



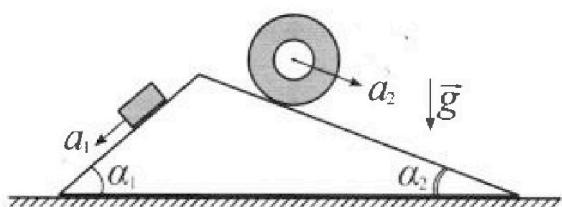
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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 $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

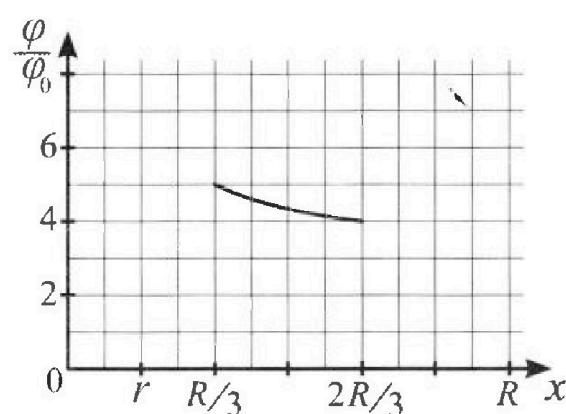
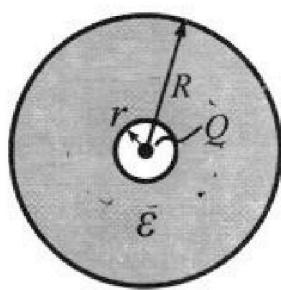
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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.

$$\frac{P}{P_0} = \begin{cases} 12 & V/V_0 \leq 12 \\ 12 & 12 < V/V_0 \leq 14 \\ 2 & 14 < V/V_0 \leq 16 \\ 2 & 16 < V/V_0 \leq 24 \\ 12 & V/V_0 > 24 \end{cases}$$

- 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

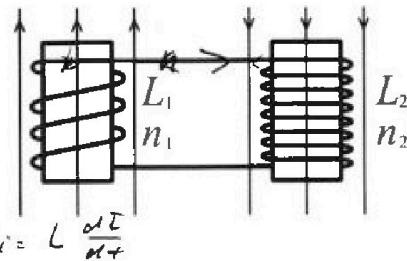
Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



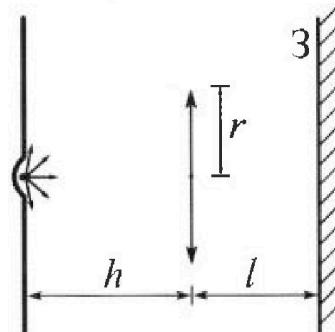
4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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

$$B_{\text{вн}} = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot n}{e} \quad L = \mu_0 \frac{n^2 S}{e} \quad \Phi = LT \quad E_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$



- 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?
- $$v = \frac{n}{2\mu_0}$$
- 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 изменились 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 З. 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.

$$\begin{aligned} B_{\text{вн}} S + \frac{I_1 n^2 \mu_0}{e} S &= \frac{2}{3} B_{\text{вн}} S + \frac{I_1 n^2 \mu_0 S}{e} \\ 3B_0 \cdot 4n^2 S &= \frac{I_1 \cdot 16n^2 \mu_0}{e} S = \frac{9}{4} B_{\text{вн}} S + \frac{I_1 n^2 \mu_0}{e} S \\ \frac{3}{3} B_{\text{вн}} S &= + (I_1 - I_1) \cdot \frac{n^2 \mu_0 S}{e} \\ \cancel{\frac{3}{3} B_{\text{вн}} S} &= (I_1 + I_1) \cdot \frac{16n^2 \mu_0 S}{e} \\ \cancel{6} & B_{\text{вн}} S + \frac{I_1 n^2 \mu_0 S}{e} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{2}{3} B_{\text{вн}} S &= \frac{I_1 n^2 \mu_0}{e} S \\ \cancel{\frac{2}{3} B_{\text{вн}} S} &= \frac{I_1 n^2 \mu_0}{e} S \\ B_{\text{вн}} S + 3LT + 48LJ - 27B_{\text{вн}} S &= \\ = 51L + -20B_{\text{вн}} S & \\ B_{\text{вн}} + 3LT - 48LJ + 9B_{\text{вн}} l = 0 & \\ B_{\text{вн}} + 3LT - 48LJ + 27B_{\text{вн}} S &= \\ = 28B_{\text{вн}} S - 45LJ & \end{aligned}$$

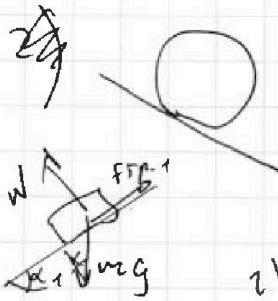


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!



F_2 - сила трения скольжения, параллельная наклонной плоскости $\mu_2 N_1$

F_1 - сила трения скольжения

$$F_1 = \mu_1 N_1$$

F_{1x} - проекция вектора силы

$$1) mg \sin \alpha_1 + F_{2x} = ma_1$$

$$+ F_{1x} = m(g \sin \alpha_1 + a_1) = +m/g \cdot \frac{3}{5} + \frac{6}{13}g = \\ = +mg \frac{-39+30}{65} = -\frac{9}{65}mg$$



$$2) 2mg \sin \alpha + F_{2x} = 2ma_2$$

$$F_{2x} = 2m(a_2 - g \sin \alpha) = 2m\left(\frac{5}{13} - g \cdot \frac{5}{13}\right) = \\ = 2mg\left(\frac{1}{4} - \frac{5}{13}\right) = 2mg\left(\frac{13-20}{52}\right) = -\frac{7}{26}mg$$

3) По теореме о движ. л-м. на гориз. оси:

(каки наклон \Rightarrow сумма сил равна 0)

$$\Rightarrow 2m a_2 \cos \alpha_2 - ma_1 \cos \alpha_1 + F_{3x} = 0$$

$$2m \cdot \frac{9}{4} \cdot \frac{12}{13} - m \cdot \frac{6}{13} \cdot \frac{4}{5} + F_{3x} = 0$$

$$mg \left(\frac{\frac{2 \cdot 12^3}{4 \cdot 13}}{} - \frac{\frac{6 \cdot 4}{13 \cdot 5}}{} \right) + F_{3x} = 0$$

$$F_{3x} = mg \left(\frac{24}{65} - \frac{6}{13} \right) = mg \left(\frac{24-30}{65} \right) = -mg \frac{6}{65}$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{9}{65}mg; F_2 = \frac{7}{26}mg; F_3 = \frac{6}{65}mg$$



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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

На доске. Для диска:

на ось y_1 : $N_1 = mg \cos \alpha_1$

на ось x_1 : $ma_1 = mg \sin \alpha - \mu_1 N_1$

$ma_1 = mg \sin \alpha - \mu_1 g \cos \alpha$

$$\mu_1 = \frac{6}{13} = g \cdot \frac{3}{5} - \mu_1 g \cdot \frac{4}{5} \Rightarrow \mu_1 = \left(\frac{6}{13} - \frac{3}{5} \right) \left(-\frac{5}{4} \right)$$

$$\mu_1 = \frac{3 \cdot 13 - 6 \cdot 5}{5 \cdot 13} \cdot \frac{5}{4} = \frac{39 - 30}{13 \cdot 4} = \frac{9}{52}$$

Для цилиндра: т.к. цилиндр движется без проскальзывания, значит его линейное ускорение связано с поступательным как $\epsilon = \frac{\alpha_2}{R}$

На цилиндр вдоль оси x_2 действуют прокрутильные силы тяжести и сила трения $\Rightarrow m(a_1 - g \sin \alpha) =$

на ось y_2 : $N_2 = 2mg \cos \alpha_2$

на ось x_1 : $2ma_2 = \mu_2 N_2 + 2mg \sin \alpha_2$

$2ma_2 = 2\mu_2 mg \cos \alpha_2 + 2mg \sin \alpha_2$

$a_2 = \mu_2 g \cos \alpha_2 + g \sin \alpha_2 \Rightarrow \mu_2 = \frac{g}{4} = M_2 \cdot g \cdot \frac{12}{13} + g \cdot \frac{5}{13}$

$\mu_2 = \left(\frac{1}{4} - \frac{5}{13} \right) \cdot \frac{13}{12} =$

$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр. скольжения}} = \mu_2 mg \cos \alpha_2 =$

$$= \frac{9}{52} \cdot mg \cdot \frac{6}{5} = \frac{9}{65} mg$$

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



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

№ 2.

$$1) \Delta U_{12} = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} \left(5p_0 \cdot 14V_0 - 3p_0 \cdot 8V_0 \right) = \\ = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 V_0 = 9p_0 V_0 \quad (\Rightarrow T_2 > T_1) \\ A = A_{12} + A_{23} + A_{31} = A_{12} + A_{31} = \frac{3p_0 + 5p_0}{2} \cdot (14 - 8)V_0 + \\ + \frac{2p_0 + 8p_0}{2} \cdot (8 - 14)V_0 = p_0 V_0 \left(\frac{14 - 8}{2} \right) \cdot \left(8 + 5 - 2 - 8 \right) = 9p_0 V_0 \\ \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = \frac{9p_0 V_0}{9p_0 V_0} = 1$$

2) В процессе 12 $\Rightarrow pV = \sqrt{kT} \Rightarrow T_{\max}$ при $(pV)_{\max}$

$$12 : p = 12p_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$\Rightarrow pV = 12p_0 V - \frac{p_0}{2V_0} \cdot V^2, \text{ max по вершине графика}$$

$$V_m = -\frac{b}{2a} = -12p_0 \cdot \frac{1}{2 \cdot -\frac{p_0}{2V_0}} = -\frac{12p_0}{\frac{p_0}{V_0}} = 12V_0$$

$$\Rightarrow p_m = 12p_0 - \frac{1}{2} p_0 \cdot 12 \frac{V_0}{V_0} = 6p_0$$

$$\Rightarrow \frac{T_m}{\sqrt{k}} = p_m \cdot V_m = 6p_0 \cdot 12V_0 = 72p_0 V_0 \quad \Rightarrow \frac{T_m}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$$

$$\frac{T_3}{\sqrt{k}} = p_3 V_3 = 2p_0 \cdot 14V_0 = 28p_0 V_0$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+}; \text{ На отрезке } 23 : Q_{23} = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_2) = \\ = \frac{3}{2} (28p_0 V_0 - 70p_0 V_0) \stackrel{-63p_0 V_0}{<} 0, \text{ аналогично}$$

на отрезке 31 $Q_{13} < 0$, тепло тоже отводят.

Тогда рассмотрим отрезок 12.



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

Пуск горка 4: ~~12~~ $(12 \frac{V_0}{V_5}; 6 \frac{P_0}{P_5})$

На отрезке 14 $\Rightarrow Q_{14} = A + U_{14} = A_{14} + \frac{1}{2} \sqrt{k} (T_4 - T_1)$,

т.е. $A_{14} > 0$; $(T_4 - T_1) > 0 \Rightarrow Q_{14} > 0$

Далее рассмотрим отрезок 42: $Q_{42} = A_{42} + U_{42} =$

$= A_{42} + \frac{3}{2} \sqrt{k} (T_2 - T_4)$, однако $(T_2 - T_4) < 0$.

Температура будет обходиться, если ~~или~~ $A + \Delta U < 0$, однако

$$A_{42} = 2 \cdot \frac{6+5}{2} p_0 V_0 = \frac{11}{2} p_0 V_0 = \cancel{2} p_0 V_0 \quad \Delta U =$$

Аналогия: $RV^k = \text{const} \Rightarrow$ горка 2: $(12 p_0 \frac{1}{\sqrt[3]{V_0}})^{\frac{1}{k}} \frac{p_0}{\sqrt[3]{V_5}} V^{\frac{8}{3}} = \text{const}$

$$12 V^{\frac{5}{3}} = \frac{1}{2} \sqrt[3]{V_0} A^{\frac{10}{3}} \quad (24 - \cancel{12}) V^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$\frac{24}{24} V_0 V^{\frac{5}{3}} - V^{\frac{8}{3}} = \text{const}$$

$$+ U_{42} = 2(70 p_0 V_0 - 72 p_0 V_0) = 2 p_0 V_0, \text{ это значит что } A_{42} \text{ по модулю}$$

Значит горка 25 (т.е. $p_5 = 4 p_0$, $V_5 = 16 V_0$) \Rightarrow

$$\Rightarrow U_{25} = \frac{3}{2}(16 \cdot 4 p_0 V_0 - 70 p_0 V_0) = -9 p_0 V_0.$$

$$A_{25} = (5+4)p_0 V_0 \Rightarrow U_{15} = U_{25} \Rightarrow \text{на горке}$$

установка 12 температура неизменна.

$$\text{Знач. } \eta = \frac{Q_{12}}{A} = \frac{U_{12} + A_{12}}{A} = 1 : \frac{9 p_0 V_0 + 39 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = \cancel{1} : \cancel{1} \cdot \frac{3+13}{3} = \cancel{1} \cancel{1} \cancel{1} \frac{3}{16}$$

Ответ: $\frac{|U_{12}|}{A_{12}} = 1$

$$\frac{T_m}{T_3} = \frac{18}{7}$$

$$\eta = \frac{3}{16}.$$

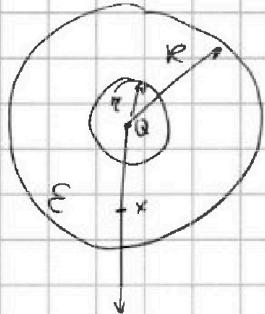
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

№ 3.



1)

На внутренней поверхности сферы радиусом r расположена заряд $-Q$, а на внешней r заряд Q . Поле от заряда Q зависит по формуле $E = \frac{kQ}{x^2}$, если заряд находится в вакууме, в области, где есть диэлектрик поле в ϵ раз меньше. $d\varphi = E dx$, значит

$$\text{при } x = \frac{5}{6}R \Rightarrow \Delta\varphi = \Phi_2 - \Phi_1 = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right) dx$$

$$d\varphi = \frac{kQ}{\epsilon x^2} dx \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{kQ}{\epsilon r^2} \int_{r}^{x} x^{-2} dx =$$

$$= \frac{kQ}{\epsilon} \left[\frac{x^{-1} - r^{-1}}{-1} \right] = \frac{kQ}{\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\Phi_x = \Phi_2 - \Delta\varphi = \frac{kQ}{r^2} - \frac{kQ}{\epsilon r^2} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right) = kQ \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{\epsilon r^2} + \frac{1}{rx} \right) =$$

$$= kQ \left(\frac{\epsilon x - x + r^2}{rx\epsilon} \right) = kQ \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{\epsilon r^2} + \frac{6}{\epsilon r^2} \right)$$

2) По графику

$$\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{5}{4} = \frac{\frac{1}{r} - \frac{1}{\epsilon r} + \frac{3}{\epsilon R}}{\frac{1}{R} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{3}{\epsilon R}} = \frac{6 - \frac{6}{\epsilon} + \frac{3}{\epsilon}}{6 - \frac{6}{\epsilon} + \frac{3}{\epsilon}}$$

$$30 - \frac{30}{\epsilon} + \frac{15}{2\epsilon} = 24 - \frac{24}{\epsilon} + \frac{12}{\epsilon}$$

$$6 = \frac{30 \cdot 2 - 15 - 24 \cdot 2 + 12 \cdot 2}{2\epsilon} = \frac{21}{2\epsilon} \Rightarrow \epsilon = \frac{21}{12} = \frac{7}{4}$$

Ответ: $\Phi_x = kQ \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{\epsilon r^2} + \frac{6}{\epsilon^2 r^2} \right)$

$$\epsilon = \frac{7}{4}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

№ 4.

1) Когда магнитное поле в 1 катушке начнет меняться, через нее будет меняться поток \Rightarrow в нем возможен ЭДС индукции, где $E_1 = -\frac{d\Phi}{dt} = n_1 S \cdot -\frac{d\mu}{dt} = -\alpha n_1 S$

$$\Phi = L I \Rightarrow E_1 = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \left(\frac{dI}{dt} \right) = -L I'$$

$$\text{Знач } I' = \frac{E_1}{L} = +\frac{\alpha n_1 S}{L} = \frac{\alpha n S}{L}$$

2) Катушки с очень маленькими соотивлениями \Rightarrow сверхпроводящие, значит поток поля через них всегда равен начальному.

$$\Phi_1 = B_0 n_1 S \quad \Phi_2 = -3B_0 \cdot 4n \cdot S \quad (\text{см } \times \text{беср})$$

$$B_0 \Phi_1 + \Phi_2 = \frac{B_0}{3} n S$$

$$L = \frac{n^2 S}{e}$$

$$16L = \frac{\mu_0 n^2 4S}{e} \Rightarrow l_1 = l_2 = l$$

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= \Phi_1' = \Phi_1 - \frac{2}{3} B_0 n S + B_1 \cdot n S \\ \Phi_2 &= \Phi_2' = \Phi_2 - \frac{3}{4} \cdot B_0 \cdot 4n \cdot S + B_2 \cdot 4n \cdot S \end{aligned}$$

$$\frac{B_0 n^3}{3} + L I + 16 L I - \frac{B_2 \cdot 4n \cdot S \cdot 3}{4} = 0$$

$$\frac{B_0 n^3}{3} = 17 L I$$

$$I = B_0 n S \cdot \frac{16}{51}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} B_0 n S + \frac{I_1 n^2 S \mu_0}{e} - 3B_0 \cdot 4n \cdot S + \frac{I_1 \cdot 16 n^2 S \mu_0}{e} = \Phi_1 \\ B_0 n S + \frac{I_2 n^2 S \mu_0}{e} - 9B_0 n S + \frac{I_2 \cdot 16 n^2 S \mu_0}{e} = \Phi_2 \end{array} \right. \quad \Phi_1 = \Phi_2 = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} B_0 l + I_1 n \mu_0 - 12 B_0 l + I_1 \cdot 16 n \mu_0 = \Phi_1 \cdot \frac{l}{51} = 0 \\ B_0 l + I_2 n \mu_0 \cdot 3 - 27 B_0 l + 48 I_2 n \mu_0 = \Phi_2 \cdot \frac{3e}{51} = 0 \end{array} \right.$$

$$17 I_1 n \mu_0 - 11 B_0 l = 0$$

$$51 I_2 n \mu_0 - 26 B_0 l = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{26 B_0 l}{51 n \mu_0}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

Т.к. катушка сверхпроводящая, то Φ через них = 0.

$$\Phi = 0 = \frac{B_0}{3} \cdot ns + IL + I \cdot 16L - \frac{g}{4} B_0 \cdot ns \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 17IL = \left(g - \frac{1}{3}\right) B_0 ns = \frac{26}{3} B_0 ns$$

$$I = \frac{26}{51} \frac{B_0 ns}{L}$$

Ответ: $\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{\alpha ns}{L}$

$$I = \frac{26}{51} \cdot \frac{B_0 ns}{L}$$



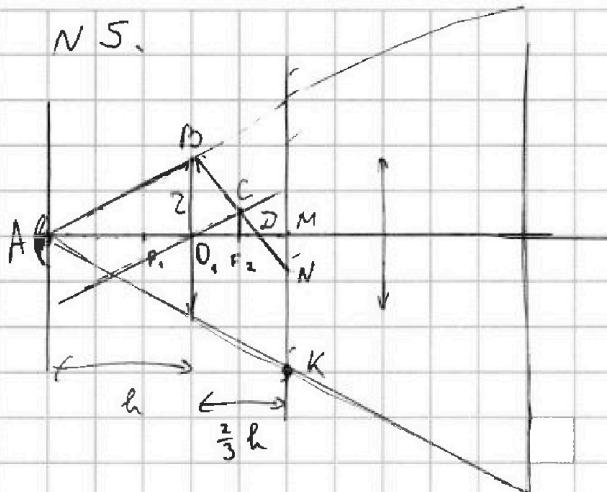
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

N 5.



$AO_1 = h : O_1 M = \frac{2}{3} h$
 $AB \cap O_1 C ; B O_1 = 2$

A diagram of a triangle with vertices labeled A, B, and C. Vertex A is at the bottom-left, vertex B is at the top, and vertex C is at the bottom-right. The angle at vertex A is labeled with the letter 'n'.

23 ago Tue 8-8

$$\frac{BO_1}{CF_2} = \frac{AO_1}{AF_2} \Rightarrow \frac{z}{h} = \frac{CF_3}{h/3}$$

$$\Rightarrow CF_3 = \frac{2}{3} \Rightarrow \text{Kwagodka } \frac{1}{3}$$

$$\text{Take } \times e \quad \frac{BO_1}{CF_2} = \frac{O_1 D}{F_2 D} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{\frac{h}{3} + DF_2}{\frac{2}{3}h - DF_2} \quad \text{--- (1)}$$

$$\Rightarrow 3 = \frac{h + 3DF_L}{h - 3DF_R}$$

$$3h - g \Delta F_2 = h + 3 \Delta F_2 \Rightarrow 2h = 12 \Delta F_2 \Rightarrow \Delta F_2 = \frac{h}{6}$$

$$\text{Jadi } DM = \frac{2}{3}h - \frac{h}{3} - \frac{h}{6} = \frac{h}{6} \Rightarrow \triangle CDF_2 \sim \triangle ADM \Rightarrow$$

$\Rightarrow CF_2 = NM = \frac{r}{3}$. Весь отрезок NM (и симметричный сверху отрезок, также освещена часть зеркала, на которую падают лучи не преломляясь.)

Тогда неосв. часть зеркала это круг "без центра", образованный вращением отрезка NK .

$$\frac{A_0}{0.10} = \frac{AM}{MK} \Rightarrow \frac{h}{c} = \frac{\frac{5}{3}h}{MK} \Rightarrow MK = \frac{5}{3}c$$

$$\text{Torza Smeobzysk.} = \pi \cdot \left(\frac{5}{3}r\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{r}{3}\right)^2 = \pi \cdot \frac{25}{9}r^2 - \pi \cdot \frac{r^2}{9} = \frac{\pi \cdot 24r^2}{9} =$$

$$= \frac{\pi \cdot 24}{\frac{g}{3}} \cdot 25 = \frac{200}{3} \text{ cm}^2$$

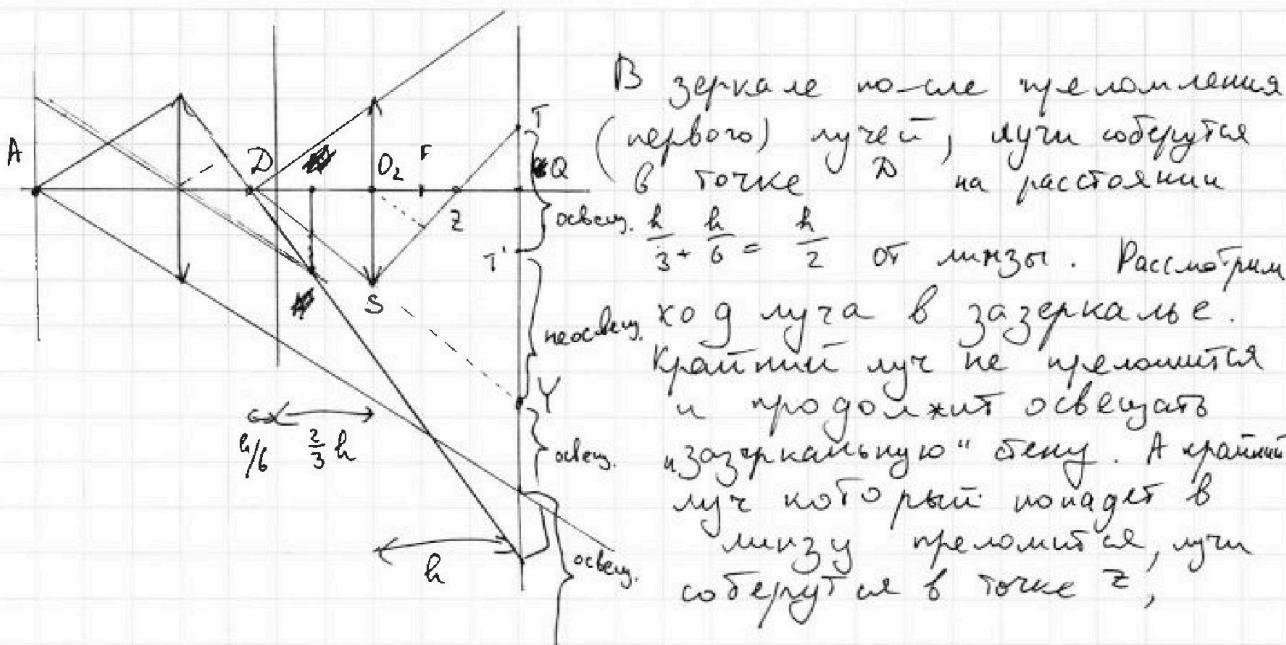


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



В зеркале после преломления (первого) лучей, они собираются в точке Z на расстоянии $\frac{h}{\frac{3}{2} + \frac{6}{h}} = \frac{h}{\frac{5}{2}}$ от мизги. Рассмотрим падение XO_2 луча в зеркальце. Крайний луч не преломляется и продолжает освещать "зазеркальную" область. А крайний луч которого попадет в мизгу преломится, они собираются в точке Z ,

ее положение можно найти из подобия или из формулы тонкой мизги: $\frac{1}{F} = \frac{1}{zO_2} + \frac{1}{O_2Z} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\frac{3}{h}}{h} = \frac{\frac{1}{h} + \frac{2}{3}}{\frac{h}{6} + \frac{2}{3}} + \frac{1}{O_2Z} \Rightarrow \frac{3}{h} - \frac{6}{h+4h} = \frac{1}{O_2Z} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h} \Rightarrow O_2Z = \frac{5h}{9}$$

$$\text{Дальше из подобия: } \frac{sO_2}{O_2Z} = \frac{TQ}{ZQ} \Rightarrow \frac{r}{\frac{5}{9}h} = \frac{TQ}{h - \frac{5}{9}h}$$

$$TQ = r \cdot \frac{1 - \frac{5}{9}}{\frac{5}{9}} = \frac{4}{5}r$$

$$\frac{D_{O_2}}{D_S} = \frac{DQ}{DY} \Rightarrow \frac{\frac{5}{6}h}{r} = \frac{\frac{11}{6}h}{QY} \Rightarrow QY = \frac{11}{6} \cdot r \cdot \frac{6}{5h} = \frac{11}{5}r$$

$$\text{Тогда неосвещ. поверх. зеркала: } \pi \cdot (QY)^2 - \pi \cdot (QT)^2 = \pi \left(\frac{11}{5}r \right)^2 - \pi \left(\frac{4}{5}r \right)^2 = \\ = \pi r^2 \left(\frac{121}{25} - \frac{16}{25} \right) = \pi r^2 \cdot \frac{105}{25} = \frac{21}{5}r^2 \pi = \frac{21}{5} \cdot 25 \cdot \pi = 105 \pi \text{ см}^2.$$

$$OTB \text{ для } S \text{ неосвещ. з.} = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$

$$S \text{ неосвещ. з.} = 105 \pi \text{ см}^2.$$



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
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!