



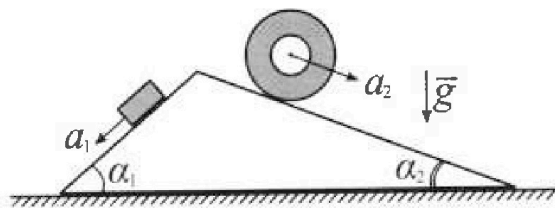
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

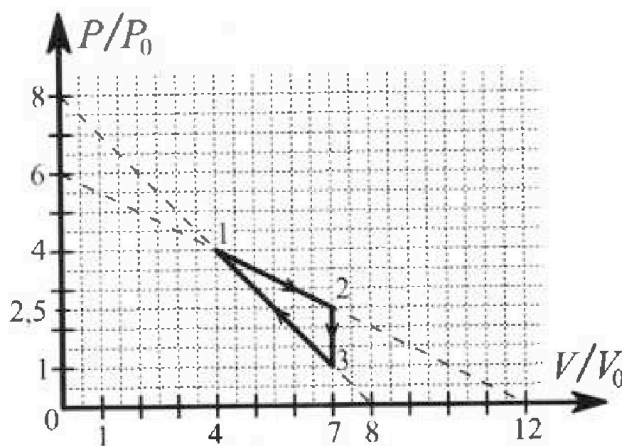


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

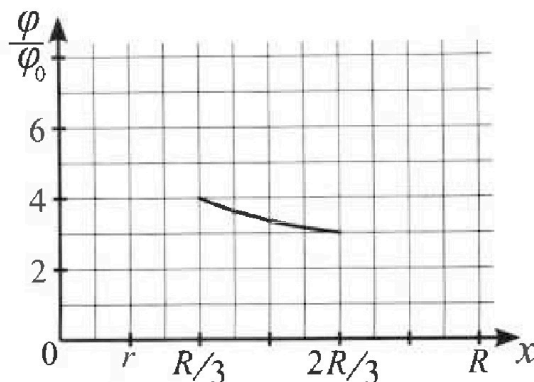
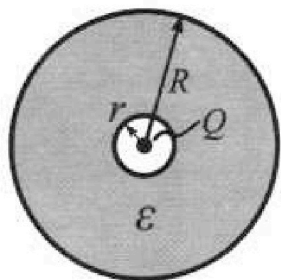
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 2-3 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 1.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



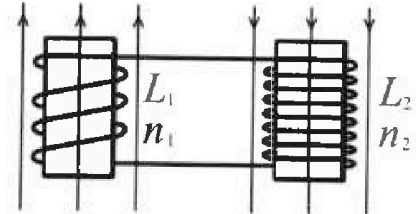
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

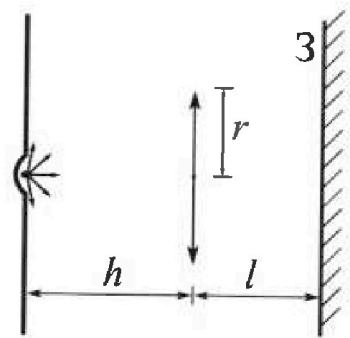


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) нач нет 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 неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

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

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

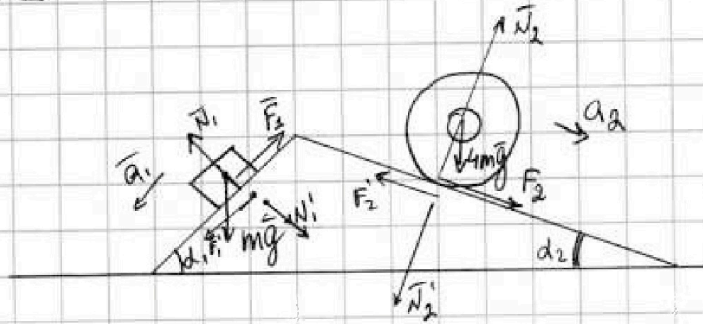
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

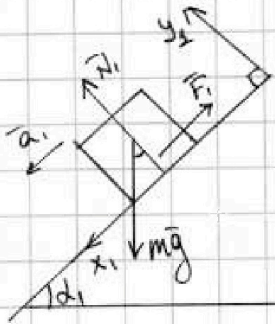
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



№1



1) Рассмотрим брусок и запишем для него II закон Ньютона в проекциях на оси Ox_1, Oy_1 :



$$Ox_1: ma_1 = mg \sin d_1 - F_1$$

$$Oy_1: 0 = N_1 - mg \cos d_1$$

$$ma_1 = mg \sin d_1 - F_1$$

$$F_1 = m(g \sin d_1 - a_1)$$

$$F_1 = m(a_1 - g \sin d_1)$$

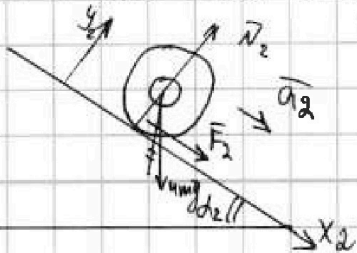
$$N_1 = mg \cos d_1$$

Откуда: $F_1 = m(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{13}g) = \frac{39-25}{65}mg = \frac{14}{65}mg$

Ответ: $F_1 = \frac{14}{65}mg$

По теореме о движении центра масс:

2) Рассмотрим цилиндр и запишем для него II закон Ньютона в проекциях на оси Ox_2, Oy_2 :



$$Ox_2: F_2 + 4mg \sin d_2 = 4ma_2$$

$$Oy_2: N_2 - 4mg \cos d_2 = 0$$

$$\Rightarrow N_2 = 4mg \cos d_2$$



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 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!

Отсюда: $F_2 = 4ma_2 - 4mgs \sin d_2 = 4m(a_2 - g \sin d_2) =$
 $= 4m \left(\frac{5}{24}g - g \cdot \frac{5}{13} \right) = 4mg \cdot 5 \cdot \frac{-11}{24 \cdot 13} = \frac{-55}{48} mg \Rightarrow$
 $|F_2| = \frac{55}{48} mg$

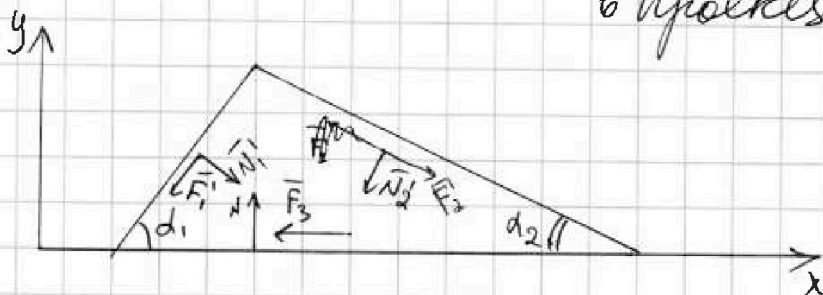
Ответ: $|F_2| = \frac{55}{48} mg$

3) По III закону Ньютона:

$$\vec{N}_2' = -\vec{N}_2, \vec{N}_1' = -\vec{N}_1, \vec{F}_3' = -\vec{F}_3,$$

$$\vec{F}_2' = -\vec{F}_2 \Rightarrow |\vec{N}_2'| = |\vec{N}_2|, |\vec{N}_1'| = |\vec{N}_1|, |\vec{F}_3'| = |\vec{F}_3|$$

Запишем II закон Ньютона для клина:
в проекциях на оси.



П.к. клин покоится, то:

от O_x :

$$-F_3' \cos d_1 + N_1' \sin d_1 + F_2' \cos d_2 - N_2' \sin d_2 - F_3 = 0$$

$$-\frac{14}{65} mg \cdot \frac{4}{5} + mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{55}{48} mg \cdot \frac{12}{13} - 4mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} = F_3$$

$$mg \left(-\frac{56}{325} + \frac{12}{25} + \frac{55 \cdot 6}{39 \cdot 13} - \frac{240}{169} \right) = F_3 = mg \left(-\frac{56}{13 \cdot 25} + \frac{12}{25} + \frac{55 \cdot 6}{13^2 \cdot 3} - \frac{240}{13^2} \right)$$

$$F_3 = mg \left(\frac{4}{13} - \frac{30}{13} \right) = -2mg \Rightarrow |F_3| = 2mg \quad \text{Ответ: } |F_3| = 2mg$$



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!

22

1) Найдем работу газа за цикл из графика:

$$A_{\text{ц}} = 3 \cdot 1,5 \cdot \frac{1}{2} P_0 V_0 - (4-4) \cdot (2,5-3) \cdot \frac{1}{2} P_0 V_0 =$$

$$= 3 \cdot 1,5 \cdot \frac{1}{2} P_0 V_0 = 2,25 P_0 V_0 = \frac{9}{4} P_0 V_0$$

Приращение внутренней энергии газа в процессе 2-3: $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$, где ν - кол-во газа, T_2 и T_3 - температуры газа в точках 2 и 3, соответственно.

P_1, P_2, P_3 - давление газа в точках 1, 2, 3, соответственно. V_1, V_2, V_3 - объем газа в точках 1, 2, 3. T_1 - температура газа в точке 1.

Уравнение состояния идеального газа:

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad (1) \quad \text{и} \quad (2 \text{ и } 3):$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 \quad (2) \quad \nu R (T_3 - T_2) = P_3 V_3 - P_2 V_2$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3 \quad (3)$$

Из графика: $P_1 = 4 P_0, P_2 = 2,5 P_0, P_3 = P_0,$

$$V_1 = 4 V_0, V_2 = 4 V_0 = V_3 \Rightarrow$$

$$\nu R (T_3 - T_2) = P_0 \cdot 4 V_0 - 2,5 P_0 \cdot 4 V_0 = -1,5 \cdot 4 P_0 V_0 = -10,5 P_0 V_0 \Rightarrow$$



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!

$$\Delta U_{32} = \frac{3}{2} \cdot (-10,5 P_0 V_0) = -\frac{3}{2} \cdot \frac{21}{2} P_0 V_0 = -\frac{63}{4} P_0 V_0 \Rightarrow$$

$$\frac{|\Delta U_{32}|}{A_{32}} = \frac{\frac{63}{4} P_0 V_0}{\frac{9}{4} P_0 V_0} = 7$$

Ответ: 7.

2) $U_3(1): T_3 = \frac{P_1 V_1}{\nu R} = \frac{16 P_0 V_0}{\nu R}$ - температура газа в состоянии 1.

Из графика в процессе 1-2:

$$P = 6 P_0 - \frac{1}{2} P_0 \frac{V}{V_0}$$

$$\frac{P}{P_0} = 6 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0}$$

$$P = 6 P_0 - \frac{1}{2} V \cdot \frac{P_0}{V_0} \Rightarrow$$

$$PV = 6 P_0 V - \frac{1}{2} V^2 \cdot \frac{P_0}{V_0} + 6 P_0 V$$

Уравнение состояния идеального газа:

$$\frac{PV}{\nu} = \nu R T \Rightarrow T = \frac{PV}{\nu R} \text{ - температура газа в}$$

процессе 1-2. \Rightarrow

$$T = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0 R} \cdot V^2 + \frac{6 P_0}{R} \cdot V$$

график ~~и~~ уравнения $T(V)$ на в процессе 1-2 - парабола»

Максимальная температура T_{\max} газа при вершине

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!

параболы, т.е. при $V = \frac{-6 \frac{P_0}{\partial R}}{2 \cdot (-\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0 \partial R})} = 6 V_0 \Rightarrow$

$$T_{\max} = -\frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0 \partial R} \cdot 36 V_0^2 + \frac{6 P_0}{\partial R} \cdot 6 V_0 = 18 \frac{P_0 V_0}{\partial R} \Rightarrow$$

$$\frac{T_{\max}}{T_1} = \frac{18 \frac{P_0 V_0}{\partial R}}{16 \frac{P_0 V_0}{\partial R}} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

Ответ: $\frac{9}{8}$

3) ΔQ_{ij} - тепло, подведенное к газу в процессе $i-j$, A_{ij} - работа газа в процессе $i-j$

I начало термодинамики:

$$\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} \partial R (T_2 - T_1) + A_{12}$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{3}{2} \partial R (T_3 - T_2) + A_{23}$$

$$\Delta Q_{31} = \frac{3}{2} \partial R (T_1 - T_3) + A_{31}$$

Из графика:

$$A_{12} = (7-4) \cdot \frac{2 \cdot 5 + 4}{2} P_0 V_0 = \frac{3 \cdot 13}{2 \cdot 2} P_0 V_0 = \frac{39}{4} P_0 V_0$$

$$A_{23} = 0$$

$$A_{31} = -(4-4) \cdot \frac{4+1}{2} P_0 V_0 = -\frac{15}{2} P_0 V_0$$

Из уравнений (1)-(3):



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!

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{\gamma R} = 16 \frac{P_0 V_0}{\gamma R}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{\gamma R} = \frac{9}{2} \cdot \frac{4}{3} \frac{P_0 V_0}{\gamma R} = \frac{35}{2} \frac{P_0 V_0}{\gamma R}$$

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{\gamma R} = 7 \frac{P_0 V_0}{\gamma R}$$

Мета:

$$\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} \left(\frac{35}{2} - 16 \right) P_0 V_0 + \frac{39}{4} P_0 V_0 = 12 P_0 V_0 > 0$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{3}{2} \left(7 - \frac{35}{2} \right) P_0 V_0 + 0 = -\frac{63}{4} P_0 V_0 < 0$$

$$\Delta Q_{31} = \frac{3}{2} (16 - 7) P_0 V_0 - \frac{15}{2} P_0 V_0 = 6 P_0 V_0 > 0 \Rightarrow$$

КПД цикла:

$$\eta = \frac{A_{cy}}{Q_+} = \frac{A_{cy}}{\Delta Q_{12} + \Delta Q_{31}} = \frac{\frac{9}{4} P_0 V_0}{(12 + 6) P_0 V_0} = \frac{9}{4 \cdot 18} = \frac{1}{8}$$

где Q_+ - сумма положительных подводимых теплот

Ответ: $\eta = \frac{1}{8}$



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!

53

1)

~~Из графика: $r = \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{3} = \frac{R}{6} < \frac{R}{4} = x \Rightarrow$~~

Потенциал внутри диэлектрика при $x = \frac{R}{4}$:

$$\varphi_x = \frac{kQ}{r} - \int_r^x E(l) dl, \text{ где } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$E(l)$ - электрическое поле, создаваемое зарядом

Q на расстоянии l от центра шара

$\int_r^x E(l) dl$ - работа электрического поля по перемещению

единичного пробного заряда на расстоянии

от r до x от центра шара.

П.к. шар - диэлектрик, то:

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

$$\int_r^x E(l) dl = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \int_r^x \frac{1}{l^2} dl = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{r} \right) \Rightarrow$$

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

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon r} + \frac{1}{x} \right). \text{ При } x = \frac{R}{4}: \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon-1}{\epsilon r} + \frac{4}{R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{4}{R} \right) \quad \text{Ответ: } \varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{4}{R} \right)$$



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!

2) Из пункта 1: потенциал внутри диэлектрика на расстоянии $x > r$ от центра шара:

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

При $x = \frac{R}{3}$:

$$\varphi_x = \varphi_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \left(\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{3}{R} \right)$$

При $x = \frac{2R}{3}$:

$$\varphi_x = \varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{3}{2R} \right)$$

Из графика:

$$\varphi_1 = 4\varphi_0, \quad \varphi_2 = 3\varphi_0, \quad r = \frac{R}{6} \Rightarrow$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{4}{3} = \frac{\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{3}{R}}{\frac{\epsilon-1}{r} + \frac{3}{2R}} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{\frac{\epsilon-1}{R} \cdot 6 + \frac{3}{R}}{\frac{6(\epsilon-1)}{R} + \frac{3}{2R}} =$$

$$= \frac{6\epsilon-6+3}{6\epsilon-6+\frac{3}{2}} = \frac{6\epsilon-3}{6\epsilon-4,5} = \frac{2\epsilon-1}{2\epsilon-1,5} = \frac{4\epsilon-2}{4\epsilon-3} \Rightarrow$$

$$4(4\epsilon-3) = 3(4\epsilon-2)$$

$$16\epsilon-12 = 12\epsilon-6 \Rightarrow 4\epsilon = 6 \Rightarrow \epsilon = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} = 1,5$$

Ответ: $\epsilon = 1,5$



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.

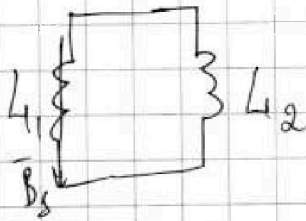
1 2 3 4 5 6 7

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!

54

1)



B_1 - магнитное поле в

первой катушке $\Rightarrow \dot{B}_1 = d$

поток вектора B_1 через I катушку:

$$\Phi_1 = n_1 S B_1 = n S B_1$$

~~II закон~~

$$\dot{\Phi}_1 - L_1 \dot{I} = L_2 \cdot \dot{I} \quad \text{по II правилу Кирхгофа:}$$

$$B_1 n S - L_1 \dot{I} = 4 L_1 \dot{I}$$

$$2 n S = 5 L_1 \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{2 n S}{5}$$

- модуль скорости изменения тока в катушках

$$\text{Ответ: } \dot{I} = \frac{2 n S}{5}$$



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.

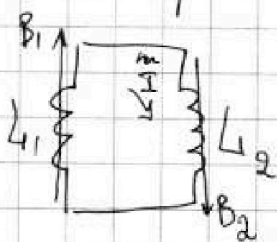
1 2 3 4 5 6 7

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!

~~Ответ: $I = \frac{2nS}{4L}$~~

2) ~~Используем~~ ~~правило~~ Кирхгофа:



Т.к. потоки через катушки равны в любой момент времени
то: ~~И~~ ~~правило~~ Кирхгофа:

$$B_1 S \cdot n_1 - L_1 \dot{I} + B_2 S \cdot n_2 - L_2 \dot{I} = 0 \quad | \cdot \Delta t$$

$$\Delta B_1 \cdot S \cdot n_1 - L_1 \Delta I + \Delta B_2 \cdot S \cdot 2n_1 - 4L_1 \Delta I = 0$$

$$-5L_1 \Delta I = nS(\Delta B_2 \cdot 2 + \Delta B_1 \cdot 1) \quad (-1)$$

Продифференцируем:

$$\sum 5L_1 \Delta I = nS(\sum 2\Delta B_2 + \sum \Delta B_1)$$

Т.к. в начале тока нет, ~~то~~ I_k - конечный ток,

то:

$$5L_1(I_k - 0) = nS(2 \cdot (\frac{2}{3}B_0 - 2B_0) + (\frac{B_0}{2} - B_0))$$

$$5L_1 I_k = nS(-\frac{8}{3}B_0 + \frac{1}{2}B_0) = nS \cdot B_0 \cdot (-\frac{19}{6})$$

$$I_k = -\frac{19}{30} \frac{nSB_0}{L_1} \Rightarrow |I_k| = \frac{19}{30} \frac{nSB_0}{L_1}$$

Ответ: $|I_k| = \frac{19}{30} \frac{nSB_0}{L_1}$

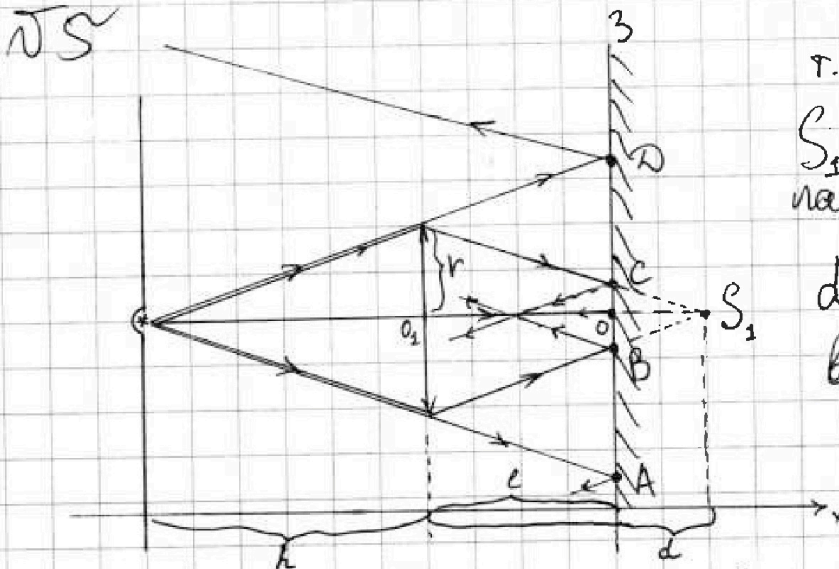
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 5

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!

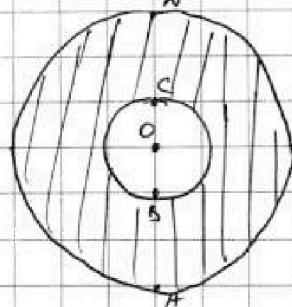
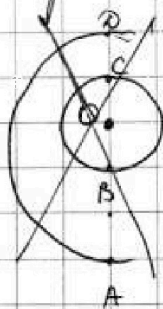


Т.-точка
 S_1 - изображение
 лампочки в зеркале
 $d > l^* \Rightarrow$ рисунок
 выглядит так:

1) Область CB освещена светом лучами света, прошедшими через линзу. Области "выше" т. D и "ниже" т. A освещены светом лампочки.

Области CD и AB не освещены. Это есть несветящаяся часть зеркала на плоскости -

это область между концентрическими окружностями радиусами OC и OD (т.к. картинка симметрична оси OS_1): \Rightarrow Площадь несветящейся части



Площадь несветящейся части зеркала:

$$S = \pi \cdot OD^2 - \pi \cdot OC^2$$



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 5

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!

$$S = \pi (OC^2 - OD^2) \quad S = \pi (OD^2 - OC^2)$$

* Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \quad , \quad \text{где } d - \text{расстояние от линзы до изображения в зеркале ланночки}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{d} = \frac{2}{h}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{h} \Rightarrow d = h = \frac{2}{3} h = l$$

Из рисунка:

$$\frac{OC}{r} = \frac{d-l}{d} \quad , \quad \frac{OD}{h+l} = \frac{r}{h} \Rightarrow$$

$$OC = \frac{d-l}{d} \cdot r = \frac{h - \frac{2}{3}h}{h} \cdot r = \frac{1}{3}r$$

$$OD = r \cdot \frac{h+l}{h} = r \cdot \frac{h + \frac{2}{3}h}{h} = \frac{5}{3}r \Rightarrow$$

$$S = \pi \left(\left(\frac{5}{3}r \right)^2 - \left(\frac{1}{3}r \right)^2 \right) = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{24}{9} = \frac{24}{9} \cdot 9\pi [cm^2] = 24\pi [cm^2]$$

Ответ: 24π

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.

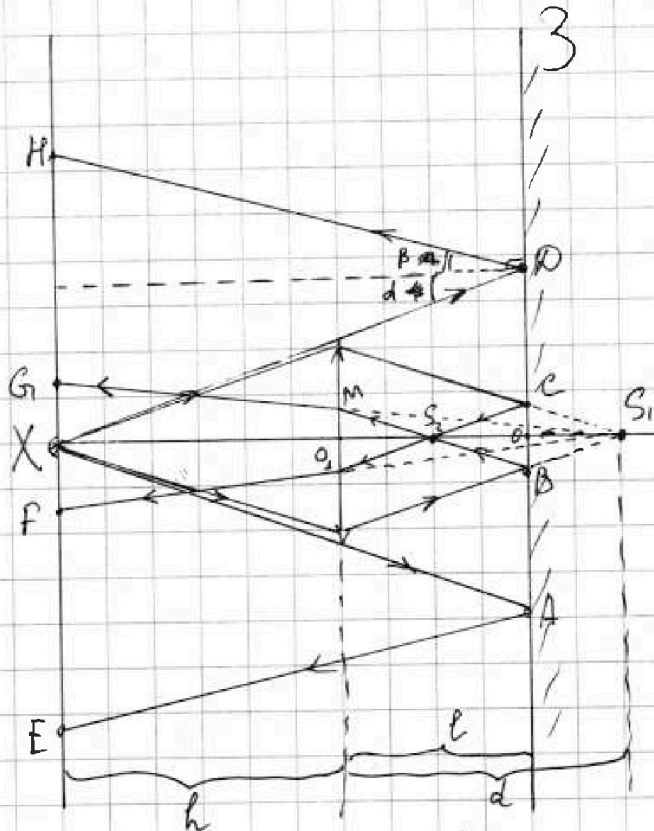


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 5

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)



1. Закон отражения: $\alpha = \beta \Rightarrow$ Лучи, попавшие "выше" т. D (их угол падения больше α), отражаются и попадут на стену "выше" т. H. S_2 - действительное изображение лампы.
 2. Из п.к. лучи отражались от зеркала, то $OS_1 = OS_2$.
 3. S_2 - новый источник света для линзы.
- По формуле тонкой линзы:





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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 5

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!

$$O_1 S_1 = d - l = h - \frac{2}{3}h = \frac{1}{3}h \Rightarrow$$

$$O S_2 = O S_1 = \frac{h}{3} \Rightarrow$$

$$O_1 S_2 = l - O S_2 = \frac{2}{3}h - \frac{h}{3} = \frac{h}{3} < \frac{h}{2} = F \Rightarrow$$

Изображение ~~на~~^в S_2 мнимое. Пусть оно находится на расстоянии d_2 от линзы.
Тогда по формуле тонкой линзы:

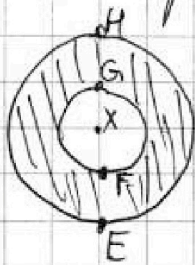
$$\frac{1}{O_1 S_2} - \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{3}{h} - \frac{1}{d_2} = \frac{2}{h} \Rightarrow \frac{1}{d_2} = \frac{1}{h} \Rightarrow d_2 = h = d \Rightarrow$$

Мнимое
Изображение S_2 - это S_1

4. Из пунктов 1.-3 следует, что неосвещённые участки стеки - это GH и FE \Rightarrow Область

неосвещённой ~~ст~~ стеки - это область между концентрическими окружностями радиусами XH и XG (т.к. картинка симметрична относительно оси OS_1) \Rightarrow



Площадь неосвещённой части стеки:

$$S = \pi \cdot XH^2 - \pi \cdot XG^2 = \pi(XH^2 - XG^2)$$

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
5 из 5

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!

5. Из рисунка:

$$XH = 2OD = \frac{10}{3}r$$

$$\frac{XG}{O_1M} = \frac{d+h}{d}, \quad \frac{O_1M}{O_1S_2} = \frac{OB}{OS_2}, \quad \frac{OB}{OS_1} \quad OB = OC \Rightarrow$$

$$OB = \frac{1}{3}r$$

$$O_1M = \frac{OB}{OS_2} \cdot O_1S_2 = \frac{\frac{1}{3}r}{\frac{h}{3}} \cdot \frac{h}{3} = \frac{r}{3} \Rightarrow$$

$$XG = O_1M \cdot \frac{d+h}{d} = \frac{r}{3} \cdot \frac{h+h}{h} = \frac{2}{3}r \Rightarrow$$

$$6. S = \pi \left(\left(\frac{10}{3}r \right)^2 - \left(\frac{2}{3}r \right)^2 \right) = \pi \cdot \frac{100-4}{9} r^2 = 96\pi [\text{см}^2]$$

Ответ: 96π



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!

154

1) Поток вектора магнитной индукции через катушку L_1 : $\Phi_1 = n_1 \cdot S \cdot B_1$, где B_1 - магнитное поле в катушке $L_1 \Rightarrow$

ЭДС самоиндукции на первой катушке:

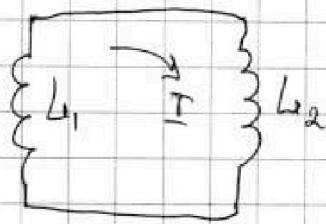
$$\mathcal{E}_1 = +\dot{\Phi}_1 = +n_1 \cdot S \cdot \dot{B}_1 = +\Delta n_1 S = +\Delta n S$$

ЭДС самоиндукции на второй катушке:

$$\mathcal{E}_2 = \dot{\Phi}_2 = n_2 \cdot \dot{S}$$

$$\mathcal{E}_2 = +L_2 \dot{I} = +4L \dot{I}, \text{ где } I - \text{ток в катуш-}$$

ках.



П.к. катушки соединены параллельно,

то:

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 \Rightarrow \Delta n S = 4L \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{\Delta n S}{4L}$$

мощность изменения скорости тока в катушках

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!

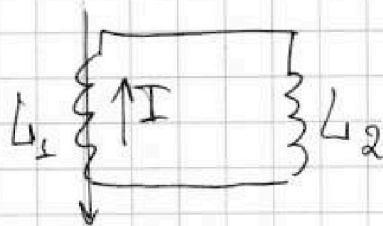
$$L_1 = L, L_2 = 4L$$

$$n_1 = n, n_2 = 2n$$

$$S$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{L dI}{dt} \quad \Phi = LI = BS$$

$$L = \frac{d(BS)}{dI} \quad S_0 = nS$$



$$-L_1 \dot{I} - L_2 \dot{I} = 0$$

$$L_1' = -L_2$$

$$\Phi = L \cdot I$$

$$L_1 = \frac{d\Phi}{dI} = \frac{B \cdot n_1 S}{I} \Rightarrow \frac{d\Phi}{dI} = \frac{\Delta B \cdot n_1 S}{I} \Rightarrow$$

$$L_1 \cdot \dot{I} = dn_1 S$$

$$dn_1 S = L_2 \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{dn_1 S}{L_2}$$

$$\Phi_2 = L_1 \dot{I} = L_2 \dot{I}$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ \times 13 \\ \hline 234 \\ 78 \\ \hline 1014 \end{array}$$

$$h = 2F$$

$$\frac{1}{2F} + \frac{1}{2F} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h/3} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} = \frac{2}{h}$$

$$\begin{array}{r} 325 \overline{) 25} \\ - 25 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -30 \\ \times 12 \\ \hline -360 \\ \times 13 \\ \hline -390 \\ \hline -750 \end{array}$$

$$\frac{dI}{d} = -\frac{1}{h}$$

$$d' = -h$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 55 \\ \hline 165 \\ \times 6 \\ \hline 330 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 240 \\ \times 3 \\ \hline 720 \\ - 330 \\ \hline 390 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 13 \\ \hline 36 \\ 12 \\ \hline 156 \\ - 56 \\ \hline 100 \end{array}$$



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!

$$P = 6 - \frac{1}{2}V$$

~~(0; 12)~~ (12; 0)
(0; 6)
(4; 4)
(9; 2.5)

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{35-32}{2} + \frac{39}{4} = \frac{9+39}{4} = \frac{48}{4} = 12$$

$$35 - 14 = 21$$

$$\frac{9 \cdot 3 - 15}{2} = \frac{12}{2} = 6$$

$$\frac{12 \cdot 4 + 6 \cdot 4 - 63}{4} = \frac{48 + 24 - 63}{4} = \frac{9}{4} \sqrt{}$$

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

для $r < R$

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

$$\varphi_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{Q}{x} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{Q}{R/4} = \frac{1}{\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{Q}{R}$$

~~12.9~~ $4\pi\epsilon_0 = 4 \cdot 3.14 \cdot 8.85$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} =$$

$$\begin{array}{r} \times 8.85 \\ \times 3.14 \\ \hline 35.40 \\ 885 \\ \hline 2655 \\ \times 277.890 \\ \hline 711156 \end{array}$$

$$\left(\frac{QR}{3}\right) = \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot R}$$

$$\Phi = LI$$

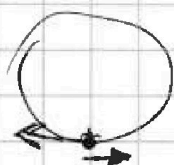
$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{dQ}{dt} = I$$

$$\frac{1}{11} \cdot 10^{-19}$$

$$\frac{100}{11} \cdot 10^{-19} = 9 \cdot 10^3$$

$$\int \frac{1}{r^2} dl = -\frac{1}{r}$$

$$\left(-\frac{1}{r}\right)' = -(-1) \frac{1}{r^2}$$



$$F \Delta t = a_2 \Delta t$$

$$\frac{1}{2} - \frac{8}{3} = \frac{6-16}{6} = \frac{-10}{6} = \frac{-5}{3}$$