



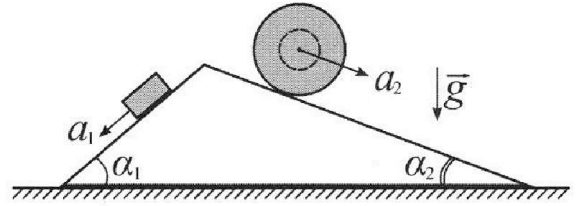
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

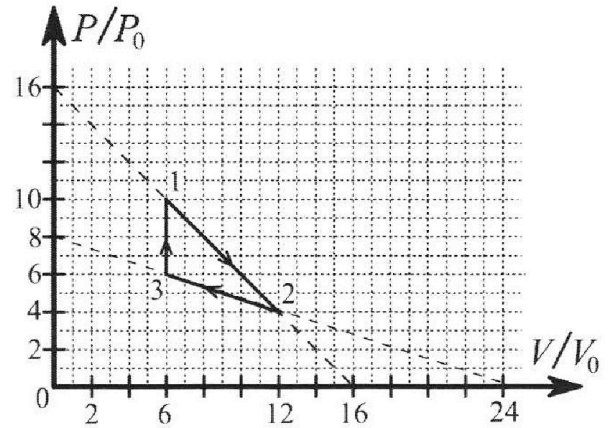
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). 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 шаром 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.

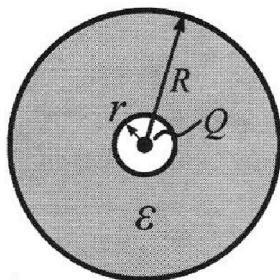
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.



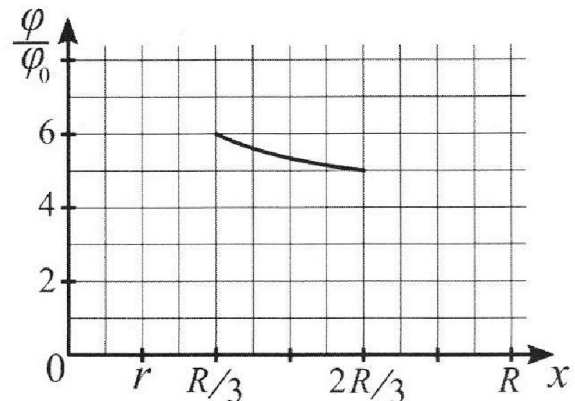
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



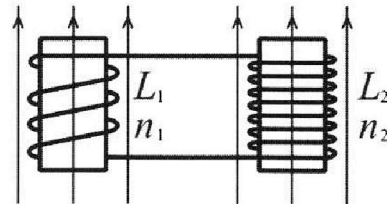
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

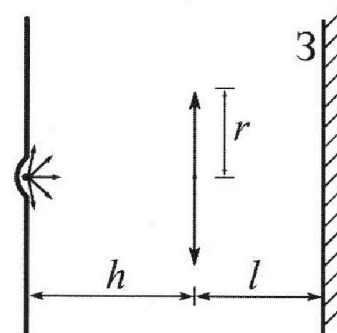


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. 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 уменьшаться 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ 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.

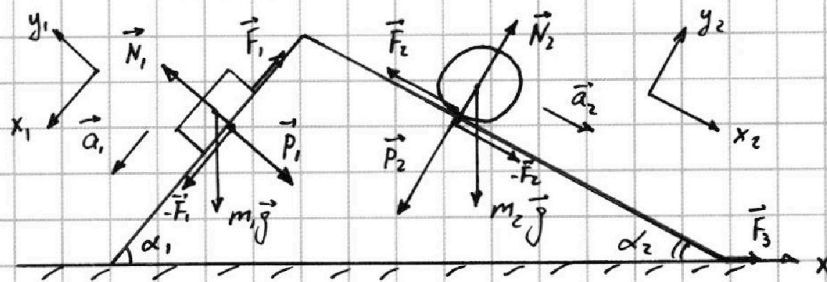


1 2 3 4 5 6 7

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!

$n = 1$
 $m_1 = m$
 $m_2 = \frac{9m}{4}$
 $a_1 = \frac{5}{17}g$
 $a_2 = \frac{8}{27}g$
 $\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}, \cos \alpha_1 = \frac{4}{5}$
 $\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}, \cos \alpha_2 = \frac{15}{17}$
 1) F_1 - ?
 2) F_2 - ?
 3) F_3 - ?



1) Для спуска:

$$m_1 \vec{a}_1 = m_1 \vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1$$

$$OY_1: N_1 - m_1 g \cos \alpha_1 = 0 \quad (1)$$

$$OX_1: m_1 a_1 = m_1 g \sin \alpha_1 - F_1 \quad (2)$$

$$Uy (2) \quad F_1 = m_1 (g \sin \alpha_1 - a_1) = m \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{17} g \right) = \frac{26}{85} m g$$

2) Для шара:

$$m_2 \vec{a}_2 = m_2 \vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_2$$

$$OY_2: N_2 - m_2 g \cos \alpha_2 = 0 \quad (3)$$

$$OX_2: m_2 a_2 = m_2 g \sin \alpha_2 - F_2 \quad (4)$$

$$Uy (4) \quad F_2 = m_2 (g \sin \alpha_2 - a_2) = \frac{9}{4} m \left(g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8}{27} g \right) = \frac{20}{51} m g$$

3) Для крана:

$$0 = m_1 \vec{g} + \vec{N} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{F}_3 - \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

$$OX: 0 = P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 + F_3 - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 \quad (5)$$

$$Uy (1) \quad N_1 = m_1 g \cos \alpha_1 \Rightarrow P_1 = N_1 = m_1 g \cos \alpha_1 \quad (6)$$

$$Uy (3) \quad N_2 = m_2 g \cos \alpha_2 \Rightarrow P_2 = N_2 = m_2 g \cos \alpha_2 \quad (7)$$

$$Uy (5), (6), (7) \quad F_3 = m_2 g \cos \alpha_2 \sin \alpha_2 - m_1 g \cos \alpha_1 \sin \alpha_1 + F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2$$



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!

$$m_3 = \frac{9}{4} m, \quad \frac{5}{17} m$$

$$\begin{aligned} F_3 &= m_2 g \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - m_1 g \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 + (m_1 g \sin \alpha_1 - m_1 a_1) \cos \alpha_1 - \\ &\quad - (m_2 g \sin \alpha_2 - m_2 a_2) \cos \alpha_2 = \\ &= m_2 a_2 \cos \alpha_2 - m_1 a_1 \cos \alpha_1 = \frac{9}{4} m \cdot \frac{8}{24} g \cdot \frac{15}{17} - m \cdot \frac{5}{17} g \cdot \frac{4}{5} = \\ &= \frac{6}{17} m g \end{aligned}$$

Ответ:

- 1) $F_1 = \frac{26}{85} m g$,
- 2) $F_2 = \frac{20}{51} m g$,
- 3) $F_3 = \frac{6}{17} m g$.

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!

р.з.

1) $\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\text{цикл}}}$ -?

2) $\frac{\Gamma_{12 \max}}{\Gamma_3}$ -?

3) η -?

1-2: $\frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0}$

2-3: $\frac{P}{P_0} = 8 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0}$

3-1: $\frac{V}{V_0} = 6$

1) $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} (4P_0 \cdot 12V_0 - 10P_0 \cdot 6V_0) = -18 P_0 V_0$

$A_{\text{цикл}} = \oint P dV = \frac{1}{2} (P_1 - P_2)(V_2 - V_1) - \frac{1}{2} (P_3 - P_2)(V_2 - V_3) =$

$= \frac{1}{2} [6P_0 \cdot 6V_0 - 2P_0 \cdot 6V_0] = 12 P_0 V_0$

$\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\text{цикл}}} = \frac{18 P_0 V_0}{12 P_0 V_0} = \frac{3}{2}$

2) $PV = \nu RT$

1-2: $P_0 (16 - \frac{V}{V_0}) V = \nu RT$

$\Gamma = \frac{P_0}{\nu R} (16V - \frac{1}{V_0} V^2)$

$\Gamma = \Gamma_{12 \max} \Rightarrow \frac{d\Gamma}{dV} = 0 \Rightarrow 16 - \frac{2V}{V_0} = 0 \Rightarrow V = 8V_0$

$\Gamma_{12 \max} = \frac{64 P_0 V_0}{\nu R}$

3) $P_3 V_3 = \nu R \Gamma_3 \Rightarrow 6P_0 \cdot 6V_0 = \nu R \Gamma_3$

$\Gamma_3 = \frac{36 P_0 V_0}{\nu R}$

$\frac{\Gamma_{12 \max}}{\Gamma_3} = \frac{64 \frac{P_0 V_0}{\nu R}}{36 \frac{P_0 V_0}{\nu R}} = \frac{16}{9}$



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
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!

3) ① Процессе 1-2:

Тепло ~~не~~ поступает ~~в~~ систему ~~или~~ $P=P^*, V=V^*$, ~~или~~ ~~или~~

$$\delta Q = dU + P dV = 0 \Rightarrow \frac{5}{2} P^* dV + \frac{3}{2} V^* dP = 0$$

$$P = P_0 \left(16 - \frac{V}{V_0}\right), \quad dP = -\frac{P_0}{V_0} dV$$

$$\frac{5}{2} P_0 \left(16 - \frac{V^*}{V_0}\right) dV - \frac{3}{2} \frac{P_0}{V_0} V^* dV = 0$$

$$40 - 4 \frac{V^*}{V_0} = 0 \Rightarrow V^* = 10V_0, \quad P^* = 6P_0$$

$$Q_{12+} = \frac{3}{2} (P^* V^* - P_1 V_1) + \int_{V_1}^{V^*} P dV =$$

$$= \frac{3}{2} (6P_0 \cdot 10V_0 - 10P_0 \cdot 6V_0) + P_0 \left(16(V^* - V_1) - \frac{1}{V_0} \frac{V^{*2} - V_1^2}{2}\right) =$$

$$= P_0 \cdot \left(16 \cdot 4V_0 - \frac{1}{V_0} \frac{64V_0^2}{2}\right) = 32P_0 V_0$$

② Процессе 2-3: тепло не поступает (оттвращается) $Q_{23+} = 0$

③ Процессе 3-1:

$$A = 0 \Rightarrow Q_{31+} = Q_{31} = \Delta U_{13} = \frac{3}{2}(P_1 V_1 - P_3 V_3) = 36P_0 V_0$$

④ Суммарное подводимое тепло $Q_+ = Q_{31+} + Q_{12+} = 68P_0 V_0$

$$\textcircled{5} \quad \eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_+} = \frac{12P_0 V_0}{68P_0 V_0} = \frac{3}{17}$$

Ответ: 1) $\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\text{цикл}}} = \frac{3}{2}$; 2) $\frac{T_{12 \text{ max}}}{T_3} = \frac{16}{9}$; 3) $\eta = \frac{3}{17}$

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

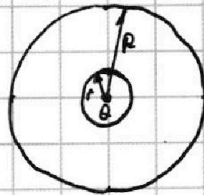
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 3.

r, R, Q, ε

1) $\varphi(x = \frac{11R}{12}) - ?$

2) $\varepsilon - ?$



1) В полости $E = \frac{kQ}{x^2} \quad (x < r)$

В диэлектрике $E = \frac{kQ}{\varepsilon x^2} \quad (r < x < R)$

Вне шара $E = \frac{kQ}{x^2} \quad (x > R)$

Для $r < x < R$:

$$\varphi = - \int_{\infty}^x E(x) dx = - \left(\int_{\infty}^R \frac{kQ}{x^2} dx + \int_R^x \frac{kQ}{\varepsilon x^2} dx \right) =$$

$$= - \left(-\frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{\varepsilon} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right) \right) = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) + \frac{kQ}{\varepsilon x}$$

$$\varphi\left(\frac{11R}{12}\right) = \frac{kQ}{R} \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} + \frac{kQ}{R} \cdot \frac{12}{11\varepsilon} =$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{R} \left(1 + \frac{1}{11\varepsilon} \right)$$

2) В $\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) + \frac{kQ}{R} \cdot \frac{3}{\varepsilon} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\varepsilon} \right)$

В $\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) + \frac{kQ}{R} \cdot \frac{3}{2\varepsilon} = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\varepsilon} \right)$

Из графикки:

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{6}{5} \Rightarrow \frac{1 + \frac{2}{\varepsilon}}{1 + \frac{1}{2\varepsilon}} = \frac{6}{5}$$

$$(\varepsilon + 2) \cdot 5 = (\varepsilon + \frac{1}{2}) \cdot 6 \Rightarrow \varepsilon = 7$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{11R}{12}\right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{R} \left(1 + \frac{1}{11\varepsilon} \right)$

2) $\varepsilon = 7$



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!

$\propto 4$ $L_1 = L$ $L_2 = \frac{9}{4}L$ $n_1 = n$ $n_2 = \frac{3}{2}n$ S		$1) \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$ $\mathcal{E}_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -n_1 \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} - L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$
$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha$ $\left \frac{\Delta I}{\Delta t} \right = ?$	$\mathcal{E}_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $-n_1 S \frac{\Delta B}{\Delta t} - (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ $(L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = -n_1 S \frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha n_1 S$ $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\alpha n_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{4\alpha n S}{13L}$	
$2) B_1 = B_0$ $B_1' = \frac{3B_0}{4}$ $B_2 = 4B_0$ $B_2' = \frac{8B_0}{3}$ $ I = ?$	$2) \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$ $\mathcal{E}_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -n_1 \frac{dB_1 S}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt}$ $\mathcal{E}_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -n_2 \frac{dB_2 S}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt}$ $-\left(n_1 \frac{dB_1}{dt} + n_2 \frac{dB_2}{dt} \right) S - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = 0$ $\int_0^I dI = -\frac{S}{L_1 + L_2} \left(n_1 \int_{B_1}^{B_1'} dB_1 + n_2 \int_{B_2}^{B_2'} dB_2 \right)$ $I = -\frac{S}{L_1 + L_2} \left(n_1 \left(\frac{3B_0}{4} - B_0 \right) + n_2 \left(\frac{8B_0}{3} - 4B_0 \right) \right) = \frac{SB_0}{L_1 + L_2} \left(\frac{n_1}{4} + \frac{4n_2}{3} \right) = \frac{9B_0 S n}{13L}$	
<u>Ответ:</u>	$1) \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{4\alpha n S}{13L}, \quad 2) I = \frac{9B_0 S n}{13L}$	



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.

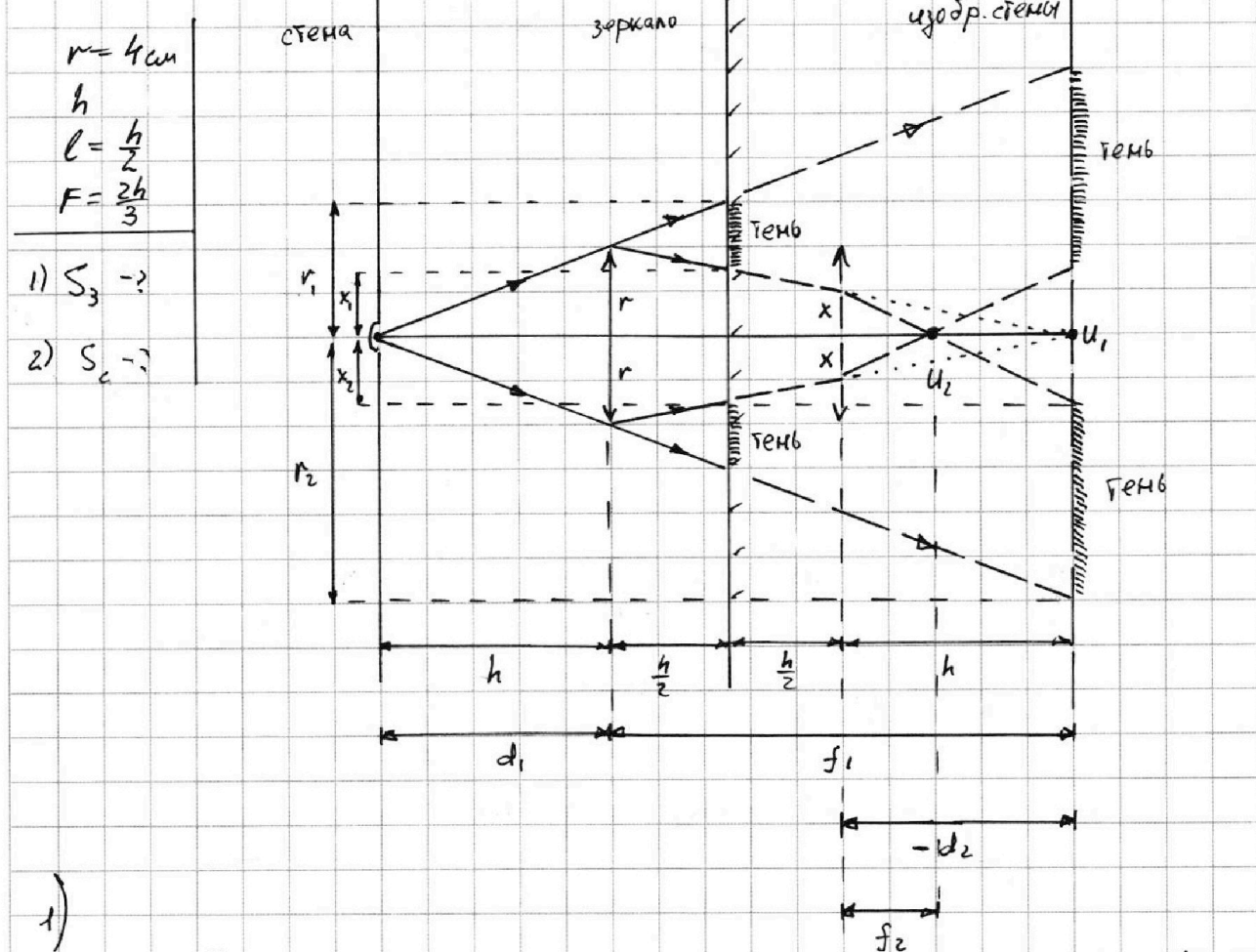
1 2 3 4 5 6 7

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!

№5.

Для удобства сделаем построения "в зеркале"



1)

① ~~1-е~~ 1-е прохождения лучи дает изображение U_1

$$d_1 = h \Rightarrow \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{2h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h} \Rightarrow f_1 = 2h$$

$$x_1 = r - \frac{r}{f_1} \cdot \frac{h}{2} = \frac{3}{4}r$$

$$\textcircled{2} \quad r_1 = \frac{r}{h} \cdot \left(h + \frac{h}{2}\right) = \frac{3}{2}r$$

$$\textcircled{3} \quad S_3 = \pi r_1^2 - \pi x_1^2 = \frac{24}{16} \pi r^2 = 27 \pi \text{ см}^2$$



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 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 2-е прохождение света (на обратном пути)
дает сдвигание d_2

$$d_2 = h - f_1 = -h \Rightarrow \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{3h}{2} + \frac{1}{h}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{3}{2h} + \frac{1}{h} = \frac{5}{2h} \Rightarrow f_2 = \frac{2h}{5}$$

$$x = r - \frac{r}{f_1} \cdot h = \frac{r}{2}$$

$$\frac{x}{f_2} = \frac{x_2}{h - f_2} \Rightarrow x_2 = \frac{3}{4}r$$

$$\textcircled{2} \quad r_2 = \frac{r}{h} \cdot 3h = 3r$$

$$\textcircled{3} \quad S_c = \pi r_2^2 - \pi x_2^2 = \frac{135}{16} \pi r^2 = 135 \pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_3 = 24 \pi \text{ см}^2$,

2) $S_c = 135 \pi \text{ см}^2$.



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{14} = \frac{51-25}{85} = \frac{26}{85}$$

$$5E + 10 = 6E + 3$$

$$m_2 g \cdot R \sin \alpha_2 = (I + m_2 R^2) \frac{a_2}{R} \Rightarrow m_2 g \sin \alpha_2 = \frac{I a_2}{R^2} + m_2 a_2$$

$$m_2 g \sin \alpha_2 - F_2 = m_2 a_2$$

$$m_2 g R \sin \alpha_2 - F_2 R = I \frac{a_2}{R}$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 17 \\ \hline 189 \\ 27 \\ \hline 459 \end{array}$$

$$8 \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{24} \right) = 8 \frac{24-17}{24 \cdot 17} = \frac{80}{408}$$

$$4 - \frac{8}{3} = \frac{12-8}{3} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{8 \cdot 8 \cdot 10}{17 \cdot 24} = \frac{20}{51}$$

$$L + \frac{3}{4}L = \frac{13}{4}L$$

$$\frac{9}{4} \cdot \frac{15}{14} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} =$$

$$\frac{11}{4} +$$

$$\frac{8 \cdot 8}{17 \cdot 24}$$

$$\frac{2}{5} m \cdot \frac{15}{17} - m \cdot \frac{4}{17}$$

$$\frac{11}{3} - \frac{11}{3} = 0$$

1-2: $\frac{P}{P_0} = 16 - \frac{V}{V_0}$

$$\frac{S B_0}{4} \left(\frac{h}{4} + \frac{5}{2} \cdot \frac{4}{12} h \right) \frac{11}{3} \frac{12}{2} =$$

2-3: $\frac{P}{P_0} = 8 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0}$

$$\frac{16}{3} \frac{4}{13} \frac{3}{4} h$$

3-1: $\frac{V}{V_0} = 6$

$$1 + \frac{1}{3} = \frac{4}{3}$$

$$420 - 48 - 60 = -12$$

$$16 \cdot 8V_0 - \frac{64V_0^2}{V_0} = 64V_0$$



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
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!

$$\delta Q = dU + P dV = \frac{5}{2} (P dV + V dP) + P dV =$$

$$= \frac{5}{2} P dV + V dP \quad 80^2 = 6400$$

$$P = P_0 \left(16 - \frac{V}{V_0}\right) \quad dP = -\frac{P_0}{V_0} dV$$

$$\begin{aligned} &48 \\ &\times 36 \\ &50 \cdot 36 - 36 = \\ &= 1800 - 36 \\ &= \end{aligned}$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} P_0 \left(16 - \frac{V}{V_0}\right) dV - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V dV =$$

$$= \left(40 P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{V_0} V\right) dV = P_0 dV \left(40 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0}\right)$$

$$\delta Q = 0 \Rightarrow V = \frac{80}{1} V_0 \quad P = \frac{32}{1} P_0$$

$$6P_0 V_0 \quad \frac{80}{1} V_0 \cdot \frac{32}{1} P_0 - 6P_0 V_0 +$$

$$\left(\frac{kQ}{R} - 0\right) + \int_{6V_0}^{\frac{80}{1} V_0} P dV = P_0 \left(16 \left(\frac{80}{1} - 6\right) V_0 - \frac{1}{2} \frac{1}{V_0} \left(\frac{80^2}{1} - 36\right) V_0^2\right)$$

$$= 16 \cdot \frac{38}{1} - \frac{V_0}{2} \cdot \frac{6400 - 1800 + 36}{49} =$$

$$= \frac{16 \cdot 38}{1} - \frac{2318}{49}$$

$$\begin{aligned} &4256 \\ &- 2318 \\ &1938 \end{aligned}$$

$$48 \cdot 38 = 16 \cdot 38 = 16 \cdot 40 - 32 = 640 - 32 = 608$$

$$\frac{608}{49} - 2318 = \frac{1538}{49}$$

$$48 - 60 = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$$

$$= -12 P_0 V_0$$

$$42 + 2 = 10 P_0 V_0 \quad 100 - 36 = \frac{64}{2} = 32$$

$$\frac{1}{2} \cdot 16 + 24 = 32$$

$$\begin{aligned} &36 + 48 = \\ &48 + 48 = \end{aligned}$$

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!



р5.

$$n = 4 \text{ см}$$

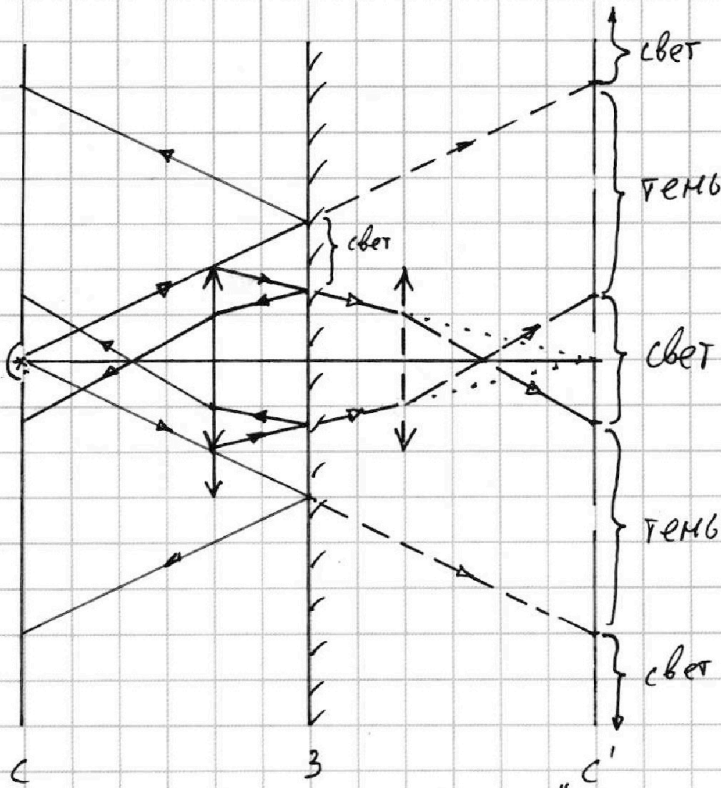
$$F = \frac{2h}{3}$$

$$d = \frac{h}{2}$$

h

1) $S_3 - ?$

2) $S_c - ?$



$$g = \frac{9}{16}$$

$$g \cdot \frac{15}{16} = \frac{135}{16}$$

$$-g + 12^2$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{4}{2h}$$

~~Р5~~

$$\frac{1/2}{5/8h} = \frac{x_c}{3/8h} \quad f = 2h$$

$$\frac{3}{4}v$$

$$\frac{9}{4} - \frac{9}{16}$$

$$\frac{9}{4} \left(1 - \frac{1}{4}\right)$$

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

$$\frac{27}{16}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{5h}{2h}$$

$$f = \frac{2h}{5}$$

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.

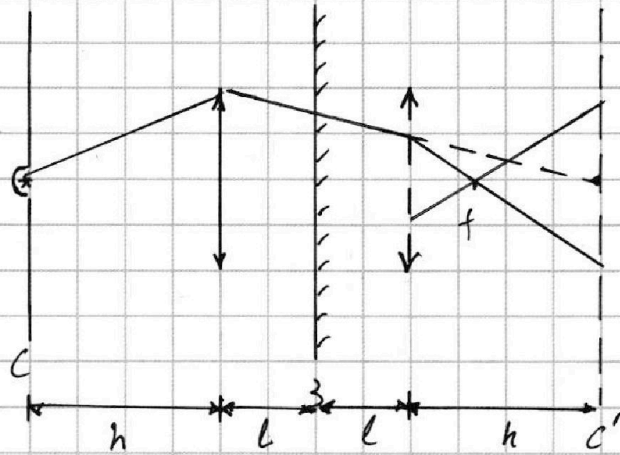
1 2 3 4 5 6 7

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!

н5. $m = 4 \text{ см}$
 $h, F = \frac{2h}{3}, l = \frac{h}{2}$

- 1) $S_3 = ?$
- 2) $S_c = ?$



$$\frac{5}{6} + \frac{3}{6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$$

$$1 - \frac{11}{12} + \frac{10}{36} = \frac{1}{36} + \frac{10}{36} = \frac{11}{36}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F} = \frac{3}{2h}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{2h} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{4} = \frac{1}{F} = \frac{3}{2h}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{4}{5}$$

$$V = 15V_0$$

$$P = 3P_0$$

$$298 = 256$$

$$3P_0 \cdot (15V_0)^4$$

$$6P_0 \cdot (10V_0)^4$$

$$3^5 = 2^8$$

$$= 512$$

$$V = \frac{5}{3}$$

$$(3P_0)^3 (15V_0)^5 = (6P_0)^3 (10V_0)^5$$

$$\frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$$

$$P = P_0 \left(8 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0} \right) \quad dP = -\frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} dV$$

$$\frac{5}{2} P_0 \left(8 - \frac{1}{3} \frac{V}{V_0} \right) dV - \frac{3}{2} V \cdot \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} dV =$$

$$= P_0 dV \left[20 - \frac{5}{2} \frac{V}{V_0} - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \right] =$$

$$= P_0 dV \left[20 - \frac{3}{2} \frac{V}{V_0} \right] = 0$$

$$3^5 = 2^8$$

$$= 512$$

$$3^3 \cdot 3^5 \cdot 3^5 = 28^3 \cdot 2^5 \cdot 2^5 \cdot 2^5$$