упр-ие Мекгассева - Клапейрова для точки e  $T_{12M}$ :

$$\frac{p}{p_0} = 6, \quad \frac{V}{V_0} = 12; \quad pV = 2R T_{12M} \quad | : p_0 V_0$$

$$\frac{pV}{p_0 V_0} = 2R T_{12M} \frac{1}{p_0 V_0} \quad ; \quad \frac{2R T_{12M}}{p_0 V_0} = 72$$

Упр-ие Мекгассева - Клапейрова для точки 3:

$$p_3 V_3 = 2R T_3 \quad | : p_0 V_0 \Rightarrow \frac{p_3 V_3}{p_0 V_0} = \frac{2R}{p_0 V_0} T_3$$

Отметим, что  $\frac{p_3 V_3}{p_0 V_0} = 28 \Rightarrow T_3 \cdot \frac{2R}{p_0 V_0} = 28.$

$$\frac{\frac{2R}{p_0 V_0} \cdot T_{12M}}{\frac{2R}{p_0 V_0} \cdot T_3} = \frac{72}{28} \quad ; \quad \frac{T_{12M}}{T_3} = \frac{18}{7}$$

Отв-ет: 1)  $\frac{\Delta U_{12}}{A_3} = 1$

2)  $\frac{T_{12M}}{T_3} = \frac{18}{7}$

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  
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!

Дано:

$\kappa R$   
 $Q \epsilon$

1)  $\varphi(\frac{5}{6}R) = ?$

2)  $\epsilon = ?$

1) Разобьем поделит потенциал  $\varphi(\frac{5}{6}R)$  на 3  
два этапа:

$\varphi(\frac{5}{6}R) = \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2$ , где  $\Delta\varphi_1$  — потенциал

$\Delta\varphi_1 = \varphi_{\kappa} - 0 = \frac{kQ}{\kappa}$  (потенциал в области, где  $\epsilon = 0$ )

$\Delta\varphi_2 = \varphi(\ell) - \varphi(\kappa)$  (потенциал, как будто всё пространство во вокруг заряда заполнено диэлектриком  $\epsilon = \epsilon$ )

$\varphi(\ell) = \frac{kQ}{\epsilon\ell}$

$\varphi(\kappa) = \frac{kQ}{\epsilon\kappa}$

$\Delta\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon\ell} - \frac{kQ}{\epsilon\kappa}$ ,  $\Delta\varphi_2 = \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{1}{\ell} - \frac{1}{\kappa})$ , где  $\ell = \frac{5}{6}R$

$\varphi(\frac{5}{6}R) = \frac{kQ}{\kappa} + \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{1}{\ell} - \frac{1}{\kappa})$

$\varphi(\frac{5}{6}R) = kQ(\frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\epsilon\ell} - \frac{1}{\epsilon\kappa})$

$\varphi(\frac{5}{6}R) = kQ(\frac{\epsilon-1}{\epsilon\kappa} + \frac{6}{5R \cdot \epsilon})$

2)  $\frac{\varphi(\frac{R}{2})}{\varphi_0} = \frac{1}{\varphi_0}(\frac{kQ}{\kappa} + \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{3}{R} - \frac{1}{\kappa}))$ ;  $\frac{\varphi(\frac{R}{2})}{\varphi_0} = 5$

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

$\frac{\varphi(\frac{R}{2})}{\varphi_0} \cdot \frac{\varphi_0}{\varphi(\frac{2R}{3})} = \frac{\frac{kQ}{\kappa} + \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{3}{R} - \frac{1}{\kappa})}{\frac{kQ}{\kappa} + \frac{kQ}{\epsilon}(\frac{3}{2R} - \frac{1}{\kappa})}$

$\frac{5}{4} = \frac{\frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\epsilon}(\frac{3}{R} - \frac{1}{\kappa})}{\frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\epsilon}(\frac{3}{2R} - \frac{1}{\kappa})}$ ;  $\frac{5}{4} = \frac{5}{\kappa} + \frac{5}{\epsilon}(\frac{3}{2R} - \frac{1}{\kappa}) = \frac{4}{\kappa} + \frac{4}{\epsilon}(\frac{3}{R} - \frac{1}{\kappa})$

$\frac{1}{\kappa} = \frac{4}{2R} + \frac{1}{\epsilon\kappa}$ ;  $\frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{\epsilon}(\frac{4}{2R} + \frac{1}{\kappa})$

$\epsilon = \frac{4\kappa}{2R} + 1$

$\epsilon = \frac{4\kappa}{2R} + 1$

Ответ: 1)  $\varphi(\frac{5}{6}R) = kQ(\frac{\epsilon-1}{\epsilon\kappa} + \frac{6}{5R \cdot \epsilon})$

2)  $\epsilon = \frac{4\kappa}{2R} + 1$



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  
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!

Дано:  
 $L_1 = L$   
 $L_2 = 18L$   
 $n_1 = n$   
 $n_2 = 4n$   
 $S \rightarrow 0$   
 $I_0 = 0$   
 $\frac{\Delta B_0}{\Delta t} = \alpha$   
 1)  $\dot{I}_1 = ?$   
 2)  $I = ?$

1) т.к.  $\mu \rightarrow 0$  то магнитный поток в катушке сохраняется:

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_{1к} + \Phi_{2к} - L_1 I_1 - L_2 I_1$$

$$\Phi_2 = \Phi_{2к}; \quad \Delta \Phi_1 = (L_1 + L_2) \Delta I_1; \quad \dot{\Phi}_1 = \dot{B}_1 S n_1$$

$$\frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I_1}{\Delta t}; \quad \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t} = \dot{\Phi}_1; \quad \dot{\Phi}_1 = \dot{B}_1 S n_1$$

$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \dot{I}_1; \quad \dot{B}_1 S n_1 = (L_1 + L_2) \dot{I}_1; \quad \dot{B}_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$$

$$\dot{I}_1 = \frac{B_1 S n_1}{L_1 + L_2}; \quad \dot{I}_1 = \frac{\alpha S n}{17L}$$

2) Стационар сохраняется магнитного потока:

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_{1к} + \Phi_{2к} + L_1 I + L_2 I$$

$$\Phi_1 = B_0 S n_1; \quad \Phi_{1к} = \frac{1}{3} B_0 S n_1$$

$$\Phi_2 = 3 B_0 S n_2; \quad \Phi_{2к} = \frac{9}{4} B_0 S n_2$$

$$B_0 S n_1 + 3 B_0 S n_2 = \frac{1}{3} B_0 S n_1 + \frac{9}{4} B_0 S n_2 + (L_1 + L_2) I$$

$$\frac{2}{3} B_0 S n_1 + \frac{3}{4} B_0 S n_2 = (L_1 + L_2) I$$

$$B_0 S \left( \frac{2}{3} n + \frac{3}{4} \cdot 4n \right) = 17L I; \quad I = \frac{B_0 S \left( \frac{2}{3} n + 3n \right)}{17L}$$

$$I = \frac{11 B_0 S n}{51}$$

Ответ: 1)  $\dot{I}_1 = \frac{\alpha S n}{17L}$

2)  $I = \frac{11}{51} B_0 S n$





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!

$$\frac{1}{f_1} = \frac{15}{5h} - \frac{6}{5h}; \quad f_1 = \frac{5}{9}h$$

$$X_1G = h - \frac{5}{9}h = \frac{4}{9}h; \quad \triangle X_1GH \sim \triangle GAO \text{ (по двум углам)}$$

$$k_3 = \frac{AO}{X_1H} = \frac{GO}{GX_1}; \quad X_1H = \frac{GX_1 \cdot AO}{GO}; \quad X_1H = \frac{\frac{4}{9}h \cdot r}{\frac{5}{9}h} = \frac{4}{5}r.$$

$$S_3 = \pi X_1H^2; \quad S_3 = \frac{16}{25} \pi r^2$$

$$\triangle X_2OA \sim \triangle X_2X_1I; \quad k_4 = \frac{IX_1}{OA} = \frac{X_2X_1}{X_2O}$$

$$IX_1 = \frac{AO \cdot X_2X_1}{X_2O}; \quad IX_1 = \frac{r \cdot \frac{5}{3}h}{\frac{5}{3}h} = \frac{5}{2}r.$$

$$S^{**} = \pi \cdot \frac{25}{4} r^2$$

$$S_2 = S^{**} - S_3 = \frac{25}{4} \pi r^2 - \frac{16}{25} \pi r^2$$

$$S_2 = \frac{625-16}{100} \pi r^2 = \frac{609}{100} \pi r^2; \quad S_2 = \frac{609}{4} \pi a^2$$

$$\text{Ответ: } 1) \quad S_1 = \frac{200}{3} \pi a^2$$

$$S_2 = \frac{609}{4} \pi a^2$$

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.



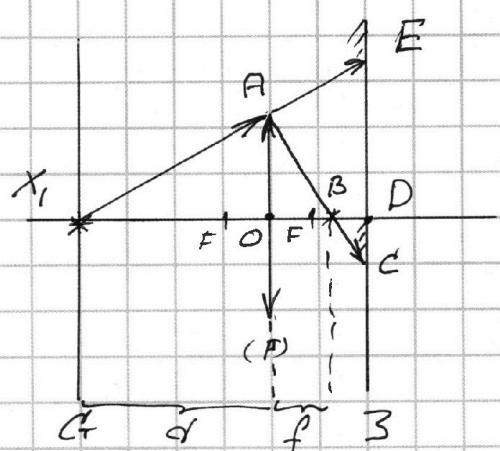
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

Дано: 1) т.к.  $d > F \Rightarrow$  изображение действительное.  
 $h = \frac{h}{3}$   
 $r = 5cm$   
 $l = \frac{2}{3}h$   
 $S_0 = ?$   
 $S_1 = ?$   
 $S_2 = ?$

Формула тонкой линзы:  
 $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ ;  $d = h$   
 $\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{3}{4h}$   
 $\frac{1}{f} = \frac{2}{h}$ ,  $f = \frac{h}{2}$   
 $BD = \frac{2}{3}h - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}$



Все лучи, проходящие через линзу, попадают в изображение, проходящие через взобр. попадают на зеркало.  
 $\triangle AOB \sim \triangle BDC$  (по двум углам)

$$k_1 = \frac{AO}{DC} = \frac{OB}{BD}; DC = \frac{AO \cdot BD}{OB} = \frac{4 \cdot \frac{2}{3}h}{6h} = \frac{4}{3}$$

$$S_0 = \pi DC^2; S_0 = \frac{1}{9} \pi 16^2 \text{ (часть зеркала, освещ. лучами, проходящими через линзу.)}$$

$$\triangle X_1ED \sim \triangle X_1OA \text{ (по двум углам)}$$

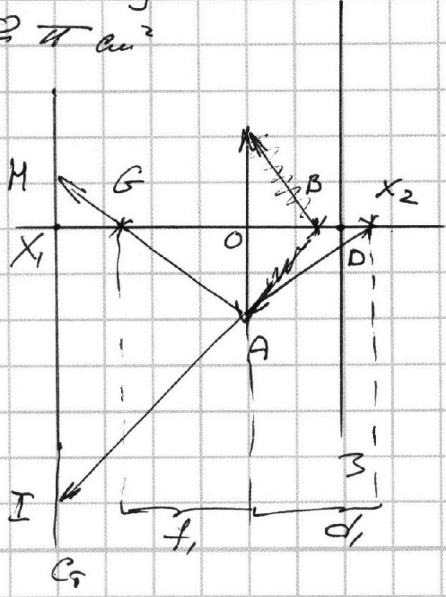
$$k_2 = \frac{X_1D}{X_1O} = \frac{ED}{AO}; ED = \frac{AO \cdot X_1D}{X_1O}; ED = \frac{4 \cdot \frac{5}{3}h}{h} = \frac{20}{3}h$$

$$S^* = \pi ED^2; S^* = \frac{25}{9} \pi 16^2 \text{ (часть зеркала, освещ. лучами, не попавшими в линзу.)}$$

$$S_1 = S^* - S_0 = \frac{25}{9} \pi 16^2 - \frac{1}{9} \pi 16^2 = \frac{24}{9} \pi 16^2$$

$$S_2 = \frac{24}{9} \cdot \pi \cdot 25 = \frac{600}{9} \pi = \frac{200}{3} \pi \text{ м}^2$$

2) Изобр.  $\frac{5}{3}h$  - предмет для зеркала,  
 $X_2$  - изобр. предмета в B.  
 $X_2$  - предмет для линзы.



Отсюда, что  $BD = DX_2$   
 $OX_2 = \frac{h}{6} + \frac{2}{3}h = \frac{5}{6}h$   
 $OX_2 > F \Rightarrow$  изобр. действительное.  
 Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$d_1 = OX_2 = \frac{5}{6}h$$

$$\frac{6}{5h} + \frac{1}{f_1} = \frac{3}{h}$$



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

- |                                     |                          |                                     |                          |                                     |                          |                                     |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                                   | 4                        | 5                                   | 6                        | 7                                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

$$\frac{4 \cdot 12}{2 \cdot 43} - \frac{7 \cdot 12}{2 \cdot 13 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 4}{65 \cdot 5} - \frac{24 \cdot 5}{13 \cdot 13}$$

$$\frac{4 \cdot 12}{2 \cdot 13 \cdot 13} + \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} - \frac{9 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{24 \cdot 5 \cdot 2}{13 \cdot 13 \cdot 2}$$

$$\frac{7 \cdot 12 - 4 \cdot 5 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} - \frac{9 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{13 \cdot 4 \cdot 3}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

$$\frac{13 \cdot 26}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

$$\frac{6}{13} - \frac{9 \cdot 4 - 13 \cdot 4 \cdot 3}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

$$\frac{6 \cdot 5 \cdot 5 - 9 \cdot 4 - 13 \cdot 4 \cdot 3}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

$$\frac{17 \cdot 25}{13 \cdot 25} - \frac{36 - 13 \cdot 12}{13 \cdot 25}$$

$$\frac{6 \cdot 25 - 19 \cdot 12}{13 \cdot 25 \cdot 5}$$

$$\frac{30 - 36}{13 \cdot 5} = \frac{6}{13 \cdot 5}$$

$$\frac{6 \cdot 25}{13 \cdot 25} - \frac{36}{13 \cdot 25} - \frac{6 \cdot 5}{25}$$

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

$$\frac{9 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{156}{13 \cdot 5 \cdot 5}$$

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

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 12 \\ \hline 26 \\ 13 \\ \hline 156 \\ - 36 \\ \hline 120 \end{array}$$



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!

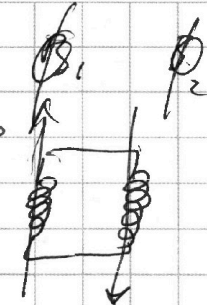
$\mu_1 = \mu_2 = 3$

$$\begin{array}{r} 42 \sqrt{2} \\ 6 \sqrt{36} \\ \hline 12 \end{array}$$

$$\frac{36}{14}$$

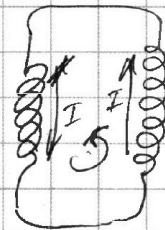
$$\frac{18}{4}$$

$$\frac{36 \sqrt{2}}{16}$$



$$\Phi = \frac{\Psi(R_3)}{\chi_0} = \frac{1}{\chi_0} \left( \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{1}{r} \right) \right)$$

$$\Phi = \frac{\Psi(2R)}{\chi_0} = \frac{1}{\chi_0} \left( \frac{kQ}{2} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{3}{2R} - \frac{1}{r} \right) \right)$$



$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi + L I_1 I_2$$

$$\frac{4}{\epsilon} + \frac{5}{\epsilon} \left( \frac{3}{2R} - \frac{1}{r} \right) = \frac{4}{r} + \frac{4}{\epsilon} \left( \frac{3}{R} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\frac{1}{r} + \frac{15}{2R\epsilon} - \frac{4}{\epsilon r} = \frac{4}{2\epsilon R} + \frac{4}{\epsilon r}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{9}{2\epsilon R} + \frac{1}{\epsilon r}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{\epsilon} \left( \frac{9}{2R} + \frac{1}{r} \right)$$

$$\epsilon = \frac{9R}{2R} + 1$$

$$\frac{5}{4} = \frac{\epsilon - 1}{4\epsilon} + \frac{3}{\epsilon R}$$

$$\frac{\epsilon - 1}{4\epsilon} + \frac{3}{2\epsilon R}$$

$$\frac{\epsilon - 1}{4\epsilon} + \frac{15}{2\epsilon R} = \frac{9}{2\epsilon R} + \frac{1}{\epsilon r}$$

$$\frac{\epsilon - 1}{4\epsilon} = \frac{9}{2\epsilon R}$$

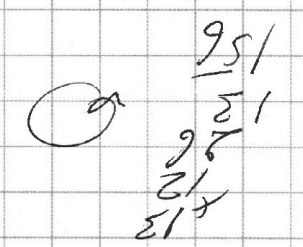
$$\epsilon = \frac{9R}{2R}$$

0.51

0.25x

5

$\Phi_1 + \Phi_2$



$$\begin{array}{r} 951 \\ 156 \\ \hline 51 \\ 132 \\ 56 \\ \hline 97 \\ 21 \\ \hline 51 \end{array}$$

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.

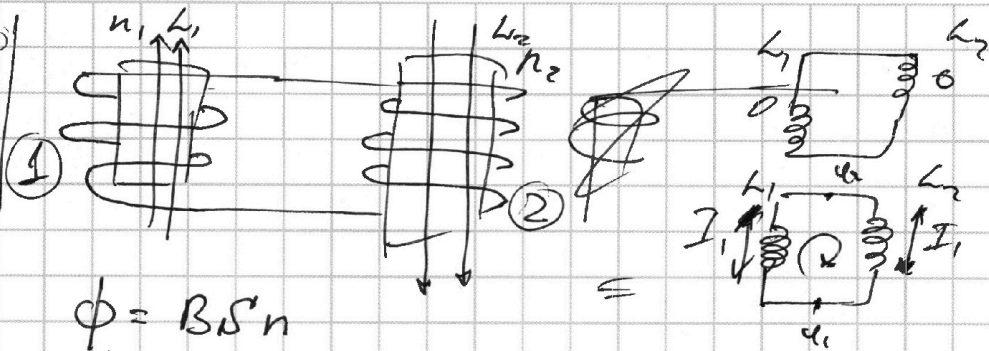


1  2  3  4  5  6  7

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!

Дано:  $L_1 = \Phi$   
 $h_2 = 1 \text{ м}$   
 $h_1 = h$   
 $h_2 = 2h$   
 $S$



$\vec{B} \parallel \vec{H}$   
 $\mu \rightarrow 0$   
 $I_0 = 0$

$$\Phi = BS n$$

$$\Phi_1 = B_1 S n_1$$

$$\Phi_2 = B_2 S n_2$$

$\vec{E} = \text{замкн. электромагнитной индукции}$

$$\oint \vec{E} = \dot{\Phi}$$

(всё ~~было~~ ~~но~~ ~~можно~~)

$$E_{i1} = L_0 \dot{I}_1$$

$$BS n_1 = h_0 \dot{I}_1$$

по ур. Кирхгофа:

~~$$0 = L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$~~

~~$$\Phi_1 = \Phi_2 = h_1 \dot{I}_1$$~~

~~$$\Phi_1 = \Phi_2 = h_2 \dot{I}_2$$~~

~~$$h_1 \dot{I}_1 = h_2 \dot{I}_2$$~~

~~$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_1 + \Phi_2 + h_1 \dot{I}_1 + h_2 \dot{I}_2$$~~

$$\Delta \Phi_1 = L_1 \dot{I}_1 + h_2 \dot{I}_2$$

$$\Delta \Phi_1 = (h_1 + h_2) \dot{I}_1$$

$$\Delta \Phi_2 = (h_1 + h_2) \dot{I}_1$$

$$\dot{I}_1 = \frac{BS n_1}{h_1 + h_2}$$

② Принцип сохранения магнитного потока:

$$\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi_{1\kappa} + \Phi_{2\kappa} + L_1 \dot{I}_1 + L_2 \dot{I}_2$$

$$\Phi_1 = B_0 S n_1; \quad \Phi_{1\kappa} = \frac{B_0}{3} S n_1$$

$$\Phi_2 = 3 B_0 S n_2; \quad \Phi_{2\kappa} = \frac{9}{4} B_0 S n_2$$

$$B_0 S n_1 + 3 B_0 S n_2 = \frac{1}{3} B_0 S n_1 + \frac{9}{4} B_0 S n_2 + (h_1 + h_2) \dot{I}_1$$

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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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

9  $\triangle FED \sim \triangle FOA$  (по  $\angle F$  и  $\angle FOA = \angle FDE$ ),

$$k = \frac{FE}{FO} = \frac{FD}{AO}; \quad ED = \frac{AO \cdot FD}{FO}$$

$$ED = \frac{4 \cdot \frac{5}{3}h}{h} = \frac{5}{3}h$$

$$S^* = \pi \frac{25}{9} r^2$$

$$S_1 = S^* - S^{\circ}; \quad S_1 = \frac{25}{9} \pi r^2 - \frac{1}{9} \pi r^2$$

$$S_1 = \frac{24}{9} \pi r^2$$

10

$$OX_2 = \frac{h}{6} + \frac{2}{3}h = \frac{h}{6} + \frac{4}{6}h = \frac{5}{6}h$$

$OX_2 > F \Rightarrow$  выпукл. линза

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}$$

$$d_1 = OX_2 = \frac{5}{6}h;$$

$$\frac{6}{5h} + \frac{1}{f_1} = \frac{3}{h}; \quad -\frac{6}{5h} + \frac{15}{5h} = \frac{1}{f_1}; \quad \frac{1}{f_1} = \frac{9}{5h}$$

$$f_1 = \frac{5}{9}h$$

$$c = h - \frac{5}{9}h = \frac{4}{9}h; \quad \triangle X_1GH \sim \triangle GAO;$$

$$k = \frac{AO}{X_1H} = \frac{GO}{GX_1}; \quad X_1H = \frac{GX_1 \cdot AO}{GO}$$

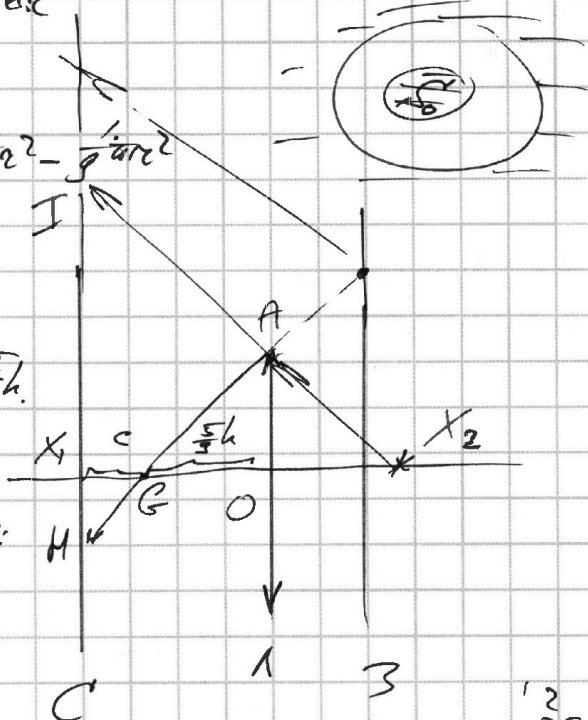
$$X_1H = \frac{\frac{4}{9}h \cdot h}{\frac{5}{9}h} = \frac{4}{9}h \cdot \frac{9}{5} = \frac{4}{5}h$$

$$S_{23} = \pi X_1H^2 = \frac{16}{25} \pi r^2$$

$$\triangle X_2OA \sim \triangle X_2X_1I; \quad k = \frac{IX_1}{AO} = \frac{X_2X_1}{X_2O}; \quad IX_1 = \frac{AO \cdot X_2X_1}{X_2O}$$

$$IX_1 = \frac{4 \cdot \frac{5}{3}h}{\frac{2}{3}h} = \frac{4 \cdot 5h}{2h} = \frac{5}{2}r; \quad S^* = \pi \frac{25}{4} r^2$$

$$S_2 = S^* - S_{23} = \frac{25}{4} \pi r^2 - \frac{16}{25} \pi r^2 = \frac{625 - 16}{100} \pi r^2 = \frac{609}{100} \pi r^2$$



12  
25  
+25  
125  
50  
625

$\frac{5}{2} \cdot \frac{5}{2}$   
 $\frac{25}{4}$



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  
\_\_ 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!

Дано:

$\varphi = \frac{kq}{5R^2}$

$\varphi' = E$

от 0 до  $\varphi$ :

$E = \frac{kq}{l}$

~~$(\varphi - \varphi') = kq/l \cdot \Delta t = kq \Delta t \frac{k}{l}$~~

Дано:

$F = \frac{k}{3}$

$n = 5 \text{ см.}$

$R = \frac{2}{3}h$

$d_1 = ?$

$d_2 = ?$

Формула тонкой линзы:

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

$d = h ; d > F$

Условно действует так:

$\frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{k}{3}}$

$\frac{1}{f} = \frac{2}{h}$

$f = \frac{h}{2}$

$a = \frac{2}{3}h - \frac{h}{2} = \frac{4-3}{6}h = \frac{h}{6} = BD$

Все лучи, проходя через центр линзы, попадают в изображение; проходя через фокус, попадают на зеркало.

$\triangle AOB \sim \triangle BDC$  (по углам  $\angle OBA \sim \angle CBD, \angle AOB \sim \angle BDC$ )

$k = \frac{AO}{DC} = \frac{OB}{BD} ; DC = \frac{AO \cdot BD}{OB} = \frac{\pi \cdot k^2}{6 \cdot h} = \frac{\pi}{3}$

$S_0 = \pi \cdot DC^2 ; S_1 = \pi \frac{k^2}{9} = \frac{1}{9} \pi \text{ см.}^2$

Изобр. Изобр  $X_1$  - предмет для зеркала;  $X_2$  - Нер.

Изобразим  $X_1$  в зеркале;  $BD = DX_2$

$X_2$  - пре предмет для линзы;

$\frac{200}{3} \quad \frac{600}{9}$

225  
+225  
1000  
150  
600



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!

Класс: (м)  
 $a_1 = \frac{6}{13}g$   
 $2m$   
 $a_2 = \frac{9}{4}g$   
 класс 6  
 номер.

① ЗЗК: брусек:  
 ось:  $ma_1 = mgsin\alpha_1 - F_1$   
 ось:  $N = mg\cos\alpha_1$   
 $F_1 = -ma_1$   
 $F_1 = m(gsin\alpha_1 - a_1)$

② ЗЗК: цилиндр:  
 ось:  $2mgsin\alpha_2 - F_2 = 2ma_2$   
 $2mg\sin\alpha_2 - 2ma_2 = F_2$   
 $2mg(\frac{5}{13} - \frac{1}{4}) = F_2; F_2 = 2mg \frac{20-13}{52}$   
 $F_2 = mg \frac{7}{26}$

③ ЗЗК: брусек:  
 ось:  $N_1 = mg\cos\alpha_1 = \frac{4}{5}mg$   
 ЗЗК: цилиндр  
 ось:  $N_2 = 2mg\cos\alpha_2 = \frac{24}{13}mg$

ЗЗК: класс: ось:  
 $0 = (F_2 + N_1)\cos\alpha_2 - (F_1 + N_2)\cos\alpha_1 - F_3$   
 $F_3 = (\frac{7}{26}mg + \frac{4}{5}mg)\frac{12}{13} - (\frac{9}{65}mg + \frac{24}{13}mg)\frac{4}{5}$   
 $F_3 = (\frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} + \frac{4 \cdot 12}{5 \cdot 13} - \frac{9 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{24 \cdot 4}{13 \cdot 5})mg$   
 $F_3 = \frac{58 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 10} - \frac{4 \cdot 12 - 12 \cdot 2 \cdot 4}{13 \cdot 5} - \frac{36}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2} mg$   
 $F_3 = (\frac{12 \cdot 4 \cdot 5 - 36}{13 \cdot 5 \cdot 5} + \frac{7 \cdot 12}{13 \cdot 13 \cdot 2})mg =$





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!

$$\frac{2}{3} B_0 S n_1 + \left(\frac{12}{4} - \frac{9}{4}\right) B_0 S n_2 = (L_1 + L_2) I$$

$$\frac{2}{3} B_0 S \left(\frac{2}{3} n_1 + \frac{3}{4} n_2\right) = (L_1 + L_2) I$$

$$I = \frac{B_0 S (2n_1 + 3n_2)}{12(L_1 + L_2)}$$

①  $\varphi(r) = \frac{kq}{r}$        $E(r-R) = \frac{kq}{\epsilon r^2}$        $E(r-R) = \frac{kq}{\epsilon r^2}$

$\Delta\varphi_1 = \varphi_r - \varphi_0 = \frac{kQ}{r}$

$\Delta\varphi_2 = \varphi_R - \varphi_r = \frac{kQ}{\epsilon R^2} - \frac{kQ}{\epsilon r^2} = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{r^2}\right)$

$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \varphi_R = \varphi_1 + \Delta\varphi_2 = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{r^2}\right)$

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

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

②  $\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{5}{4}$        $\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{5}{4}$

$\frac{\varphi\left(\frac{R}{2}\right)}{\varphi_0} = 4$        $\frac{\varphi\left(\frac{R}{2}\right)}{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)} = \frac{5}{4}$

$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)$

2  
× 12  
3  
51

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

