



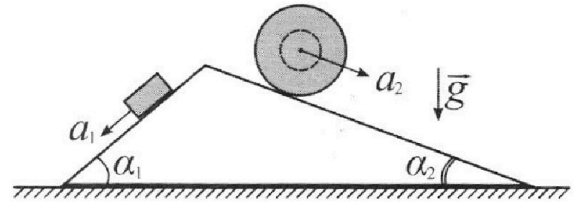
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

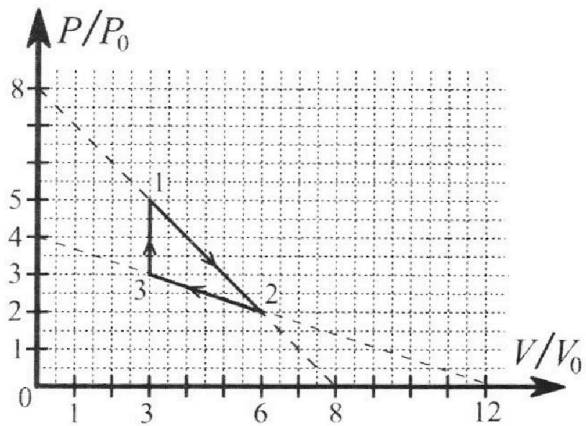


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

К 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.

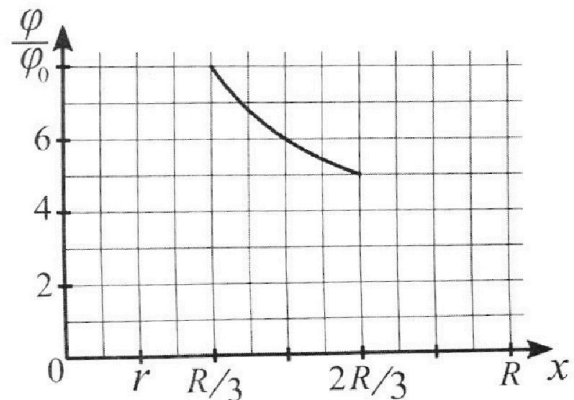
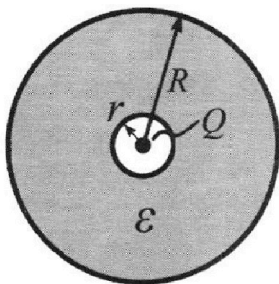
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



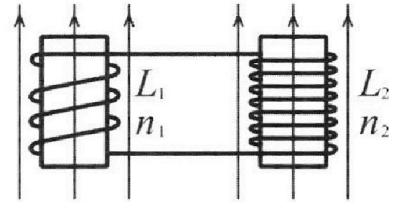
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

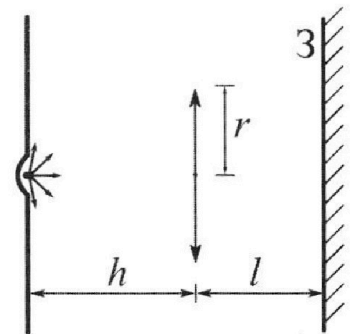


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 уменьшаться со скоростью $\Delta B / \Delta t = -\alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ расположено параллельно стене плоское зеркало 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$= 64 \text{ mg} \left(\frac{289 - 15 \cdot 85}{289 \cdot 825} \right) =$$

$$= 64 \text{ mg} \left(\frac{289 - 2475}{289 \cdot 825} \right) = -64 \text{ mg} \cdot \frac{2186}{289 \cdot 825} =$$

$$= -\frac{139904}{238425} \text{ mg}$$

$$\begin{array}{r} 109312 \\ -10216 \\ \hline 716 \\ +2186 \\ \hline 2902 \\ -64 \\ \hline 2838 \\ +8744 \\ \hline 11682 \\ -13116 \\ \hline -1434 \\ +289 \\ \hline -1405 \\ +7445 \\ \hline 6040 \\ -2312 \\ \hline 3828 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ -17 \\ \hline 0 \\ +289 \\ \hline 289 \\ +825 \\ \hline 1114 \\ +2475 \\ \hline 3589 \\ -289 \\ \hline 3300 \\ +2186 \\ \hline 5486 \\ -1093 \\ \hline 4393 \end{array}$$

$F_3 < 0, \Rightarrow$ на самом деле она ~~на~~ направлена в противоположную сторону.

Ответ: $F_1 = \frac{16}{85} \text{ mg}$

$$F_2 = \frac{64}{85} \text{ mg}$$

$$F_3 = \frac{64 \cdot 2186}{289 \cdot 825} \text{ mg} = \frac{139904}{238425} \text{ mg}$$



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 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.

$$m$$

$$a_1 = \frac{7g}{17}$$

5m

$$a_2 = \frac{8g}{25}$$

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

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

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

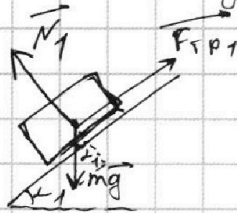
$$\cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$$

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$F_3 = ?$$

1) Рассмотрим движение бруска:



$N_1 = mg \cos \alpha_1$ - сила нормальной реакции опоры

$F_{тр1} = F_1 = N_1 \mu$ - сила трения скольжения

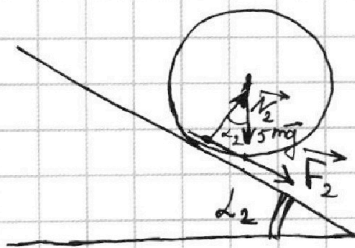
Запишем 2-ой закон Ньютона в проекции на наклонную ось // наклонной плоскости:

$$\frac{mg \sin \alpha_1 - F_1}{m} = a_1,$$

$$\frac{3}{5} mg - F_1 = \frac{7}{17} mg, \Rightarrow F_1 = \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) mg =$$

$$= \frac{51 - 35}{85} mg = \frac{16}{85} mg.$$

2) Рассмотрим движение шара:



Проскальзывания, по условию, нет, \Rightarrow сила трения покоя

\vec{F}_2 , действующая на шар, направлена против направления возможного проскальзывания, т.е. вдоль плоскости вниз (см. рис.)



1 2 3 4 5 6 7

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!

Запишем ~~теорему~~ теорему о движении центра масс для шара в проекции на ось // наклонной плоскости:

$$5mg \sin \alpha_2 + F_2 = 5ma_2,$$

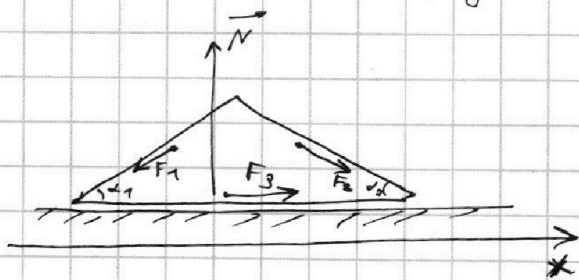
$$\begin{array}{r} 425 \\ +175 \\ \hline 600 \\ -25 \\ \hline 575 \end{array}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= 5m \cdot \frac{8g}{25} - 5mg \cdot \frac{8}{17} = 5mg \left(\frac{8}{25} - \frac{8}{17} \right) = \\ &= 5mg \cdot \frac{8 \cdot (17 - 25)}{425} = mg \cdot \frac{8 \cdot (-8)}{85} = -\frac{64}{85} mg \end{aligned}$$

$F_2 < 0$, \Rightarrow наши рассуждения о направлении F_2 не верны и на ~~самом~~ самом деле F_2 направлена в другую сторону (причина - наши слабые граничные значения, про которую забыли упомянуть)

$$|F_2| = \frac{64}{85} mg$$

3) Расставим силы, действующие на клин:



Введем ось x (см. рис.)

~~и~~ и запишем условие равновесия в проекции на эту ось:

$$F_3 + F_2 \cos \alpha_2 = F_1 \cos \alpha_1,$$

$$F_3 = \frac{16}{85} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{64}{85} mg \cdot \frac{15}{17},$$

$$F_3 = mg \left(\frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{64 \cdot 3}{17 \cdot 17} \right) = 64 mg \left(\frac{1}{85 \cdot 5} - \frac{3}{17^2} \right) =$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 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!

Тогда ответим на второй вопрос задачи:

$$\frac{T_{12, \text{max}}}{T_2} = \frac{4V_0 \cdot 4P_0}{6V_0 \cdot 2P_0} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

4) ~~Первое~~ ^{Первое} начало проводимости для процесса 3-1: $(U_{31}$ найдем в п.1)

$$Q_{31} = U_{31} + \cancel{A_{31}} = 9P_0 V_0$$

подведенное тепло

На участке 1-2 тепло подводится до тех пор, пока осуществляется переход на более высокие адабаты. Найдем точку касания адиабаты $PV^\gamma = \text{const}$, где для одноатомного газа $\gamma = \frac{5}{3}$.

$$\begin{cases} P = 8P_0 - V \frac{P_0}{V_0} \\ P = \text{const} \cdot V^{-\gamma} \end{cases}$$

$$\left(\text{const} \cdot V^{-\gamma} \right)'_V = \left(8P_0 - V \frac{P_0}{V_0} \right)'_V \Rightarrow \text{const} \cdot (-\gamma) \cdot V^{-\gamma-1} = -\frac{P_0}{V_0}$$

$$\text{const} \cdot V^{-\gamma} = \frac{P_0}{\gamma V_0} V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = \frac{P_0 V}{\gamma V_0} = 8P_0 - V \frac{P_0}{V_0}$$

$$P_0 V = 8\gamma P_0 V_0 - \gamma P_0 V$$

$$V = 8 \cdot \frac{5}{3} V_0 - \frac{5}{3} V$$

$$\frac{8}{3} V = \frac{8 \cdot 5}{3} V_0 \Rightarrow V = 5V_0$$

До этой точки подводится тепло

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!

Запишем первое начало термодинамики для процесса 1-2 до точки $V = 5V_0$:

$$Q_{12} = U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} (3P_0 \cdot 5V_0 - 3V_0 \cdot 5P_0) + \frac{5P_0 + 3P_0}{2} \cdot$$

$$\cdot (5V_0 - 3V_0) = \frac{3}{2} \cdot 0 + 4P_0 \cdot 2V_0 = 8P_0V_0$$

подведённая теплота.

Выведем уравнение процесса 2-3:

$$\frac{P}{4P_0} + \frac{V}{12V_0} = 1, \Rightarrow P(V) = 4P_0 - V \cdot \frac{P_0}{3V_0}$$

аналогичным образом найдём точку касания с адiabатой:

$$P = \text{const} \cdot V^{-\gamma}$$

$$P = 4P_0 - V \cdot \frac{P_0}{3V_0}$$

$$\left(\text{const} \cdot V^{-\gamma} \right)'_V = \left(4P_0 - V \frac{P_0}{3V_0} \right)'_V, \Rightarrow -\gamma \cdot V^{-\gamma-1} \cdot \text{const} = -\frac{P_0}{3V_0},$$

$$\text{const} \cdot V^{-\gamma} = \frac{P_0}{3\gamma V_0} V, \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = \text{const} \cdot V^{-\gamma} = \frac{P_0}{3\gamma V_0} V,$$

$$\frac{P_0 V}{3\gamma V_0} = 4P_0 - V \frac{P_0}{3V_0},$$

$$V = 12\gamma V_0 - \gamma V,$$

$$\frac{8}{3} V = 12 \cdot \frac{5}{3} V_0, \Rightarrow V = \frac{60}{8} V_0,$$



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.

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!

№2.

$$\frac{U_{31}}{A} = ?$$

$$\frac{T_{12, \text{max}}}{T_2} = ?$$

$$\eta = ?$$

1) Найдём работу газа A за цикл, как площадь внутри цикла на P - V диаграмме:

$$A = \frac{1}{2} \cdot (5P_0 - 3P_0) \cdot (6V_0 - 3V_0) = 3P_0V_0$$

$$2) U_{31} = \frac{3}{2} (-3V_0 \cdot 3P_0 + 5P_0 \cdot 3V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6P_0V_0 =$$

$$= 9P_0V_0 - \text{приращение внутр. энергии на участке 3-1.}$$

$$\frac{U_{31}}{A} = \frac{9P_0V_0}{3P_0V_0} = 3.$$

3) Процесс 1-2 - прямая, заданная уравнением

$$\frac{P}{8P_0} + \frac{V}{8V_0} = 1, \Rightarrow P(V) = 8P_0 - V \frac{P_0}{V_0}$$

Найдём точку с наибольшей температурой. Для неё справедливо $P(V) \cdot V \rightarrow \text{MAX}, \Rightarrow$

$$\Rightarrow -\frac{P_0}{V_0} V^2 + 8P_0V \rightarrow \text{MAX}$$

парабола с ветвями вниз, максимум, которой достигается при $V = \frac{-8P_0}{-2P_0} V_0 = 4V_0.$

$4V_0 \in [3V_0; 6V_0], \Rightarrow$ эта точка лежит на участке 1-2 цикла.



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!

Но $\frac{60}{8} V_0 > 6 V_0, \Rightarrow$ касание данной прямой с квадратом происходит в точке правее процесса 2-3, \Rightarrow в силу направления процесса 2-3 на нём всё время происходит переход на нижележащие квадраты, \Rightarrow по формуле Гельмгольца мет $Q_{23} = 0$.

Теперь найдём ~~кд~~ цикла:

$$\eta = \frac{A}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}} = \frac{3P_0V_0}{8P_0V_0 + 0 + 9P_0V_0} = \frac{3}{17}$$

Ответ: 1) ~~3~~ $\frac{4_{31}}{A} = 3$

2) $\frac{T_{12, \text{MAX}}}{T_2} = \frac{4}{3}$

3) $\eta = \frac{3}{17}$.



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!

N3.

ϵ
 r, R

Q

$\varphi_x = ?$

$\epsilon = ?$

Т.к. снаружи диэлектрика поле такое же, как от точечного заряда, то
1) Потенциал на расстоянии R от заряда

Q равен $\varphi_1 = k \frac{Q}{R}$. Внутри диэлектрика поле заряда уменьшается в ϵ раз, \Rightarrow

~~\Rightarrow~~ \Rightarrow при $x = \frac{3R}{4}$ потенциал

будет равен ~~$\varphi_x = \varphi_1 + \int \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx =$~~

~~$$\frac{kQ}{\epsilon} - \frac{kQ}{\epsilon} \left(-x^{-1} \right) \Big|_{\frac{3R}{4}}^R = kQ \frac{1}{R}$$~~

$$\varphi_x = \varphi_1 + \int_{\frac{3R}{4}}^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(-x^{-1} \right) \Big|_{\frac{3R}{4}}^R =$$

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

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

2) Аналогичным образом найдём потенциал

при $x = \frac{2R}{3}$:

$$\varphi_1 + \int_{\frac{2R}{3}}^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left(-x^{-1} \right) \Big|_{\frac{2R}{3}}^R = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \cdot$$

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

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

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{2} \right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon} \right) = \frac{5\phi_0}{}$$

эту информацию
взяли из графика

и потенциал при $x = \frac{R}{3}$:

$$\phi_1 + \int_{\frac{R}{3}}^R \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \cdot (-x^{-1}) \Big|_{\frac{R}{3}}^R =$$

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

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon} \right) = 8\phi_0 ;$$

Получим следующее:

$$\begin{cases} 5\phi_0 = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon} \right) \\ 8\phi_0 = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon} \right) \end{cases} \Rightarrow \frac{5}{8} = \frac{1 + \frac{1}{2\epsilon}}{1 + \frac{2}{\epsilon}}$$

$$5 + \frac{10}{\epsilon} = 8 + \frac{4}{\epsilon},$$

$$\frac{6}{\epsilon} = 3, \Rightarrow \epsilon = \frac{6}{3} = 2.$$

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

2) $\epsilon = 2$



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!

№4.

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 9L$$

$$h_1 = h$$

$$h_2 = 3h$$

$$I > 0, \downarrow$$

$$\beta = ?$$

$$I_k = ?$$

1) Поток через сверхпроводящий контур не меняется (следствие закона Фарадея)

2) катушки достаточно далеко, \Rightarrow ~~самостоятельно~~ взаимной индукцией пренебрегаем.

3) Ответим на 1-ый вопрос задачи.

Пусть B_1 - поле через первую катушку, B_2 - через вторую, тогда

$$\Phi = B_1 h_1 S + B_2 h_2 S + I L_1 \beta + I L_2 \beta = \text{const}$$

Продифференцируем Φ по времени,

учитывая, что B_2 не меняется:

$$\dot{\Phi} = \dot{B}_1 h_1 S + I (L_1 \dot{\beta} + L_2 \dot{\beta}) = 0,$$

$$-2 h_1 S + \beta (L_1 + L_2) = 0,$$

$$\beta = \frac{-2 h_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{-2 \cdot h S}{L + 9L} = \frac{-2 h S}{10L}$$

Мы решали в предположении, что ток течёт вверх по катушке L_1 (видно из выражения для Φ), $\beta < 0, \Rightarrow$ ток течёт вниз по катушке L_1 . Меняется ток



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!

будет со скоростью v .

4) снова запишем сохранение потока через верх проводящий контур:

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

$$B_0 n S + B_0 n S = \frac{2B_0 n S}{3} + \frac{B_0 n S}{4} + I_k (L_1 - L_2),$$

$$I_k (L_1 - L_2) = B_0 n S \left(2 - \frac{2}{3} - \frac{1}{4} \right),$$

$$-8 I_k L = B_0 n S \frac{24 - 8 - 3}{12} = B_0 n S \cdot \frac{13}{12},$$

$$I_k = -\frac{13 B_0 n S}{12 \cdot 8 L} = -\frac{13 B_0 n S}{96 L} \quad \text{— ток к концу изменения внешних полей}$$

$I_k < 0, \Rightarrow$ на самом деле ток в катушке L_1 будет течь сверху вниз.

Ответ: 1) $|v| = \frac{L n}{8 L}$

2) $|I_k| = \frac{13 B_0 n S}{96 L}$

(В обоих случаях ток течёт сверху вниз в первой катушке и снизу вверх во второй.)



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 3

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

N5.

h

$F = 2h$

$\Gamma = 2 \text{ см}$

$l = h$

$S_3 = ?$

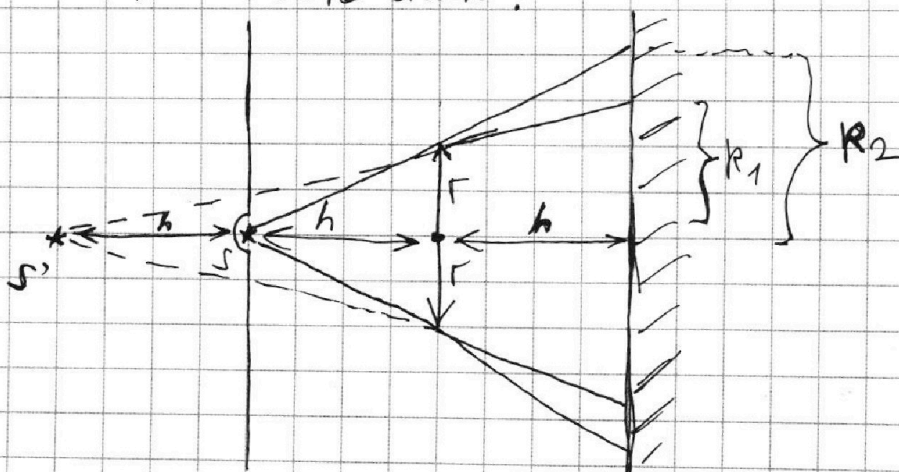
$S_\alpha = ?$

1) Из формулы тонкой линзы найдем расстояние x от линзы до изображения источника:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{x}, \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h},$$

$$x = \frac{Fh}{h-F} = \frac{2h^2}{h-2h} = -2h$$

$x < 0, \Rightarrow$ изображение с той же стороны, что и источник.



Свет, проходящий через линзу будет падать на зеркало как свет от S' , \Rightarrow

\Rightarrow этот свет создаст на зеркале круг радиусом R_1 . $\frac{R_1}{\Gamma} = \frac{3h}{2h}, \Rightarrow R_1 = \frac{3}{2} \Gamma = 3 \text{ (см)}$

Свет, не идущий через линзу, засветит все зеркало кроме круга радиусом R_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
2 из 3

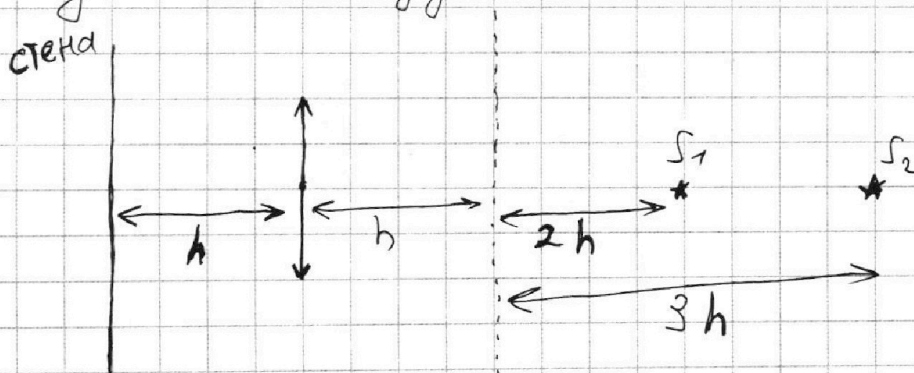
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{R_2}{F} = \frac{2h}{h}, \Rightarrow R_2 = 2F = 4(\text{см.})$$

$$S_3 = \pi R_2^2 - \pi R_1^2 = \pi(16 - 9) = 7\pi (\text{см}^2) - \text{не}$$

площадь неосвещённой части зеркала.

2) Отразившись от зеркала, свет падает на стену, как от следующей системы:



Найдём расстояния от линзы до изображений источников S_1 и S_2 :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{3h}, \Rightarrow x_1 = \frac{3hF}{3h - F} = \frac{6h^2}{h} = 6h$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x_2} + \frac{1}{4h}, \Rightarrow x_2 = \frac{4hF}{4h - F} = \frac{8h^2}{2h} = 4h.$$

П.к. $6h > 4h$, \Rightarrow Свет, направленный на линзу преломится и зацветит на стене круг, радиусом R_1 . Так, что крайние лучи собираются в точке на расстоянии $6h$ от линзы.



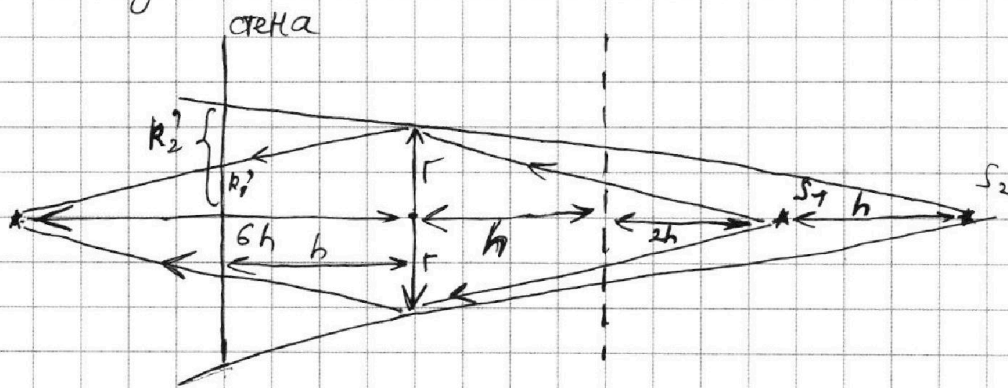
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из **3**

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

П.к. S_2 находится дальше от линзы, чем S_1 , то именно его крайние лучи, не попадающие на линзу, определяют радиус R_2' круга, не освещённого лучами, проходящими мимо линзы.



Запишем нужные подобия треугольников:

$$\frac{R_1'}{6h-h} = \frac{f}{6h} \Rightarrow R_1' = f \cdot \frac{5}{6} = \frac{5}{3} \text{ (см)}$$

$$\frac{R_2'}{h+h+3h} = \frac{f}{h+3h} \Rightarrow R_2' = f \cdot \frac{5}{4} = \frac{5}{2} \text{ (см)}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{т}} &= \pi \left((R_2')^2 - (R_1')^2 \right) = \pi \left(\frac{25}{4} - \frac{25}{9} \right) = 25\pi \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = \\ &= 25\pi \frac{9-4}{36} = \frac{125}{36} \pi \text{ (см}^2\text{)} \text{ — площадь неосвещённой части стены.} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $S_3 = 7\pi \text{ (см}^2\text{)}$

2) $S_{\text{т}} = \frac{125}{36} \pi \text{ (см}^2\text{)}$