



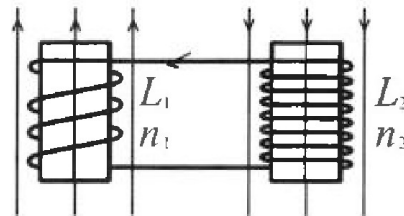
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

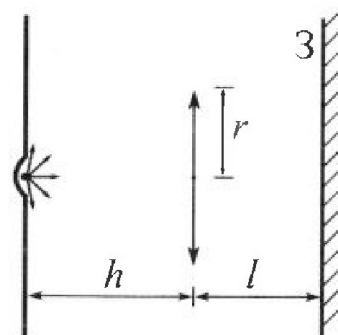


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



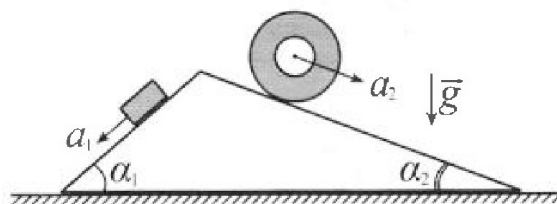
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

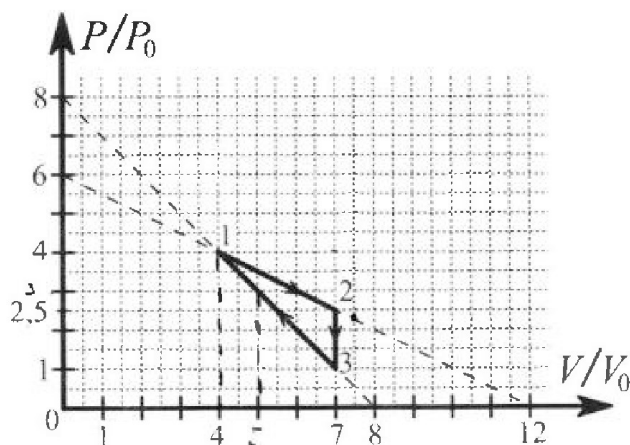


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

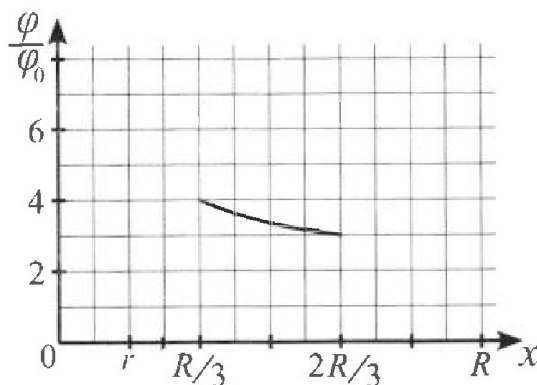
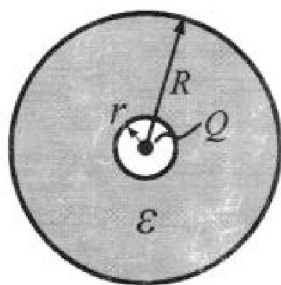
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

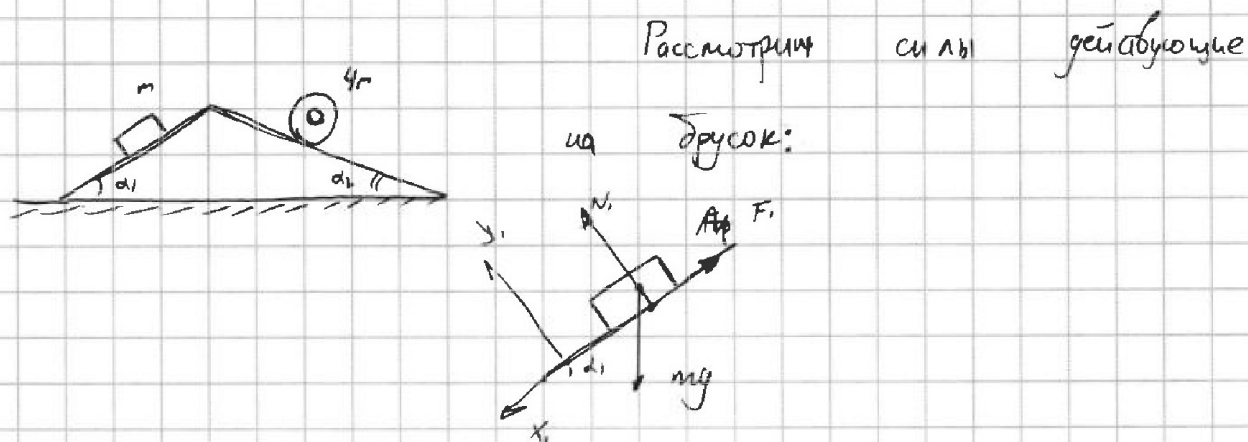




1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



Так как клин покоится, то ускорения

a_1 и a_2 — полные;

II 3-й закон Ньютона для бруска:

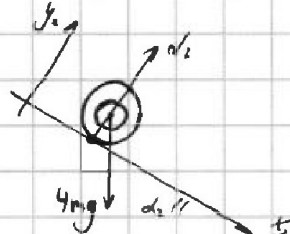
$$x_1: mg \sin \alpha_1 - F_f = ma_1$$

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

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_1 .

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 3-й Ньютона имеет вид:

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

$$Y: 4mg \cos \alpha_2 = N_2$$

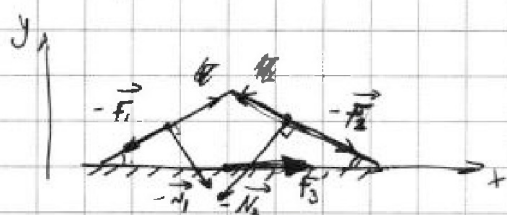
$F_2 \leq \mu N_2$ - трение покоя тк доз проскальз.

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

$\Rightarrow F_2$ направлена вверх.

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

3) Наконец рассмотрим сам камень



II закон Ньютона для камня

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

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

Подставив полученное ранее получим:

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

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

$$= mg \left[\frac{12}{13} - \frac{4}{13} - \frac{10}{13} \right] = -\frac{6}{13} mg$$

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 $\Delta 123$:

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

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

2) Уравнение прямой 12 в PV координатах:

$$p = 6 p_0 - \frac{4-2.5}{2-4} \frac{V}{V_0} p_0$$

$$p = 6 p_0 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} p_0$$

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



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
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 для произвольной точки
прямой 12:

$$6p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} V^2 = 3RT(V)$$

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

$$6p_0 - \frac{p_0}{V_0} V = 0$$

$$V = 6V_0$$

$$3RT(6V_0) = 36p_0 V_0 - 18p_0 V_0 = 18p_0 V_0 \quad (2)$$

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

Температуру 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 производной
темпа на участке 12. Это будет происходить
в точке касания адиабаты ($\epsilon = 0$):

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

$$V^\epsilon dp + -\epsilon V^{\epsilon-1} p dV = 0$$

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



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!

С другой стороны:

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

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

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

Приведем к произведению:

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

вместо p подставим $p(V)$

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

$$V = 2V_0 \left(\ln p - \ln p_0 \right)$$

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

$$V = \frac{2V_0}{\delta + 1} \ln \frac{p}{p_0}$$

подставив $\delta = \frac{5}{3}$ получим:

$$V_R = \frac{20-3}{8} V_0 = \frac{15}{2} V_0$$

т.к. для процесса из $V \in [4V_0, 16V_0]$

все время теплота и масса подводится. Тогда

теплота Q_{12} за цикл:

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



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 упрощение прямой

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

А квадратик касается его в точке!

$$V_1 = \frac{x}{x+1} \cdot 4V_0 = 5V_0$$

Тогда Q_{31} :

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

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

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

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

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} p_0 V_0 \left(-16 p_0 V_0 + \frac{35}{2} \right) = \frac{9}{4} p_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} p_0 V_0 (4+2.5)(7-4) = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 6.5 p_0 V_0 = \frac{39}{4} p_0 V_0$$

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

А кнг цикла:

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



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
☐

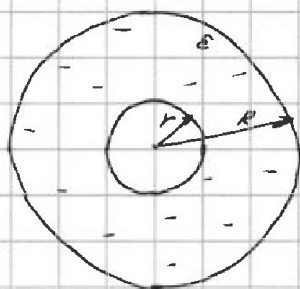
5
☐

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 малого и шарки

больше 20

шары:

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

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

$$x < R, x > R$$

1 потенциал: будет пропор. (работает для $x < R$)

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

Поле

внутри

диэлектрика

будет в ϵ

раз

меньше:

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

1 потенциал будет пропор.

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

Пусть

φ_1 -

потенциал

центра.

φ_2 -

потенциал

в

диэлектрике

на

точке

диэл.

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

$$\Delta\varphi_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \int_r^{x_2} \frac{Q}{x^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{r} \right)$$

изменение

потенциала

между

2 и 1

относительно

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

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



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

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

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

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:

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

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

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

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

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

$$\epsilon = \frac{3}{2} - \text{ответ}$$

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

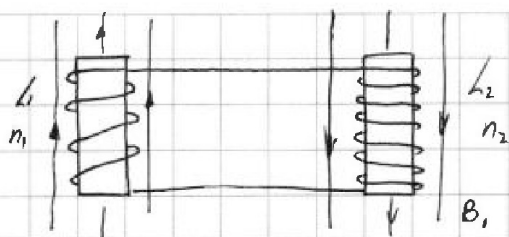


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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: $\Phi = \frac{1}{\mu_0 \mu_r} \cdot B \cdot S$

А через всю катушку:

$$\Phi = nBS$$

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 катушку будет сохраняться.

Тогда в катушке возникнет ЭДС самоиндукции.

и ЭДС взаимной индукции, при чем они будут
~~противоположны~~ ^{противо} направлены. 1 — это самоиндукция.

$$\mathcal{E}_1 = \dot{\Phi}_1 = L_1 \dot{I} = \mu_0 \mu_r N_1^2 S \dot{I}$$

В другой же катушке возникнет только $\mathcal{E}_2$

$$\mathcal{E}_2 = L_2 \dot{I}$$

Тогда так сопротивление в цепи нет!

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$$

$$\frac{dI}{dt} = \dot{I} = \frac{\mu_0 \mu_r N_1^2 S}{L_1 + L_2} = \frac{\mu_0 \mu_r N_1^2 S}{5L} \text{ — ответ}$$



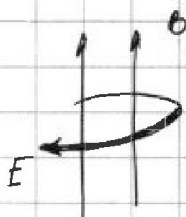
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 ^{слова} При изменении B поле возникнет вихревое поле, направленное против E си:



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

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

$E_{\text{си}} = - \frac{d\varphi}{dt}$ - против тока

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

$$\Phi_0 = B_0 n S$$

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

$$\Phi_2 = 2B_0 \cdot 2n S = 4B_0 n S$$

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

Энергия, запасенная в катушках:

$$W_0 = \frac{\Phi_0^2}{2L_1} + \frac{\Phi_0^2}{2L_2} = \frac{(B_0 n S)^2}{2L} + \frac{16(B_0 n S)^2}{8L} = \frac{5}{2} \frac{(B_0 n S)^2}{L}$$

$$W_1 = \frac{\Phi_1^2}{2L_1} + \frac{\Phi_2^2}{2L_2} + \frac{(L_1 + L_2) I^2}{2} = \frac{(B_0 n S)^2}{8L} + \frac{16(B_0 n S)^2}{8 \cdot 9L} + \frac{L_{\text{кв}} 5L I^2}{2}$$

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

Изменяется энергия идет на "создание" тока.

$$\text{Тогда } W_0 = W_1$$

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

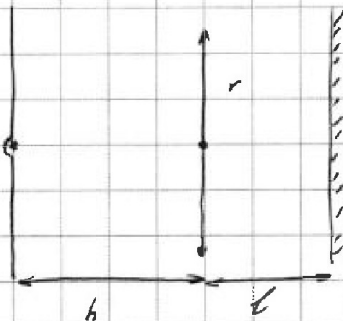


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

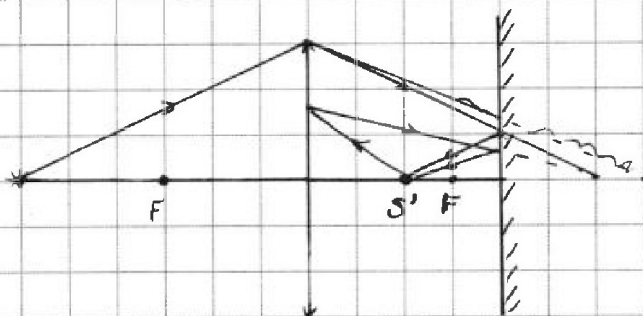
СТРАНИЦА
1 из 3

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!



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

Рассмотрим ход лучей:



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

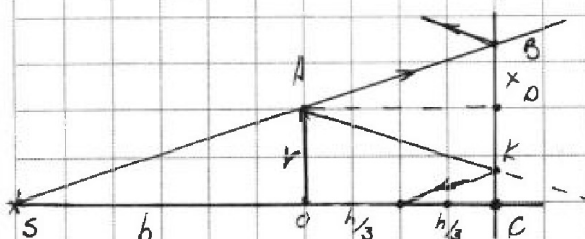
Учти зеркало, изображение

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

Следующее изображение в линзе окажется:

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

и с учетом отражения в зеркале
совпадает с первым. Все изображения совпадут
Тогда размер пятен:



Крайний луч SB не преломится
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.



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!

$$u_3 \quad \triangle ABO \sim \triangle SAO:$$

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

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

$$\triangle ADK \sim \triangle ABO$$

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

$$\triangle SBC \sim \triangle SAO$$

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

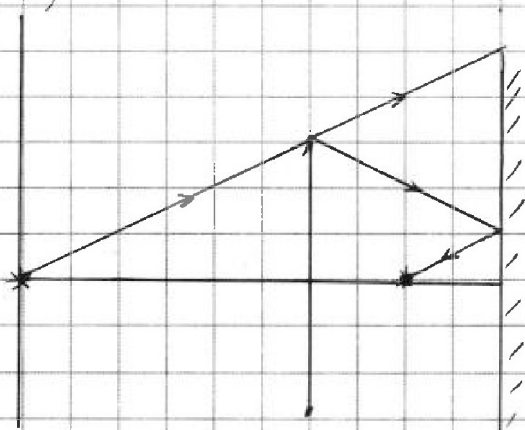
$$BC = \frac{5}{3} r$$

А площадь тени на зеркале:

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

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

2)





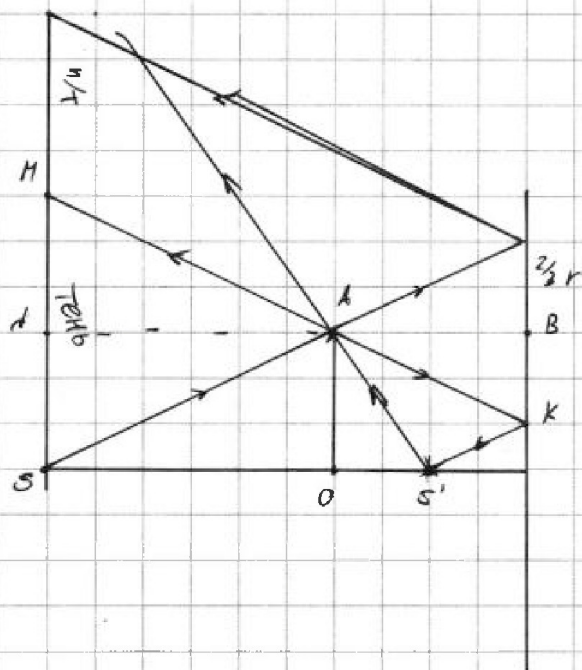
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 реальным стр). Нарисуем ход лучей!



Тень на стене

Будет создаваться лучами, идущими через край линзы и отр. от нее, либо лучами сфообр. 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:

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

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

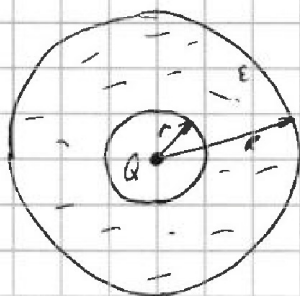


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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:

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

$$\Phi = E S$$

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

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

б то же время:

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

проинтегрировал (1) от 0 до X:

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

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

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

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

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

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

Тогда

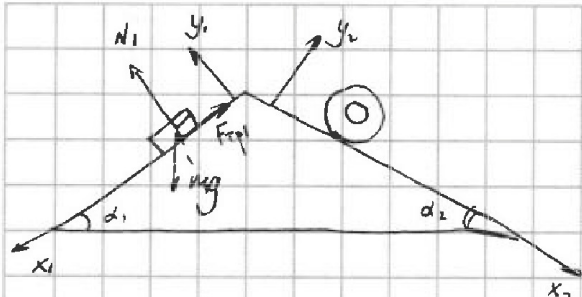


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

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

$$a_1 = \frac{5}{13}g$$

$$a_2 = \frac{5}{24}g$$

II 3-й Ньютона для первого бруска:

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

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

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

Тогда из (1)

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

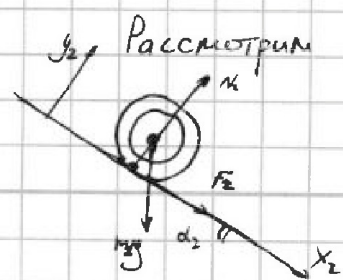
$$F_f = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = \frac{39 - 25}{65} mg = \frac{14}{65} mg$$

Кроме того стоит для начала отметить,

что брусок находится (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.



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 изгиблена вниз и препятствовать его
проскальзыванию. Затем II 3-й Ньютона
цилиндра:

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

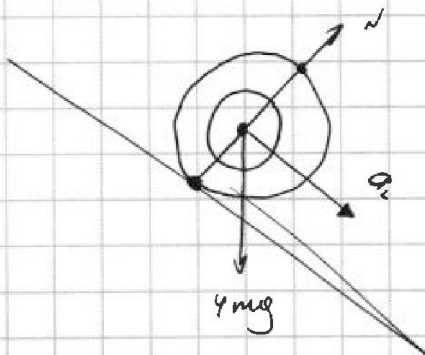
$$y_2: m_2 g \cos \alpha_2 = N_2$$

$F_2 \leq \mu N_2$ - цилиндр не проскальзывает

$u_3 (2):$

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

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



$$a_2 = \omega^2 R$$

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{13} = \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65}$$