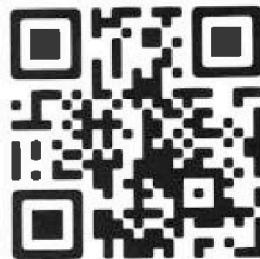
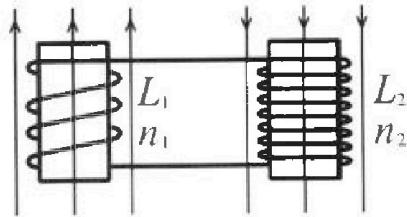


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024  
Вариант 11-01**



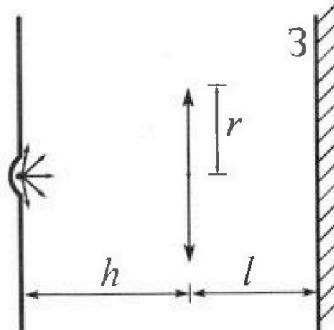
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

- 4.** Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 4L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 2n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. 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  $B_0/2$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $2B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

- 5.** В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = h/2$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 3$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = 2h/3$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. 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<sup>2</sup>] в виде  $y\pi$ , где  $y$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



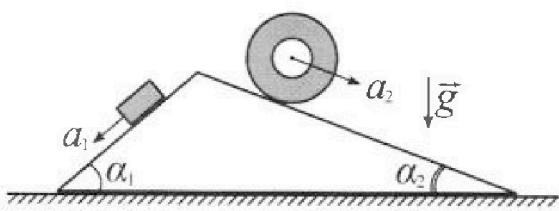
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**



**Вариант 11-01**

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

- \*1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 5g/13$  и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой  $4m$  с ускорением  $a_2 = 5g/24$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$  и  $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$ . Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

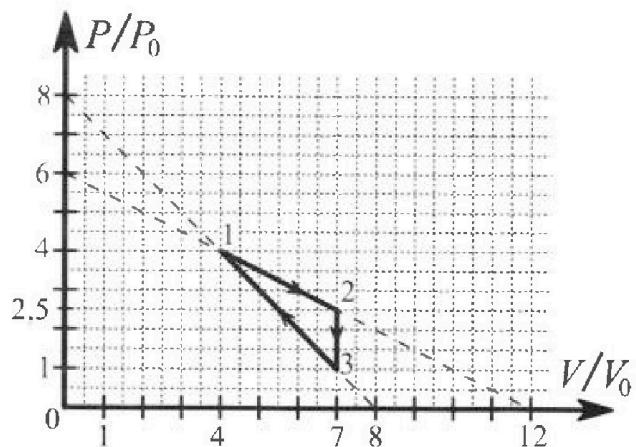


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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

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

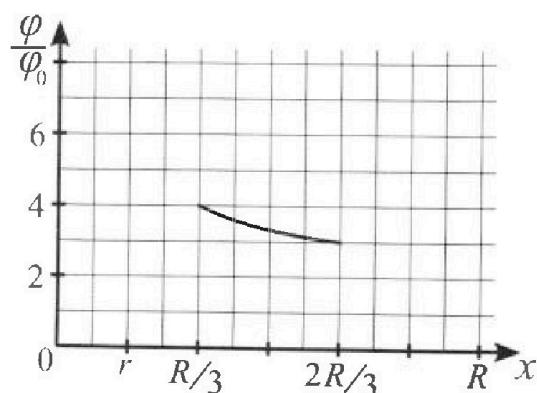
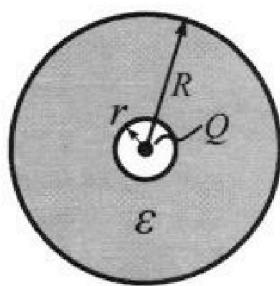
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





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

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:

$$a_1 = 5g/13;$$

$$\text{Масса } m_2 = 4m;$$

$$a_2 = 5g/24;$$

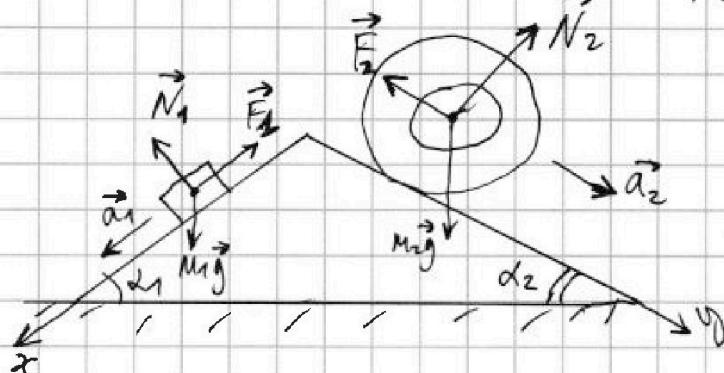
$$\sin \alpha_1 = 3/5;$$

$$\cos \alpha_1 = 4/5;$$

$$\sin \alpha_2 = 9/13;$$

$$\cos \alpha_2 = 12/13;$$

<sup>N1</sup>  
 $m_2$  - масса укл.  $m_1 = m$  - масса бруска



$N_1$  - сила реакции опоры кин. на бруск.;  $N_2$  - сила кин. оп. к. на укл.

1)  $F_1$  - ?

2)  $F_2$  - ?

3)  $F_3$  - ?

из II З.Н.:

брюсок брюску. на  $x$ :  $m_1 \cdot a_1 = -F_1 + m_1 g \cdot \sin \alpha_1$

$$m \cdot 5g/13 = -F_1 + mg \cdot 3/5$$

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

усл. брюску. на  $y$ :  $m_1 \cdot a_2 = -F_2 + m_1 g \cdot \sin \alpha_2$

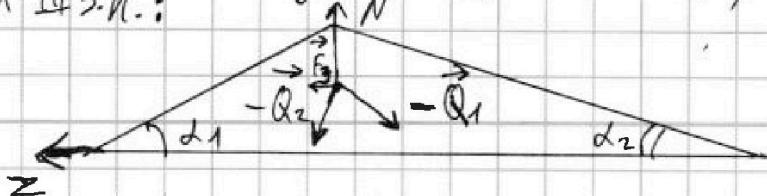
$$4 \cdot m \cdot 5g/24 = -F_2 + 4 \cdot m \cdot g \cdot 9/13$$

$$F_2 = mg \left( \frac{20}{24} - \frac{5}{13} \right) = mg \cdot \frac{120 - 60}{13 \cdot 6} =$$

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

применяя II З.Н.:

$$\text{Луски: } Q_1 = N_1 + \vec{F}_1; Q_2 = N_2 + \vec{F}_2$$



$N$  - сила реакции  
силы на кин.



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"/> |

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!

из II 3. Н. для кинематики на z:

$$F_{3z} - Q_2 z - Q_1 z = 0; F_{3z} = Q_2 z + Q_1 z$$

из II 3. Н в проекции на z:

для бруска:

$$M_1 \cdot a_1 \cdot \cos \alpha_1 = Q_1 z; Q_{1z} = m \cdot 5g / 13 \cdot 4 / 5$$

для чайника:  $-m_2 \cdot a_2 \cdot \cos \alpha_2 = Q_2 z$

$$Q_{1z} = mg \cdot \frac{4}{13}; Q_{2z} = -mg \cdot \frac{5g}{24} \cdot \frac{12}{13}$$

$$Q_{2z} = -mg \cdot \frac{10}{13};$$

$$F_{3z} = -mg \cdot \frac{10}{13} + mg \cdot \frac{4}{13} = -mg \cdot \frac{6}{13};$$

$$F_3 = |F_{3z}| = mg \cdot \frac{6}{13}$$

Ответы: 1)  $mg \cdot \frac{14}{65}$

2)  $mg \cdot \frac{55}{78}$

3)  $mg \cdot \frac{6}{13}$

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.



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

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!

Дано:

график;  $i = 3$ ;

$$1) \frac{|\Delta U_{23}|}{A_{\text{мин}}} - ?$$

$N_2$

из графика:  $U_2 = \frac{3}{2} \cdot 2,5 P_0 \cdot 7 \cdot V_0$

из графика:  $U_3 = \frac{3}{2} \cdot P_0 \cdot 7 \cdot V_0$

$$\begin{aligned} |\Delta U_{23}| &= |U_2 - U_3| = \left| -\frac{3}{2} \cdot 2,5 P_0 \cdot 7 V_0 + \right. \\ &\quad \left. + \frac{3}{2} \cdot P_0 \cdot 7 V_0 \right| = \frac{3}{2} \cdot 7 P_0 V_0 \cdot (2,5 - 1) = \end{aligned}$$

$$\text{из графика: } A_{12} = (7-4) \cdot V_0 \cdot \frac{9+2,5}{2} P_0 = \frac{9}{4} \cdot 7 P_0 V_0; |\Delta U_{23}| = \frac{9}{4} \cdot 7 P_0 V_0$$

$$\text{из графика: } A_{23} = 0; \text{ из графика: } A_{31} = (4-7) \cdot V_0 \cdot \frac{1+4}{2} P_0$$

$$\begin{aligned} A_{\text{мин}} &= A_{12} + A_{23} + A_{31} = (7-4) \cdot V_0 \cdot \frac{9+2,5}{2} P_0 - \\ &- (7-4) \cdot V_0 \cdot \frac{1+4}{2} P_0 = 3 \cdot V_0 P_0 \cdot \left( \frac{11,5}{2} - \frac{5}{2} \right) = 3 \cdot V_0 P_0 \cdot \frac{11}{2} \\ A_{\text{мин}} &= \frac{3}{4} \cdot P_0 \cdot V_0 \\ \frac{|\Delta U_{23}|}{A_{\text{мин}}} &= \frac{\frac{9}{4} \cdot 7 P_0 V_0}{\frac{3}{4} \cdot P_0 \cdot V_0} = 7 \end{aligned}$$

2) ~~При~~ в задаче 1 из ур - 2 шаг - Клан:

$$\frac{T_{12 \text{ нач}}}{T_1} = \frac{(3) \cdot 4 \cdot P_0 \cdot 4 \cdot V_0}{V_1 \cdot R \cdot T_1} \quad \text{из-за того}$$

ур - 2 процесса 1-2:  $P(V) = k \cdot V + b$

$$\text{из графика № 1: } 4 \cdot P_0 = k \cdot 4 \cdot V_0 + b$$

$$\text{из графика № 2: } 2,5 \cdot P_0 = k \cdot 7 V_0 + b$$

$$(4-2,5) \cdot P_0 = k \cdot (4-7) \cdot V_0$$

$$k = -\frac{1,5}{3} \cdot \frac{P_0}{V_0}; \boxed{k = -\frac{1}{2} P_0 : V_0}$$

$$\text{из графика: } 6 \cdot P_0 = 0 \cdot k + b; \boxed{b = 6 \cdot P_0}$$

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.

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

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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

$$Q_{12} = 3 \cdot \frac{6,5}{2} \cdot P_0 \cdot V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot P_0 \cdot V_0 = \frac{3}{2} \cdot P_0 \cdot V_0 \cdot (6,5 - 1,5) = \\ = \frac{3}{2} \cdot P_0 \cdot V_0 \cdot 5 = \frac{15}{2} \cdot P_0 \cdot V_0$$

Уз I ищем термодинамические:

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}; \quad A_{31} = (4-7) \cdot V_0 \cdot \frac{1+4}{2} \cdot P_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot P_0 \cdot 4 \cdot V_0 - \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot P_0 \cdot 7 \cdot V_0$$

$$Q_{31} = -\frac{3}{2} \cdot 5 \cdot P_0 \cdot V_0 + \frac{3}{2} \cdot P_0 \cdot V_0 \underbrace{(16 - 7)}_{9} = \\ = +\frac{3}{2} \cdot P_0 \cdot V_0 \underbrace{(9 - 5)}_{4} = -6 \cdot P_0 \cdot V_0$$

$$Q_{\text{цикл}} = Q_{12} + Q_{31} \\ \eta = \frac{A_{\text{поли}}}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{\frac{9}{4} \cdot P_0 \cdot V_0}{\frac{15}{2} \cdot P_0 \cdot V_0 + 6 \cdot P_0 \cdot V_0} = \frac{\frac{9}{4}}{\frac{15}{2} + 6} = \\ = \frac{\frac{9}{4}}{\frac{30 + 24}{24}} = \frac{9}{54} = \frac{1}{6}$$

Ответы:  
 1) 7  
 2) 9/8  
 3) 1/6

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



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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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

$$(1): P = -\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V + 6 \cdot P_0 \quad (\text{уп-е процесса 1-2})$$

$$(2): P \cdot V = Y \cdot R \cdot T \quad (\text{уп-е изот.})$$

подставим (1) в (2):

$$\left( -\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V + 6 \cdot P_0 \right) \cdot V = Y \cdot R \cdot T$$

$$-\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V^2 + 6 \cdot P_0 \cdot V = Y \cdot R \cdot T \quad (\text{квадрат. ф-ция})$$

$V_B$  - вершина параболы  
*найдется, если вспомнить*

$$V_B = \frac{-6 \cdot P_0}{2 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{P_0}{V_0}} = 6 \cdot V_0; \quad \text{б вершине } T_{\max}$$

$$Y \cdot R \cdot T_{12\max} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V_B^2 + 6 \cdot P_0 \cdot V_B$$

$$(5): Y \cdot R \cdot T_{12\max} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot 36 \cdot V_0^2 + 6 \cdot P_0 \cdot 6 \cdot V_0 = \\ = -18 \cdot P_0 \cdot V_0 + 36 \cdot P_0 \cdot V_0 = 18 \cdot P_0 \cdot V_0$$

делим (5) на (3):

$$\frac{T_{12\max}}{T_1} = \frac{18 \cdot P_0 \cdot V_0}{16 \cdot P_0 \cdot V_0} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

$$3) \quad D = ? \quad D = \frac{A_{\text{ном.}}}{Q_{\text{ном.}}}$$

$$Q_{23} < 0, \text{ т.к. } \Delta V_{23} < 0, \quad A_{23} = 0$$

Уз I начало термоэлемента:

$$Q_{12} = \Delta V_{12} + A_{12}; \quad \Delta V_{12} = \frac{3}{2} \cdot 2,5 \cdot P_0 \cdot 7 \cdot V_0 - \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot P_0 \cdot V_0$$

$$Q_{12} = (7 - 4) \cdot V_0 \cdot \frac{4 + 2,5}{2} \cdot P_0 + \frac{3}{2} \cdot 2,5 \cdot P_0 \cdot 7 \cdot V_0 - \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot P_0 \cdot V_0$$



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

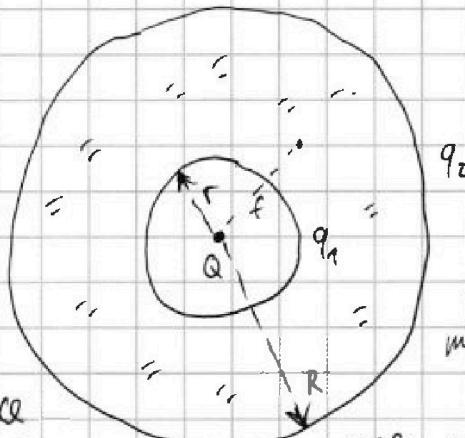
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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) Дано: (1): т.к. диэлектрикой заполнено всё пространство между двумя эквипотенциальными плоскими пластинами, то в диэлектрике не изменяется, а  $E$  уменьшается в  $\epsilon$  раз;

из симметрии  
имеется стат.  
поворота вокруг  
верти оси прох.  
через  $Q$ :

$q_1$  и  $q_2$  распределены  
равномерно по пов-ти  
газу.



$f$ -расстояние до плоск. между в газе.

из нач. вакуум газ:

$$\text{из (1): } \frac{k \cdot Q}{\epsilon \cdot f^2} = \frac{k \cdot Q}{f^2} + \frac{k \cdot q_1}{f^2}$$

$$\frac{Q}{\epsilon} = Q + q_1,$$

$$\text{принимая диэлек. постулат, } q_1 = Q \left( \frac{1}{\epsilon} - 1 \right)$$

~~$$\Phi(R/4) = \Phi_{q_1}(R/4) + \Phi_Q(R/4) + \Phi_{q_2}(R/4)$$~~

$$\Phi_{q_1}(R/4) = \frac{k \cdot q_1}{R/4} = q \cdot k \cdot Q \left( \frac{1}{\epsilon} - 1 \right)$$

$$\Phi_Q(R/4) = \frac{k \cdot Q}{R/4} = \frac{q \cdot k \cdot Q}{R}; \quad \Phi_{q_2}(R/4) = \frac{k \cdot q_2}{R}$$

$$\Phi(R/4) = \frac{q \cdot k \cdot Q \left( \frac{1}{\epsilon} - 1 \right)}{R} + \frac{q \cdot k \cdot Q}{R} + \frac{q \cdot k \cdot q_2}{R}$$

~~$$\Phi(R/4) = \frac{q \cdot k \cdot Q}{R} \left( \frac{1}{\epsilon} - 1 + 1 + \frac{q_2}{Q} \right)$$~~



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.

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

из графика:  $\varphi(R/3) = 4\varphi_0; \varphi(2R/3) = 3\varphi_0$

составим (2):  $\varphi(f) = \frac{k \cdot Q}{\epsilon \cdot f};$

$$\frac{k \cdot Q}{\epsilon \cdot R/3} = 4 \cdot \varphi_0; \quad \frac{k \cdot Q}{\epsilon \cdot 2R/3} = 3 \cdot \varphi_0$$

$$\frac{k \cdot Q}{\epsilon \cdot R} = \frac{4}{3} \cdot \varphi_0; \quad \frac{k \cdot Q}{\epsilon \cdot R} = 2 \cdot \varphi_0$$

будет стоять, что дозарядка изменяется не  
от заряда:  $q_2 + q_1 = 0; q_2 = Q(1 - \frac{1}{\epsilon})$

$$(1): \varphi(R/4) = \frac{4 \cdot k \cdot Q}{R} \left( \frac{1}{\epsilon} - \cancel{x} + \cancel{x} + \frac{1}{4} \right) = \frac{4 \cdot k \cdot Q}{R} \left( \frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{4} \right)$$

$$(3): \varphi(f) = \frac{k \cdot Q}{f} \cdot \left( \frac{1}{\epsilon} + \frac{f}{R} \right)$$

$$2) \epsilon - ? \text{ из условия: } \varphi(R/3) = 4\varphi_0; \varphi(2R/3) = 3\varphi_0$$

$$\text{из (3): } \varphi(R/3) = \frac{3 \cdot k \cdot Q}{R} \cdot \left( \frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{3} \right)$$

$$\varphi(2R/3) = \frac{3}{2} \cdot \frac{k \cdot Q}{R} \cdot \left( \frac{1}{\epsilon} + \frac{2}{3} \right)$$

$$\begin{cases} 4\varphi_0 = \frac{3 \cdot k \cdot Q}{R} \cdot \left( \frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{3} \right) \\ 3\varphi_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{k \cdot Q}{R} \cdot \left( \frac{1}{\epsilon} + \frac{2}{3} \right) \end{cases}$$

$$\text{Делим } \omega = \frac{\varphi_0 \cdot R}{k \cdot Q} \text{, тогда:}$$



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.

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{4}{3} \alpha = \frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{3} \\ 2 \cdot \alpha = \frac{1}{\varepsilon} + \frac{2}{3} \end{array} \right.$$

поделил ур - з друг на друга:

$$\frac{2}{3} = \frac{\frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{3}}{\frac{1}{\varepsilon} + \frac{2}{3}}$$

$$\frac{2}{3} \varepsilon^{-1} + \frac{4}{9} = \varepsilon^{-1} + \frac{3}{9}$$

$$\frac{1}{9} = \frac{1}{3} \varepsilon^{-1}$$

$$\frac{1}{3} = \varepsilon^{-1}$$

$$\varepsilon = 3$$

Ответы: 1)  $\frac{\eta \cdot k \cdot Q}{R} \left( \frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{4} \right)$

2) 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.

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

Дано:

$$L_1 = L; L_2 = 4L;$$

$$n_1 = n; n_2 = 2n;$$

$$S;$$

$\Phi_1$  - ин. поток ~~из~~ через 1 катушку,  
 $\Phi_2$  - ин. поток ~~из~~ через 2 катушки

$$1) \dot{I} \neq I - ?$$

$$1) \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t} = 2; \quad B_1 \text{ маx. поле } B_1 \text{ в 1 кат.}; \\ B_2 \text{ маx. поле } B_2 \text{ в 2 кат.};$$

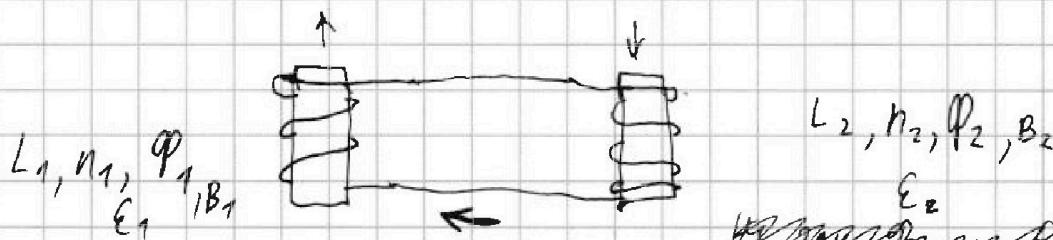
$$\Phi_1 = +B_1 \cdot n_1 \cdot S + L_1 \cdot I$$

$$\Phi_2 = -B_2 \cdot n_2 \cdot S + L_2 \cdot I$$

$E_1, E_2$  - эдс индукции в катушках

из зак. Фарда:  $-E_1 = \dot{\Phi}_1 = \alpha \cdot n_1 \cdot S + L_1 \cdot \dot{I}$

$$-E_2 = \dot{\Phi}_2 = L_2 \cdot \dot{I}$$



из зак. Фарда:  $-E_1 = \alpha \cdot n_1 \cdot S + L_1 \cdot \dot{I}$

из II правила Кирхгофа все течет:

$$E_1 + E_2 = 0$$

$$\alpha \cdot n_1 \cdot S + L_1 \cdot \dot{I} + L_2 \cdot \dot{I} = 0$$

$$|I| = \frac{\alpha \cdot n_1 \cdot S}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha \cdot n \cdot S}{5L}$$

2)  $B_{1\text{ маx}} = B_0; B_{1\text{ ком.}} = B_0/2; B_{2\text{ маx}} = 2 \cdot B_0; B_{2\text{ ком.}} = \frac{2}{3} B_0;$   
 $|I_{\text{ком.}}| - ?$



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.

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

Уч II №р. Кирас.

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 = 0;$$

$$\dot{\phi}_1 + \dot{\phi}_2 = 0;$$

$$\Delta \phi_1 + \Delta \phi_2 = 0;$$

$$\Delta \Phi_1 = (B_{1\text{ком}} - B_{1\text{нар}}) \cdot n_1 \cdot S + (I_{\text{ком}} - I_{\text{нар}}) \cdot L_1$$

$$\Delta \Phi_2 = -(B_{2\text{ком}} - B_{2\text{нар}}) \cdot n_2 \cdot S + (I_{\text{ком}} - I_{\text{нар}}) \cdot L_2$$

$$\Delta \Phi_1 = -\frac{B_0}{2} \cdot n \cdot S + (I_{\text{ком}} - I_{\text{нар}}) \cdot L$$

$$\Delta \Phi_2 = -\left(\frac{B_0 \cdot 2}{3} - 2 \cdot B_0\right) 2 \cdot n \cdot S + (I_{\text{ком}} - I_{\text{нар}}) \cdot L_2$$

$$\Delta \Phi_2 = \frac{8}{3} \cdot B_0 \cdot n \cdot S + (I_{\text{ком}} - I_{\text{нар}}) \cdot L \cdot 4$$

$$Уч условие I_{\text{нар}} = 0;$$

$$-\frac{B_0}{2} \cdot n \cdot S + I_{\text{ком}} \cdot L + \frac{8}{3} \cdot B_0 \cdot n \cdot S + 4 \cdot I_{\text{ком}} \cdot L = 0$$

$$-S \cdot I_{\text{ком}} \cdot L = B_0 \cdot n \cdot S \left(-\frac{1}{2} + \frac{8}{3}\right) = B_0 \cdot n \cdot S \cdot \left(\frac{3}{6} + \frac{16}{6}\right) =$$

$$= \frac{19}{6} \cdot B_0 \cdot n \cdot S; \quad |I_{\text{ком}}| = \frac{13}{30} \cdot \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{L}$$

Ответы: 1)  $\frac{\alpha \cdot n \cdot S}{S \cdot L}$

2)  $\frac{13}{30} \cdot \frac{B_0 \cdot n \cdot S}{L}$



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.

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

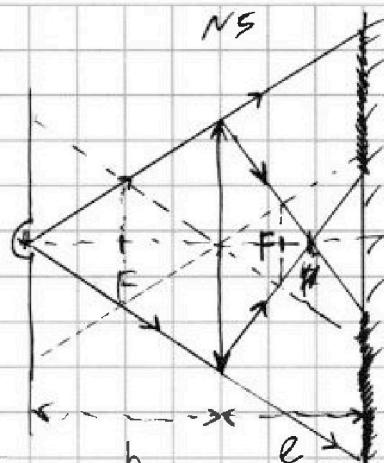
$$h; F = \frac{h}{2};$$

$$\Gamma = 3 \text{ см};$$

$$l = \frac{2h}{3};$$

$$1) S_3 - ?$$

$$2) S_C - ?$$



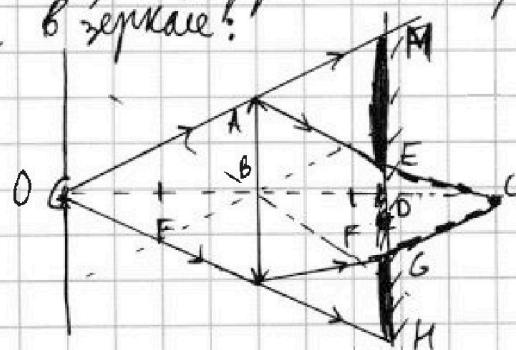
Заметили, что в исходенную задачу не попадут лучи от источника

Пусть  $a$  - расстояние от зеркала до изображения:

из формулы соб. линз:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{a}$ ;

$\frac{2}{A} = \frac{1}{h} + \frac{1}{a}$ ;  $a = h$ , зеркало рисунок некорректен; корректный рисунок:

до зер. в зеркале:



ME и GI несуществуют из азим. ME = GI  
C - изображение в зеркале  
 $AB = \Gamma$

$$OD = h + l = \frac{5h}{3}$$

$$OB = h$$

$\Delta OBA \sim \Delta ODM$ :  $\frac{OB}{OD} = \frac{AB}{FD}$ ;  $FD = \frac{5}{3} \Gamma$ ;

$$BC = b = h;$$

$\Delta ABC \sim \Delta EDC$ :

$$\frac{AB}{ED} = \frac{BC}{DC}$$



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.

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

СТРАНИЦА  
3 из 4

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!

$\frac{3}{h} + \frac{1}{d} = \frac{2}{h}$ ;  $\frac{1}{d} = -\frac{1}{h}$ ;  $d = -h$ . Значит  
точки  $C_1$  и  $C_2$  совпадают

из  $\triangle BMC_1 \sim \triangle BUC$ :  $BC_1 = h/3$

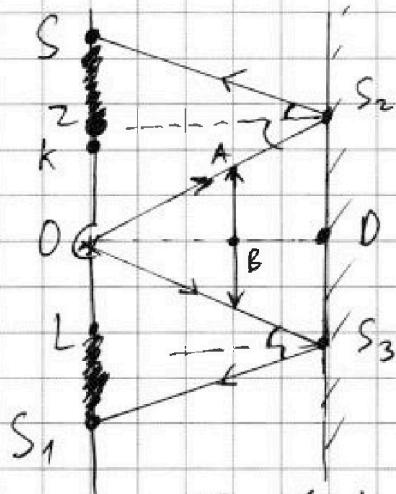
$$\frac{BM}{r} = \frac{h/3}{h}; \boxed{BM = r/3};$$

из  $\triangle OLC_2 \sim \triangle BMC_2$ :

$$\frac{OL}{r/3} = \frac{2h}{h}; \boxed{OL = \frac{2r}{3}}$$

$KL$  - освещённая обл; из условия

$OK = OL$ ; построим „крайние“ лучи, падающие на зеркало, не проходя через мызу, проинжав зеркало отражения



$$OD = l + h = \frac{5}{3}h$$

$$OB = h;$$

$$AB = r;$$

из условия  $OK = OL$ ;  $OS = OS_1$

$SK$  и  $LS_1$  - несвободные симметрии

из раб-фа  $\triangle S_2S_2D \geq 4$   
 $\triangle \geq S_2D$

$$OS = DS_2 \cdot 2$$

из условия  $\triangle OAB \sim \triangle OS_2D$

$$\frac{AB}{S_2D} = \frac{OB}{OD}$$

$$\frac{r}{S_2D} = \frac{h}{\frac{5}{3}h}; \\ \boxed{S_2D = \frac{3}{5}r};$$

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.



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

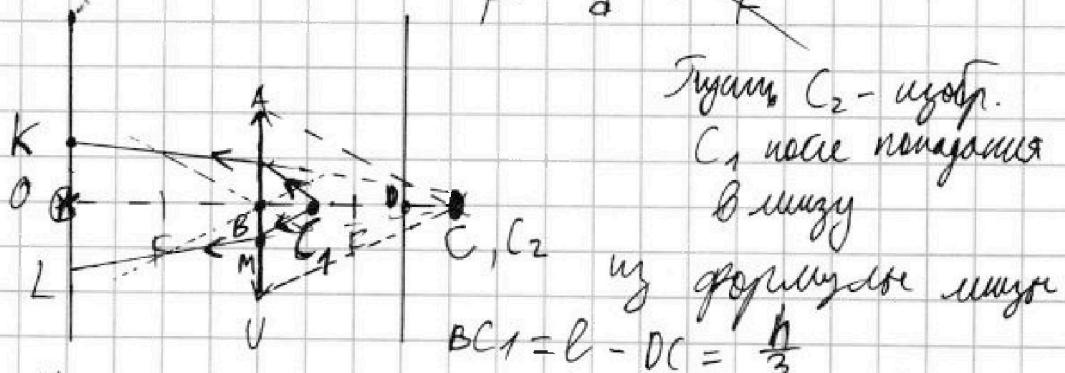
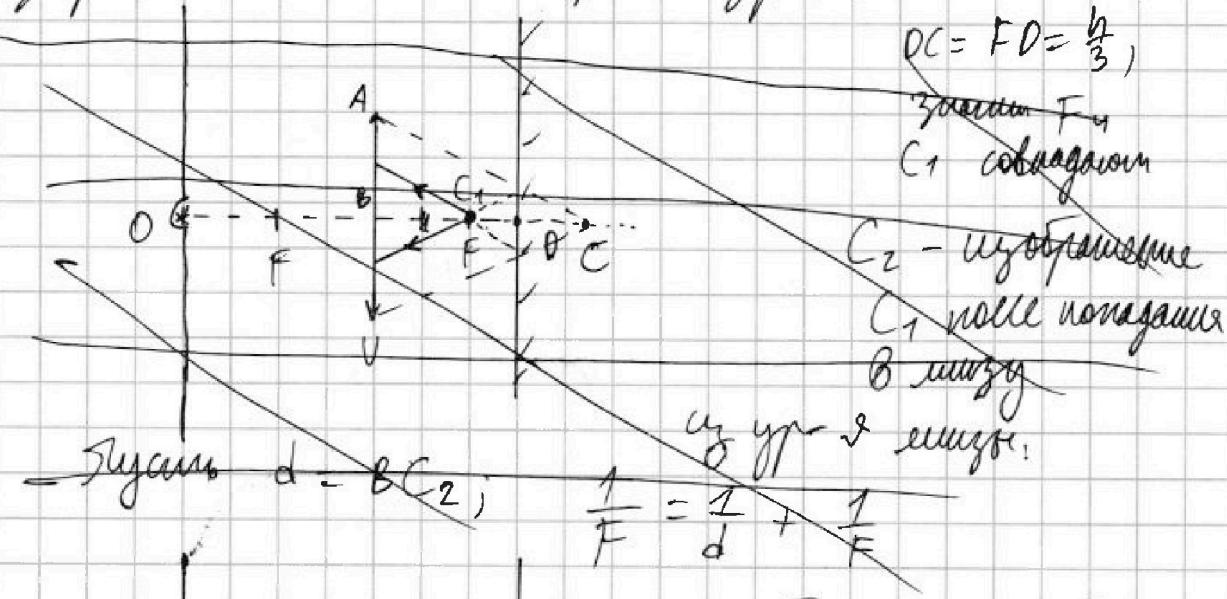
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 9

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!

$$\frac{r}{ED} = \frac{h}{h/3} \quad ; \quad ED = \frac{1}{3} r$$

$$S_3 = \pi r \cdot DM^2 - \pi r \cdot DE^2 = \pi r \cdot r^2 \cdot \left( \left(\frac{5}{3}\right)^2 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 \right) = \pi r \cdot r^2 \cdot \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \pi r \cdot r^2 \cdot \frac{24}{9} = 24 \pi r^2$$

После отражения в зеркале:  $C_1$  — изображение  
изображение с поле внутр. в зеркале



$AC$  и  $VC$  || крайние лучи из  $C_1$ , т.к. было отр.  
в зеркале

$d < 0$ , если из формул для шаров  
 $\frac{1}{BC_1} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F}$



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  
4 из 4

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!

$$OS = \frac{10}{3} r$$

$$S_c = \pi \cdot OS^2 - \pi \cdot OK^2 =$$

$$= \cancel{\pi} \cdot \cancel{\pi} \cdot \frac{100}{9} \cdot r^2 - \pi \cdot \frac{4}{9} \cdot r^2 =$$

$$= 100 \pi \cancel{r^2} \text{ см}^2 - 4 \pi \text{ см}^2 = 96 \pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1)  $24 \pi \text{ см}^2$

2)  $96 \pi \text{ см}^2$