



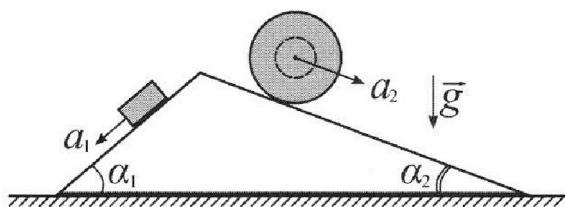
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**



Вариант 11-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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 $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

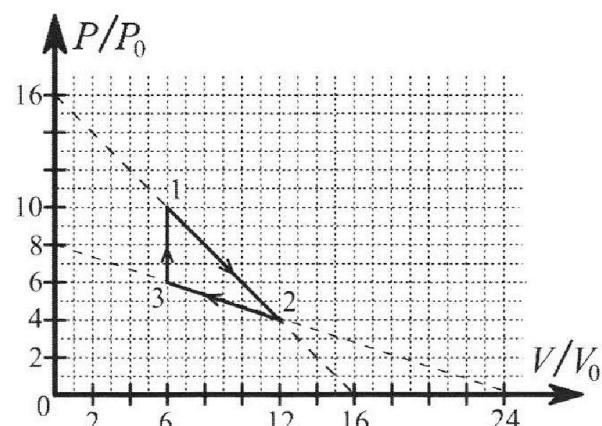


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

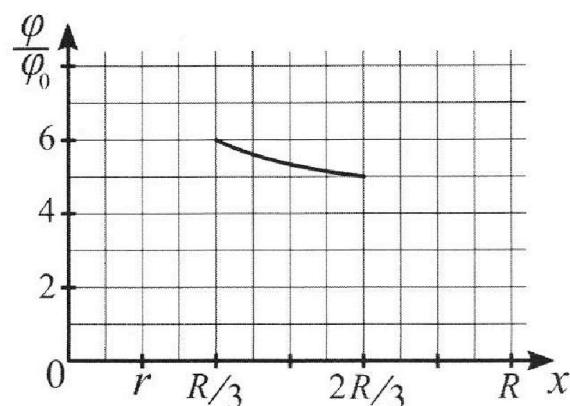
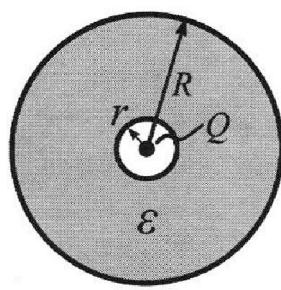
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

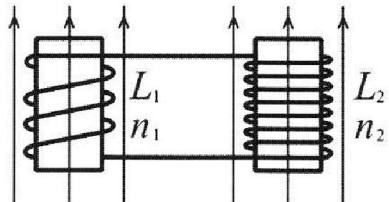


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

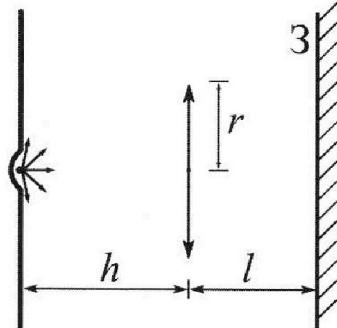
Вариант 11-04

*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 изменились 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 З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой 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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

$$m_1 = m$$

$$m_2 = \frac{9m}{4}$$

$$q_1 = \frac{5}{17}g$$

$$\alpha_1 = \frac{8}{27}\pi$$

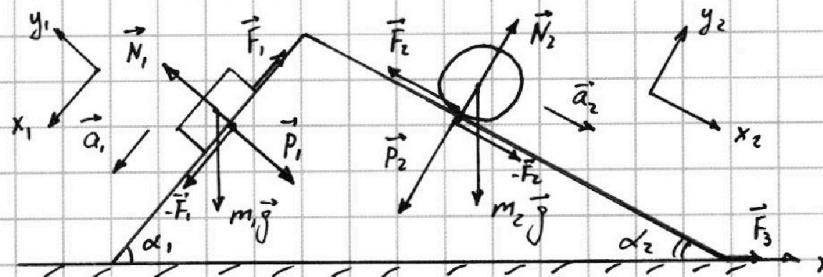
$$\sin\alpha_1 = \frac{3}{5}, \cos\alpha_1 = \frac{4}{5}$$

$$\sin\alpha_2 = \frac{8}{17}, \cos\alpha_2 = \frac{15}{17}$$

1) $F_1 - ?$

2) $F_2 - ?$

3) $F_3 - ?$



1) Для бруска:

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

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

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

$$\text{By (2)} \quad F_1 = m_1 (g \sin\alpha_1 - q_1) = m_1 \left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{5}{17}g\right) = \frac{26}{85}mg$$

2) Для шара:

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

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

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

$$\text{By (4)} \quad F_2 = m_2 (g \sin\alpha_2 - q_2) = \frac{9}{4}m \left(g \cdot \frac{8}{17} - \frac{8}{27}g\right) = \frac{20}{51}mg$$

3) Для колесика:

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

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

$$\text{By (1)} \quad N_1 = m_1 g \cos\alpha_1 \Rightarrow P_1 = N_1 = m_1 g \cos\alpha_1 \quad (6)$$

$$\text{By (3)} \quad N_2 = m_2 g \cos\alpha_2 \Rightarrow P_2 = N_2 = m_2 g \cos\alpha_2 \quad (7)$$

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



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

10936210937578

$$\begin{aligned} F_3 &= m_2 g \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - m_2 g \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 + (m_2 g \sin \alpha_1 - m_2 g_1) \cos \alpha_1 - \\ &\quad - (m_2 g \sin \alpha_2 - m_2 g_2) \cos \alpha_2 = \\ &= m_2 g_2 \cos \alpha_2 - m_2 g_1 \cos \alpha_1 = \frac{g_m}{4} \cdot \frac{8}{24} g \cdot \frac{15}{14} - m \cdot \frac{5}{14} g \cdot \frac{4}{5} = \\ &= \frac{6}{14} mg \end{aligned}$$

Ответы: 1) $F_1 = \frac{26}{85} mg$,

2) $F_2 = \frac{20}{51} mg$,

3) $F_3 = \frac{6}{14} mg$.

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

н2.

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

$$② \frac{\bar{T}_{12 \max}}{\bar{T}_3} - ?$$

$$③ ? - ?$$

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

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

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

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

$$② A_{\text{цикл}} = \oint P dV = \frac{1}{2} (P_1 - P_2)(V_2 - V_1) - \frac{1}{2} (P_3 - P_2)(V_2 - V_3) = \\ = \frac{1}{2} [6P_0 \cdot 6V_0 - 2P_0 \cdot 6V_0] = 12 P_0 V_0$$

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

$$2) \textcircled{1} PV = \Rightarrow R T$$

$$\textcircled{2} 1-2: P_0 (16 - \frac{V}{V_0}) V = \Rightarrow R T$$

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

$$T = T_{12 \max} \Rightarrow \frac{dT}{dV} = 0 \Rightarrow 16 - \frac{2V}{V_0} = 0 \Rightarrow V = 8V_0$$

$$\bar{T}_{12 \max} = \frac{64 P_0 V_0}{2R}$$

$$③ 3: P_3 V_3 = \Rightarrow R T_3 \Rightarrow 6P_0 \cdot 6V_0 = \Rightarrow R T_3$$

$$\bar{T}_3 = \frac{36 P_0 V_0}{2R}$$

$$\underline{④ \frac{\bar{T}_{12 \max}}{\bar{T}_3} = \frac{64 P_0 V_0 / 2R}{36 P_0 V_0 / 2R} = \frac{16}{9}}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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 Процесс 1-2:

теплое поступает ~~отдаёт~~ при $P=P^*$, $V=V^*$

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

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

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

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

$$Q_{12+} = \frac{3}{2}(P^*V^* - P_1V_1) + \int_{V_1}^{V^*} PdV = \\ = \frac{3}{2}(6P_0 \cdot 10V_0 - 10P_0 \cdot 6V_0) + P_0(16(V^* - V_1) - \frac{V^* - V_1}{2}) =$$

$$= P_0 \cdot (16 \cdot 4V_0 - \frac{1}{2} \frac{64V_0^2}{2}) = 32P_0V_0$$

② Процесс 2-3: теплое не поступает (отдаётся)

$$Q_{23+} = 0$$

③ Процесс 3-1:

$$A = 0 \Rightarrow Q_{31} = Q_{31} = \Delta U_{13} = \frac{3}{2}(P_1V_1 - P_3V_3) = 36P_0V_0$$

④ Суммарное подведенное тепло $Q_+ = Q_{31+} + Q_{12+} = 68P_0V_0$

$$⑤ \eta = \frac{A_{\text{работ}}}{Q_+} = \frac{12P_0V_0}{68P_0V_0} = \frac{3}{17}$$

$$\text{Объем: } 1) \frac{|A_{12}|}{A_{\text{работ}}} = \frac{3}{2}; \quad 2) \frac{T_{12\max}}{T_3} = \frac{16}{9}; \quad 3) \eta = \frac{3}{17}$$

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 1

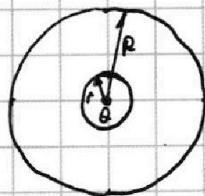
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 3.

r, R, Q, ε

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

$$2) \varepsilon - ?$$



$$1) \text{ В пустоте } E = \frac{kQ}{x^2} \quad (x < R)$$

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

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

Для $r < x < R$:

$$0) \varphi = - \int_{\infty}^x E(x) dx = - \left(\int_{\infty}^R \frac{kQ}{x^2} dx + \int_R^x \frac{kQ}{\varepsilon x^2} dx \right) =$$

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

$$③ \varphi(\frac{11R}{12}) = \frac{kQ}{R} \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} + \frac{kQ}{R} \cdot \frac{12}{11\varepsilon} \cancel{\frac{108}{12R}} = \\ = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q}{R} \left(1 + \frac{1}{11\varepsilon} \right)$$

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

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

У графика:

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

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

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

№ 4.

$$L_1 = L$$

$$L_2 = \frac{9}{4}L$$

$$n_1 = n$$

$$n_2 = \frac{3}{2}n$$

S

$$1) \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\alpha$$

$$\left| \frac{\Delta I}{\Delta t} \right| - ?$$

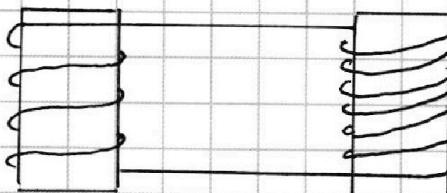
$$2) B_1 = B_0$$

$$B_1' = \frac{3B_0}{4}$$

$$B_2 = 4B_0$$

$$B_2' = \frac{8B_0}{3}$$

$$L_1 \\ n_1$$



$$1) \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt} =$$

$$= -h_1 \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} - L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_2 = - \frac{d\Phi_2}{dt} = - L_2 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$-n_1 S \frac{\Delta B}{\Delta t} - (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$$

$$(L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} = -n_1 S \frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha n_1 S$$

(II)?

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\alpha n_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{4\alpha n_1 S}{13L}$$

$$2) \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 0$$

$$\mathcal{E}_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt} = -n_1 \frac{dB_1 S}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = - \frac{d\Phi_2}{dt} = -n_2 \frac{dB_2 S}{dt} - L_2 \frac{dI}{dt}$$

$$- \left(n_1 \frac{dB_1}{dt} + n_2 \frac{dB_2}{dt} \right) S - (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\int_0^I dI = - \frac{S}{L_1 + L_2} \left(n_1 \int_0^{B_1'} dB_1 + n_2 \int_0^{B_2'} dB_2 \right)$$

$$I = - \frac{S}{L_1 + L_2} \left(n_1 \left(\frac{3B_0}{4} - B_0 \right) + n_2 \left(\frac{8B_0}{3} - 4B_0 \right) \right) = \frac{5B_0}{L_1 + L_2} \left(\frac{n_1}{4} + \frac{4n_2}{3} \right) =$$

$$= \frac{9B_0 S n}{13L}$$

$$\text{Osn.lem: } 1) \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{4\alpha n S}{13L}, \quad 2) I = \frac{9B_0 S n}{13L}.$$



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.

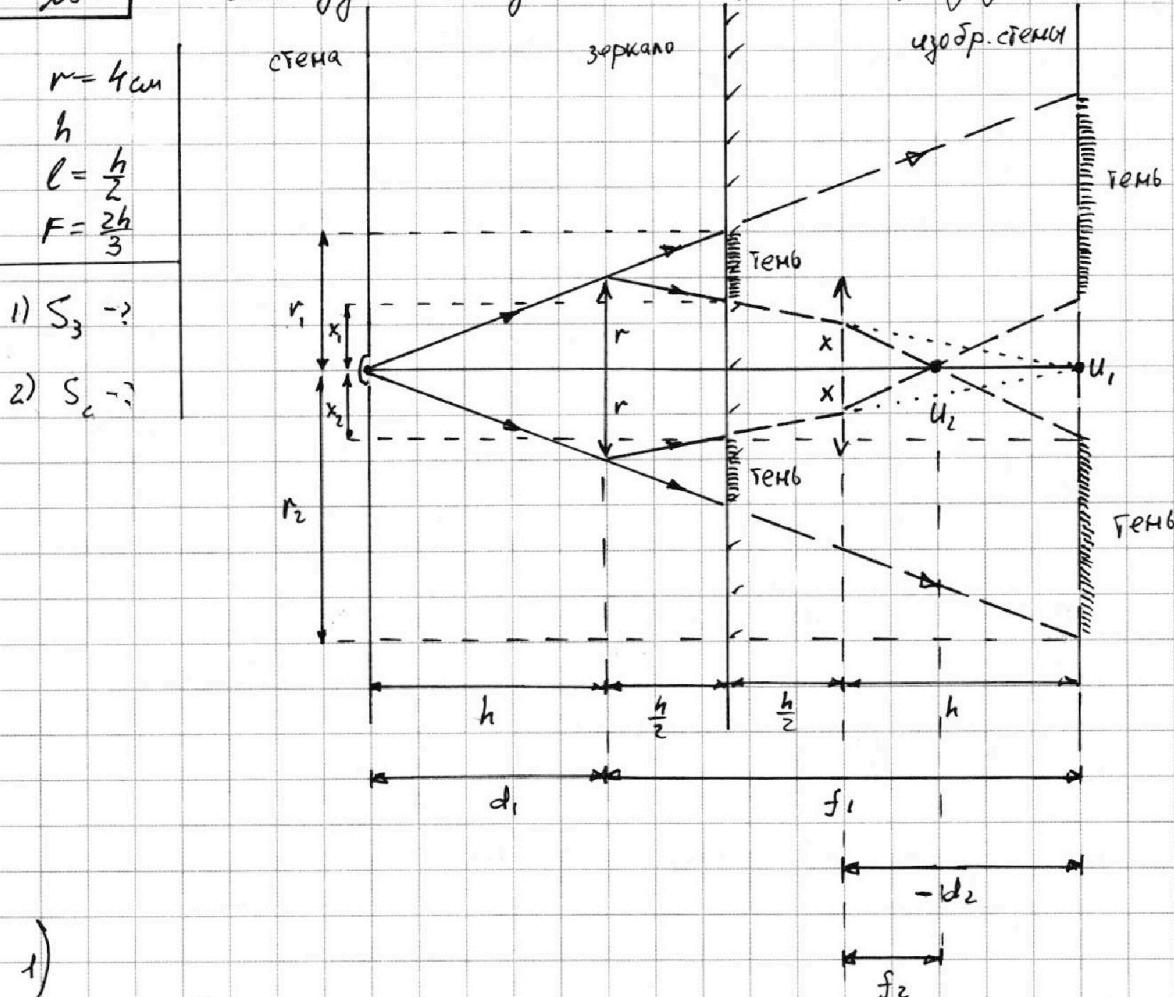
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 делаем построение „в юзеркалье“



1)

① ~~Найдем~~ 1-е прохождение лучей дает изображение U_1

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

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

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

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



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 мячом (на обратном пути)
даем обозначение C_2

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

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

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

$$\frac{x}{f_2} = \frac{x_2}{h - f_2} \Rightarrow x_2 = \frac{3}{5}r$$

$$② r_2 = \frac{r}{h} \cdot 3h = 3r$$

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

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\frac{3}{5} - \frac{5}{17} = \frac{51 - 25}{85} = \frac{26}{85}$$

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

$$m_2 g \cdot R \sin \alpha_2 = (I + m_2 R^2) \frac{q_2}{R} \Rightarrow m_2 g \sin \alpha_2 = \frac{I q_2}{R^2} + m_2 q_2$$

$$m_2 g \sin \alpha_2 - F_2 = m_2 q_2$$

$$\text{из условия } F_2 R = I \frac{q_2}{R}$$

$$\delta \left(\frac{1}{17} - \frac{1}{24} \right) = 8 \frac{24 - 17}{24 \cdot 17} = \frac{8}{48}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 27 \\ \times 17 \\ \hline 189 \\ 27 \\ \hline 458 \end{array}$$

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

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{8 \cdot 10}{17 \cdot 24} - \frac{20}{61}$$

do

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

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

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

$$\frac{\sqrt{5}}{4} \frac{8^2}{24}$$

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

$$\begin{array}{r} 311 \\ 33 \longdiv{311} \\ \quad 9 \\ \hline \quad 22 \\ \quad 22 \\ \hline \quad 0 \end{array}$$

$$S\beta_0 \left(\frac{b}{4} + \frac{\sqrt{5}}{2 \cdot 8} n \right) \frac{1}{n}$$

1-2:

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

$$\frac{13}{4}L$$

известно

!!

2-3:

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

$$\frac{16}{3} \frac{4}{13} \frac{3}{8} n$$

do

3-1:

$$\frac{V}{V_0} = 6$$

$$+ \frac{1}{3} n$$

$$\text{решение} \quad 98 - 60 = -12$$

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

$$+ \frac{1}{3} n$$

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!

$$\begin{aligned} \delta Q &= dU + PdV = \cancel{\frac{3}{2}PV} + \frac{3}{2}(PdV + VdP) + PdV = \\ &= \frac{5}{2}PdV + VdP \quad 80^2 = 6400 \\ P &= P_0 \left(R - \frac{V}{V_0} \right) \quad dP = -\frac{P_0}{V_0} dV \quad 48 \\ \delta Q &= \frac{5}{2}P_0 \left(16 - \frac{V}{V_0} \right) dV - \frac{5}{2} \frac{P_0}{V_0} V dV = \quad 50 - 36 - 36 = \\ &= \left(40P_0 - \cancel{\frac{5}{2}} \frac{P_0}{V_0} V \right) dV = P_0 dV \left(40 - \frac{5}{2} \frac{V}{V_0} \right) \quad 1800 - 36 \\ \delta Q &= 0 \Rightarrow V = \frac{80}{7}V_0 \quad P = \cancel{\frac{2^2}{7}} P_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cancel{6P_0V_0} &\quad \frac{80}{7}V_0 \cdot \frac{3^2}{4}P_0 - \cancel{6}P_0V_0 + \\ &+ \int_{6V_0}^{80V_0} P dV = P_0 \left(16 \left(\frac{80}{7} - 6 \right) V_0 - \frac{1}{2} \frac{1}{2} \left(\frac{80^2}{49} - 36 \right) V_0^2 \right) - \\ \left(\frac{kQ}{R} - 0 \right) &= 16 \cdot \frac{38}{7} - \frac{V_0}{2} \cdot \frac{6400 - 1800 + 36}{43} = \\ - \frac{kQ}{X} \Big|_{\infty}^R &= \frac{16 \cdot 38}{7} - \frac{2318}{43} \quad \frac{4256}{4256 - 2318} = \frac{1938}{1938} \end{aligned}$$

$$48 \cancel{32} = 16 \cdot 38 = 16 \cdot 40 - 32 = 640 \cancel{32} - 32 = \frac{608}{4256 - 2318} = \frac{1938}{43}$$

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

$$42 + 2 = 10P_0V_0 \quad 100 - 36 = \frac{64}{2} = 32$$

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

$$\cancel{6} + \cancel{36} + 48 =$$

$$\cancel{48} + \cancel{48} =$$

$$32 =$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

№5.

$$n = 4 \text{ см}$$

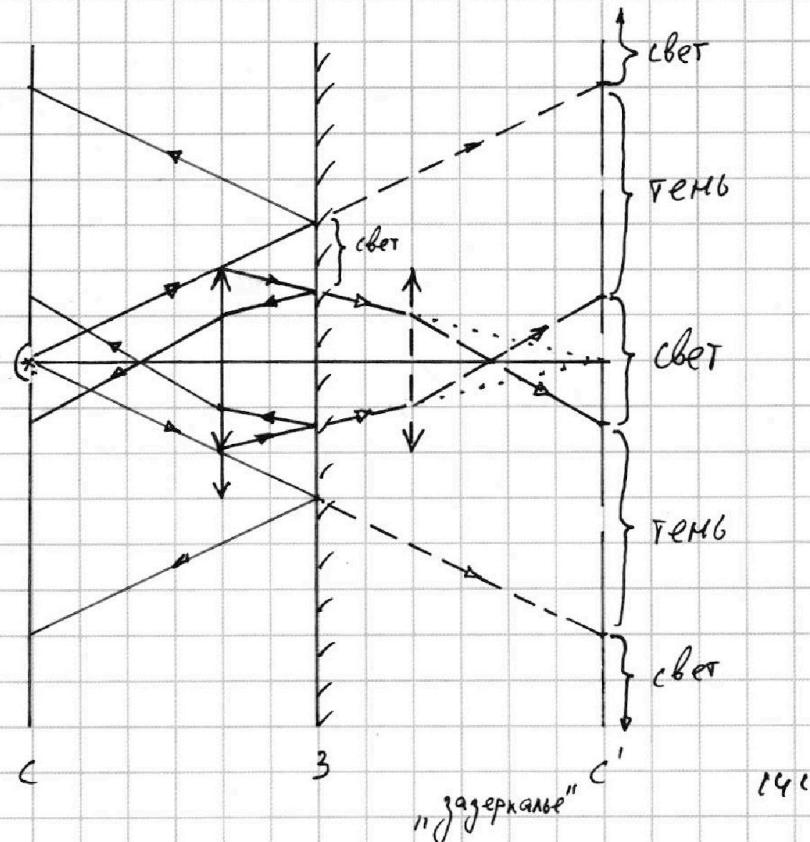
$$F = \frac{2h}{3}$$

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

$$h$$

1) $S_3 - ?$

2) $S_c - ?$



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

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

$$-g + 12^2$$

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

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

Решение

$$\frac{r^2}{\frac{2h}{f}} = \frac{x_2}{\frac{3h}{2h}} \quad f = 2h$$

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

$$\frac{3}{4} r$$

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

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

$$\frac{24}{16}$$

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

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



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

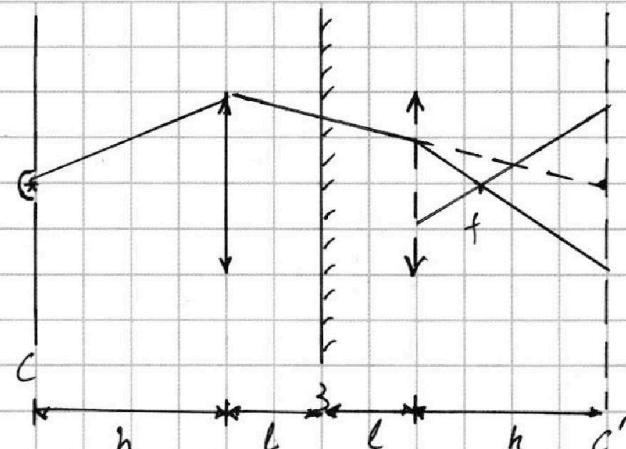
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5.

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

1) $S_3 - ?$

2) $S_c - ?$



$$1 - \frac{11}{11\varepsilon} + \frac{10}{11\varepsilon} = 1 + \frac{1}{11\varepsilon}$$

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

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

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

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

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

$$2G_3 = 256$$

$$P_2 = 3P_6$$

$$GP_0 \cdot (10V_0)^4$$

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

$$\frac{3^5}{5^5} = \frac{2^5}{3^5}$$

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

$$P_0 \cdot 3^5 \cdot 5^5 = 3^5 \cdot 2^5 \cdot 5^5 \cdot 2^5$$

$$\frac{a}{\sigma} + \frac{c}{\sigma} = \frac{a}{\sigma} = \frac{c}{3}$$

$$\frac{5}{2} P dV + \frac{5}{2} V dP = -\frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} dV$$

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

$$\frac{5}{2} P_0 dV - \frac{5}{2} V \cdot \frac{1}{3} \frac{P_0}{V_0} dV =$$

$$= P_0 dV \left[20 - \frac{5}{3} \frac{V}{V_0} - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0} \right] =$$

$$= P_0 dV \left[20 - \frac{4}{3} \frac{V}{V_0} \right] = C$$

$$V = 15 V_0$$