



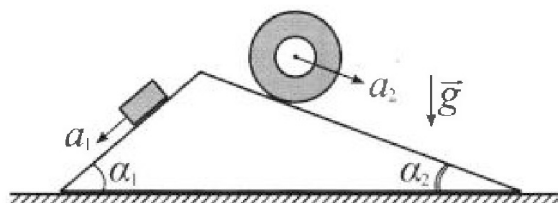
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

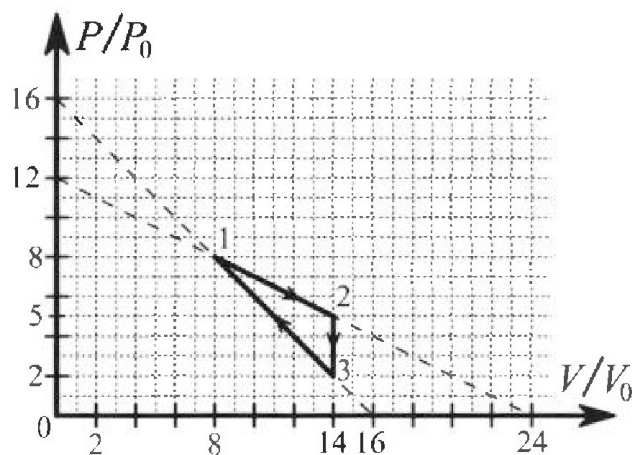


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

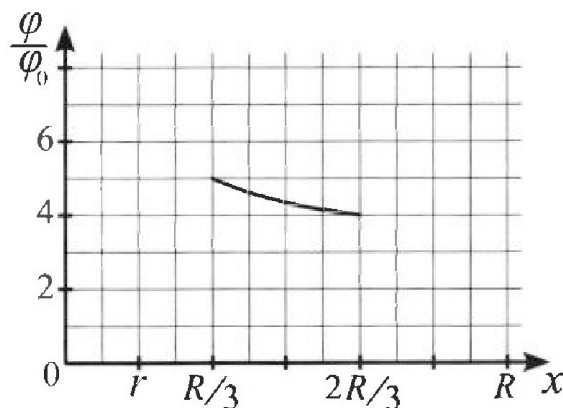
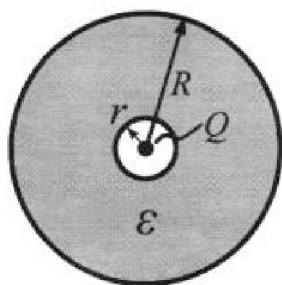
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .



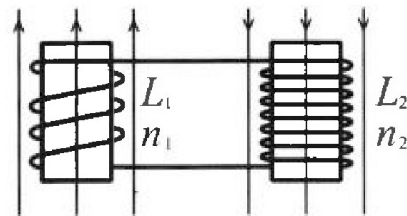
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

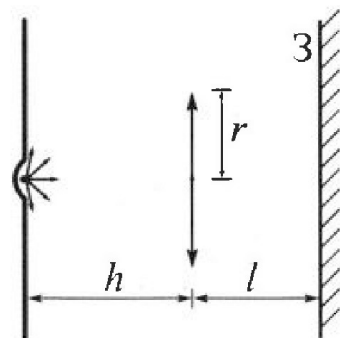


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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

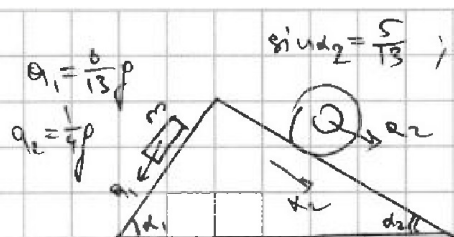


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

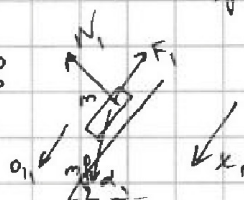
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!



$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}; \sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

Рассмотрим силы, действующие на брусок:



Запишем 2 з.Н. на ось x_1 : $mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma_1$

$$F_1 = m(r \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(\frac{3}{5}r - \frac{6}{13}r\right) = \frac{9}{65}mr$$

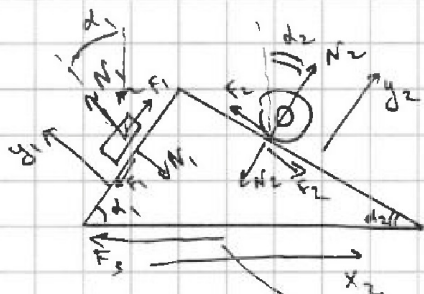
Цилиндр скользит без проскальзывания $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ мин. укл. = 0. Используем Теорему о рвн. укл:

$$0.6 \times 2mr \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$$

$$F_2 = 2m(r \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{7}{26}mr$$

Рассмотрим силы, действующие на клин:



Ось y_2 для цилиндра:

$$\begin{aligned} \text{2 з.Н.: } N_2 - 2mr \cos \alpha_2 &= 0 \\ N_2 &= 2mr \cos \alpha_2 \end{aligned}$$

Ось y_1 для бруска:

$$\begin{aligned} \text{2 з.Н.: } N_1 - mg \cos \alpha_1 &= 0 \\ N_1 &= mg \cos \alpha_1 \end{aligned}$$

выберем любое направление F_3 . В силе после преобразований, оно получится отрицательным, то есть направл. противоположно выбранному

Ось x_2 для клина:

$$\text{2 з.Н.: } -F_3 + N_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 = M_{\text{клин}} \cdot 0 = 0$$

см. стр. 2

т.к. клин



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!

$$F_3 = m g \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{7}{26} m g \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65} m g \cdot \frac{4}{5} - 2 m g \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{5}{13} = -\frac{6}{65} m g$$

Значит, F_3 направ. в противоположную сторону. $F_3 = \frac{6}{65} m g$

$$\text{Ответ: } 1) F_1 = \frac{9}{65} m g; 2) F_2 = \frac{7}{26} m g; 3) F_3 = \frac{6}{65} m g$$



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!

1) из графика $| \Delta U_{12} | = \frac{3}{2} | 14 V_0 \cdot 5 p_0 - 8 p_0 \cdot 8 V_0 | = 6 p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2}$
 $\Delta U_{цикла} = \oint \Delta U = \frac{1}{2} \cdot 3 p_0 \cdot 6 V_0 = 9 p_0 V_0$
 $\frac{|\Delta U_{12}|}{\Delta U_{цикла}} = 1$

2) Исследуем процесс 1-2. Сначала составим

уравнение зависимости $p(V)$: $p = 12 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} \cdot V$

$$pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{1}{\nu R} \cdot pV$$

$$T(V) = \frac{1}{\nu R} \cdot \left(12 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} V \right) V$$

Исследуем ф-ту $T(V)$ на максимум:

$$T'(V) = \frac{12 p_0}{\nu R} - \frac{p_0}{\nu R} V$$

Приравняв к нулю получим $V = 12 V_0$ - объём, при котором достигается максимальная температура. $\rightarrow p = 12 p_0 - \frac{p_0}{2 V_0} \cdot 12 V_0 = 6 p_0$

$$T_{\text{max}} = \frac{1}{\nu R} \cdot 12 V_0 \cdot 6 p_0 = \frac{72 p_0 V_0}{\nu R}$$

состояние 3: $14 V_0 \cdot 2 p_0 = \nu R T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{28 p_0 V_0}{\nu R}$

$$\frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{72}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

3) Исследуем процесс 1-2 на касание ~~его~~ адиабат-

ной точки, где изменяется то, что ~~теплота~~

меняется с ~~нагревом~~ теплоты на увеличение, на теплоту охлаждения.

см. стр. 2



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 2

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

Чтобы найти точку касания графика, запишем $\delta Q = 0$ в этой точке: $\delta Q = \delta A + dU$; $dU = \frac{5}{2} d(VRT) = \frac{5}{2} p dV + \frac{5}{2} dVp$; $\delta A = p dV$. Получаем:

$$\frac{5}{2} p dV = -\frac{5}{2} V dp \Rightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{5}{3} \frac{dV}{V}$$

В процессе 1-2: $\frac{dp}{p} = -\frac{p_0}{2V_0} dV$, то есть

$$\frac{p_0}{2V_0} = \frac{5}{3} \frac{p}{V} \Rightarrow p = \frac{3}{10} \frac{V}{V_0} p_0. \text{ Подставив в ур-е процесса 1-2:}$$

$$\frac{3}{10} \frac{V}{V_0} p_0 = 12 p_0 - \frac{p_0}{2V_0} V$$

$$\frac{3}{10} V = 12 V_0 - \frac{V}{2} \Rightarrow V \cdot \frac{4}{5} = 12 V_0 \Rightarrow V = 15 V_0. \text{ Но в}$$

нашем случае газ не достигает такого объема, а значит в процессе 1-2 газ всегда

получал тепло ~~и есть~~ $Q_{12} = \Delta U_{12} + \frac{5p_0 + 5p}{2} \cdot 6V_0 =$

$$= 9p_0V_0 + 39p_0V_0 = 48p_0V_0 \quad Q_1 = \Delta U_{12} + \frac{5p_0 + 5p}{2} \cdot 6V_0 = 48p_0V_0$$

$$\frac{Q_1}{Q_{12}} = \frac{9p_0V_0}{48p_0V_0} = \frac{3}{16}$$

А теперь процесс 1-3: $p = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$

Аналогично, $\frac{dp}{p} = -\frac{5}{3} \frac{dV}{V} \Rightarrow \frac{5}{3} \frac{p}{V} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow p = \frac{3}{5} p_0 \cdot \frac{V}{V_0}$

$$\frac{3}{5} p_0 \cdot \frac{V}{V_0} = 16p_0 - \frac{p_0}{V_0} V \Rightarrow \frac{8}{5} V = 16 V_0 \Rightarrow V = 10 V_0.$$

Значит, ~~кон-во тепла~~ $Q_{13} = \Delta U_{13} = \frac{5}{2} (p_0 V_0 - p_3 V_3) = \frac{5}{2} (p_0 V_0 - \frac{3}{5} p_0 \cdot 10 V_0) = \frac{5}{2} (1 - 6) p_0 V_0 = -\frac{25}{2} p_0 V_0$

Тогда, $Q_k = Q_1 + Q_2 = 80 p_0 V_0$

$$\eta = \frac{80 p_0 V_0}{200 p_0 V_0} = \frac{4}{10} = 0.4 \quad \text{Ответ: 1) } \frac{18}{7}; 2) \frac{18}{7}; 3) \frac{9}{80}$$



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!

Введем некоторое $\epsilon_0 = \frac{k}{\epsilon}$ для удобства записей

- 1) ~~Попробуем найти~~ Попробуем, что на внутренней оболочке диэлектрика, образуется заряд $-Q$, а на внешней $+Q$. Тогда,

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ}{\epsilon R} \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{если } x > R \\ \uparrow \quad \quad \quad \uparrow \quad \quad \quad \uparrow \\ \text{для шара} \quad \text{для внутр.} \quad \text{для внешн. пов.} \\ \quad \quad \quad \text{обол.} \end{array}$$

$$\text{Тогда, } \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{6}{5\epsilon} + \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{1}{5\epsilon} \right),$$

~~Из графика~~ ~~если $x < \frac{5R}{6}$~~

$$\text{если } x < \frac{5R}{6}: \varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon R} - \frac{kQ}{\epsilon x} + \frac{kQ}{x}$$

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{6kQ}{5R} - \frac{kQ}{\epsilon \frac{5R}{6}}$$

- 2) Из графика $\epsilon = \frac{R}{b}$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kQ}{2\epsilon R}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{\frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ}{\epsilon R}}{\frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kQ}{2\epsilon R}} = \frac{\frac{1}{\epsilon} + 3 - \frac{3}{\epsilon}}{\frac{1}{\epsilon} + \frac{3}{2} - \frac{3}{2\epsilon}} = \frac{3 - \frac{2}{\epsilon}}{\frac{3}{2} - \frac{1}{2\epsilon}}$$

$$5 \cdot \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2\epsilon} \right) = 4 \cdot \left(3 - \frac{2}{\epsilon} \right)$$

$$\frac{15}{2} - \frac{5}{2\epsilon} = 12 - \frac{8}{2\epsilon} \Rightarrow \frac{16-5}{2\epsilon} = \frac{24-15}{2} \Rightarrow \frac{11}{2\epsilon} = \frac{9}{2} \Rightarrow \epsilon = \frac{11}{9}$$

Ответ: 1) $\frac{5R}{6} < x: \varphi = \frac{kQ}{\epsilon R} + \frac{6kQ}{5R} - \frac{kQ}{\epsilon \frac{5R}{6}}$; $\frac{5R}{6} > x: \varphi = \frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{1}{5\epsilon} \right)$

2) $\epsilon = \frac{11}{9}$



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) из закона Фарадея: $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{d(BS)}{dt} = -2\dot{S}$
 $|\mathcal{E}| = 2\dot{S} = (L + 16L)\dot{y} \Rightarrow \dot{y} = \frac{2\dot{S}}{17L}$
↑
т.к. номер сол.

2) Поток в катушках сохраняется, так как сфера,
а значит, угловое то, это из закона ток в
катушке $\Phi_{\text{вс}} = 0$: $B_0 n S + 3B_0 \cdot 4n S =$
 $= \frac{B_0}{3} n S + \frac{9B_0}{4} \cdot 4n S + 17L\dot{y}$, так как $\Phi_{\text{кат}} = L\dot{y}$.
 $13B_0 n S = \frac{28}{3} B_0 n S + 17L\dot{y} \Rightarrow 17L\dot{y} = \frac{11}{3} B_0 n S$
 $\dot{y} = \frac{11 B_0 n S}{51L}$

Ответ: 1) $\frac{2\dot{S}}{17L}$ / 2) $\frac{11 B_0 n S}{51L}$

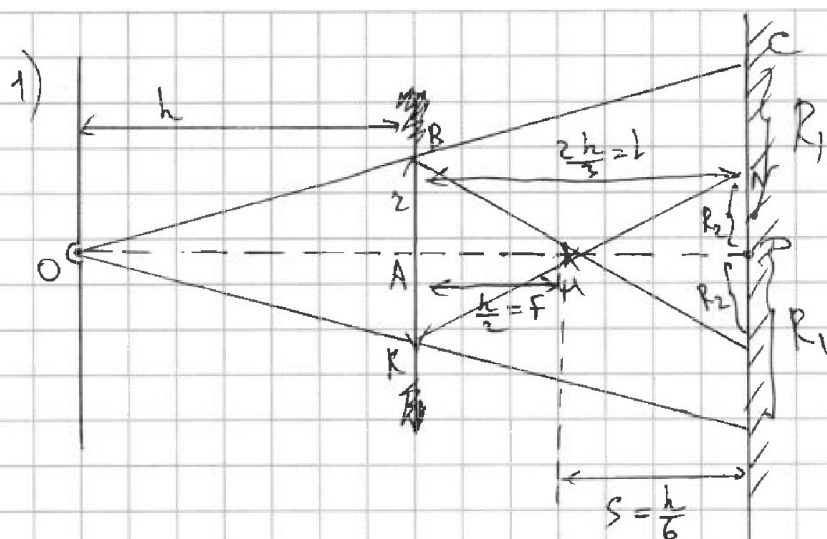


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Запишем формулу тонкой линзы: $\frac{3}{h} = \frac{1}{h} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{h}{2}$

$$s = l - f = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}$$

Понятно, что свет, не попадающий на линзу
 всё равно попадает на зеркало, причём именно
 так, что остаётся неосвещённой (если не
 считать пока это влияние линзы) только

окружность радиуса R_1 . Из подобия $\triangle OAB$ и $\triangle OXC$:

$$\frac{h}{2} = \frac{h + \frac{2h}{3}}{R_1} \Rightarrow R_1 = 2 \cdot \frac{5}{3}$$

Из подобия $\triangle AKI$ и $\triangle XNI$: $\frac{2}{\frac{h}{2}} = \frac{R_2}{\frac{h}{6}} \Rightarrow R_2 = \frac{2}{3}$,

именно такого радиуса будет орта освещённая
 часть зеркала, которая появляется из-за линзы (остальные
 лучи идут под меньшим углом к оптической оси,
 очевидно, попадают в эту окружность). Тогда площадь неосвещённой части зеркала

$$S = \pi(R_1^2 - R_2^2) = \pi \left(\left(\frac{10}{3} \right)^2 - \left(\frac{2}{3} \right)^2 \right) = \frac{8}{3} \pi \cdot 25 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$$



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
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!

Например, луч, проходящий через "край" линзы: u_2 и при этом не прелом. ей

по формуле Δ -об: $\frac{z}{\frac{2h}{3} + \frac{h}{6}} = \frac{R_5}{h + \frac{2h}{3} + \frac{h}{6}} \Rightarrow R_5 = z \cdot \frac{11}{5} < \frac{10}{3} z = R_3$

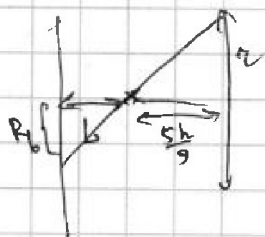
то есть пока это освещена вся стена, кроме круга радиуса R_5

Теперь рассмотрим луч, который проходит через "край" линзы

и при этом преломляется в ней:

по формуле тонкой линзы: $\frac{3}{h} = \frac{1}{\frac{h}{6} + \frac{2h}{3}} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{5}{9} h$

Изобразим это



$$b = h - \frac{5h}{9} = \frac{4h}{9}$$

из подобия Δ -об: $\frac{z}{\frac{4h}{9}} = \frac{R_6}{\frac{4h}{9}} \Rightarrow R_6 = z \cdot \frac{4}{5}$

То есть, $S' = \pi (R_6^2 + R_5^2) = \pi z^2 \cdot \frac{121-16}{25} = \frac{21}{5} \pi z^2 = 105 \pi \text{ см}^2$

Отв: 1) $\frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$; 2) $105 \pi \text{ см}^2$

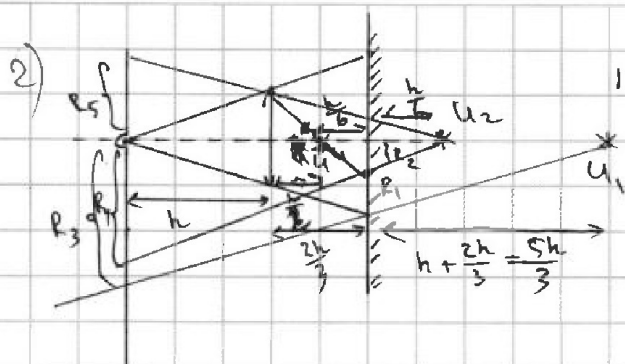


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!



те лучи, которые не попадают на линзу формируют в зеркале изображение U_2 , находящееся на расстоянии $h + \frac{2h}{3} = \frac{5h}{3}$ от зеркала.

Из подобия треугольников:

$$\frac{R_3}{\frac{5h}{3} \cdot 2} = \frac{R_1}{\frac{5h}{3}} \Rightarrow R_3 = 2R_1 = \frac{10}{3}r$$

те лучи, которые попадают на линзу, формируют в зеркале изображение U_1 , находящееся на расстоянии $S = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}$ от зеркала.

Из подобия Δ -ов: $\frac{R_2}{\frac{h}{6}} = \frac{R_4}{\frac{h}{6} + h + \frac{2h}{3}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow R_4 = R_2 \cdot \frac{\frac{h}{6} + h + \frac{2h}{3}}{\frac{h}{6}} = 11R_2 = \frac{11}{3}r > R_3$

Значит, пока это не освещённой частью является круг радиусом $R_3 = \frac{10}{3}r$. Но не стоит забывать, что изображение U_2 будет ^{или не будет} создавать изображение U_3 в линзе (U_1 не будет, так как лучи идут мимо линзы). Проверим, создаёт ли U_2

изображение: $\frac{R_2}{\frac{h}{6}} \vee \frac{r}{\frac{2h}{3} + \frac{h}{6}}$
 $2 > \frac{6}{5} \Rightarrow$ лучи, выходящий из зеркала

под максимальным углом не попадают на линзу, но существуют всевозможные другие лучи.

см. стр. 3



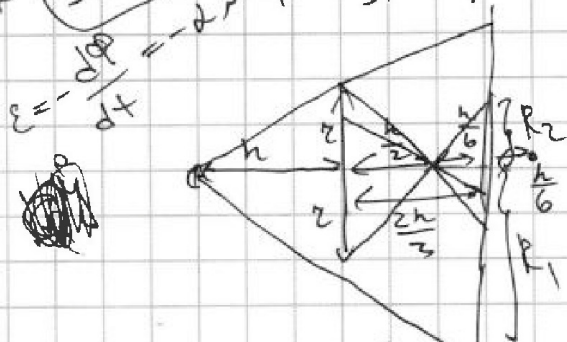
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
11 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!

$$\frac{3}{n} = \frac{1}{n} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{n}{2}$$
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3f} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{3}{2} F = \frac{3}{2} \cdot \frac{n}{3} = \frac{n}{2}$$



$$-\frac{kQq}{x} + \frac{kQq}{R} + \frac{kQq}{x} = 0$$

$$\frac{h}{\varepsilon} = \frac{h+2h}{R_1}$$

$$1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}$$

$$R_1 = 2 \cdot \frac{h+2h}{h} = 2 \cdot \frac{5}{3}$$

$$Q = bY$$
$$Q = B \cdot S = \mu_0 n I S$$
$$B = \mu_0 n I$$

$$\frac{h}{2r} = \frac{h}{6R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{r}{3}$$

$$S = \pi (R_1^2 - R_2^2) = \pi \left(\left(\frac{25}{9} \right) - \left(\frac{1}{9} \right) \right) =$$
$$= \pi r^2 \cdot \frac{24}{9} = \frac{24 \cdot 25}{9} \pi =$$
$$= \frac{600}{9} \pi = \frac{200}{3} \pi$$

$$-\frac{6}{5\varepsilon} + \frac{5}{5\varepsilon}$$

$$B_0 n S + 19 B_0 n S$$

$$13 B_0 n S = \frac{28}{3} B_0 n S + 17 b Y$$

$$\frac{11}{\varepsilon} = 9$$

$$\varepsilon = \frac{11}{9}$$

$$\frac{39-28}{3} B_0 n S = 17 b Y$$

$$\frac{11}{3} B_0 n S = 17 b Y$$

$$\frac{\frac{1}{6} + 1 + \frac{2}{3}}{\frac{1}{6}} = \frac{1+6+4}{2} = 11$$

$$\frac{6kQ}{5R} - \frac{6kQ}{5\varepsilon R} + \frac{kQ}{\varepsilon R} = \frac{6}{4h+h} = \frac{6}{5h}$$

$$\frac{kQ}{R} \left(\frac{6}{5} - \frac{6}{5\varepsilon} + \frac{1}{\varepsilon} \right)$$

$$2 \sqrt{\frac{6}{h}} = \frac{27}{5}$$

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{kQ}{x} - \frac{kQ}{\varepsilon x}$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{3kQ}{R} - \frac{3kQ}{\varepsilon R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 = \frac{kQ}{\varepsilon R} + \frac{3kQ}{2R} - \frac{3kQ}{\varepsilon R}$$

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
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

2

$$|\Delta U_{12}| = |14 \cdot 5 - 8 \cdot 8| = 6 p_0 V_0$$

$$\frac{8+5}{2} \cdot 6 = (8+5) \cdot 3 = 39$$

$$A_{\text{гидр}} = 3 p_0 \cdot \frac{1}{2} = 6 p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$\frac{3}{2} (60-28) - \frac{6+2}{2} \cdot 4 = \frac{3}{2} \cdot 32 - 16 = 3 \cdot 16 - 16 = 2 \cdot 16 = 32 p_0 V_0$$

$$Q_H = 80 p_0 V_0$$

$$Q_x = \frac{3}{2} \cdot 14 V_0 = 3 p_0 V_0$$

$$1-2: p = 12 p_0 - \frac{1 p_0}{2 V_0} V \quad ; \quad \frac{dp}{dV} = -\frac{p_0}{2 V_0}$$

$$3 \cdot 7 \cdot 3 =$$

$$= 8 \cdot 7 = 63$$

$$V = 14 V_0 \Rightarrow p = 12 p_0 - 7 p_0 = 5 p_0$$

$$63 + 8 = 71$$

$$Q_H = \frac{3}{2} (60 + 64) - \frac{8+6}{2} \cdot 2 = \frac{3}{2} \cdot 124 - 14 = 186 - 14 = 172$$

$$12 p_0 - p_0 \frac{V}{V_0} = 0 \quad \frac{8}{5} V = 16 V_0 \quad V = 10 V_0$$

$$V = 12 V_0 \quad p = 6 p_0 \quad \frac{3}{5} V = 6 V_0 - V$$

$$\frac{3}{147+9}$$

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

$$Q_H = \frac{3}{2} (60-28) - \frac{6+2}{2} \cdot 4 =$$

$$\frac{3}{2} \cdot 14 \cdot 3 + \frac{3}{2} (64-28) + \frac{8+6}{2} \cdot 2 = 3 \cdot 7 \cdot 3 + \frac{3}{2} \cdot 36 + 30$$

$$= 3 \cdot 7 \cdot 3 + \frac{3}{2} \cdot 36 + 30$$

$$97 = 63$$

$$\delta Q = \delta A + dU \quad Q_x = \frac{3}{2} (60-64) + \frac{8+6}{2} \cdot 2 =$$

$$\delta Q = 0 = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} dp V = \frac{3}{2} \cdot (-4) + 14 =$$

$$5 p dV = -3 dp V = 14 - 6 = 8$$

$$\frac{5}{3} \frac{p}{V} = \frac{p_0}{2 V_0}$$

$$Q_H = \frac{3}{2} (64-60) - \frac{8+6}{2} \cdot 2 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 4 =$$

$$\frac{3}{10} V = 12 V_0 - \frac{V}{2} \Rightarrow V \left(\frac{3}{10} + \frac{1}{2} \right) = 12 V_0 \quad V \cdot \frac{4}{5} = 12 V_0 \Rightarrow V = 15 V_0$$

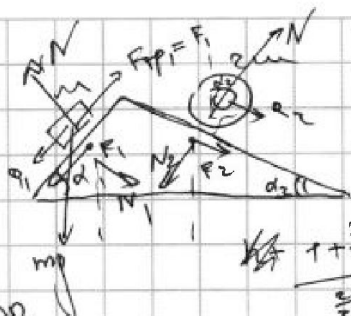


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!



$$a_1 = \frac{6g}{13}; a_2 = \frac{g}{4}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{5}{13}$$

$$F_1 = \frac{2}{5} \cdot 2mg$$

$$F = 2mg$$

$$\frac{1 + \frac{2}{3} + \frac{1}{6}}{\frac{5}{3} + \frac{1}{6}} = \frac{6+4+1}{1+4} = \frac{11}{5}$$

$$mg \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1 = ma_1$$

$$F_1$$

$$\frac{3}{5} - \frac{6}{13} = \frac{39-30}{5 \cdot 13} = \frac{9}{65}$$

$$\sum F_{y1} = 0$$

$$\sum F_{y2} = 0$$

$$\frac{33}{15} \sqrt{\frac{50}{15}}$$

$$\sum F_{y3} = 0$$

$$\mu \text{ поск.} \rightarrow v_y = 0$$

$$F_1 = m(p \sin \alpha_1 - a_1) = m\left(\frac{3}{5}g - \frac{6g}{13}\right) = \frac{9}{65}mg$$

$$\frac{3}{5} = \frac{1}{5} + \frac{6}{5h} = \frac{1}{5} + \frac{6}{5h}$$

$$2mg \sin \alpha_2 - F_2 = 2ma_2$$

$$\frac{5}{13}g - \frac{g}{4} =$$

$$= \frac{5}{13} - \frac{1}{4} = \frac{20-13}{13 \cdot 4} = \frac{7}{52}$$

$$\frac{15-6}{5h} = \frac{1}{5h} = \frac{9}{5h} \Rightarrow \frac{1}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$F_2 = 2m(p \sin \alpha_2 - a_2) =$$

$$= \frac{7}{26}mg$$

$$= \frac{7}{26}mg$$

$$\frac{5}{13}g - \frac{1}{4} = \frac{20-13}{13 \cdot 4} = \frac{7}{52}$$

$$N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}mg$$

$$78 = 13 \cdot 6$$

$$\frac{3}{5} - \frac{6}{13} = 6\left(\frac{1}{10} - \frac{1}{13}\right) = 6 \cdot \frac{3}{130} = \frac{9}{65}$$

$$N_2 = mg \cos \alpha_2 = \frac{12}{13}mg$$

$$120$$

$$N_1 \cos \alpha_1 - N_2 \cos \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 =$$

$$= \frac{12 \cdot 13 - 36}{13 \cdot 25} - \frac{9 \cdot 8}{169} =$$

$$= \frac{4}{5}mg \cdot \frac{3}{5} - \frac{12}{13}mg \cdot \frac{5}{13} + \frac{7}{26}mg \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{65}mg \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= \frac{120}{13 \cdot 25} - \frac{6}{13} =$$

$$= \frac{12}{25} - \frac{60}{169} + \frac{42}{169} - \frac{27}{25 \cdot 13} = \frac{12 \cdot 13 - 27}{25 \cdot 13} - \frac{18}{169} = \frac{29}{25 \cdot 13} - \frac{18}{18 \cdot 13} =$$

$$= \frac{24}{5 \cdot 13} - \frac{6}{13} =$$

$$= \frac{24-30}{5 \cdot 13} = -\frac{6}{65}$$

$$\frac{105}{25} = \frac{21}{5}$$

$$\frac{21}{5} \cdot 25 =$$