



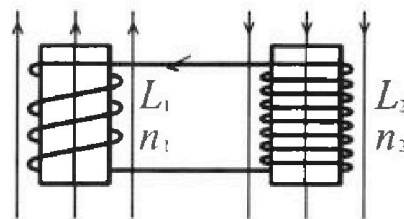
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



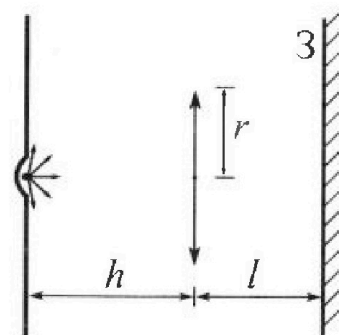
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 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  $F = h/2$ . 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 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  $\gamma n$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.



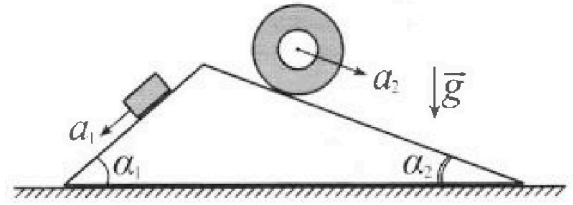
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок 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.

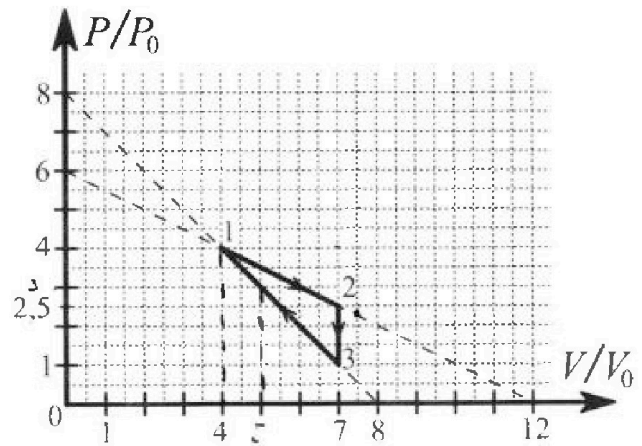


- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с 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.

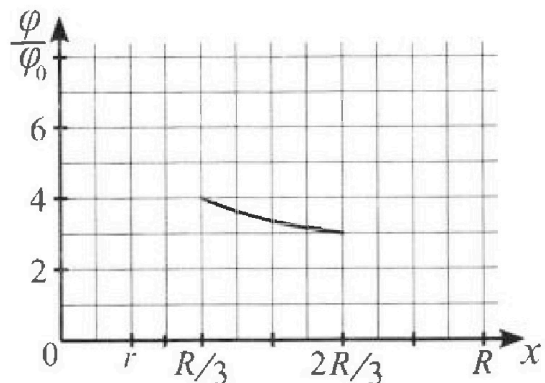
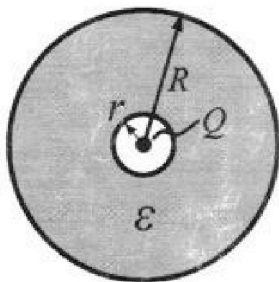
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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  $\epsilon$ .



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.

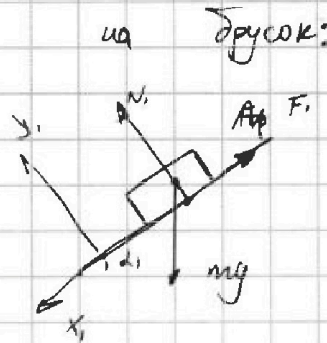
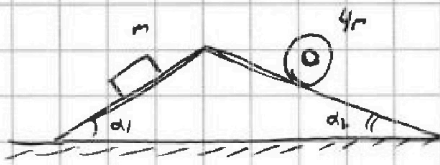


1  2  3  4  5  6  7

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!

Рассмотрим силы действующие



и на брусок:

Так как цилиндр покоится, то ускорения

$a_1$  и  $a_2$  — равны;

3-й закон Ньютона для бруска:

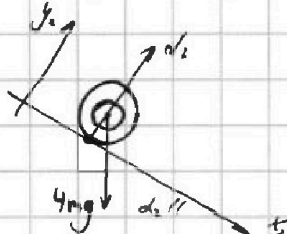
$$x_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

$$y_1: mg \cos \alpha_1 = N_1$$

Тогда:

$$F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \cdot \frac{14}{65} \quad \text{— ответ}$$

Теперь рассмотрим цилиндр:



Сила трения на цилиндр

может быть направлена, как

вверх, так и вниз по оси  $x_2$ .

Пусть направление  $F_2$  будет принято в

его знаке:  $F_2 > 0$  — по оси  $x_2$   $F_2 < 0$  против  $x_2$





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!

Тогда II закон Ньютона примет вид:

$$X: 4mg \sin \alpha_2 + F_2 = 4ma_2$$

$$Y: 4mg \cos \alpha_1 = N_2$$

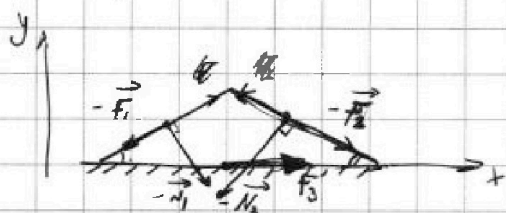
$F_2 \leq \mu N_2$  - трение покоя тк доз проскальз.

$$F_2 = 4mg \left( -\frac{5}{13} + \frac{5}{24} \right) = -20mg \frac{11}{13 \cdot 24} = -\frac{55}{78} mg$$

$\Rightarrow F_2$  направлена вверх.

$$F_2 = \frac{55}{78} mg \quad - \text{ответ}$$

3) Какое рассмотрим сам камень



II закон Ньютона для камня

$$X: N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2$$

$$- F_1 \cos \alpha_1 = -F_3$$

По сравнению полученное ранее получим:

$$mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - 4mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 + \frac{55}{78} mg \cos \alpha_2 - \frac{14}{65} mg \cos \alpha_1 = -F_3$$

$$-F_3 = mg \left[ \frac{4}{5} \left( \frac{3}{5} - \frac{14}{65} \right) + \frac{12}{13} \left( \frac{55}{78} - \frac{20}{13} \right) \right] =$$

$$= mg \left[ \frac{22}{13} - \frac{4}{13} - \frac{10}{13} \right] = -\frac{6}{13} mg$$

знак - означает, что  $F_3$  направлена как

на рисунке.  $F_3 = \frac{6}{13} mg$





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  
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!

Ответ:  $F_1 = \frac{14}{65} \text{ mg}$   
 $F_2 = \frac{55}{78} \text{ mg}$   
 $F_3 = \frac{6}{13} \text{ mg}$



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 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!

1) Приращение внутренней энергии за

6 процессе 2-3:

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_3)$$

Ур-ния Менделеева - Клапейрона для каждого состояния:

$$1: 16 p_0 V_0 = \nu R T_1 \quad (1)$$

$$2: \frac{35}{2} p_0 V_0 = \nu R T_2$$

$$3: 7 p_0 V_0 = \nu R T_3$$

$$|\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} p_0 V_0 \left( \frac{35}{2} - 7 \right) = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

Работу газа за цикл найдем как

площадь  $\Delta 123$ :

$$A = \frac{1}{2} (2.5 V_0 - V_0) (7 p_0 - 4 p_0) = \frac{1}{2} p_0 V_0 \cdot 1.5 \cdot 3 = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$X = \frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{63}{4} \cdot \frac{4}{9} = 7 \quad - \text{ответ}$$

2) Уравнение прямой 12 в PV координатах:

$$p = 6 p_0 - \frac{4-3.5}{2-4} \frac{V}{V_0} p_0$$

$$p = 6 p_0 - \frac{V}{2 V_0} p_0$$

$$p = 6 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V$$



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!

Уравнение М-К газ произвольной точки  
прямой 12:

$$\text{бро } V - \frac{p_0}{2V_0} V^2 = \text{ORT}(V)$$

$T(V) = \text{max}$  в вершине соотв. параболы:

$$\text{бро} - \frac{p_0}{V_0} V = 0$$

$$V = 6V_0$$

$$\text{ORT}(6V_0) = 36p_0V_0 - 18p_0V_0 = 18p_0V_0 \quad (2)$$

$$T(6V_0) = T_{\text{max}}$$

Температура Поделитесь (1) и (2) получим

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8} = 1,125$$

3) Проверим, не меняется ли знак кривизны парабола на участке 12. Это будет происходить в 6 точке касания ординаты ( $c=0$ ):

$$pV^{\delta} = \text{const}$$

$$V^{\delta} dp = -\delta V^{\delta-1} p dV$$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{\delta p}{V}$$





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!

$C$  другой стороны:

$$p = p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$$

$$dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV$$

$$\frac{dp}{p} = -\frac{p_0}{2V_0}$$

Приравняем производные:

$$-\frac{p_0}{2V_0} = -\delta \frac{p}{V} \quad \text{вместо } p \text{ подставим } p(V)$$

$$\frac{p_0}{2V_0} = \delta \frac{p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V}{V}$$

$$V = 2V_0 \delta \left( p_0 - \frac{1}{2V_0} V \right)$$

$$V = 12V_0 \delta - \delta V$$

$$V = \frac{12\delta}{\delta+1} V_0 \quad \text{подставив } \delta = \frac{5}{3} \text{ получим:}$$

$$V_R = \frac{20-3}{\delta} V_0 = \frac{15}{2} V_0$$

тк при процесса  $12$   $V \in [4V_0; 7V_0]$

все время теплота и массу подводится. Тогда

теплота  $Q_{12}$   $Q_{31}$   $Q_{23}$

$$Q = Q_{12} + Q_{31}$$



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!

Для процесса 31 укажите прямую

$$p = p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

А квадратик касается его в точке!

$$V_0 = \frac{\delta}{\delta+1} \cdot 5V_0 = 5V_0$$

Тогда  $Q_{31}$ :

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} \quad \text{от точки } 5V_0 \text{ до } 4V_0$$

$$A_{31} = \frac{1}{2} p_0 V_0 \cdot (4+3)(5-4) = \frac{7}{2} p_0 V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{5}{2} (-15 p_0 V_0 + 16 p_0 V_0) = + \frac{5}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{31} = 5 p_0 V_0$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} p_0 V_0 \left( -16 p_0 V_0 + \frac{35}{2} \right) = \frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} p_0 V_0 (4+2,5)(7-4) = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 6,5 p_0 V_0 = \frac{39}{4} p_0 V_0$$

$$Q_{12} = 12 p_0 V_0$$

А кгс цикла:

$$Q = \frac{A}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{9}{4} \cdot \frac{1}{12+5} = \frac{9}{68}$$

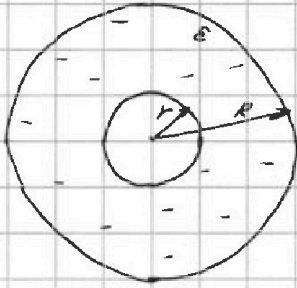


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Поле внутри диэлектрика и шарки

больше  $20$

шары:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}$$

$$\frac{Q}{x^2}$$

$$x < r, \quad x > R$$

и потенциал: будет пропорц. (работает для  $x < r$ )

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x}$$

Поле внутри диэлектрика будет  $\epsilon \cdot E$

раз меньше:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{Q}{x^2}$$

и потенциал будет пропорц.

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{Q}{x}$$

Пусть  $\varphi_1$  - потенциал центра,  $\varphi_2$  - потенциал в точке  $r$  диэл.

$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

$$\Delta\varphi_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \int_r^{x_2} \frac{Q}{x^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \left( \frac{1}{x_2} - \frac{1}{r} \right)$$

Изменение потенциала между 2 и 1, согласно

$$F = \frac{1}{dx}$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + \Delta\varphi_{21} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{1}{\epsilon x} \right)$$





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!

Тогда потенциал в точке  $x = \frac{R}{4}$ :

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) - \frac{4}{\epsilon R} \right]$$

$$\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{4}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \right] \quad \text{— ответ}$$

2) Находим потенциал в точках  $\frac{R}{3}$  и  $\frac{2R}{3}$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{3}{2\epsilon R} + \frac{1}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \right)$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{3}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \right)$$

Из графика:  $r = \frac{R}{6}$ ;  $\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{4}{3}$

Тогда:

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{3}{\epsilon R} + \frac{6}{R} - \frac{6}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{3}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{3}{2\epsilon R} + \frac{6}{R} - \frac{6}{\epsilon R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{6}{R} - \frac{9}{2\epsilon R} \right)$$

$$\frac{6 - \frac{9}{2\epsilon}}{6 - \frac{3}{\epsilon}} = \frac{3}{4}$$

$$24 - 18/\epsilon = 18 - 9/\epsilon$$

$$\frac{9}{\epsilon} = 6$$

$$\epsilon = \frac{3}{2} \quad \text{— ответ:}$$

Ответ:  $\varphi\left(\frac{R}{4}\right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{4}{\epsilon R} + \frac{1}{R} \left(1 - \frac{1}{\epsilon}\right) \right]$ ,  $\epsilon = \frac{3}{2}$



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  
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!

$$I^2 = \left( \frac{B_0 S n}{L} \right)^2 \cdot \frac{3l}{36}$$

$$I = \frac{\sqrt{3l}}{6} \cdot \frac{B_0 S n}{L}$$

Ответ:  $I = \frac{dnS}{5L}$  ;  $I = \frac{\sqrt{3l}}{6} \cdot \frac{B_0 S n}{L}$

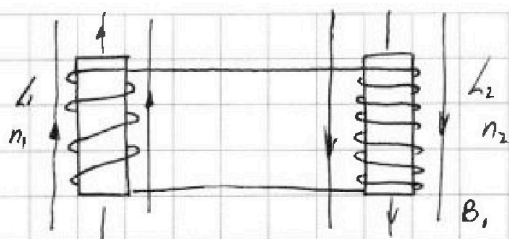
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!



Поток  $\Phi$  через

одни виток:  $\Phi = \mu_0 n_1 I_1$

А через всю катушку:

$$\Phi = n_1 I_1$$

1) В при изменении тока через катушку,

в ней возникает ток, который по

правилу Ленца будет "противиться" изменению

тока через катушку. При этом суммарный

~~ток~~ через катушки будет сохраняться.

Тогда в  $L_1$  катушке возникнет ЭДС самоиндукции

и ЭДС взаимной индукции, при чем они будут ~~противоположны~~ <sup>противо</sup> направлены. Это связано

$$E_1 = -\dot{\Phi}_1 = -L_1 \dot{I} = -\mu_0 n_1^2 S \dot{I}$$

В другой же катушке возникнет только ЭДС

$$E_2 = -L_2 \dot{I}$$

Тогда так соотношения в цепи нет:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{I_1}{I_2}$$

$$\frac{\mu_0 n_1^2 S}{L_1 + L_2} = \frac{\mu_0 n_2^2 S}{5L} \text{ - ответ}$$



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.

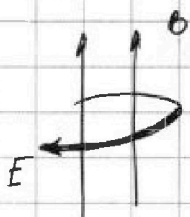


1  2  3  4  5  6  7

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!

1 <sup>случая</sup> При изменении  $B$  поле возникнет вихревое поле, направленные против  $E$ си:



$$\dot{B} = \dot{B} > 0$$

$E_{\text{вихр}} \uparrow \uparrow$  с током

Если  $\dot{B} = -\frac{dB}{dt}$  - против тока

2) суммарный ток через катушки не изменится. Тогда можем записать:

$$\Phi_{10} = B_0 n S$$

$$\Phi_1 = \frac{B_0 n S}{2}$$

$$\Phi_{20} = 2B_0 \cdot 2n S = 4B_0 n S$$

$$\Phi_2 = \frac{2B_0}{3} \cdot 2n S = \frac{4}{3} B_0 n S$$

Энергия, запасенная в катушках:

$$W_0 = \frac{\Phi_{10}^2}{2L_1} + \frac{\Phi_{20}^2}{2L_2} = \frac{(B_0 n S)^2}{2L} + \frac{16(B_0 n S)^2}{8L} = \frac{5}{2} \frac{(B_0 n S)^2}{L}$$

$$W_1 = \frac{\Phi_1^2}{2L_1} + \frac{\Phi_2^2}{2L_2} + \frac{(L_1 + L_2) I^2}{2} = \frac{(B_0 n S)^2}{8L} + \frac{16(B_0 n S)^2}{8 \cdot 9L} + \frac{L_1 + L_2}{2} I^2$$

$$W_1 = \frac{(B_0 n S)^2}{L} \cdot \frac{25}{72} + \frac{5L I^2}{2}$$

Изменяется энергия будет как "создание" тока.

Тогда  $W_0 = W_1$

$$\frac{5L I^2}{2} = \frac{(B_0 n S)^2}{L} \left( \frac{5}{2} - \frac{25}{72} \right) = \frac{(B_0 n S)^2}{L} \cdot \frac{155}{72}$$

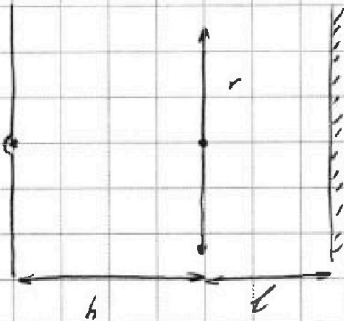
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1  2  3  4  5  6  7

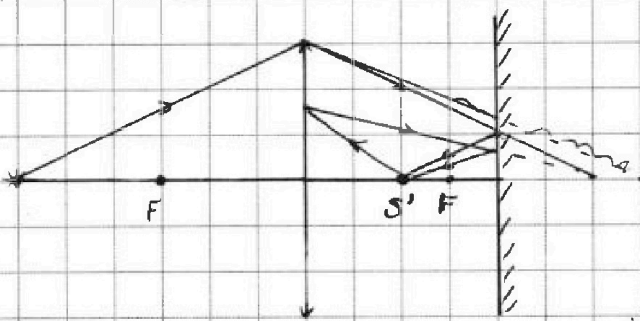
СТРАНИЦА  
1 из 3

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!



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

Рассмотрим ход лучей:



Источник находится в главной фокусе, тогда изображение (без учета зеркала, так же  $l = 2F$ )

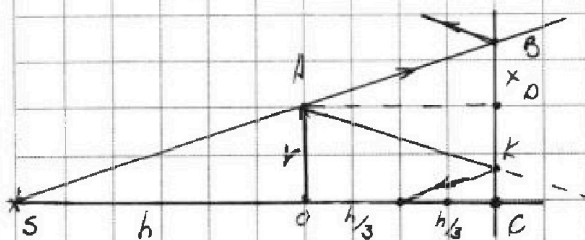
Учти зеркало, изображение

угласно от линзы на  $\frac{2}{3}F$  или  $\frac{h}{3}$ .

Следующее изображение в линзе окажется:

$$\frac{1}{F} = \frac{3}{2F} + \frac{1}{b_2} \quad b_2 = -2F$$

а с учетом отрезка в зеркале // все изображения совпадут тогда размер пятны:



Крайний луч SB не пройдет в линзе.





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!

У<sub>3</sub>  $\triangle ABO \sim \triangle SAO$ :

$$\frac{OA}{BO} = \frac{SO}{AO}$$

$$BO = \frac{2}{3} r$$

$\triangle ADK \sim \triangle ABO$

$$BO = DK = \frac{2}{3} r$$

$\triangle SBC \sim \triangle SAO$

$$\frac{BC}{AO} = \frac{SC}{SO}$$

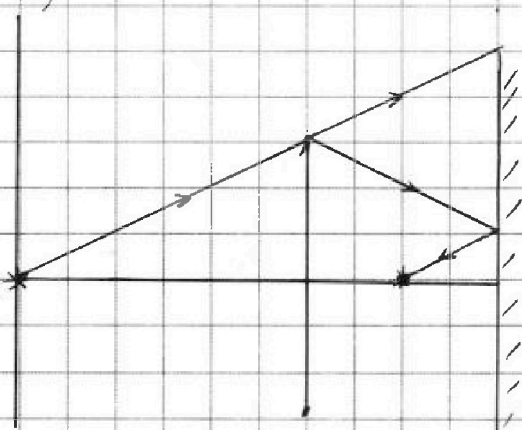
$$BC = \frac{5}{3} r$$

А площадь тени на зеркале:

$$S = \pi(BC^2 - (BC - BK)^2)$$

$$S = \pi r^2 \left( \frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \frac{8\pi}{3} r^2 = 24\pi$$

2)







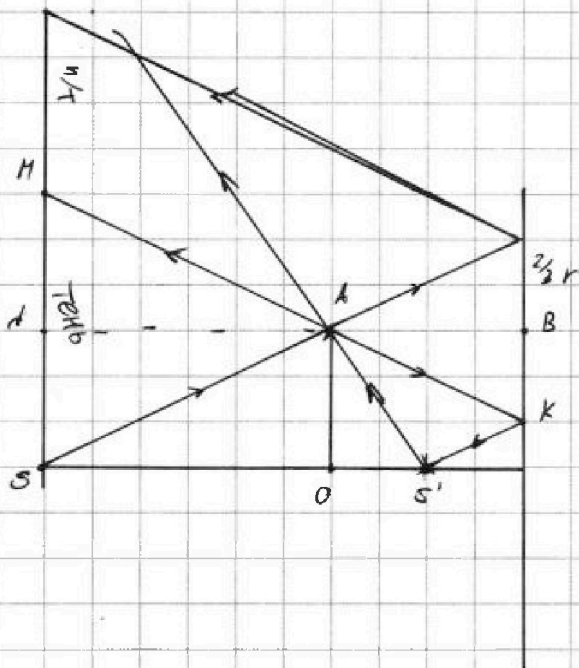
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

Изображение источника в линзе будет  
совпадать (с параллельными ст.). Нарисуем ход лучей!



Тень на стене

Будет создаваться лучами, идущими через край линзы и от нее, либо лучами свобод. отраж. в зеркале и прох. через край линзы (см. рис.)

Найдем площадь тени из геометрии:

$$\triangle MNA \sim \triangle ABK$$

$$\frac{BK}{MN} = \frac{AB}{AN}$$

$$MN = \frac{2}{3} \cdot \frac{h}{\frac{2}{3}h} = h$$

А площадь тени на стене:

$$S_2 = \pi (MN + AO)^2 = 36\pi$$

О-вет:  $S_1 = 24\pi \text{ см}^2$   $S_2 = 36\pi \text{ см}^2$

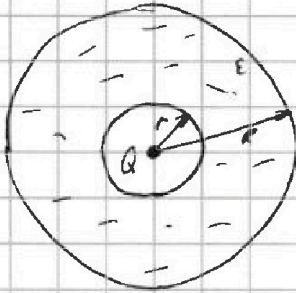


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!



из графика:  $r = \frac{R}{6}$

по т. Гаусса:

$$\Phi = \frac{\sum q}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\Phi = E S$$

$$E \cdot 4\pi \frac{R^2}{16} = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} \quad (1)$$

б то же время:

$$E = -\frac{1}{dx}$$

проинтегрировал (1) от 0 до X:

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

Тогда потенциал в точке  $x = \frac{R}{6}$ :

$$\varphi = \frac{1}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{4Q}{R} = \frac{1}{\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} \quad \text{— ответ}$$

Каждым так же  $\varphi_1(\frac{R}{3})$  и  $\varphi_2(\frac{2R}{3})$ :

$$\varphi_1 = \frac{3}{4\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} \quad \varphi_2 = \frac{3}{8\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R}$$

Тогда

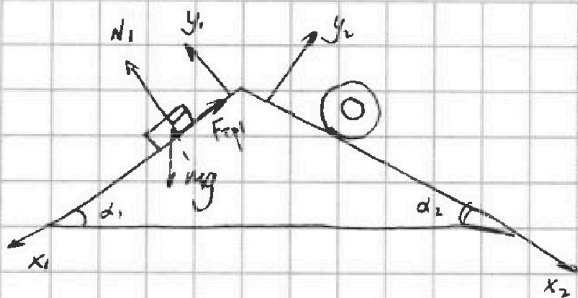


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\sin \alpha_1 = \frac{4}{5} \quad \cos \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13} \quad \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}$$

$$a_1 = \frac{5}{13}g \quad a_2 = \frac{5}{24}g$$

II 3-й поток для первого бруска:

$$x_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = m_1 a_1 \quad (1)$$

$$y_1: mg \cos \alpha_1 = N_1$$

Так как брусок скользит, то  $F_1 = \mu N_1$

Тогда из (1) 13

$$F_1 = m_1 (g \sin \alpha_1 - a_1)$$

$$F_1 = mg \left( \frac{4}{5} - \frac{5}{13} \right) = \frac{39 - 25}{65} mg = \frac{14}{65} mg$$

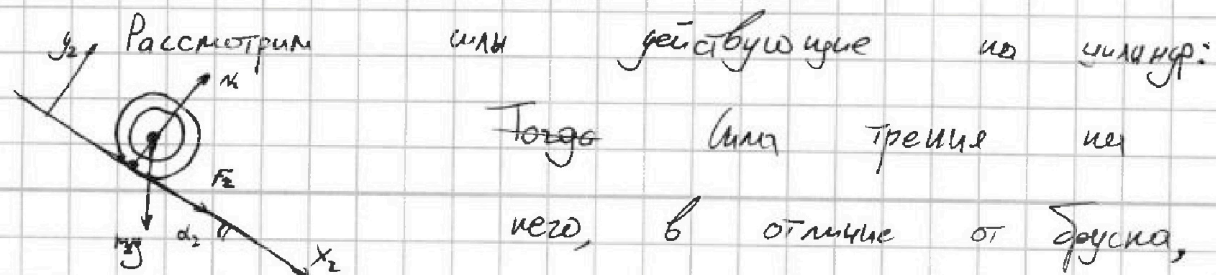
Кроме того стоит для начала отметить,

что брусок скользит (по условию), поэтому

полные ускорения в ЛСО бруска и цилиндра

$a_1$  и  $a_2$  соответственно (а это в самом начале

решения должно быть)



Рассмотрим силы действующие на цилиндр:

Тогда сила трения не

него, в отличие от бруска,





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!

будет скользить вниз. и приравняем. Заменим  $\mu$  близ 3-й Ньютона  $\mu$  не проскальзывает.

цилиндра:

$$x_2: F_2 + m_2 g \sin \alpha_2 = m_2 a_2 \quad (2)$$

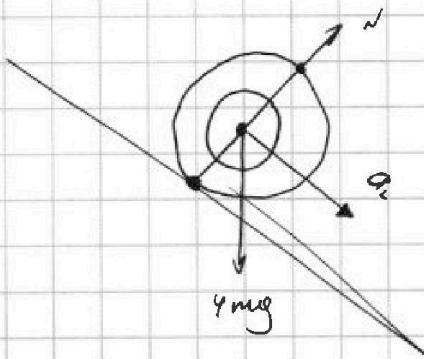
$$y_2: m_2 g \cos \alpha_2 = N_2$$

$$F_2 \leq \mu N_2 \quad - \quad \text{цилиндр не проскальзывает}$$

$u_3$  (2):

$$F_2 = m_2 (a_2 - g \sin \alpha_2)$$

$$F_2 = 4mg \left( \frac{5}{24} - \frac{5}{13} \right)$$



$$a_2 = \omega^2 R$$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{13}$$

$$\frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65}$$