



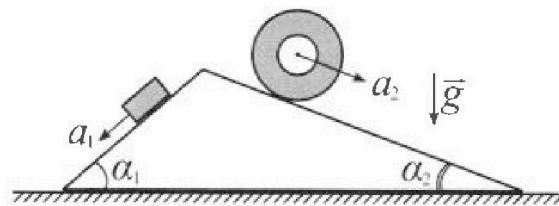
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

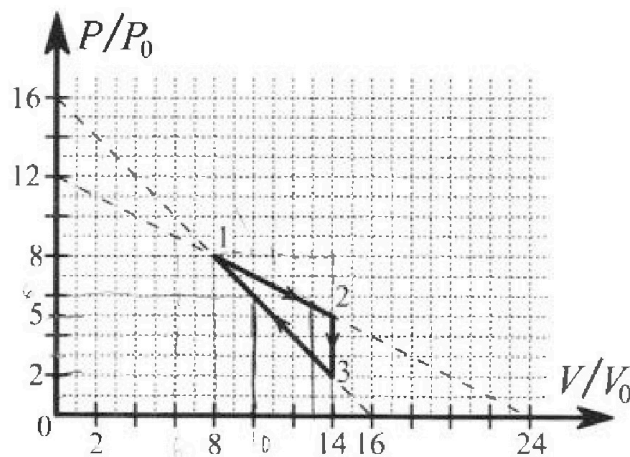
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

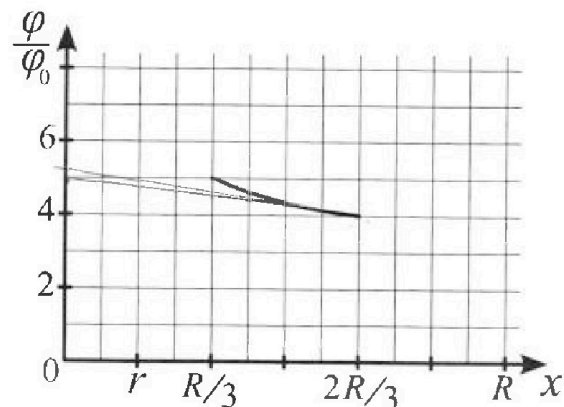
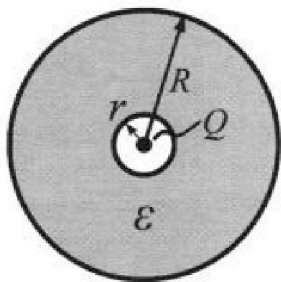


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .



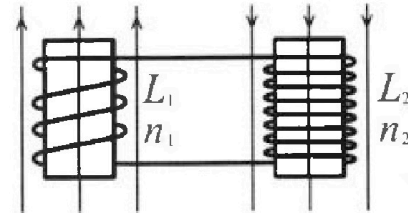
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

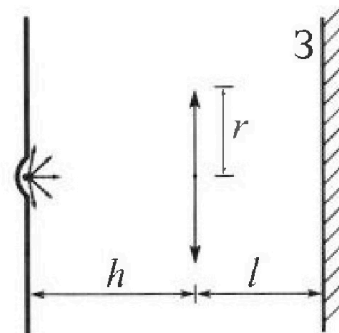


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 $З$. 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.



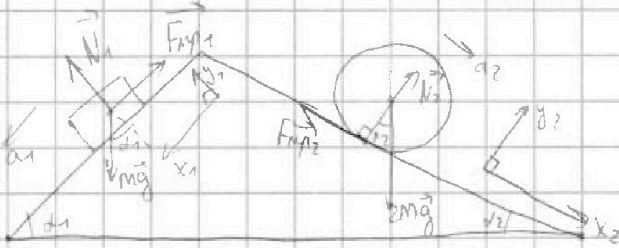
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 при брусок:

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

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

2) 3-й закон Ньютона при цилиндр:

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

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

3) брусок:

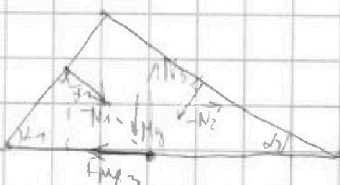
$$y_1: 0 = N_1 - m g \cos \alpha_1 \Rightarrow N_1 = m g \cos \alpha_1 \quad (1)$$

цилиндр:

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

Аппараты или, действующие на клин:

клин в покое \Rightarrow ускорение клина = 0



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

или используем (1) и (2)

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

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

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!

~ 2

1) Адиабата теплоемкость ~~одно~~ $\rightarrow S_{123} \rightarrow A_{адиабата} = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 6V_0 = 9p_0V_0$

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

$$\frac{A_{адиабата}}{A_{адиабата}} = \frac{9p_0 V_0}{9p_0 V_0} = 1$$

2) В процессе 1-2 температура увеличивается линейно и уже есть максимум. Точкой максимума на повороте графика ~~при~~ 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:

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

$$dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV \quad \text{Уг. макс. температуры: } pV = VR T \Rightarrow p dV + V dp = VR dT$$

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

(2) в (1):

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

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

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

(используем 6 (1))

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} V = 15V_0 \end{array} \right.$$

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



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.)

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

↓

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

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

с $8 V_1 = 8 V_0$ го $V_2 = 15 V_0$ (T_{\max}). По 31 находим также T_{\max}

Находим T_{\max} при $V = \frac{5}{8} V_{P=0}$, где $V_{P=0}$ - пересечение ~~уравн~~ 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 $T_{31 \max}$

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

$$Q_{12+} = A_{12+} + B U_{12+} = \frac{(4.5 P_0 + 8 P_0)}{2} \cdot 7 P_0 + \frac{3}{2} \left(\frac{135}{2} - 64 \right) P_0 V_0 = \frac{21}{4} P_0 V_0 + \frac{25}{4} P_0 V_0 = \frac{49}{4} P_0 V_0$$

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

$$\eta = \frac{A_{\text{sum}}}{Q_{31+} + Q_{12+}} = \frac{9 P_0 V_0}{(49 + 64) P_0 V_0} = \frac{9}{113}$$



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

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

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

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

$$\frac{P}{P_0} = \frac{2\epsilon+1}{2R\epsilon} = \frac{1}{2} \quad 12 = 2\epsilon+1$$

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

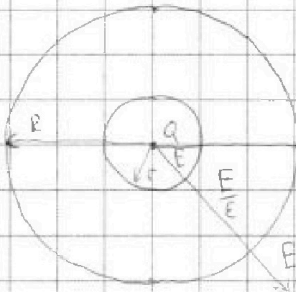


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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

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

$$dP = -E dx \Rightarrow P = -\int_{r_1}^{r_2} E dx$$

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

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

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

1) ~~$E(x)$ при $x \in [r; R]$ $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2} - \frac{dP}{dx} \Rightarrow \frac{dP}{dx} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{2}{x^3}$~~

~~$P(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{5R} - \frac{1}{5x} \right)$~~ 2) $P(x)$ при $x \in [r; R]$:

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

$$\frac{dP}{dx} = -\frac{2}{5} \left(\frac{(1-5)5xR - (x(1-5) - R)5R}{5^2 x^2 R^2} \right) \quad \text{при } x = \frac{2R}{5} : \frac{dP}{dx} = -\frac{2}{5} \left(\frac{5R^2 \cdot 9}{5R^2 \cdot 4R^2} \right) = +\frac{9}{5R^2}$$

Проблема заключается в заряде в $x = \frac{2R}{5}$, $\frac{dP}{dx} = \frac{15R^2}{2R^2} - \frac{1}{2R^2} P_0$ ($P_0 \sim x$)

• Если бы не было зарядов $P = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2} \Rightarrow \frac{dP}{dx} = -\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^3}$ в точке $x = \frac{2R}{5} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{dP}{dx} = -\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^3} = -\frac{1}{x^3} \cdot \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0} \text{ при } x_0$$

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



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

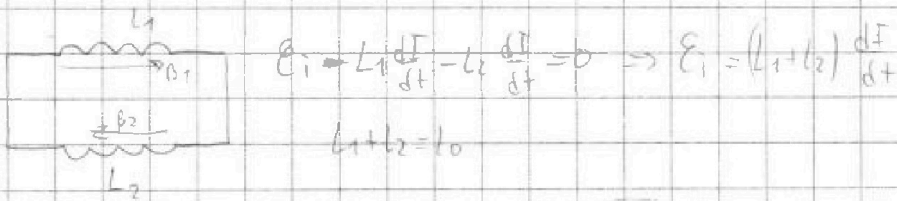
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

24

1) Кольцо уменьшается \rightarrow увеличивается поток через катушку \rightarrow возникает \mathcal{E}_i

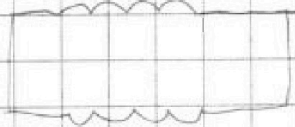
$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -L_0 \frac{dI}{dt} \Rightarrow L_0 \frac{dI}{dt} = \frac{d\Phi}{dt}$$

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



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

2) В обеих катушках изменилась $B \Rightarrow$ изменились потоки



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

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

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

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

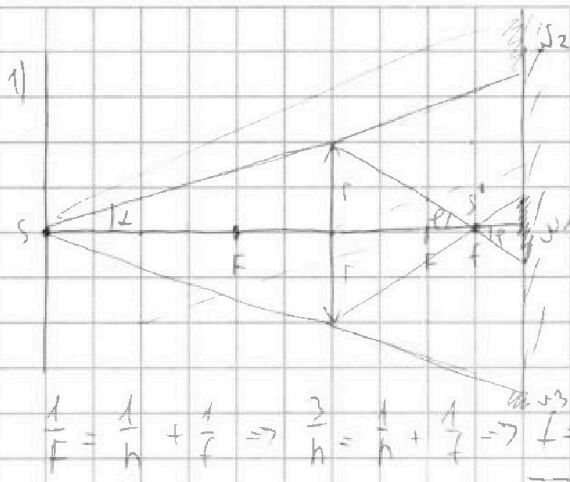
$$-\frac{n_2 S B_0}{L_2} = I_2 - I_0$$



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!

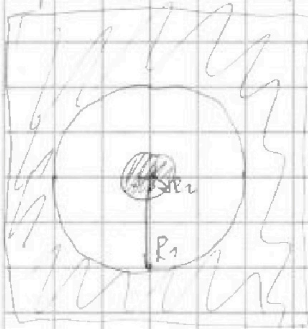


Нарисуйте крайние лучи (маленький, самый большой симметрично). Крайний луч, не прошедший через линзу не увеличился и направил по зеркалу. Другой пройдет через точку линзы и увеличился.

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 $\Delta 2$ и $\Delta 3$ закрывается не увеличившимися лучами. Зона $\Delta 1$ закрывается увеличившимися лучами. Ответом за Δ будет не заштриховано:



Найдем радиусы, используя на рисунке:

$$R_2 = h \cdot \text{tg} \alpha \quad R_1 = (h + l) \cdot \text{tg} \alpha$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{r}{h} \quad \text{tg} \alpha = \frac{r}{h + \frac{h}{2}} = \frac{r}{\frac{3}{2}h} = \frac{2r}{3h}$$

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

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

2) Зримо будет отображаться изображение и можно сказать, что все лучи идут от изображения в зритель:

↓
наслед стр.

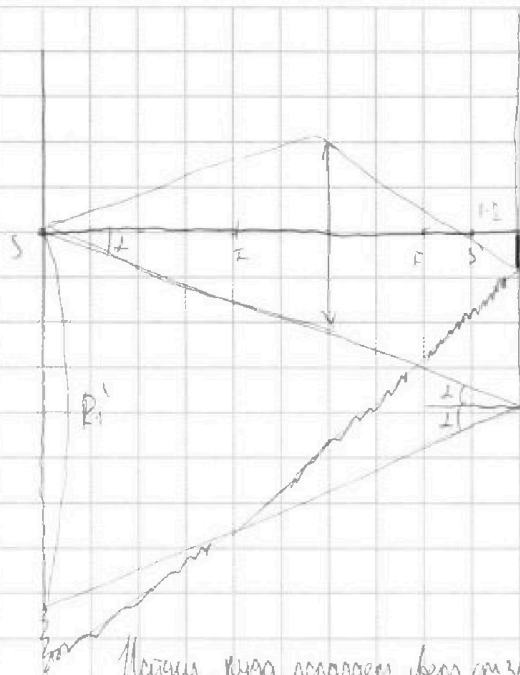


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Сжимающая линза упрощает по дуге экраном на стену. Все световые лучи на экрану.

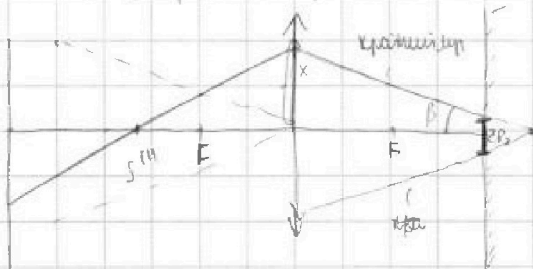
сжимающая линза

• Лучи, куда попадают не увеличиваются

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

или $R_2 > R_1$ будет за счет от расходящихся лучей

Лучи, куда попадают от зеркала.



• Пробуем увидеть луч (куда попадает)

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

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

→ лучи расширяются, лучи уходят без увеличения

Переломим:

Лучи R_2 и R_3 :

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

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

лучи все отходят от расходящихся лучей:

лучи на нормальную экраном S'

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

$$R_4 = (h - f') \cdot \tan \alpha \cdot \tan \alpha = \frac{f}{f'} = \frac{f \cdot n}{5h} = \frac{9}{5} \frac{f}{n} \Rightarrow R_4 = (h - \frac{5}{3} h) \cdot \frac{9}{5} \frac{f}{n} = \frac{4}{5} f$$



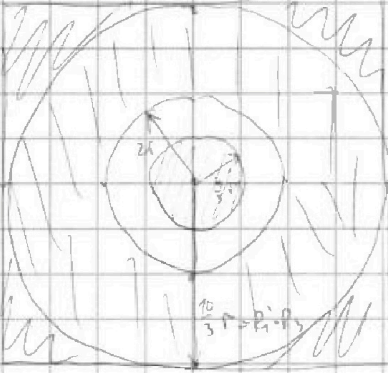
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Итого кармашка по окружности:



$$\begin{aligned} S_{\text{вышечки}} &= \pi \cdot 10^2 - \pi \cdot \left(\frac{10}{3}\right)^2 = \pi \cdot 10^2 \left(1 - \frac{1}{9}\right) = \\ &= \pi \cdot 10^2 \cdot \frac{8}{9} = \pi \cdot 100 \cdot \frac{8}{9} = \frac{800\pi}{9} \end{aligned}$$

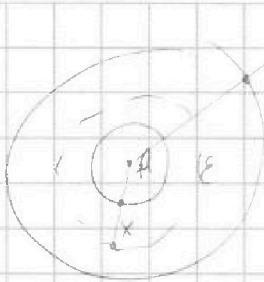


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

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

$$\int_R^{R_0} \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} dx = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left[-\frac{1}{x} \right]_R^{R_0} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} \right)$$

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

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

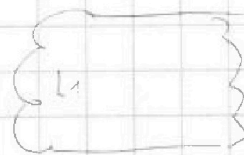
$$C = 4\pi \epsilon_0 \frac{R R_0}{R_0 - R}$$

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

$$dQ = -L dI$$

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

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



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

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

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

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

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

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

$$I_2 - I_1 = I_2 - I_2$$

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!

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

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

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

$$C_V dT = \frac{3}{2} \nu R dT + P dV \quad -P dV - 12P_0 dV + P_0 dV - \frac{P}{P_0} P dV = \frac{3}{2} \nu R dT$$

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

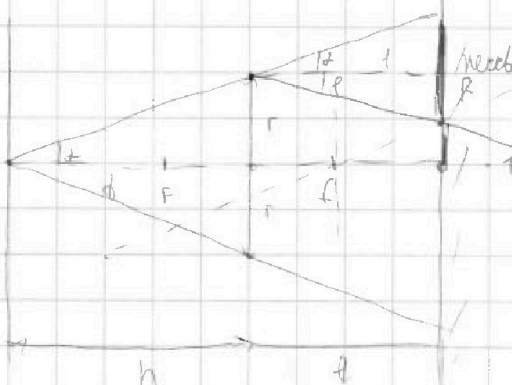
$$\frac{3}{2} \nu R dT = 2dV (P - 6P_0) + P dV$$

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

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

$$4P = 18P_0 \quad P = \frac{9}{2} P_0$$

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



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

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

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

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

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

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

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

$$100 - 16$$

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

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.

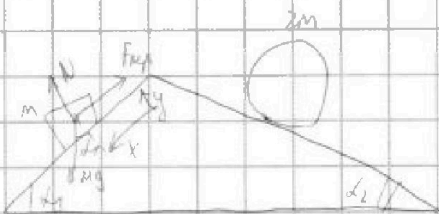


1 2 3 4 5 6 7

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:

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

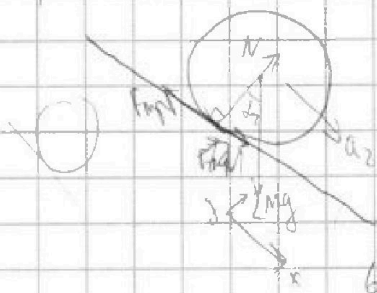
$$y: 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{1}{10} \right) =$$

$$F_{mp1} =$$

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

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

2)



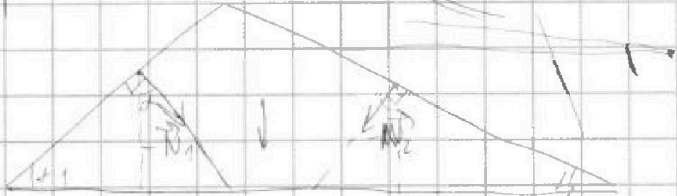
$$x: 2Ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 + F_{mp2}$$

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

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

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

3)



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

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

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

Handwritten calculations for part 3, including a table of values and a differential equation:

1	25
160	120
12	50
338	25
1690	3000
2028	2028
	972
	25
	160
	25
	845
	3380
	4225

$dp = -\frac{p_0}{2V_0} dV$
 $p(V) = 12p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$
 $8 \cdot 3 \cdot \frac{5}{6} CV_0 T = \frac{3}{2} VR_1 T + p(V)V$

→

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

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

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

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

$$\frac{2}{1} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{1}$$

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

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

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

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

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

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

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

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