



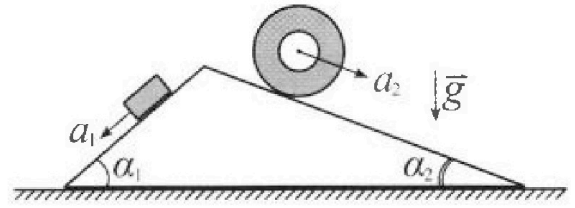
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## 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.

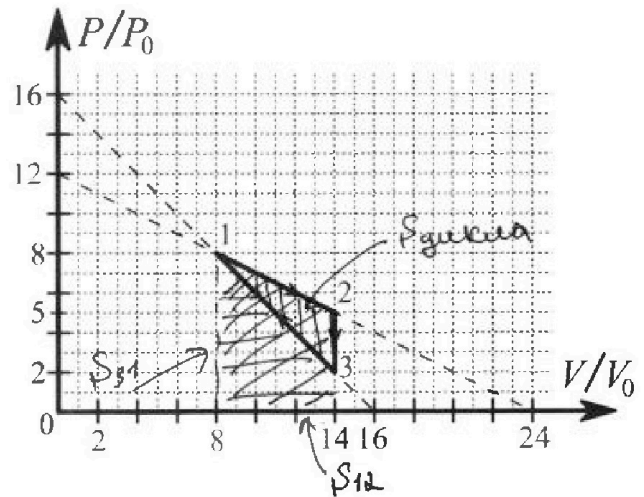


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

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.

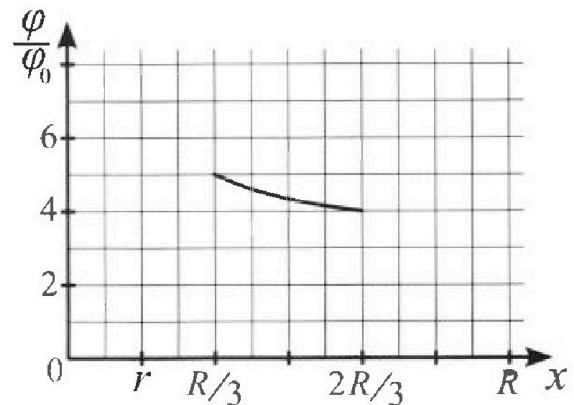
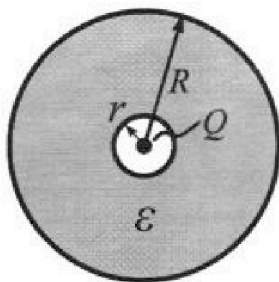
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .



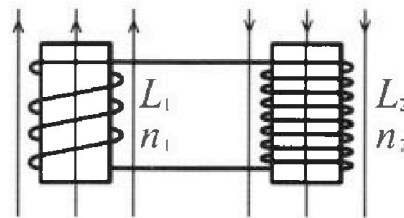
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

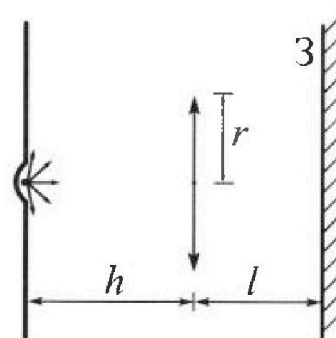


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 16L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 4n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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 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  $Z$ . Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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





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:

$$a_1 = \frac{6g}{13}$$

$$a_2 = \frac{g}{4}$$

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

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

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

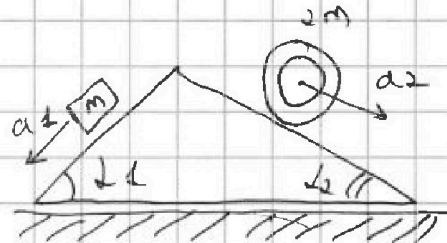
1)  $F_1 = ?$

2)  $F_2 = ?$

3)  $F_3 = ?$

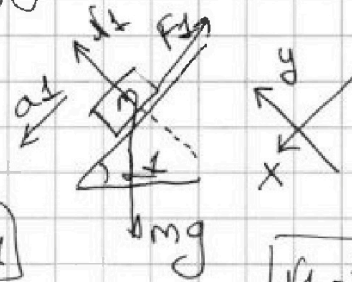
Решение:

~~1)~~



1) Рассмотрим силы, действующие на груз массой  $m$ .

Запишем Второй закон Ньютона:



y:  $N_1 = mg \cos \alpha_1$

x:  $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1 \Rightarrow$

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

~~... сила трения ...~~

~~сила трения это сила трения~~

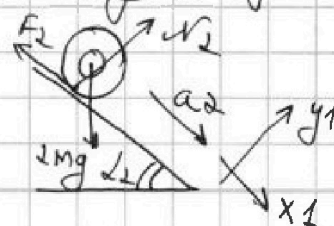
~~скажем ...~~

$$F_1 = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = \frac{3}{5} mg - \frac{6}{13} mg = \frac{39 - 30}{65} mg \Rightarrow$$

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

2) Рассмотрим силы, действующие на цилиндр.

Запишем Второй закон Ньютона для цилиндра.



$x_1: 2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2 \Rightarrow F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 2ma_2 \Rightarrow$



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 43

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!

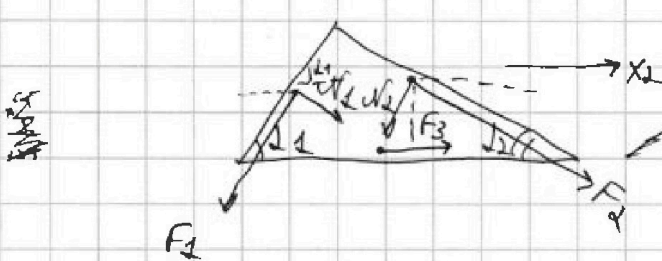
$$F_2 = 2mg \cdot \frac{5}{13} - 2m \cdot \frac{1}{4}g = \frac{10}{13}mg - \frac{1}{2}mg = \frac{20}{26}mg - \frac{13}{26}mg \Rightarrow$$

$$F_2 = \frac{7}{26}mg$$

$$y_1: N_2 = mg \cos \alpha_2$$

$$N_2 = \frac{12}{13}mg$$

3) Рассмотрим силы действующие на камень.



Тогда приращение действующая на камень направлена вправо, если она увеличится амплитудой, то она просто будет направлена в другую сторону.

Запишем второй закон Ньютона на  $x_2$ :

$$x_2: F_2 \cos \alpha_2 + N_2 \sin \alpha_1 -$$

$$- N_2 \sin \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 + F_3 = 0, \text{ т.к. камень неподвижен}$$

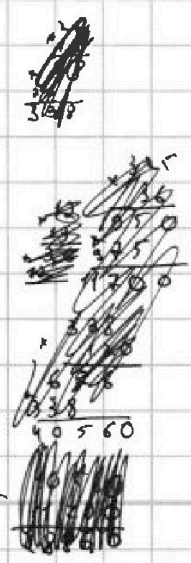
$$F_3 = N_2 \sin \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 \rightarrow$$

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

$$= \frac{60}{169} mg + \frac{36}{325} mg - \frac{12}{25} mg - \frac{84}{338} mg =$$

$$= \frac{36 - 156}{325} mg + \frac{120 - 84}{338} mg = \frac{36}{338} mg - \frac{120}{325} mg =$$

$$= \frac{11200 - 40560}{325 \cdot 338} mg = - \frac{28860}{225 \cdot 338} mg \Rightarrow$$







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  
3A 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!

$\Rightarrow$   ~~$F_3$~~   $F_3$  направлена влево и равна

$$F_3 = \frac{28860}{325 \cdot 338} \text{ mg} =$$

$$= \frac{5772}{65 \cdot 338} \text{ mg} =$$

$$= \frac{2886}{65 \cdot 169} \text{ mg} = \frac{222}{65 \cdot 13} \text{ mg} \Rightarrow$$

$$F_3 = \frac{222}{845} \text{ mg}$$

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

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

3)  $F_3 = \frac{222}{845} \text{ mg}$

$$\begin{array}{r} 28860 \\ - 25 \\ \hline 38 \\ - 35 \\ \hline 36 \\ - 65 \\ \hline 70 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5772 \\ - 4 \\ \hline 12 \\ - 10 \\ \hline 2 \\ - 16 \\ \hline 44 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2886 \\ - 26 \\ \hline 22 \\ - 28 \\ \hline 66 \\ - 65 \\ \hline 19 \end{array}$$



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  
1 ИЗ 2

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

1) Из графика видно

$$P_1 = 8P_0 \text{ и } V_1 = 8V_0$$

$$P_2 = 5P_0 \text{ и } V_2 = 14V_0$$

$$P_3 = 2P_0 \text{ и } V_3 = 14V_0$$

2) Запишем уравнение Менг. - Клапейрона для состояний 1, 2, 3:

$$64P_0V_0 = \nu RT_1$$

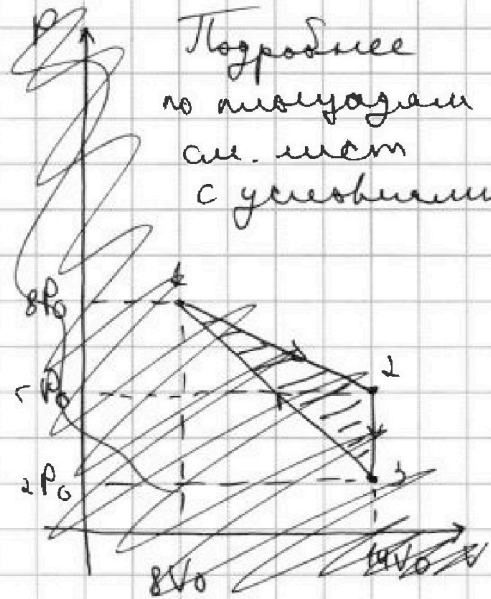
$$70P_0V_0 = \nu RT_2$$

$$28P_0V_0 = \nu RT_3$$

$$A_2 = \frac{1}{2} 6V_0 \cdot 3P_0 = 9P_0V_0$$

$$\frac{A_2}{A_0} = \frac{1}{2} \cdot (14-8)(8-5) = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 3 = 9 \Rightarrow A_2 = 9A_0, \text{ где } A_0 = P_0V_0$$

Подробнее по площадям см. лист с условием



3) ~~Запишем уравнение Клапейрона для состояний 1 и 2:~~

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu RT_2 - \frac{3}{2} \nu RT_1 = \frac{3}{2} (70P_0V_0 - 64P_0V_0) \Rightarrow$$

$$\Delta U_{12} = 9P_0V_0 \Rightarrow$$

1 - площадь приращенной внутренней энергии в работе газа,  $\eta = \frac{\Delta U_{12}}{A_2} = 1$

4) Так в процессе  $\Delta U_{12} > 0$ , то  $T_2 > T_1 \Rightarrow$  максимальная температура в 1-2 это

$$T_2. \quad \frac{T_2}{T_3} = \frac{\frac{\partial R}{\partial R} \frac{70P_0V_0}{\nu R}}{\frac{\partial R}{\partial R} \frac{28P_0V_0}{\nu R}} = \frac{70}{28} = \frac{5}{2} \Rightarrow \frac{T_2}{T_3} = \frac{35}{14}$$





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!

5)  $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}$  - коэффициент полезного действия.

III. К процессу 2-3 - адиабатное расширение, но там нет  $Q_H$ .

6) Запишем первое начало термодинамики для 1-2 и 3-1.

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}, \text{ где } \frac{A_{12}}{A_0} = \frac{1}{2} \frac{1}{\gamma+1} (T_1+T_2) / (T_1-T_2) \Rightarrow A_{12} = 39 P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$Q_{12} = 48 P_0 V_0 > 0 \Rightarrow \boxed{Q_{12} = Q_H}$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}, \text{ где } \Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R \left( \frac{64 P_0 V_0}{\nu R} - \frac{28 P_0 V_0}{\nu R} \right)$$

$$\Delta U_{31} = -4 P_0 V_0$$

$$\frac{A_{31}}{A_0} = -\frac{S_{31}}{31 P_0 V_0} \Rightarrow$$

$$S_{31} = \frac{1}{2} (8+2) (14-8) = 30$$

$$\boxed{A_{31} = -30 P_0 V_0} \Rightarrow$$

$$Q_{31} = 24 P_0 V_0 > 0 \Rightarrow \boxed{Q_H = Q_{31}}$$

$$2) \boxed{Q_{H\Sigma} = Q_{12} + Q_{31} = 24 P_0 V_0}$$

$$\boxed{A_{\Sigma} = 9 P_0 V_0} \Rightarrow \eta = \frac{9 P_0 V_0}{24 P_0 V_0} \Rightarrow \eta = \frac{3}{8}$$

Ответ: 1)  $L = L$

$$2) \frac{T_2}{T_3} = \frac{35}{14}$$

$$3) \eta = \frac{3}{8}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

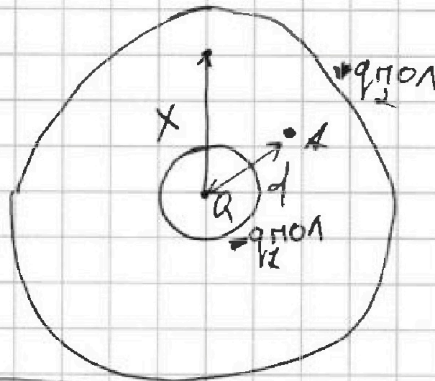
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

$$1) E_A = \frac{kQ}{d^2} + \frac{kq_{\text{пол}}}{d^2}, \text{ максимума}$$

$$E_A = \frac{kQ}{\epsilon \cdot d^2}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon \cdot d^2} = \frac{kQ}{d^2} + \frac{kq_{\text{пол}}}{d^2} \Rightarrow$$



$$\frac{Q - Q\epsilon}{\epsilon} = q_{\text{пол}} \Rightarrow q_{\text{пол}} = \frac{Q(1-\epsilon)}{\epsilon}$$

где  $q_{\text{пол}}$  и  $q_{\text{пол}2}$  - индуцированные заряды.

3-м сохранении заряда

$$2) q_{\text{пол}} + q_{\text{пол}2} = 0 \Rightarrow q_{\text{пол}2} = \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon}$$

$$3) \psi(x) = \frac{kQ}{x} + \frac{kq_{\text{пол}}}{x} + \frac{kq_{\text{пол}2}}{R}$$

$$\psi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{6kQ}{5R} + \frac{6kq_{\text{пол}}}{5R} + \frac{kq_{\text{пол}2}}{R} \Rightarrow$$

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

$$\psi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{6kQ}{5R} - \frac{kQ(\epsilon-1)}{5R\epsilon} \Rightarrow \psi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{kQ}{5R} \left(6 - \frac{\epsilon-1}{\epsilon}\right) \Rightarrow$$

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





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  
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!

$$4) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{R} + \frac{3kq_{\text{пол}}}{R} + \frac{kq_{\text{пол}2}}{R} =$$

$$= \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} + \frac{kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} \Rightarrow$$

~~$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{R} - \frac{2kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} + \frac{kQ}{\epsilon R} \Rightarrow$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ(\epsilon-2\epsilon)}{\epsilon R}$$~~

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{3kQ}{R} - \frac{2kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} = \frac{3kQ\epsilon - 2kQ(\epsilon-1)}{\epsilon R} \Rightarrow$$

$$\boxed{\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} (3\epsilon - 2\epsilon + 2) = \frac{kQ(\epsilon+2)}{\epsilon R}} \quad \text{3} - \frac{2\epsilon-2}{\epsilon}$$

$$5) \boxed{\varphi(R) = \varphi_0 = \frac{kQ}{R}} \Rightarrow \text{из зр-мра } \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \epsilon \varphi_0$$

~~$$\frac{kQ(\epsilon+2)}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \Rightarrow \epsilon+2 = \epsilon \Rightarrow$$~~

$$\frac{kQ(\epsilon+2)}{\epsilon R} = \frac{kQ}{R} \Rightarrow \epsilon+2 = \epsilon \Rightarrow \boxed{\epsilon = \frac{1}{2}}$$

Ответ: 1)  $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ(\epsilon+1)}{\epsilon R}$

2)  $\epsilon = \frac{1}{2}$



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:

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 16L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = 4n$$

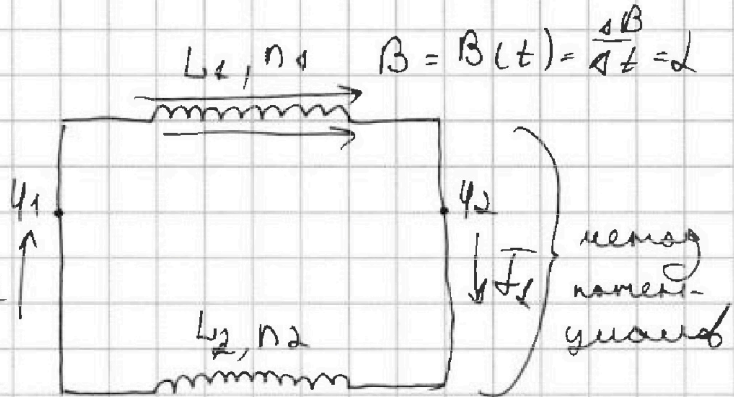
$\mathcal{E}$

Решение:

1) ] макс  $I$

найдем макс.

2) Запишем разность потенциалов



1)  $I_1' = ?$

2)  $i = ?$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U_{L_1} = -U_{L_2} \Rightarrow$$

$$U_{L_1} = \Phi'_{внеш} + L_1 I_1'$$

$$U_{L_2} = L_2 I_2' + \Phi'_{внеш} = 0$$

$$(n_2 \cdot B(t) \cdot S)' + L_1 I_1' = -L_2 I_2' \Rightarrow$$

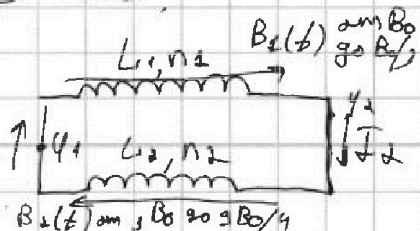
$$n_1 \cdot \mathcal{E} + L_1 I_1' = -L_2 I_2' \Rightarrow$$

по модулю  $I_1' = \frac{n_1 \cdot \mathcal{E}}{L_1 + L_2} \Rightarrow I_1' = \frac{n_1 \cdot \mathcal{E}}{17L}$

3) Рассмотрим ситуацию, когда внешнее поле ~~из~~  $\mathcal{E}$  - ся через обе катушки.

] макс  $I_2$ ;  $\varphi_1 = \varphi_2 \Rightarrow$

найдем макс  
найдем разность потенциалов







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!

$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = U_{L1} = -U_{L2}$$

$$U_{L1} = \Phi'_{\text{внеш}} + L_1 \cdot I_2' = n_1 \cdot S \cdot \frac{\Delta B_1}{\Delta t} + L_1 \cdot I_2'$$

$$U_{L2} = \Phi'_{\text{внеш}} + L_2 \cdot I_2' = n_2 \cdot S \cdot \frac{\Delta B_2}{\Delta t} + L_2 \cdot I_2'$$

$$n_1 S \cdot \Delta B_1 + L_1 \cdot \Delta I_2 = (n_2 S \cdot \Delta B_2 + L_2 \Delta I_2) (*)$$

Пропустим <sup>внеш</sup>  $I_2 = 0$  до  $I_2 = i$ , так, как разности  
найдём.

$$n_1 \cdot S \cdot (\Delta B_1 + L_1 \cdot \Sigma \Delta I_2) = -n_2 S \Sigma \Delta B_2 + L_2 \cdot \Sigma \Delta I_2$$

$$n_1 \cdot S \left( \frac{B_0}{3} - B_0 \right) + L_1 \cdot (i - 0) = -n_2 S \left( \frac{3}{4} B_0 - 3B_0 \right) - L_2 \cdot (i - 0)$$

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

$$i = \frac{\frac{3}{4} B_0 n_2 S + \frac{2}{3} B_0 n_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{3 B_0 n_2 S + \frac{2}{3} B_0 n_1 S}{17 L} \Rightarrow$$

$$i = \frac{11 B_0 \cdot n \cdot S}{57 L}$$

Ответ: 1)  $I_1' = \frac{n_1 S}{17 L}$

2)  $i = \frac{11 B_0 \cdot n \cdot S}{57 L}$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!

Дано:

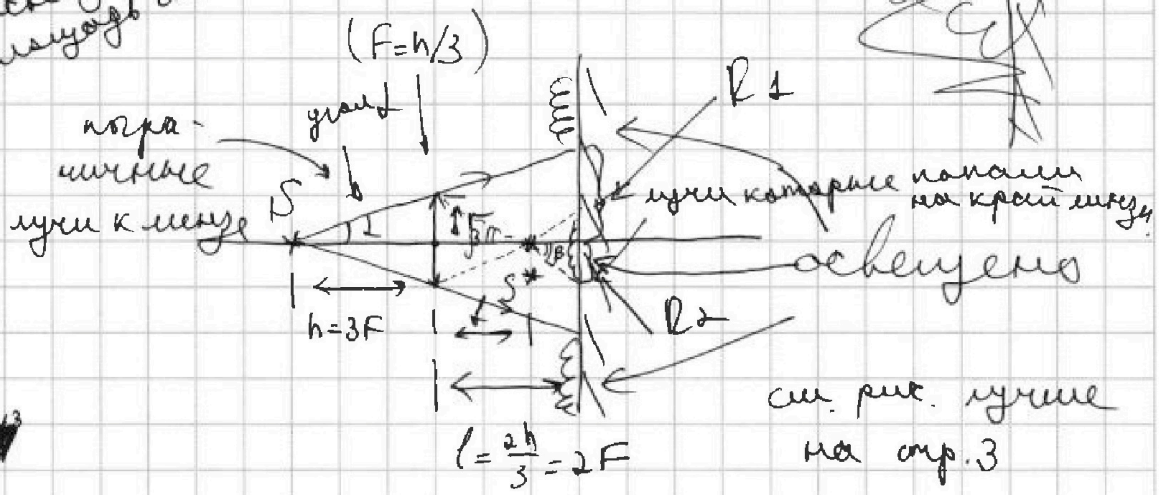
$h$   
 $F = \frac{h}{3}$   
 $l = \frac{2h}{3}$   
 $r = 5 \text{ см}$

1)  $\beta = ?$   
2)  $\alpha = ?$

Решение:

несвещенная  
часть зеркала.

несвещенная  
часть стекла.



1) По формуле тонкой линзы: т.к.  $h > F$ , то

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \Rightarrow \boxed{f = \frac{3}{2} F} \Rightarrow \boxed{f = 2} \quad S^*: \text{действительное, перевернутое, уменьшенное}$$

$$2) \tan \alpha = \frac{r}{h} = \frac{R_1}{h+l} \Rightarrow \boxed{R_1 = \frac{(h+l)r}{h} = \frac{5}{3} r = \frac{25}{3} \text{ см}}$$

$$3) \tan \beta = \frac{r}{f} = \frac{R_2}{l-f} \Rightarrow \boxed{R_2 = \frac{(l-f)r}{f} = \frac{1}{6} \frac{h r}{h/2} = \frac{1}{3} r = \frac{5}{3} \text{ см}} \rightarrow$$







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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 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!

$$f_{0j} = \frac{r}{g} = \frac{R_4}{h - \frac{5h}{3}} \Rightarrow R_4 = \frac{4h}{9} r = \frac{4}{9} r$$

$$\Rightarrow R_4 = \frac{4}{5} r$$

6) Аналогично п. 4 найдем площадь  $S_2$  несвеченной части стекла.

$$S_2 = \pi (R_3^2 - R_4^2) = \pi \left( \frac{121}{25} r^2 - \frac{16}{25} r^2 \right) \Rightarrow$$

$$\frac{121}{25} r^2 - \frac{16}{25} r^2 = \frac{105}{25} r^2$$

$$\frac{105}{25} r^2 = \frac{21}{5} r^2$$

$$\frac{121}{25} - \frac{16}{25} = \frac{105}{25}$$

$$S_2 = \pi \left( \frac{459}{100} \right) \text{ см}^2 \Rightarrow S_2 = 105 \pi \text{ см}^2$$

$$S_2 = \pi \left( \frac{989}{25} \right) \text{ см}^2$$

$$S_2 = 105 \pi \text{ см}^2$$

Ответ:  $S_1 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$   
 $S_2 = 105 \pi \text{ см}^2$

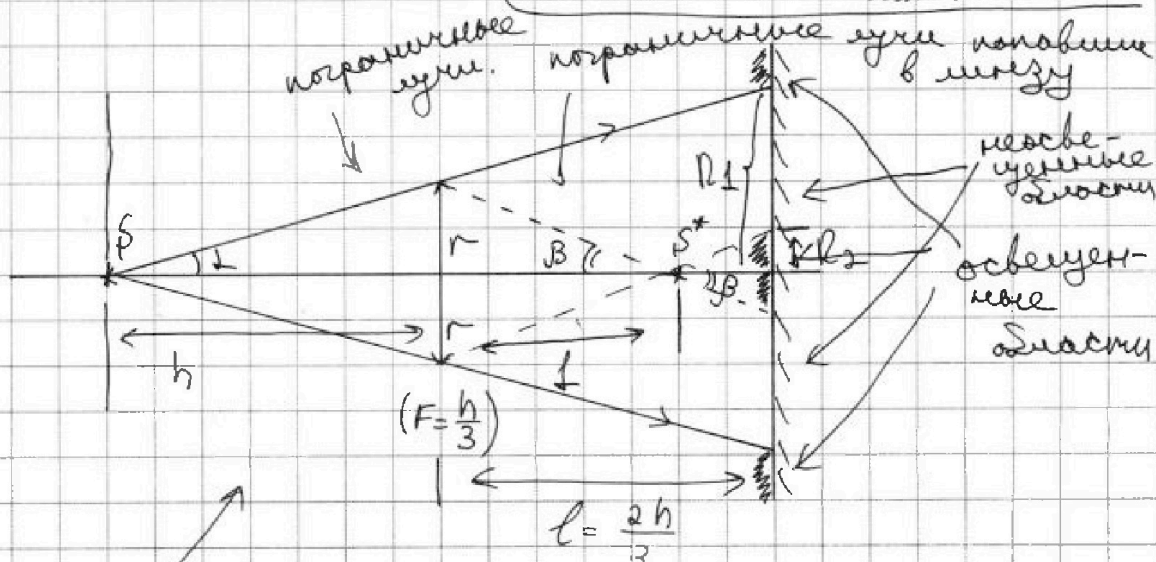


рисунок к первому варианту пункта 6



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.

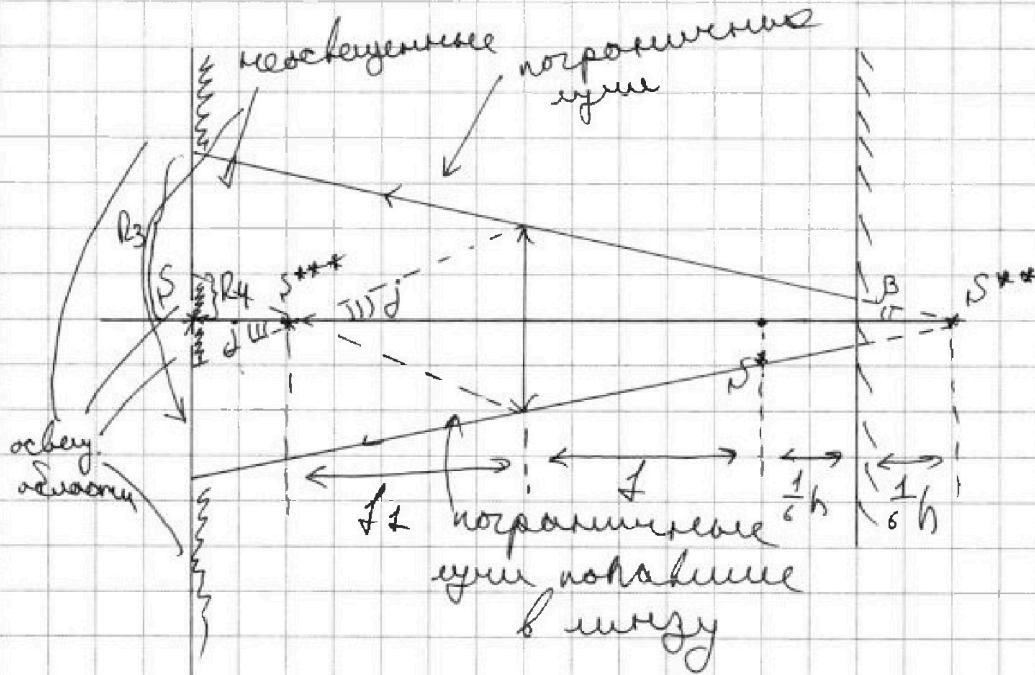


- 1  2  3  4  5  6  7

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!

Рисунок к вопросу 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!

