



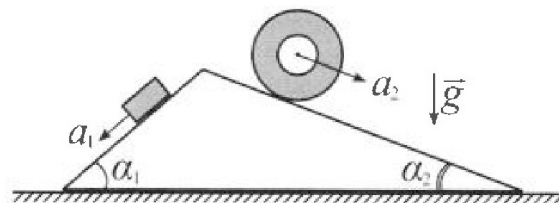
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

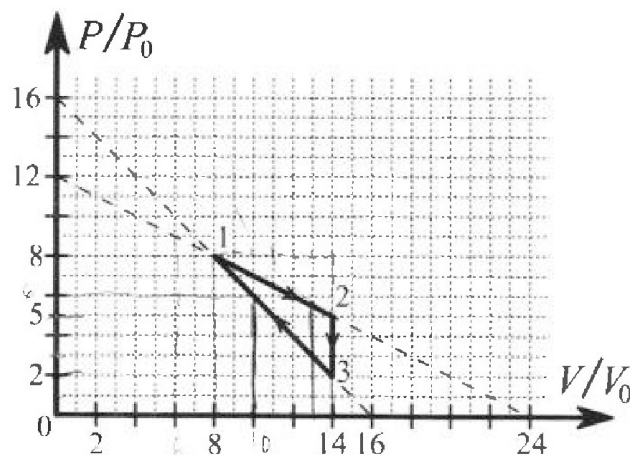


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ вырази ть 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.

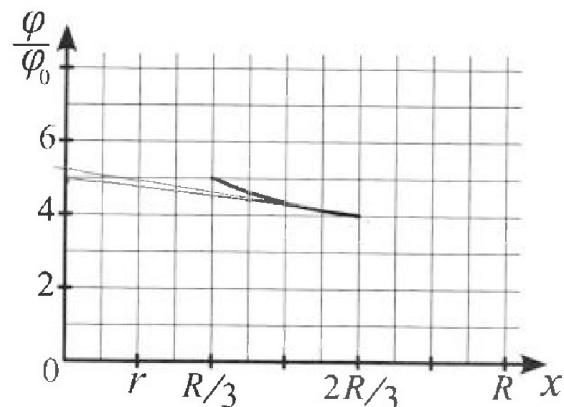
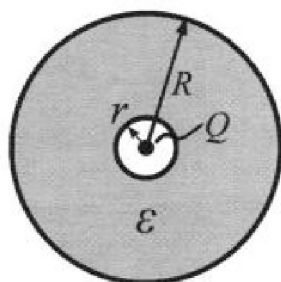
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

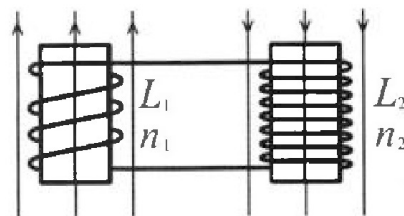


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

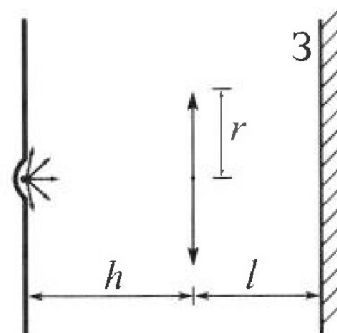
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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 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.



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.

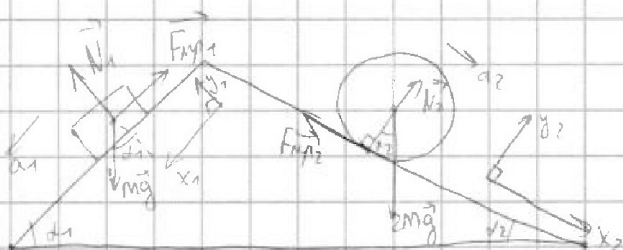


СТРАНИЦА

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!

W1 Аппараты или на блоках и цилиндр:



1) 3-й блок на блоке:

$$x_1: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{mp1} \Rightarrow F_{mp1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) = mg \left(\sin \alpha_1 - \frac{6}{13} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{mp1} = mg \left(\frac{5}{13} - \frac{6}{13} \right) = \boxed{mg \frac{1}{13}}$$

2) 3-й блок на цилиндре:

$$x_2: 2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_{mp2} \Rightarrow F_{mp2} = 2mg (\sin \alpha_2 - a_2) = 2mg \left(\sin \alpha_2 - \frac{1}{4} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{mp2} = 2mg \left(\frac{5}{13} - \frac{1}{4} \right) = \frac{7}{52} \cdot 2mg = \boxed{\frac{7}{26} mg}$$

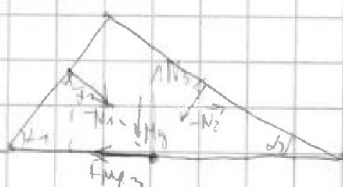
3) блок:

$$y_1: 0 = N_1 - mg \cos \alpha_1 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1 \quad (1)$$

$$y_2: 0 = N_2 - 2mg \cos \alpha_2 \Rightarrow N_2 = 2mg \cos \alpha_2 \quad (2)$$

Аппараты или, действующие на Кин:

кин в локте $\Rightarrow$ ускорение кинта = 0



$$x_3: 0 = N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_{mp3}$$

или используя (1) и (2)

$$F_{mp3} = mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 - 2mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 = mg \left(\frac{12}{25} - \frac{2 \cdot 60}{169} \right) =$$

$$\Rightarrow x_3 = -\frac{972}{4225} mg \Rightarrow \boxed{F_{mp3} = \frac{972}{4225} mg}$$



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!

~2

1) Адиабатическое расширение газа $\rightarrow S_{123} \rightarrow A_{123} = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0V_0$

$$|\Delta U_{12}| = \left| \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1) \right| = \left| \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) \right| = \left| \frac{3}{2} (7p_0 V_0 - 6p_0 V_0) \right| = 9p_0 V_0$$

$$\frac{A_{123}}{|\Delta U_{12}|} = \frac{9p_0 V_0}{9p_0 V_0} = 1$$

2) В процессе 1-2 температура увеличивается линейно и у нас есть максимум. Также процесс на p-V диаграмме ~~идет~~ в максимум $Q=0$:

$$Q = \Delta U + A = 0 \Rightarrow CVdT = \frac{3}{2} VRdT + p dV = 0$$

Можно записать $p(V)$ в процессе 1-2:

$$p(V) = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V \Rightarrow V(p) = 24V_0 - \frac{p_0}{p_0} 2V_0$$

$$dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV \quad \text{Из ур. Менг. Кипячения: } pV = VRdT \Rightarrow p dV + V dp = VRdT$$

$$\frac{3}{2} VRdT + p dV = 0 \quad (1)$$

$$dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV \quad (2) \quad \Rightarrow \quad p dV - \frac{p_0}{2V_0} dV (12V_0 - \frac{p}{p_0}) \cdot 2V_0 = VRdT$$

$$p dV - p_0 dV \cdot 12 + p_0 dV \cdot \frac{p}{p_0} = VRdT$$

$$dV(2p - 12p_0) = VRdT \quad (\text{покажем б (1)})$$

$$\frac{3}{2} \cdot 2dV(p - 6p_0) + p dV = 0$$

$$6p + 3p - 18p_0 + p = 0 \Rightarrow p = \frac{9}{2} p_0 - 12p_0 T_{\max}$$

$$V = 15V_0$$

$$T_{\max} = \frac{\frac{9}{2} p_0 \cdot 15V_0}{VR} = \frac{135 p_0 V_0}{2VR}$$



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 непустима!

→ 2 (мощ.)

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{VR} = \frac{3P_0 - 14V_0}{VR} = \frac{42 P_0 V_0}{28}$$

↓

$$\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{135}{2 \cdot 42} = \frac{3 \cdot 45}{2 \cdot 3 \cdot 14} = \frac{45}{28}$$

3) $\eta = \frac{A_{sum}}{Q_+}$ Q_+ есть количество 12 и 31. Находим Q_{12} по формуле тепло

с 8 $V_1 = 8V_0$ go $V_2 = 15V_0$ (T_{max}). На 31 находим минимальное T_{max}

Находим T_{max} при $V = \frac{5}{8} V_{p=0}$, где $V_{p=0}$ - пересечение ~~уравнения~~ линейной зависимости

$P(V)$ с осью $V_0 \Rightarrow$ Найдем $V_{31max} = \frac{5}{8} \cdot 16V_0 = 10V_0 \Rightarrow P_{31max} = 6P_0$ - при T_{31max}

Найдя в 3-1 $Q > 0$ см $V_1' = 14V_0$ go $V_2' = 10V_0$

$$Q_{12+} = A_{12+} + B U_{12+} = \frac{(415P_0 + 8P_0)}{2} \cdot 7P_0 + \frac{3}{2} \left(\frac{135}{2} - 64 \right) P_0 V_0 = \frac{21}{4} P_0 V_0 + \frac{25}{4} \cdot 7P_0 V_0 = \frac{329}{4} P_0 V_0$$

$$Q_{31+} = A_{31+} + B U_{31+} = \frac{(2P_0 + 6P_0)}{2} \cdot 4V_0 + \frac{3}{2} (60 - 28) P_0 V_0 = 64 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A_{sum}}{Q_{31+} + Q_{12+}} = \frac{9P_0 V_0}{(43 + 64) P_0 V_0} = \frac{9}{113}$$



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!

u 3

$$\frac{dP}{dx} P_0 = -\frac{3}{2R} \quad \text{или} \quad P_0 = \frac{2R}{3}$$

$$\frac{dP}{dx} = -\frac{3P_0}{2R}$$

В уравнении: $\frac{dP}{dx} = -\frac{3}{4R^2\epsilon} \quad P_0 = \frac{2R}{3}$

$$\frac{KQq}{4R^2\epsilon} = \frac{3P_0}{2R} \Rightarrow P_0 = \frac{3KQ}{2R\epsilon} \quad \text{на расстоянии} \quad \frac{R\epsilon}{3}$$

В

$$P_0 = \frac{3KQ}{2R\epsilon} = \frac{1}{4} \quad \text{или} \quad \frac{1}{4} = \frac{3KQ}{2R\epsilon}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{3KQ}{2R\epsilon} \quad f\left(\frac{2R}{3}\right) = -\frac{1}{R} + \frac{1}{R} - \frac{1}{2R\epsilon} = KQ \left(\frac{2\epsilon+1}{2R\epsilon} \right)$$

В

$$\frac{1}{4} = \frac{2\epsilon+1 \cdot 2R\epsilon}{2R\epsilon^3} = 4 \quad 12 = 2\epsilon+1$$

$$\epsilon = \frac{11}{2}$$

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.

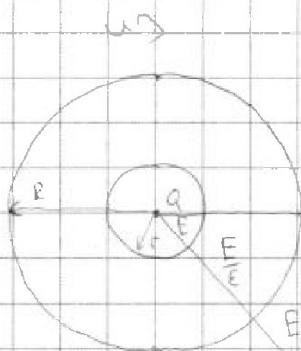


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

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!



Тогда Еомзариа будет направлена в Р по формулировке. Тогда $E(x)$

$$E_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} \text{ при } x \in [0; r) \cup (R; +\infty)$$

$$E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \cdot \frac{1}{x^2} \text{ при } x \in [r; R]$$

$$d\varphi = -E dx \Rightarrow \varphi = -\int E dx$$

$$\text{В нашем случае (лучше от } x_0 = \frac{5R}{6}) \varphi = -\left(\int_{\infty}^R E_1 dx + \int_R^{\frac{5R}{6}} E_2 dx \right) = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\int_{\infty}^R \frac{1}{x^2} dx + \int_R^{\frac{5R}{6}} \frac{1}{x^2} dx \right) =$$

$$= -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + 0 + \left(-\frac{5R}{5R^2} + \frac{1}{R} \right) \right) = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{R} - \frac{5R}{5R^2} \right) =$$

$$= -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{5R}{5R^2} \right) = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$1) \varphi(x) \text{ при } x \in [0; R]: E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} \Rightarrow \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2}$$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{x} + \frac{1}{R} - \frac{1}{R} \right) \quad 2) \varphi(x) \text{ при } x \in [r; R]:$$

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{R} - \frac{1}{x} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{x(1-x) - R}{xR} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{x(1-x) - R}{xR}$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{(1-x)R - (x(1-x) - R)}{x^2 R^2} \quad \text{при } x = \frac{2R}{3}: \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{(1-\frac{2}{3})R - (\frac{2}{3}(1-\frac{2}{3}) - R)}{(\frac{2R}{3})^2 R^2} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R^2}$$

$$\text{Тогда касательная к графику в } x = \frac{2R}{3}: \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{1}{2R} \cdot \frac{1}{R} = -\frac{1}{2R^2} \quad (R_0 \sim 2)$$

$$\bullet \text{ Если мы не для минимума } \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} \Rightarrow \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 x^3} \text{ в точке } x = \frac{2R}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 x^3} \quad \varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x_0} = \frac{1}{x_0} \text{ при } x_0 = \frac{2R}{3}$$

$$-2R + 2^{-3}$$



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

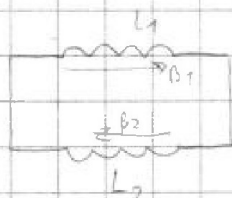
1 ИЗ 1

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!

1) По мере уменьшения $\rightarrow$ уменьшается ток через катушку $\rightarrow$ возникает $\mathcal{E}_i$

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -L_0 \frac{dI}{dt} \rightarrow L_0 \frac{dI}{dt} = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = -\frac{1}{L_0} \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{n \cdot S \cdot \Delta B}{\Delta t} = n \cdot S \cdot \Delta$$

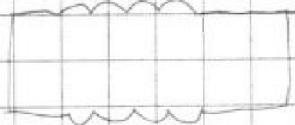


$$\mathcal{E}_i = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_i = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$L_1 + L_2 = L_0$$

$$n \cdot S \cdot \Delta = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \Rightarrow \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{n \cdot S \cdot \Delta}{L_0}$$

2) В обеих катушках уменьшается $B \Rightarrow$ уменьшается ток



$$\Delta \Phi = L \Delta I$$

~~изменился ток~~
~~изменился ток~~

1 катушка: $\Delta \Phi_1 = n_1 S (B_0 - \frac{2}{3} B_0) = -n_1 S \cdot \frac{1}{3} B_0$; $\Delta I = I_1 - I_0$ I_0 - ток до изменения B

2 катушка: $\Delta \Phi_2 = n_2 S (-3B_0 + \frac{9}{4} B_0) = -\frac{n_2 S B_0}{4}$; $\Delta I = I_2 - I_0$ I_0 - ток до изменения B

$$-n_1 S B_0 \frac{1}{3} - n_2 S B_0 \frac{1}{4} = (I_1 - I_0) L_1 \Rightarrow I_0 = I_1 + \frac{2 n_1 S B_0}{3 L_1}$$

$$-4 n_2 S B_0 \frac{1}{4} = (I_2 - I_0) L_2$$

$$-n_2 S B_0 = I_2 - I_0$$

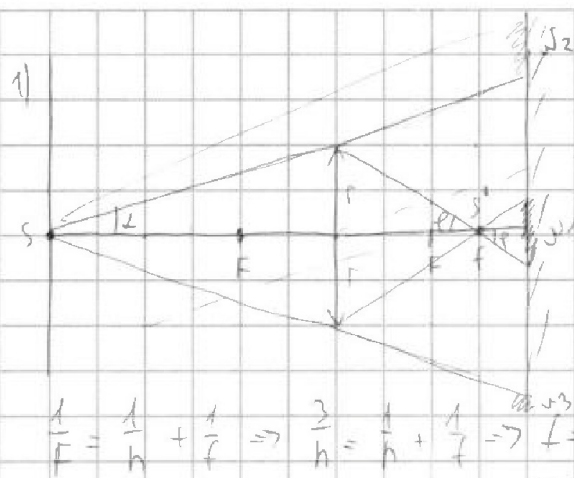


1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

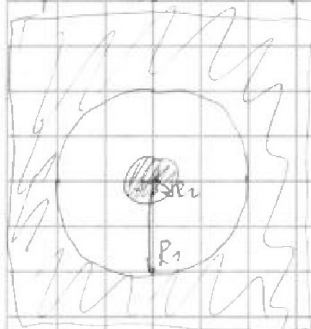


Нарисуйте крайние лучи (можно сверху, снизу, дугой симметрично). Крайний луч, не прошедший через линзу не преломится и направит по зеркалу. Другой пройдет через центр линзы и преломится.

Найдите изображение источника (луча излучающего преломляющиеся лучи), f - расстояние от линзы до изображения

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

Зона h и $h/2$ закрывается не преломляющимися лучами. Зона $h/2$ закрывается преломляющимися лучами. Оставшаяся зона будет не засвечена:



Найдем радиусы, исходящие из рисунка:

$$R_2 = h \cdot \tan \alpha \quad R_1 = (h + f) \cdot \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{r}{h} \quad \tan \alpha = \frac{r}{h + f} = \frac{r}{h + \frac{2}{3}h} = \frac{3r}{5h}$$

$$R_2 = \frac{3r}{5} \left(\frac{2}{3}h + \frac{1}{3}h \right) = \frac{1}{3}r \quad R_1 = \left(h + \frac{2}{3}h \right) \frac{r}{h} = \frac{5}{3}r$$

$$S_{\text{незасвеченной}} = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) r^2 = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{24}{9} \pi \cdot 25 = \frac{200}{3} \pi$$

2) Зная, будет ли изображение и можно сказать, что все лучи идут от изображения в зеркало:

↓
наслед. сур.



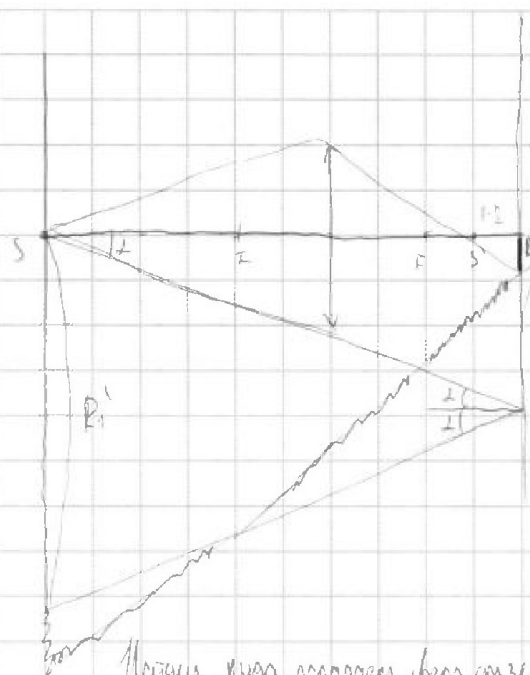
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Нескользящая часть экрана не будет отражать на стену. Все световые лучи на стену:

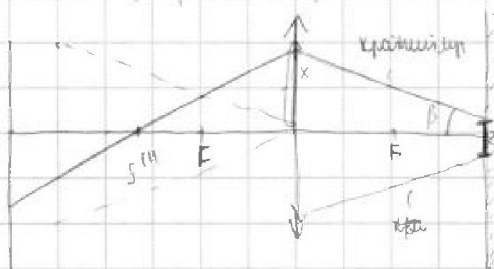
снимается экраном

• Лучи, куда попадают не расширяются лучи

$$R_1 = 2 \cdot \tan \alpha \cdot (h + l) = 2 \cdot \frac{r}{n} \cdot \frac{5}{3} h = \frac{10}{3} \frac{r}{n}$$

или $R_2 \geq R_1$ будет завет от расширяющихся лучей

Лучи, куда попадают свет от зеркала



• Пробуем упрощенный луч (куда падает)

$$\tan \beta = \frac{R_2}{2l + \frac{h}{2}} = \frac{4r \cdot 6}{3 \cdot 5n} = \frac{2}{3} \frac{r}{h} = \frac{2r}{h}$$

$$x = \tan \beta \cdot \left(2l + \frac{h}{2}\right) = \frac{2r}{n} \cdot \frac{5}{6} h = \frac{5}{3} r > r \Rightarrow$$

→ часть расширяется, часть уходит без расширения

Переходим:

Лучи R_2 и R_3 :

$$R_3 = \tan \beta \cdot (l + h) = \frac{2r}{n} \cdot \frac{5}{3} h = \frac{10}{3} \frac{r}{n}$$

$$R_2 = (l + h) \cdot \frac{r}{2l + \frac{h}{2}} = \frac{5}{3} h \cdot \frac{r \cdot 6}{5n} = 2r$$

Почему свет идет от расширяющихся лучей:

Лучи на экранную поверхность S'

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2l + \frac{h}{2}} + \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{f'} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} \Rightarrow f' = \frac{5}{3} h$$

$$R_4 = (h - f') \cdot \tan \delta \quad \text{и} \quad \tan \delta = \frac{r}{f'} = \frac{r}{5h} = \frac{2}{5} \frac{r}{h} \Rightarrow R_4 = \left(h - \frac{5}{3} h\right) \cdot \frac{2}{5} \frac{r}{h} = \frac{4}{5} r$$



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
☐

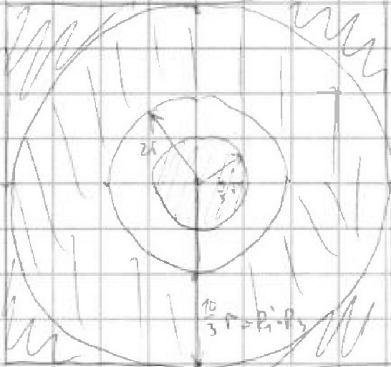
7
☐

СТРАНИЦА

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!

Умно кармашка по окружности:



$$\begin{aligned} S_{\text{вырезанное}} &= \pi \cdot r^2 - \pi \cdot \left(\frac{16}{25} r^2\right) = \pi r^2 \left(1 - \frac{16}{25}\right) = \\ &= \pi r^2 \cdot \frac{9}{25} = \pi \cdot 25 \cdot \frac{84}{25} = \underline{84\pi} \end{aligned}$$

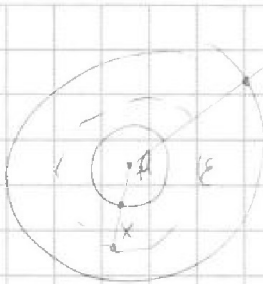


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

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!



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

$$E(x) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} - \rho(x) \cdot 4\pi x^2 = E \cdot 4\pi x^2$$

$$E(x) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} - \rho(x)$$

$$\int_0^R \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} dx + \int_R^{R_0} \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} dx = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0}$$

$$I = - \int_{\infty}^R E dx = - \int_{\infty}^R \frac{E}{\epsilon} dx = - \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \int_{\infty}^R \frac{1}{x^2} dx - \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \int_R^{R_0} \frac{1}{x^2} dx =$$

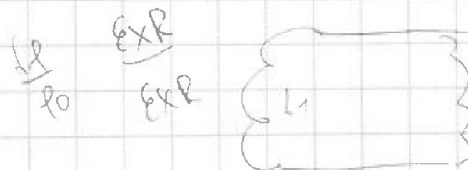
$$= - \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{R} + \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_0} \right) \right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_0} \right) = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \frac{R_0 - R}{R R_0}$$

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} = \frac{R_0 - R}{R R_0}$$

$$Q = C \cdot U = \frac{dQ}{dt}$$

$$dQ = C dU$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{C}{R} \frac{dU}{dt}$$



$$E(x) = \frac{1}{2} \frac{\rho(x)}{\epsilon_0}$$

$$\frac{dQ}{dt} = n \rho(x)$$

$$E = - \frac{1}{\epsilon_0} \frac{dQ}{dt}$$

$$I_2 - I_1 = I_2 - I_2$$



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!

$$P = 12P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V \rightarrow V = \frac{(P - 12P_0) 2V_0}{P_0} = \frac{P}{P_0} - 24V_0 \quad 12P_0 - P = \frac{P_0}{2V_0} V$$

$$dP = -\frac{P_0}{2V_0} dV$$

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

$$P dV + V dP = VR dT \quad P dV + \frac{P_0}{2V_0} dV \left(12 - \frac{P}{P_0}\right) = VR dT$$

$$24V_0 - \frac{P}{P_0} 2V_0 = V$$

$$CV dT = \frac{3}{2} VR dT + P dV$$

$$-P dV - 12P_0 dV + \frac{P_0}{2V_0} dV \cdot \frac{P}{P_0}$$

$$-2V_0 \left(12 - \frac{P}{P_0}\right) dV$$

$$\frac{5}{2} 24V_0 = 15$$

$$2P dV - 12P_0 dV = 2dV (P - 6P_0)$$

$$P = 6P_0$$

$$\frac{3}{2} \cdot 2dV (P - 6P_0) + P dV =$$

$$= 3dVP - 18dVP_0 + P dV = 0$$

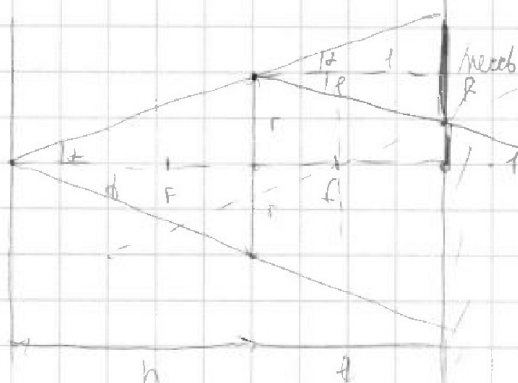
$$3P - 18P_0 + P = 0$$

$$4P = 18P_0$$

$$P = \frac{9}{2} P_0$$

$$29 \quad PV = 10T$$

$$9 \cdot 24V_0$$



$$\frac{12.5}{1.5} \cdot \frac{3}{4.5}$$

$$2V_0 \left(12 - \frac{9}{2}\right) = 15V_0$$

$$24.9 \quad 15 \quad 15.5 \quad 64$$

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

$$\frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \rightarrow \frac{2}{h} = \frac{1}{f} \rightarrow f = \frac{h}{2}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{f}{h} \quad \text{tg } \beta = \frac{2f}{h} = \frac{f}{h}$$

$$R = \text{tg } \alpha \cdot l + \text{tg } \beta \cdot l = \frac{f}{h} l + \frac{2f}{h} l = \frac{3f}{h} l$$

$$R_1 = \text{tg } \alpha (h+l) - R_2 = f - \text{tg } \beta \cdot \left(\frac{h}{2} - l\right)$$

$$= \frac{f}{h} \cdot \frac{5}{3} h = \frac{5}{3} f \quad R_2 = f - \frac{2f}{h}$$

$$\frac{10}{3} f$$

$$4 - \frac{16}{25}$$

$$100 - 16$$

$$\frac{84}{25}$$



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
☐

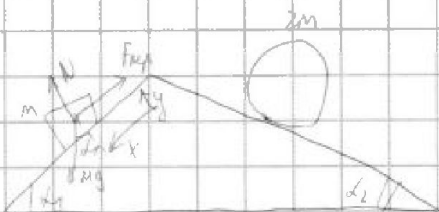
6
☐

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!

1



1) 3-й закон:

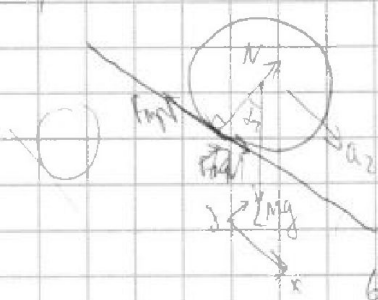
$$x: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{tr1} \Rightarrow F_{tr1} = m(g \sin \alpha_1 - a_1) =$$

$$y: 0 = N - mg \cos \alpha_1 \Rightarrow N = mg \cos \alpha_1 = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{1}{16} \right) =$$

$$F_{tr1} =$$

$$= \frac{49}{64} mg$$

2)



$$x: 2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 + F_{tr2}$$

$$F_{tr2} = 2m(a_2 - g \sin \alpha_2) =$$

$$= 2mg \left(\frac{1}{4} - \frac{3}{16} \right) = \frac{1}{4} mg$$

$$F_{tr2} = 2m(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2mg \left(\frac{3}{16} - \frac{1}{4} \right) = -\frac{1}{8} mg$$

$$\frac{12}{24} - \frac{2.60}{16.3}$$

$$\frac{1}{16.3}$$

$$\frac{338}{1690}$$

$$\frac{2028}{820}$$

$$\frac{120}{2.5}$$

$$\frac{25}{120}$$

$$\frac{50}{25}$$

$$\frac{2000}{2028}$$

$$\frac{972}{224}$$

$$\frac{267}{25}$$

$$\frac{845}{5380}$$

$$\frac{4225}{24}$$

$$\frac{24}{25}$$

$$\frac{480}{480}$$

$$\frac{600}{600}$$

$$\frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{6}$$

$$\frac{2}{3}$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 \quad N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

$$N_{1x} = N_1 \sin \alpha_1 = mg \cos \alpha_1 \sin \alpha_1$$

$$N_{2x} = N_2 \sin \alpha_2 = 2mg \cos \alpha_2 \sin \alpha_1$$

$$\frac{1}{3} \frac{1}{2} - \frac{1}{2}$$

$$p(V) = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$$

$$8 - 3 \frac{5}{6} \quad CV_0 T - \frac{3}{2} VR(T + p_0 V)$$

$$A = S = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0 V_0$$

$$| \Delta U_{12} | = \frac{3}{2} VR(T_2 - T_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (70p_0 V_0 - 64p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 6p_0 V_0 = 9p_0 V_0$$

$$\frac{A}{\Delta U_{12}} = 1$$

$$\frac{15}{3} - \frac{6}{5}$$

$$\frac{2}{1} - \frac{1}{2}$$

$$\frac{6}{16}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}$$