



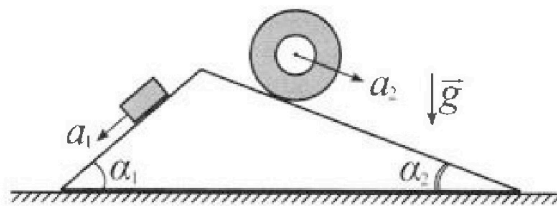
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

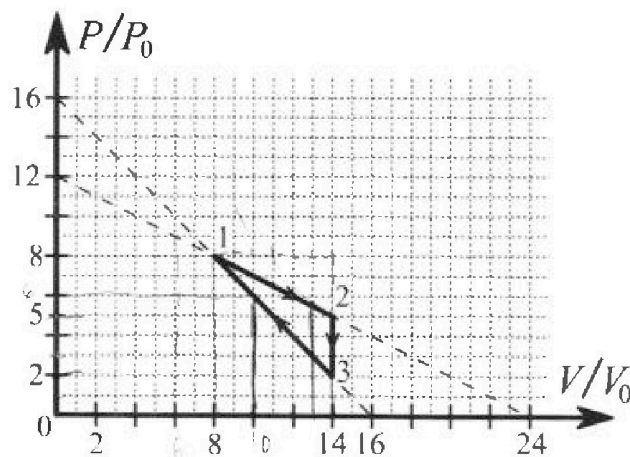
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

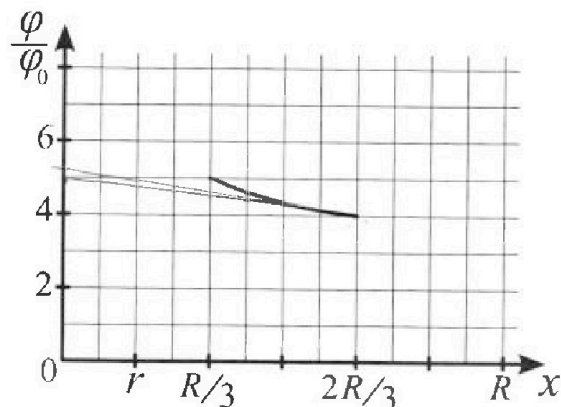
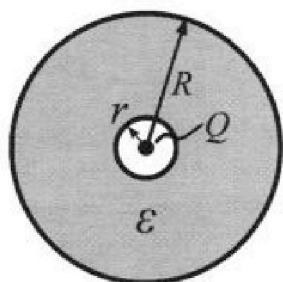


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .



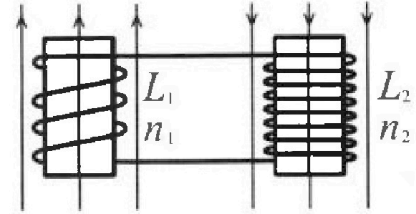
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

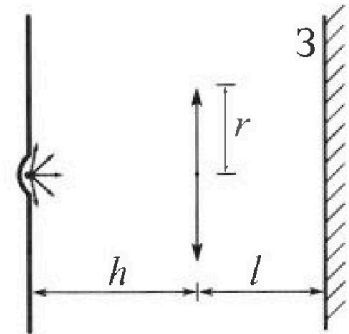


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 Z . 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 $[см^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



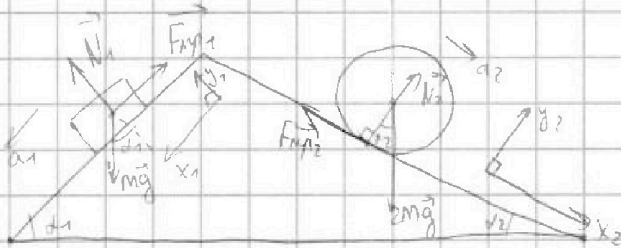
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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 брусок и цилиндр:



1) 3-й закон Ньютона для бруска:

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

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

2) 3-й закон Ньютона для цилиндра:

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

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

3) брусок:

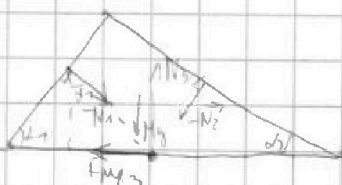
$$y_1: 0 = N_1 - m g \cos \alpha_1 \Rightarrow N_1 = m g \cos \alpha_1 \quad (1)$$

цилиндр:

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

Аппарат или, действующие на клин:

клин в покое \Rightarrow центростремительное ускорение = 0



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

или используем (1) и (2)

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

$$\Rightarrow F_{mp3} = \frac{972}{4225} m g \Rightarrow \boxed{F_{mp3} = \frac{972}{4225} m g}$$



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) Адиабата изотерма равна площади под кривой $\rightarrow S_{123} \rightarrow A_{изотерма} = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0V_0$

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

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

2) В процессе 1-2 температура увеличивается линейно и уже есть максимум. Точкой максимума на максимальной температуре ~~при этом~~ в максимуме $Q=0$:

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

Можем зависимость $p(V)$ в процессе 1-2:

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{3}{2} VRdT + p dV = 0 \quad (1) \\ dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV \quad (2) \end{array} \right.$$

(2) в (1):

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

$$p dV - p_0 dV \cdot 12V_0 + p_0 dV \cdot \frac{p}{p_0} = VRdT$$

$$dV (2p - 12p_0) = VRdT$$

(используем 6 (1))

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

$$6p + 3p - 18p_0 + p = 0 \Rightarrow p = \frac{9}{2} p_0 - 12V_0 T_{max}$$

$$V = 15V_0$$

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



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 недопустима!

→ 2 (мощ.)

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{VR} = \frac{3P_0 - 14V_0}{VR} = \frac{42 P_0 V_0}{2R}$$

↓

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

3) $\eta = \frac{A_{\text{sum}}}{Q_+}$ Q_+ есть на участках 12 и 31. На участке Q_{12} передается тепло

с $8 V_0 = 8 V_0$ до $V_2 = 15 V_0$ (T_{\max}). На 31 передается тепло катоду T_{\max}

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

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

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

$$Q_{12+} = A_{12+} + B U_{12+} = \frac{(4.5 P_0 + 8 P_0)}{2} \cdot 7 P_0 + \frac{3}{2} \left(\frac{135}{2} - 64 \right) P_0 V_0 = \frac{21}{4} P_0 V_0 + \frac{25}{4} \cdot 7 P_0 V_0 = \frac{328}{4} P_0 V_0$$

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

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



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

$$\frac{dP}{dR} P_0 = -\frac{3}{2R^2} \text{ в точке } R_0 = \frac{2R}{3}$$

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

В уравнении: $\frac{dP}{dR} = -\frac{3}{4R^2} \text{ в } R = \frac{2R}{3}$

$$\frac{KQg}{4R^2\varepsilon} = \frac{3P_0}{2R} \Rightarrow P_0 = \frac{3KQ}{2R\varepsilon} \text{ — на расстоянии } \frac{R\varepsilon}{3}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{3KQ}{2R\varepsilon} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{P}{P_0} = f\left(\frac{2R}{3}\right) = -\frac{3}{4} KQ \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{\frac{R}{2}} - \frac{1}{2R\varepsilon} \right) = KQ \left(\frac{2\varepsilon+1}{2R\varepsilon} \right)$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{2 \cdot 2\varepsilon + 1 \cdot 2R\varepsilon}{2R\varepsilon \cdot 3} = \frac{1}{2} \quad 12 = 2\varepsilon + 1$$

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

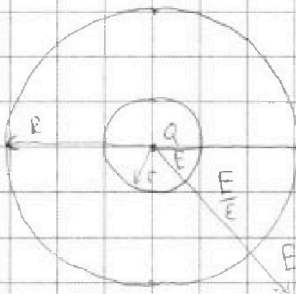


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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 Еомздесь будет складываться в E по формуле Кулона. Найдем E(x)

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

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

$$d\varphi = -E dx \Rightarrow \varphi = -\int_{r_1}^{r_2} E dx$$

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

$$= +\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + 0 + \left(-\frac{5R}{56R} + \frac{1}{6R} \right) \right) = +\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{6R} - \frac{5R}{56R} \right) =$$

$$= -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{-56 + 5 - 6}{56R} \right) = +\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{56+1}{56R} \right)$$

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

~~$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{6R} - \frac{1}{6x} \right)$~~ 2) $\varphi(x)$ при $x \in [r; R]$:

$$\varphi(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{6R} - \frac{1}{6x} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{x(1-\frac{1}{6}) - R}{6xR} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{x(1-\frac{1}{6}) - R}{6xR}$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{(1-\frac{1}{6})xR - (x(1-\frac{1}{6}) - R)R}{6x^2R^2} \quad \text{при } x = \frac{2R}{3} : \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{(\frac{2R}{3})(\frac{5}{6}) - (\frac{2R}{3}(1-\frac{1}{6}) - R)}{6(\frac{2R}{3})^2R^2} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{9}{8R^2}$$

Проверка касательными к заряду в $x = \frac{2R}{3}$ $\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{15Q}{8\pi\epsilon_0 R^2} - \frac{1}{2R} p_0$ ($p_0 \sim d$)

• Если d не дано ~~$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x}$ $\frac{d\varphi}{dx} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2}$ в точке $x = \frac{2R}{3}$~~

$$\Rightarrow \frac{d\varphi}{dx} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x_0^2} = -\frac{1}{x_0} \cdot \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x_0} \quad \text{или } p_0 = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x_0^2} \quad -2\epsilon + 2^{-3}$$



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

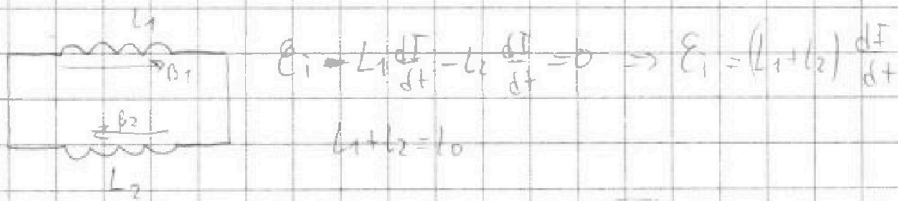
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

24

1) Если ток увеличивается \rightarrow увеличивается поток через катушку \rightarrow возникает \mathcal{E}_i

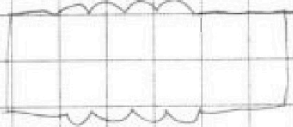
$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -L_0 \frac{dI}{dt} \Rightarrow L_0 \frac{dI}{dt} = \frac{d\Phi}{dt}$$

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



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

2) В обеих катушках изменился $B \Rightarrow$ изменился поток



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

~~изменился ток~~
~~изменился ток~~

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

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

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

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

$$-\frac{n_2 S B_0}{4} = I_2 - I_0$$

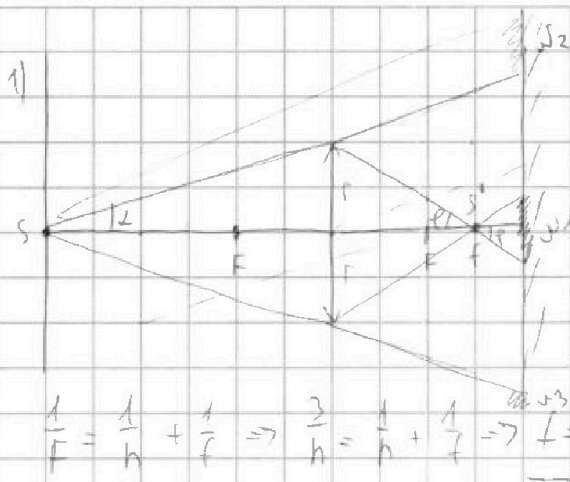
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

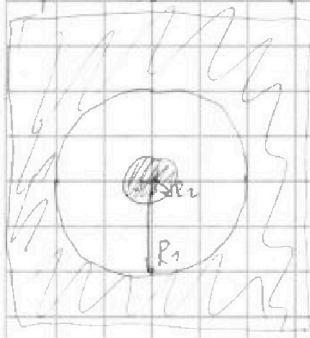
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Нарисуйте крайние лучи (маленький, самый большой симметрично). Крайний луч, не прошедший через линзу не увеличился и направил по зеркалу. Другой пройдет через точку линзы и увеличился.
Найдите изображение источника (луча от него все увеличилось линза), f-расстояние от линзы до изображения

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

Зона S_1 и S_2 закрепляется на увеличивающейся линзе. Зона S_1 закрепляется увеличивающейся линзой. Ответом за будет не закреплено:



Найдите радиусы, используя на рисунке:

$$R_2 = fg_2 (f-f) \quad R_1 = (h+f) fg_1$$

$$fg_2 = \frac{f}{h} ; fg_1 = \frac{f}{h} = \frac{f}{\frac{2}{3}h} = \frac{3}{2} \frac{fg_2}{h}$$

$$R_2 = \frac{2f}{h} \left(\frac{2}{3}h - \frac{1}{2}h \right) = \frac{1}{3}f ; R_1 = \left(h + \frac{2}{3}h \right) \frac{f}{h} = \frac{5}{3}f$$

$$S_{\text{увеличенной части зеркала}} = \pi R_1^2 - \pi R_2^2 = \pi \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) f^2 = \frac{24}{9} \pi f^2 = \frac{24}{9} \pi \cdot 25 = \underline{\underline{\frac{200}{3} \pi}}$$

2) Зеркало будет отображать изображение и можно сказать, что все лучи идут от изображения в зеркале:

↓
наслед. сур.

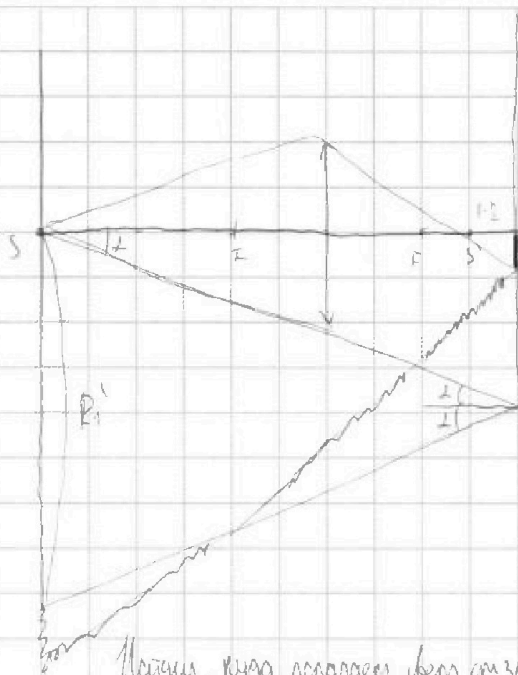


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Исходящая часть луча не будет срезаться на экран. Все световые лучи на экран.

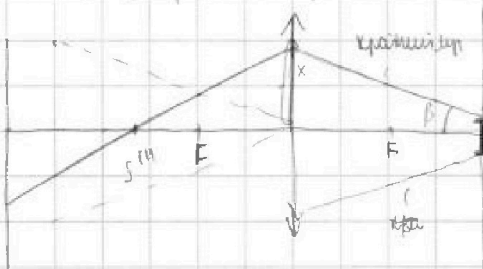
снимается экран

• Лучи, куда попадает не увеличиваются

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

или $R_2 > R_1$ будет зафиксирован от уменьшения экран

Лучи, куда попадает свет от зеркала.



• Пробуем крайний луч (куда падает)

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

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

→ свет увеличится, свет будет уменьшен

Перелом:

Лучи R_2 и R_3 :

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

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

Почти свет от увеличившихся экран:

Лучи на экрану излучения S'

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

$$R_4 = (h - f') \tan \alpha \quad \tan \alpha = \frac{f}{f'} = \frac{f}{5h} = \frac{3}{5} \frac{f}{n} \Rightarrow R_4 = (h - \frac{5}{3} h) \cdot \frac{3}{5} \frac{f}{n} = \frac{4}{5} f$$



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

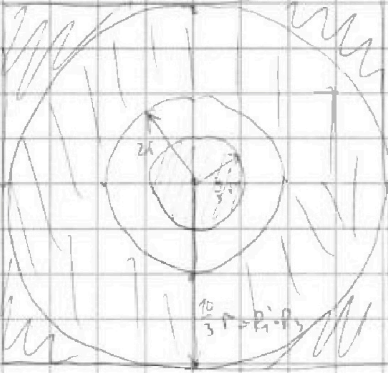
6

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 карманка по сфере:



$$\begin{aligned} S_{\text{сферы}} &= \pi \cdot 4r^2 - \pi \cdot \left(\frac{2}{3}r\right)^2 = \pi r^2 \left(4 - \frac{4}{9}\right) = \\ &= \pi r^2 \cdot \frac{32}{9} = \pi \cdot 25 \cdot \frac{32}{9} = \frac{800\pi}{9} \end{aligned}$$

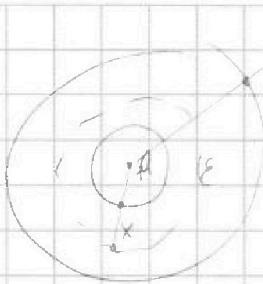


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

$$\int_0^R \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} dx + \int_R^{R_0} \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} dx = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_0} \right)$$

$$U = - \int_{\infty}^R E dx = - \int_{\infty}^R \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} dx = - \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_0} \right)$$

$$C = \frac{Q}{U} = 4\pi \epsilon_0 \frac{R R_0}{R_0 - R}$$

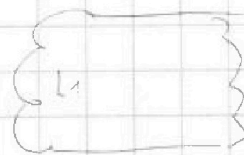
$$U = \int_{R_0}^R E dx = \int_{R_0}^R \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} dx = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} \right)$$

$$Q = C U = - \frac{dP}{dt}$$

$$dQ = -L dI$$

$$\frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{r - \epsilon R}$$

$$\frac{kQ}{r_0} \frac{\epsilon x R}{\epsilon x R}$$



$$-E x + x - R \frac{x(1-\epsilon) - R}{\epsilon x}$$

$$\frac{kQ}{r} \frac{\epsilon x R}{\epsilon x R} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon x R}{\epsilon x R} = \frac{kQ}{r} \frac{\epsilon x R}{\epsilon x R}$$

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

$$\frac{dP}{dt} = n \Phi \alpha$$

$$-E x + x - R \frac{x(1-\epsilon) - R}{\epsilon x}$$

$$E = - \frac{L dI}{dt} \quad R \left(1 - \frac{3}{4} \right)$$

$$I_2 - I_1$$

$$I_2 - I_2$$

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!

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

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

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

$$C_V dT = \frac{3}{2} \nu R dT + P dV$$

$$\frac{5}{2} \nu R dT = 15$$

$$\frac{3}{2} \nu R dT + P dV =$$

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

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

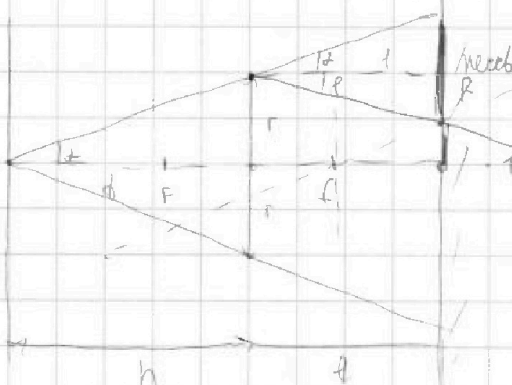
$$P = 6 P_0$$

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

$$4P = 18P_0$$

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

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



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

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

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

$$R_1 = \text{tg } \alpha \cdot (h+l) = \frac{f}{h} (h+l) = \frac{f}{h} (h + \frac{h}{2}) = \frac{3f}{2}$$

$$R_2 = \text{tg } \beta \cdot (h+l) = \frac{2f}{h} (h+l) = 2f (1 + \frac{1}{2}) = 3f$$

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

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

$$h = \frac{16}{25}$$

$$100 - 16$$

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



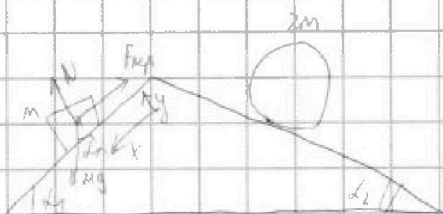
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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:

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

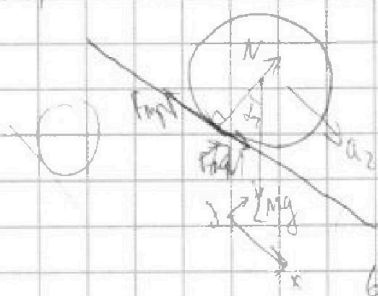
$$y: 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{1}{10} \right) =$$

$$F_{mp1} =$$

$$= \frac{24 - 30}{64} =$$

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

2)



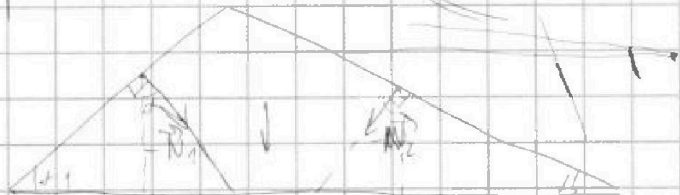
$$x: 2Ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 + F_{mp2}$$

$$F_{mp2} = 2M(a_2 - g \sin \alpha_2) =$$

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

$$F_{mp2} = 2M(g \sin \alpha_2 - a_2) = 2mg \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{4} \right) = \frac{1}{2} mg$$

3)



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

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

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

$$\frac{12}{24} - \frac{2.60}{163}$$

$$\frac{1}{163} - \frac{12}{1690}$$

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

$$8.3 \frac{5}{6} CV_0 T - \frac{3}{2} VR_1 T + p_0 V$$

1.2

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

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

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

$$\frac{15}{3} \cdot \frac{6}{5} =$$

$$\frac{2}{1} - \frac{1}{2} = \frac{6}{5}$$

$$\frac{1}{3} - \frac{1}{2} = \frac{2}{6}$$

$$\frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$$

120	25
120	120
50	50
25	25
3000	3000
2028	2028
972	972
253	253
163	163
25	25
845	845
3380	3380
4225	4225
24	24
24	24
426	426
480	480
600	600
400	400
1	1
2	2
1	1
3	3
3	3