



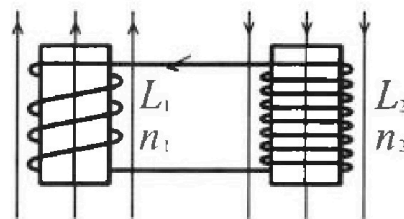
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01



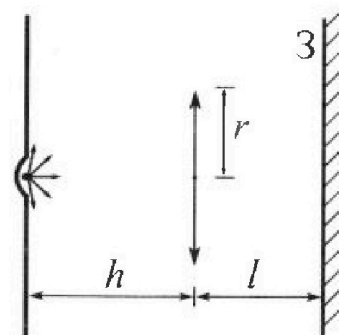
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 γn , где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



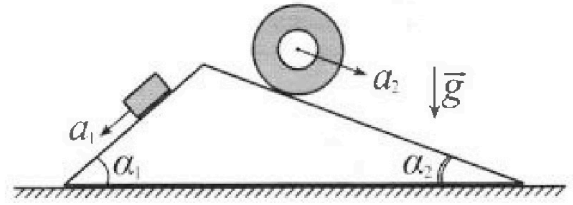
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

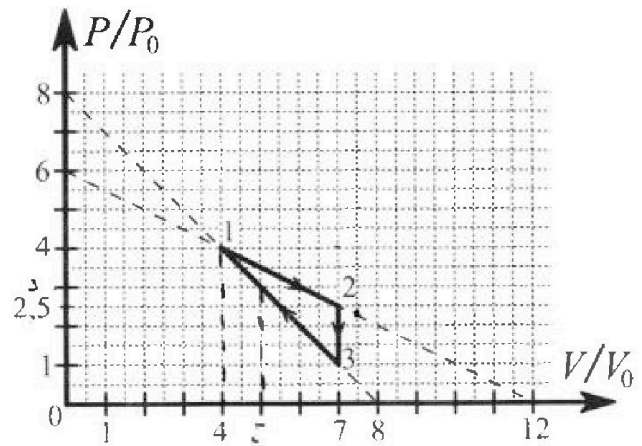


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

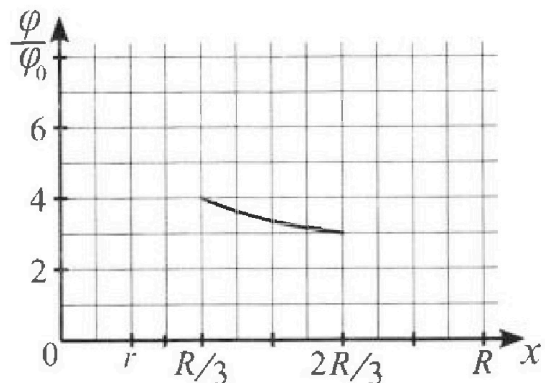
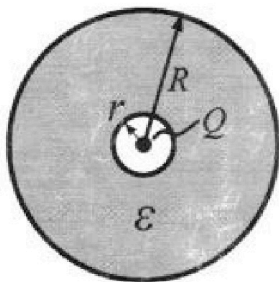
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



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.

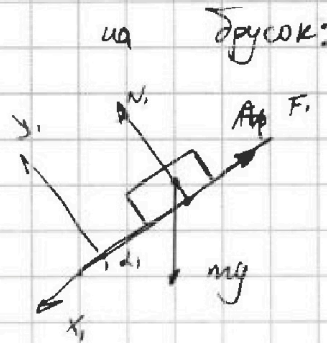
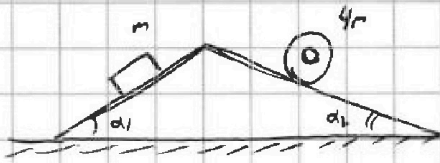


1 2 3 4 5 6 7

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 клин покоится, то ускорения

a_1 и a_2 - нулевые;

3-й закон Ньютона для бруска:

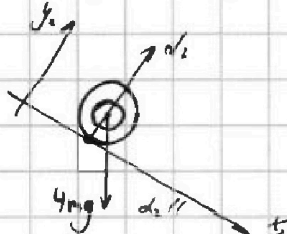
$$x_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$$

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

Тогда:

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

Теперь рассмотрим цилиндр:



Сила трения на цилиндр

может быть направлена, как

вверх, так и вниз по оси x_2 .

Пусть направление F_2 будет скрыто 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:

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

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

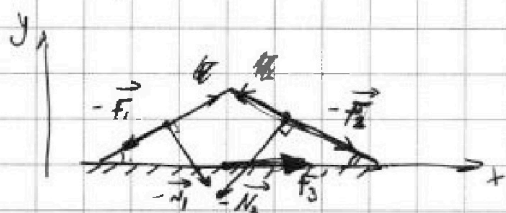
$F_2 \leq \mu N_2$ - трение покоя тк доз проскальз.

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

$\Rightarrow F_2$ 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:

$$p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2 = \int R T(V)$$

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

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

$$V = 6 V_0$$

$$\int R T(6V_0) = 36 p_0 V_0 - 18 p_0 V_0 = 18 p_0 V_0 \quad (2)$$

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

Температура поделив (1) на (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:

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

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

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

Приравняем произведения:

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

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

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

$$V = 12V_0 \int -dV$$

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

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

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

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 уравнение прямой:

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

А квадратик касается ее в точке!

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

Тогда Q_{31} :

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

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

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (-15 p_0 V_0 + 16 p_0 V_0) = + \frac{3}{2} p_0 V_0$$

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

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

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

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

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

А кгс цикла:

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

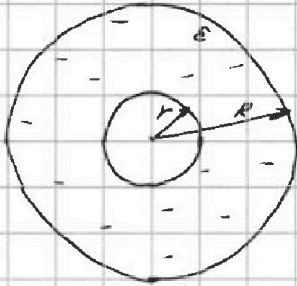


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

шарки:

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

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

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

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 φ_1 - потенциал центра, φ_2 - потенциал в точке r диэла.

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

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

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 $x = \frac{R}{4}$:

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

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

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

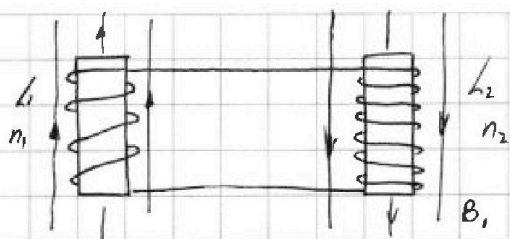
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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 Φ через

одни виток: $\Phi = \mu_0 n_1 I$

А через всю катушку:

$$\Phi = n_1 I$$

1) В при изменении поля через катушку,

в ней возникает ток, который по

правилу Ленца будет "противиться" изменению

тока через катушку. При этом суммарный

~~ток~~ через катушки будет ~~сохранять~~.

Тогда в L_1 катушке возникнет ЭДС самоиндукции

и ЭДС взаимной индукции, при чем они будут ~~противоположны~~ ^{противо} ~~направлены~~ ^{направлены}. Это ~~случай~~ ^{случай}

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

В другой же катушке возникнет только ЭДС

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

Тогда тк сопротивление в цепи нет:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{L_1}{L_1 + L_2} \dot{I} = \dot{I} = \frac{\mu_0 n_1^2 S}{L_1 + L_2} \dot{I} = \frac{\mu_0 n_1^2 S}{5L} \quad \text{ответ}$$

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.

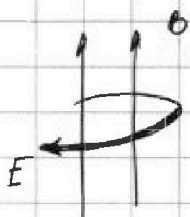


1 2 3 4 5 6 7

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 ^{случая} 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 $W_0 = W_1$

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

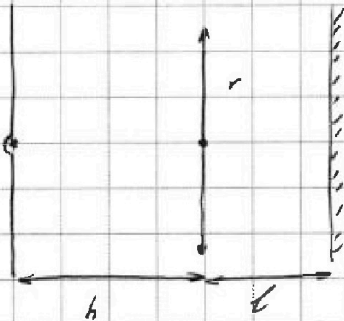
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1 2 3 4 5 6 7

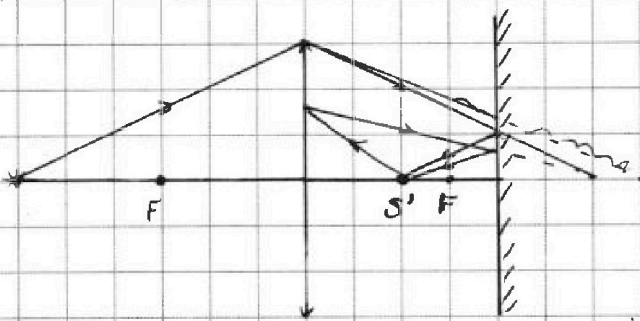
СТРАНИЦА
1 из 3

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 $l = 2F$)

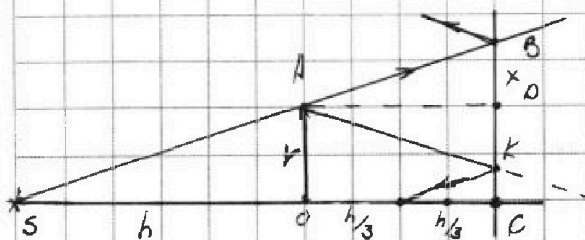
Учти зеркало, изображение

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 пятки:



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!

У₃ $\triangle ABO \sim \triangle SAO$:

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

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

$\triangle ADK \sim \triangle ABO$

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

$\triangle SBC \sim \triangle SAO$

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

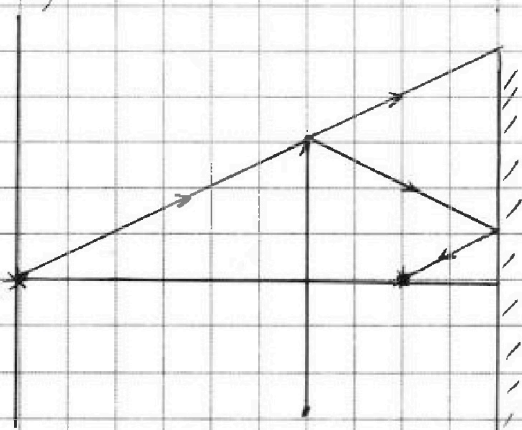
$$BC = \frac{5}{3} r$$

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)



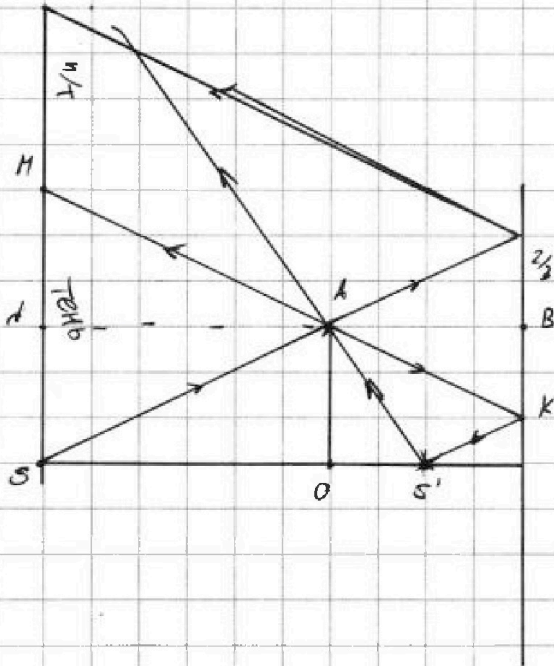


1 2 3 4 5 6 7

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 реальными стр). Нарисуем ход лучей!



Тень на стене

Будет создаваться лучами, идущими через край линзы и от нее, либо лучами фронт. 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: $S_1 = 24\pi \text{ см}^2$ $S_2 = 36\pi \text{ см}^2$

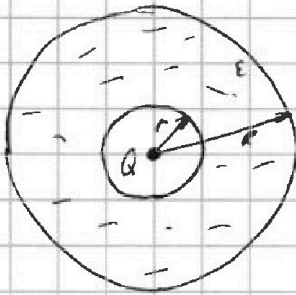


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 $x = \frac{R}{6}$:

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

Найдём 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

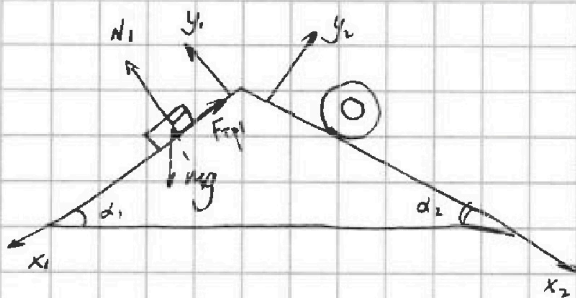


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 потока 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

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

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

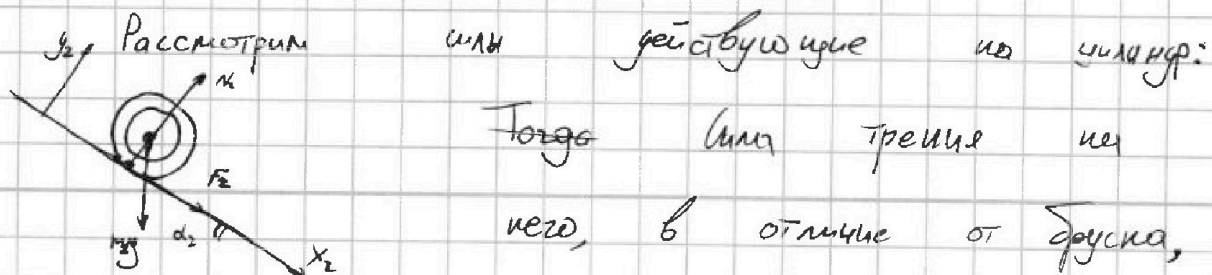
Кроме того стоит для начала отметить,

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 μ близ 3-й Ньютона μ не проскальзывает.

цилиндра:

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

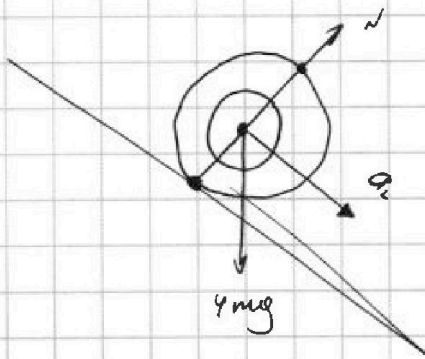
$$y_2: m_2 g \cos \alpha_2 = N_2$$

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

u_3 (2):

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

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



$$a_2 = \omega^2 R$$

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

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