



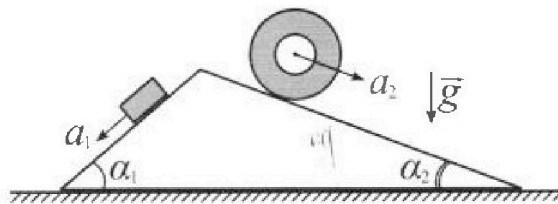
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



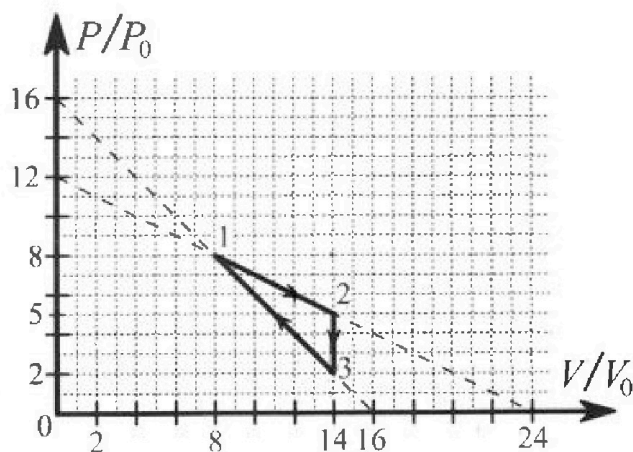
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

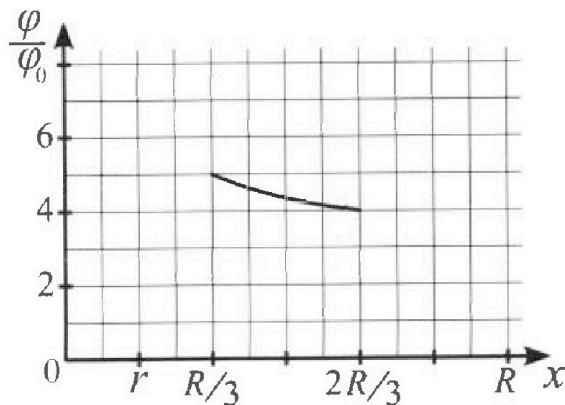
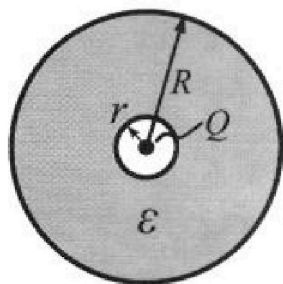


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью 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 $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .





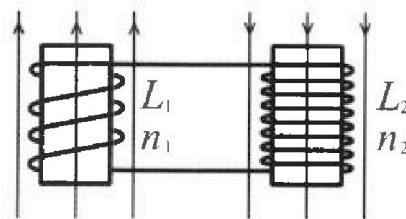
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

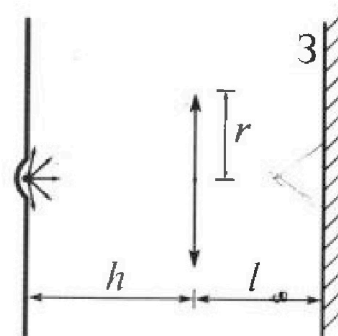


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



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

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



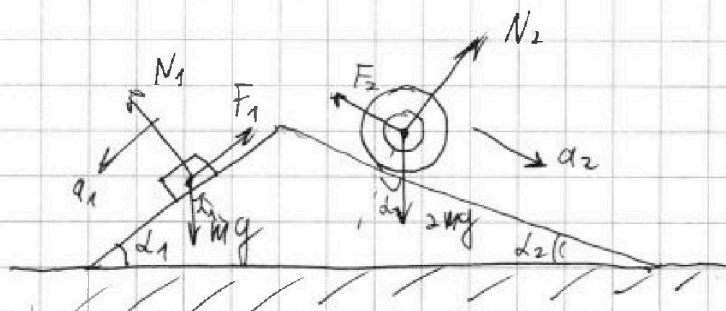
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

ЗАДАЧА №1



1) Запишем второй закон Ньютона для верхака.

$$ma_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - F_1$$

$$F_1 = mg \cdot \sin \alpha_1 - ma_1 =$$

$$= mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{6}{13} g = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{39 - 30}{65} \right) = mg \cdot \frac{9}{65}$$

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

2) Запишем второй закон Ньютона для цилиндра.

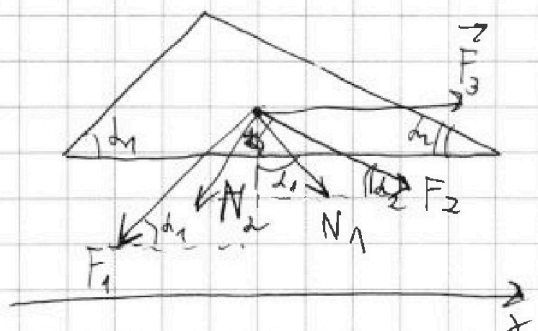
$$2ma_2 = 2mg \cdot \sin \alpha_2 - F_2$$

$$F_2 = 2mg \cdot \sin \alpha_2 - 2ma_2 = 2mg \cdot \frac{5}{13} - 2m \cdot \frac{g}{4} =$$

$$= mg \left(\frac{10}{13} - \frac{1}{2} \right) = mg \left(\frac{20 - 13}{26} \right) = \frac{7}{26} mg$$

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

3)



$$N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$N_2 = 2mg \cdot \cos \alpha_2 = \frac{24}{13} mg$$

Так как ^{или} ~~они~~ ^{они} покоятся, то сумма проекций сил на горизонтальную ось $X = 0$.



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.



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!

$$F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_2 \cdot \sin \alpha_2 = N_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 + F_3$$

$$|F_3| = F_1 \cdot \cos \alpha_1 + N_2 \cdot \sin \alpha_2 - N_1 \cdot \sin \alpha_1 - F_2 \cdot \cos \alpha_2 =$$

$$= \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{24}{13} mg \cdot \frac{5}{13} - \frac{4}{5} mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} =$$

$$= \cancel{mg} \left(\frac{36}{325} + \frac{120}{169} - \frac{12}{25} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{36}{5^2 \cdot 13} + \frac{24 \cdot 5}{13^2} - \frac{12}{5^2} - \frac{7 \cdot 12}{13^2 \cdot 2} \right) =$$

$$= \cancel{mg} = 12 mg \left(\frac{3}{5^2 \cdot 13} + \frac{2 \cdot 5}{13^2} - \frac{1}{5^2} - \frac{7}{13^2 \cdot 2} \right) =$$

$$= 12 mg \left(\frac{26 \cdot 3}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2} + \frac{10 \cdot 5^2 \cdot 2}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2} - \frac{13^2 \cdot 2}{13^2 \cdot 5^2 \cdot 2} - \frac{7 \cdot 5^2}{5^2 \cdot 13^2 \cdot 2} \right) =$$

$$= \cancel{12 mg} = 6 mg \left(\frac{78 + 500 - 338 - 175}{5^2 \cdot 13^2} \right) =$$

$$= 6 mg \left(\frac{578 - 338 - 175}{5^2 \cdot 13^2} \right) = 6 mg \left(\frac{240 - 175}{5^2 \cdot 13^2} \right) = 6 mg \frac{65}{65^2} =$$

$$F_3 = \frac{6}{65} mg //$$



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 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!

ЗАДАЧА №2

$$1) |\Delta U_{12}| = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1) = \frac{3}{2} (5 P_0 \cdot 14 V_0 - 8 P_0 \cdot 8 V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} (70 P_0 V_0 - 64 P_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6 P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$A_{123} = \frac{1}{2} h \cdot a = \frac{1}{2} \cdot 6 V_0 \cdot 3 P_0 = 9 P_0 V_0$$

$$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{123}} = \frac{9 P_0 V_0}{9 P_0 V_0} = 1$$

2) Т.к. 1-2 линейный процесс, то > МЕСТНО:

$$P = kV + b$$

$$P = -\frac{P_0}{2V_0} V + 12 P_0$$

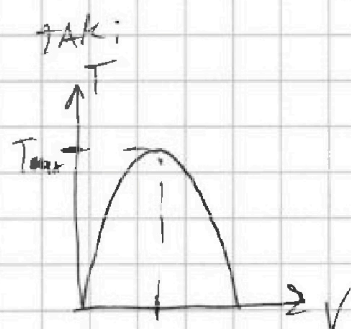
$$PV = \nu RT$$

$$P = \frac{\nu RT}{V}$$

$$\frac{\nu RT}{V} = -\frac{P_0}{2V_0} V + 12 P_0$$

$$T = \frac{1}{\nu R} \left(-\frac{P_0}{2V_0} V^2 + 12 P_0 V \right)$$

График функции $T(V)$ в процессе 1-2 будет выглядеть



возьмём произвольную функцию и найдём экстремум:

$$0 = -\frac{P_0}{2V_0} \cdot 2V + 12 P_0$$

$$\frac{P_0}{V_0} V = 12 P_0 \Rightarrow V = 12 V_0$$



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 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

$$\begin{cases} 6P_0 \cdot 12V_0 = \nu RT_{\max} \\ 2P_0 \cdot 14V_0 = \nu RT_3 \end{cases}$$

$$\frac{3 \cdot 6 \cdot 12 P_0 V_0}{2 \cdot 14 P_0 V_0} = \frac{T_{\max}}{T_3}$$

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{7}$$

$$3) \quad Q_{12} > 0 \quad (A_{12} > 0 \quad \Delta U_{12} > 0)$$

$$Q_{23} < 0 \quad (A_{23} = 0 \quad \Delta U_{23} < 0)$$

$$A_{31} = \frac{2P_0 + 8P_0}{2} \cdot 6V_0 = 30P_0V_0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (14P_0V_0 - 28P_0V_0) = \frac{3}{2} \cdot 36P_0V_0 = 54P_0V_0$$

$$Q_{31} > 0$$

$$Q_{12} = \frac{8P_0 + 5P_0}{2} \cdot 6V_0 + 9P_0V_0 = 39P_0V_0 + 9P_0V_0 = 48P_0V_0$$

$$Q_{31} = 54P_0V_0 - 30P_0V_0 = 24P_0V_0$$

$$\eta = \frac{A_{123}}{Q_{12} + Q_{31}} = \frac{9P_0V_0}{(48 + 24)P_0V_0} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} = 0,125$$



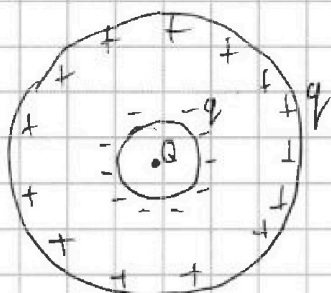
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

Задача №3



1) $\epsilon_3 - \epsilon_1$ наличие заряда в полости на границах диэлектрика соберутся заряды. Находим их через напряженность.

$$E = k \frac{Q}{x^2} \quad (x > r \quad x < R)$$

(заряды на границах образуют напряженность подобную сфере)

$$E_x = \frac{E}{\epsilon}$$

$$E_x = E - E_- + E_+$$

$$\frac{E}{\epsilon} = E - E_-$$

$$k \frac{Q}{x^2} = k \frac{Q}{x^2} - k \frac{q}{x^2}$$

$$q = Q - \frac{Q}{\epsilon}$$

$$q = Q \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right)$$

Выразим ϕ при $x = \frac{5}{6}R$ как суперпозицию потенциалов от $Q, +q$ и $-q$.

$$\phi_1 = \phi_0 + \phi_+ + \phi_- = k \frac{Q}{x} + k \frac{q}{R} - k \frac{q}{x} =$$

$$= k \frac{Q}{\frac{5}{6}R} + k \frac{Q \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right)}{R} - k \frac{Q \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right)}{\frac{5}{6}R} =$$

$$= k \frac{Q}{R} \left(\frac{6}{5} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} - \frac{6}{5} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right) = k \frac{Q}{R} \left(\frac{6}{5} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \left(1 - \frac{6}{5} \right) \right) =$$

$$= k \frac{Q}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{1}{5} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right) \quad (\text{при } \frac{5R}{6} \geq r)$$

$$\phi_2 = \phi_0 + \phi_+ + \phi_- = k \frac{Q}{x} + k \frac{q}{R} - k \frac{q}{r} = k \frac{Q}{\frac{5}{6}R} + k \frac{Q \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right)}{R} - k \frac{Q \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right)}{r} =$$

$$= kQ \left(\frac{6}{5} \frac{1}{R} + \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{R} - \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{r} \right) \quad (\text{при } \frac{5R}{6} \leq r)$$



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!

2) Из графика следует, что $r < x$ ($x \in [\frac{R}{3}; \frac{2}{3}R]$)

Поэтому для потенциала справедлива формула

$$\varphi = k \frac{Q}{x} + k \frac{q}{R} - k \frac{q}{x}$$

У нас есть две точки $x_1 = \frac{R}{3}$ $\varphi_1 = 5\varphi_0$ и $x_2 = \frac{2}{3}R$ $\varphi_2 = 4\varphi_0$.

Тогда:

$$\begin{cases} 5\varphi_0 = k \frac{Q}{x_1} + k \frac{q}{R} - k \frac{q}{x_1} \\ 4\varphi_0 = k \frac{Q}{x_2} + k \frac{q}{R} - k \frac{q}{x_2} \end{cases}$$

~~$$\varphi_0 = k \left(\frac{Q}{x_1} - \frac{q}{x_1} + \frac{Q}{x_2} - \frac{q}{x_2} \right)$$~~

~~$$\varphi_0 = k \left(\frac{1}{x_1} (Q - q) + \frac{1}{x_2} (Q - q) \right)$$~~

~~$$\varphi_0 = k(Q - q) \left(\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} \right)$$~~

~~$$\varphi_0 = k(Q - q) \left(\frac{1}{\frac{R}{3}} + \frac{1}{\frac{2}{3}R} \right)$$~~

~~$$\varphi_0 = k \frac{Q - q}{R} \left(3 + \frac{3}{2} \right)$$~~

~~$$\varphi_0 = k \frac{Q - q}{R} \cdot \frac{9}{2}$$~~

$$\frac{Q}{5x_1} + \frac{q}{5R} - \frac{q}{5x_1} = \frac{Q}{4x_2} + \frac{q}{4R} - \frac{q}{4x_2}$$

$$\frac{Q}{5x_1} + q \left(\frac{1}{5R} - \frac{1}{5x_1} \right) = \frac{Q}{4x_2} + q \left(\frac{1}{4R} - \frac{1}{4x_2} \right)$$

$$\frac{Q}{5x_1} - \frac{Q}{4x_2} = q \left(\frac{1}{4R} - \frac{1}{4x_2} - \frac{1}{5R} + \frac{1}{5x_1} \right)$$

~~$$Q \left(\frac{1}{5x_1} - \frac{1}{4x_2} \right) = Q \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \left(\frac{1}{4R} - \frac{1}{4x_2} - \frac{1}{5R} + \frac{1}{5x_1} \right)$$~~

~~$$\left(\frac{1}{5 \cdot \frac{1}{3}} - \frac{1}{4 \cdot \frac{2}{3}} \right) = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{4 \cdot \frac{2}{3}} - \frac{1}{5} + \frac{1}{5 \cdot \frac{1}{3}} \right)$$~~

~~$$\left(\frac{3}{5} - \frac{3}{8} \right) = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \left(\frac{1}{4} - \frac{3}{8} - \frac{1}{5} + \frac{3}{5} \right)$$~~

~~$$\left(\frac{24 - 15}{40} \right) = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \left(\frac{10 - 15 - 8 + 24}{40} \right)$$~~

~~$$\frac{9}{40} = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \cdot \frac{11}{40}$$~~

$$\frac{9}{11} = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

$$9\varepsilon = 11\varepsilon - 11$$

$$2\varepsilon = 11$$

$$\varepsilon = 5,5$$

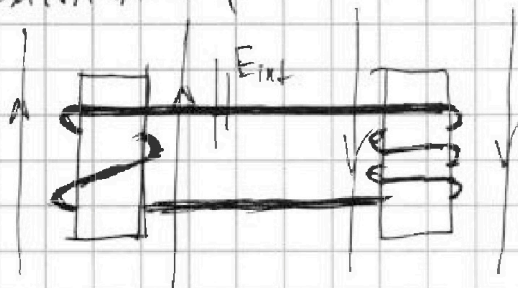
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

ЗАДАЧА 14

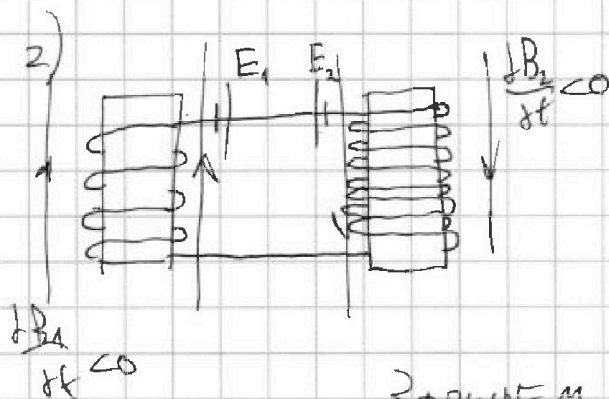


$$1) |E_{ind}| = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB \cdot S_1}{dt}$$

$$= \frac{dB}{dt} \cdot n_1 \cdot S = L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$E_{ind} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$I = \frac{dI}{dt} = \frac{E_{ind}}{L_1 + L_2} = \frac{L_1 S}{17L}$$



ОБА ПОТОКА Φ НАС УМЕНЬШАЮТСЯ, ПОЭТОМУ E_{ind1} И E_{ind2} НАПРАВЛЕНЫ ТАК, ЧТОБЫ ТОК ОТ НИХ ПРЕДЪЯВЛЯЛ УМЕНЬШЕНИЕ ПОТОКА.

ЗАПИШЕМ ПРАВИЛО КИРХГОФА:

$$E_2 - E_1 = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dB_2 \cdot S_2}{dt} - \frac{dB_1 \cdot S_1}{dt} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$\int dB_2 \cdot S_2 - \int dB_1 \cdot S_1 = \int dI (L_1 + L_2)$$

$$\left(3B_0 - \frac{9}{4}B_0\right) \cdot 4nS - \left(B_0 - \frac{B_0}{3}\right) \cdot nS = I(L_1 + L_2)$$

$$3B_0 nS - \frac{9}{4}B_0 nS = I(L_1 + L_2)$$

$$\frac{3}{4}B_0 nS - \frac{9}{4}B_0 nS = I \cdot 17L$$

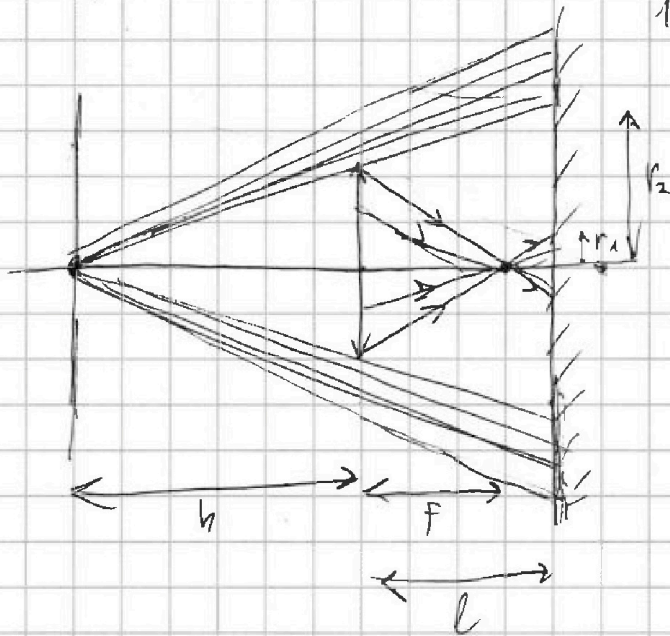
$$I = \frac{7}{51} \frac{B_0 nS}{L}$$



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!

ЗАДАЧА №5



1) НАЙДЕМ В КАКОЙ ТОЧКЕ
СВЕРХУТСЯ ЛУЧЫ ИСТОЧНИКА:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{h}$$

$$f = \frac{h}{2}$$

ИЗ ПОДОБИЯ НАЙДЕМ r_1 И r_2 :

$$\frac{r_1}{r} = \frac{l-f}{f}$$

$$\frac{r_1}{r} = \frac{\frac{2}{3} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{r_1}{r} = \frac{\frac{4-3}{6}}{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\frac{1}{6} \cdot 3}{\frac{1}{2}}$$

$$r_1 = \frac{r}{3}$$

~~2/3~~

$$\frac{r_2}{r} = \frac{h+l}{h}$$

$$r_2 = r \cdot \frac{1 + \frac{2}{3}}{1} = \frac{5}{3} r$$

ГОРЯ ПЛОЩАДЬ S_3 :

$$S_3 = \pi r_2^2 - \pi r_1^2 = \pi \left(\frac{25}{9} r^2 - \frac{1}{9} r^2 \right) = \pi \cdot \frac{24}{9} r^2 = \pi \cdot \frac{8}{3} \cdot 25 =$$

$$= \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2 //$$

(ОСВЕЩАТЬ ~~СВЕТЛО~~ ЗЕРКАЛО БУДУТ ЛУЧЫ, НЕПРОПАВШИЕ
НА ЛИНЗУ, А ТАК ЖЕ ПРОШЕДШИЕ ЧЕРЕЗ ЛИНЗУ ВАЛОВО
НА ЗЕРКАЛО)



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.

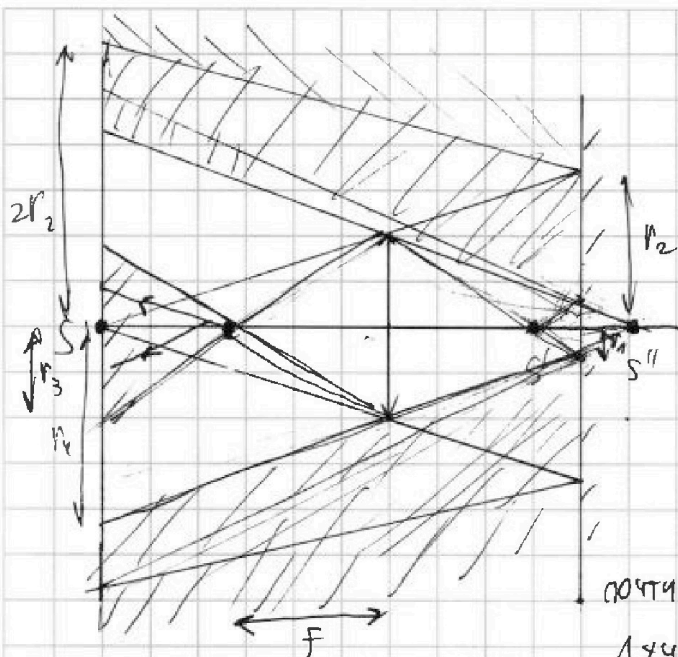
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

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!



2) Построив изображение источника S' мы получаем его отражение в зеркале (S''), которое как бы тоже пускает лучи.

По построениям и из подобия мы видим, что крайние лучи из S'' как раз почти совпадают с крайними лучами, не попадающими в линзу

($r_1 = \frac{10}{3}r \Rightarrow 2r_2 = \frac{10}{3}r$). Поэтому пробелов между этими двумя группами лучей нет.

Найдём, где будут собираться лучи от S'' :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{5}{6}h} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{3}{h} = \frac{6}{5} \frac{1}{h} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{h} \left(3 - \frac{6}{5} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{h} \left(\frac{9}{5} \right)$$

$$f = \frac{5}{9} h$$

Найдём r_3 и r_4 из подобия:

$$\frac{r_3}{r} = \frac{h - \frac{5}{9}h}{\frac{5}{9}h}$$

$$\frac{r_3}{r} = \frac{\frac{4}{9}h}{\frac{5}{9}h}$$

$$r_3 = \frac{4}{5} r$$

$$\frac{r_4}{r} = \frac{11}{5}$$

$$r_4 = \frac{11}{5} r$$

$$S_c = \pi (r_4^2 - r_3^2) = \pi \left(\frac{121}{25} r^2 - \frac{16}{25} r^2 \right) =$$

$$= \pi r^2 \cdot \frac{105}{25} = 105\pi \text{ см}^2$$



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
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!

(Освещённую часть стены) будут создавать
три группы лучей:

1) лучи от S , не попавшие на линзу и отражающиеся
обратно в стену

2) лучи от S'' , не попавшие на линзу

3) лучи от S'' , попавшие на линзу, прошедшие через
 неё и попавшие на стену)

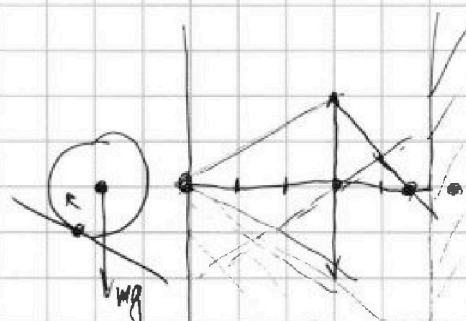


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

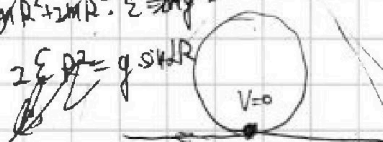
СТРАНИЦА
из

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!



$$\tau E = mg \cdot \sin \alpha \cdot R$$

$$2MR^2 + 2MR^2 = E \cdot \sin \alpha \cdot R$$



$$2ma_2 = 2mg \cdot \sin \alpha$$

$$\tau E = mg \cdot \sin \alpha \cdot R$$

$$\tau \cdot ER = mg \cdot \sin \alpha \cdot R^2$$

$$m \cdot \frac{6g}{13} = mg \cdot \frac{3}{5} - F_2$$

$$F_2 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{39 - 30}{65} \right) =$$

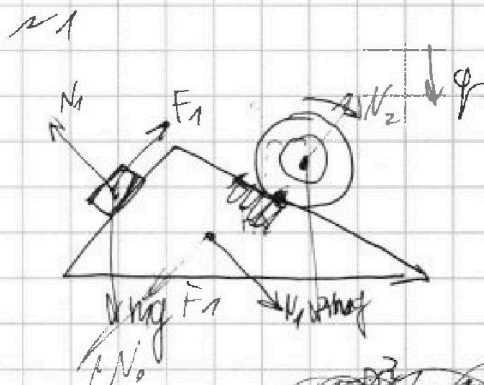
$$= mg \cdot \frac{9}{65}$$

$$\mu mg \cdot \frac{4}{5} = mg \cdot \frac{9}{65 \cdot 13}$$

$$\mu = \frac{9}{4 \cdot 13}$$

$$\tau E = 2mg \cdot \sin \alpha \cdot R$$

$$2MR^2 + 2MR^2$$



$$F_1 = mg \cdot \sin \alpha$$

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5}$$

$$F_2 = 0$$

$$2ma_2 = 2mg \cdot \sin \alpha - F_2$$

$$2m \cdot \frac{g}{4} = 2mg \cdot \frac{3}{13} - F_2$$

$$F_2 = mg \left(\frac{10}{13} - \frac{1}{2} \right) =$$

$$F_2 = mg \left(\frac{20 - 13}{26} \right) = mg \cdot \frac{7}{26}$$

$$\mu \cdot 2mg \cdot \frac{12}{13} = mg \cdot \frac{7}{26}$$

$$12\mu = \frac{7}{4}$$

$$\tau \cdot \frac{g}{4} = mg \cdot \sin \alpha \cdot R^2$$

$$\mu = \frac{7}{48}$$

$$k \cdot \frac{g}{4} = mg \cdot \sin \alpha$$

$$k = 45 \sin \alpha = 40 \cdot \frac{5}{13} = \frac{20}{13}$$

$$\phi = k \frac{q}{x}$$

$$d\phi = -k \frac{q}{x^2} dx$$

$$E = k \frac{q}{x^2}$$

$$\frac{dE}{dx} = -k \frac{q}{x^3}$$

$$\frac{dE}{dx} = -k \frac{q}{x^3}$$

$$E_1 + E_2 = (q_1 + q_2) \frac{k}{r^2}$$

$$\frac{dE}{dx} = -k \frac{q}{x^3}$$

$$E_1 + E_2 = (q_1 + q_2) \frac{k}{r^2}$$

$$E_1 + E_2 = (q_1 + q_2) \frac{k}{r^2}$$

$$E_1 + E_2 = (q_1 + q_2) \frac{k}{r^2}$$

$$E_1 + E_2 = (q_1 + q_2) \frac{k}{r^2}$$

$$E_1 + E_2 = (q_1 + q_2) \frac{k}{r^2}$$