



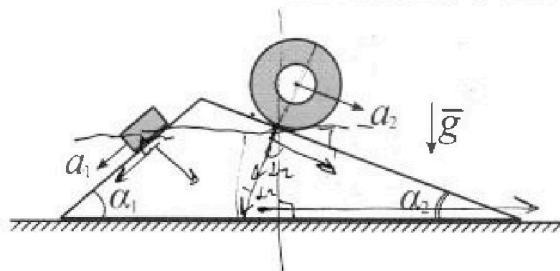
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 5g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $4m$ с ускорением $a_2 = 5g/24$ (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.

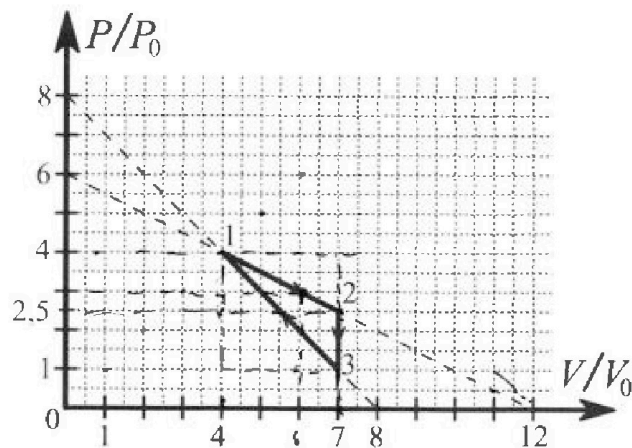


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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

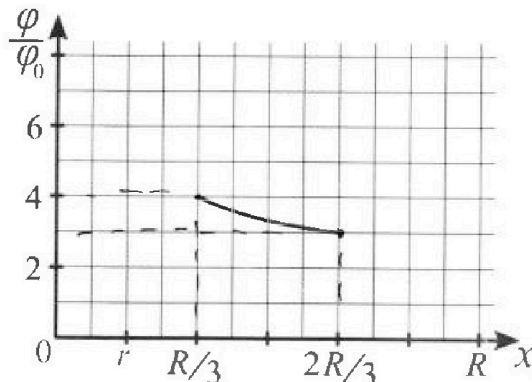
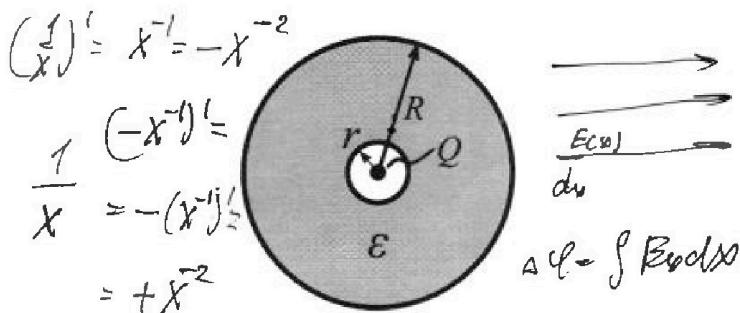


Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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 $x = R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

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

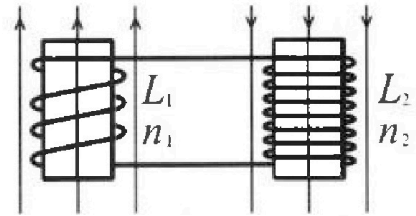


Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-01

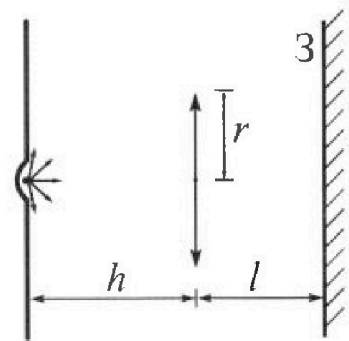
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 4L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 2n$ 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 $B_0/2$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $2B_0$ до $2B_0/3$, 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 $F = h/2$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 3$ 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 $[см^2]$ в виде γn , где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

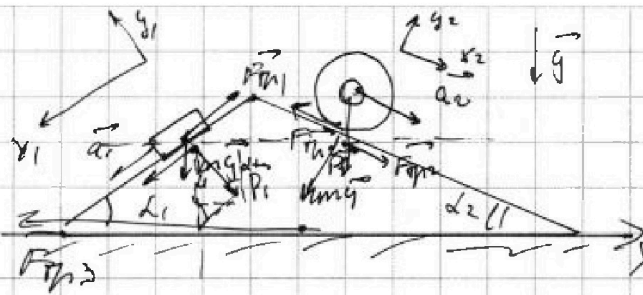
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Присок:
1) 2-ой 3-м Ньютона
в проекции на

$$Ox_1: ma_1 = mg \sin \alpha_1 - F_{tr1}$$

$$\Rightarrow F_{tr1} = mg \sin \alpha_1 - ma_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5}{13} g$$

$$F_{tr1} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{13} \right) = mg \left(\frac{3 \cdot 13 - 25}{65} \right) = mg \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65} mg$$

цylinder:

2) 2-ой 3-м Ньютона в проекции на Ox_2 :

$$4ma_2 = 4mg \sin \alpha_2 - F_{tr2}$$

$$\Rightarrow F_{tr2} = 4mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) = 20mg \left(\frac{1}{13} - \frac{1}{24} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{20 \cdot (24 - 13)}{13 \cdot 24} = mg \cdot \frac{5 \cdot 11}{13 \cdot 6} = \frac{55}{78} mg$$

$$3) P_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg; \quad P_2 = 4mg \cos \alpha_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} = \frac{48}{13} mg$$

2-ой 3-м Ньютона в проекции на Ox :

$$0 = F_{tr2} \cos \alpha_2 + P_1 \sin \alpha_1 + F_{tr1} \cos \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 - F_{tr3}$$



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!

$$F_{\text{прз}} = \left(\frac{55}{13} \cdot \frac{12^2}{13} + \frac{48}{13 \cdot 5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} - \frac{48}{13 \cdot 13} \cdot \frac{5}{13} \right) \text{mg} =$$

$$= \left(\frac{116}{13 \cdot 13} + \frac{12}{25} - \frac{14 \cdot 4}{13 \cdot 5 \cdot 5} - \frac{48 \cdot 5}{13 \cdot 13} \right) \text{mg} = \frac{7816}{13}$$

$$= \left(\frac{12}{25} - \frac{56}{13 \cdot 25} - \frac{130}{13 \cdot 13} \right) \text{mg} = 210 - 110$$

$$= \frac{12 \cdot 13^2 - 56 \cdot 13 - 130 \cdot 25}{13^2 \cdot 25} \text{mg} = \frac{13 \cdot 12 - 56 - 10 \cdot 25}{13 \cdot 25} \text{mg} =$$

$$= \frac{156 - 56 - 250}{13 \cdot 25} \text{mg} = \frac{-150}{13 \cdot 25} \text{mg} = \frac{150}{13 \cdot 25}$$

$$= -\frac{6}{13} \text{mg} \text{ (векторная величина)}$$

не угадал направление и F прз = 6/13

$$F_{\text{прз}} = \frac{6}{13} \text{mg}$$

Ответ: $F_1 = \frac{14}{65} \text{mg}$; $F_2 = \frac{55}{48} \text{mg}$; $F_3 = \frac{6}{13} \text{mg}$



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.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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) Процесс 2-3 - изохорный т.к. $V_2 = V_3 = 4V_0 = \text{const}$,

и-мв 4-мв состоянии газа для моментов 2 и 3:

$$\begin{cases} p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 \\ V_2 = V_3 = 4V_0 \\ p_2 = 2,5p_0; p_3 = p_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2,5p_0 \cdot 4V_0 = \nu R T_2 \\ p_0 \cdot 4V_0 = \nu R T_3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{2,5p_0 \cdot 4V_0 - p_0 \cdot 4V_0}{\nu R} = \frac{2 \cdot 10,5}{2 \cdot 10} = \frac{3 \cdot 21}{4} = \frac{63}{4}$$

$$\Rightarrow |\Delta U_{23}| = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (2,5p_0 \cdot 4V_0 - p_0 \cdot 4V_0) = \frac{63}{4} p_0 V_0$$

Работа газа числ. равна (численно) площади под графиком $p(V)$, и-мв

$$A = \frac{(4p_0 - p_0) \cdot (4V_0 - 4V_0)}{2} - \frac{(4p_0 - 2,5p_0) \cdot (4V_0 - 4V_0)}{2} =$$

$$= \frac{3p_0 \cdot 3V_0 - 1,5p_0 \cdot 3V_0}{2} = \frac{9p_0 V_0 - 4,5p_0 V_0}{2} = \frac{4,5}{2} p_0 V_0 =$$

$$= 2,25 p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{|\Delta U_{23}|}{A} = \frac{\frac{63}{4} p_0 V_0}{2,25 p_0 V_0} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{45}{20}} = \frac{\frac{63}{4}}{\frac{9}{4}} = \frac{63}{9} = 7$$

2) 3-мв состоянии изохорного газа для 1 и 2:

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 16p_0 V_0 = \nu R T_1 \\ 14,5p_0 V_0 = \nu R T_2 \end{cases}$$



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 4

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!

$$T_1 = 16 \frac{p_0 V_0}{\nu R} \quad T_2 = 17,5 \frac{p_0 V_0}{\nu R}$$

Рассмотрим зависимость $p(V)$ в процессе 1-2
 $p(V)$ - процесс

$$p = \frac{\nu R}{V} T \text{ - из } \gamma\text{-ного состояния газа}$$

$p = k_2 p_0 + \alpha V$, где α - коэфф. наклона (тангенс угла наклона); b - своб. коэфф.

$$\alpha = - \frac{4,5 p_0}{3 V_0} = - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \text{ - следует из графика}$$

$$p = k_2 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V ; b = 6 p_0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} p = 6 p_0 - \frac{1}{2} p_0 \cdot \frac{V}{V_0} \\ p = \frac{\nu R}{V} T \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu R}{V} T = 6 p_0 - \frac{1}{2} p_0 \cdot \frac{V}{V_0} \quad | \cdot V$$

$$\nu R T = 6 p_0 V - \frac{1}{2} p_0 \frac{V^2}{V_0}$$

$$T(V) = \frac{6 p_0 V}{\nu R} - \frac{1}{2} \frac{p_0}{\nu R} \cdot \frac{V^2}{V_0} \text{ - зависимость температуры}$$

от объема в 1-2

Найти при $T = T_{\text{max}}$ или $T'(V) = 0$

$$\Rightarrow \frac{6 p_0}{\nu R} - \frac{1}{\nu R} \frac{p_0}{V_0} V_m = 0 \Rightarrow V_m = 6 V_0 \text{ - объем, при}$$



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 4

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!

которым Γ в процессе 1-2 максимальна

$$\text{или-то } \Gamma_{\max} = \Gamma(V_m) = \frac{6p_0}{V_R} \cdot 6V_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_R} \cdot \frac{(6V_0)^2}{V_0} =$$

$$= 18 \cdot \frac{p_0 V_0}{V_R} \quad \Gamma_1 = 16 \frac{p_0 V_0}{V_R}$$

$$\Rightarrow \frac{\Gamma_{\max}}{\Gamma_1} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$

3) Круги КТД

$$\eta = \frac{4}{9} \quad ; \quad 4 = 2,25 p_0 V_0$$

9^+ — количество за цикл Ферми

в процессе 2-3 Ферми только сбегает

η_3 — число оставшихся за цикл 3:

$$p_0 \cdot 4V_0 = V_R \Gamma_3 \Rightarrow \Gamma_3 = \frac{4p_0 V_0}{V_R}$$

$$\Rightarrow \Delta U_{13} = \frac{3}{2} V_R (\Gamma_1 - \Gamma_3) = \frac{3}{2} V_R (16 - 4) \cdot \frac{p_0 V_0}{V_R} = \frac{3}{2} \cdot 9 p_0 V_0 = \frac{27}{2} p_0 V_0$$

$$A_{13} = - \frac{p_0 + 4p_0}{2} \cdot 3V_0 = - \frac{15}{2} p_0 V_0 \Rightarrow Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = - \frac{12}{2} p_0 V_0 = 6 p_0 V_0 > 0 \sim \text{из трои}$$

начала Ферми динамики



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
4 из 4

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!

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R \left(17,5 \frac{p_0 V_0}{\nu R} - 16 \frac{p_0 V_0}{\nu R} \right) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = 4,5 p_0 V_0 = 2,25 p_0 V_0$$

$$A_{12} = \frac{2,5 p_0 + 4 p_0}{2} \cdot 3 V_0 = \frac{6,5 p_0}{2} \cdot 3 V_0 = 9,75 p_0 V_0$$

$$\rightarrow Q_{12} = 2,25 p_0 V_0 + 9,75 p_0 V_0 = 12 p_0 V_0 > 0$$

$$\rightarrow \eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{A}{Q_{12} + Q_{13}} = \frac{2,25}{12 + 6} = \frac{2,25}{18} = \frac{1}{8} =$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 4 = \frac{1}{2} \cdot 4 = \frac{1}{8} = 0,125 = 12,5\%$$

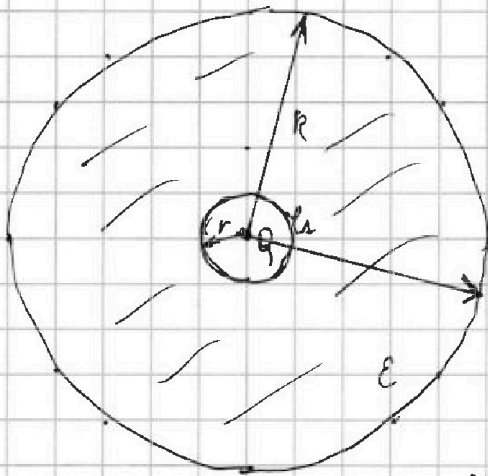
Отв.: 1) $p_3 = 4$; 2) $\frac{1}{8}$ 3) $12,5\%$



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 условия задачи

Полем, создаваемое точечным зарядом q на r -милл x от него:

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{x^2}; \text{ В диэлектрике}$$

напряженность поле увеличивается в ϵ раз:

$$E_\epsilon(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{x^2}. \text{ Потенциал на границе}$$

результата полоти и диэлектрика $\varphi_A = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = \int_r^R E_\epsilon(x) dx - \text{т.к. поле не однородно}$$

$$\Delta\varphi = \int_r^R \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{x^2} dx = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \int_r^R \frac{dx}{x^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left[-\frac{1}{x} \right]_r^R$$

$$-\Delta\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{r} \right)$$

$$-(\varphi_r - \varphi_A) = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \Rightarrow \varphi_r = \varphi_A + \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\varphi_r = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\epsilon R} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{\epsilon R} + \frac{1}{\epsilon R} \right)$$

$$\varphi_r = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{1}{R} \right) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{\epsilon R - r + r}{\epsilon r R} \right)$$



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) Из графика заметим, что $r = \frac{R}{6}$

$$4\varphi_0 = \varphi_A + \int_{\frac{R}{6}}^{\frac{R}{3}} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx$$

$$3\varphi_0 = \varphi_A + \int_{\frac{R}{6}}^{\frac{2R}{3}} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x^2} dx$$

$$\begin{cases} 4\varphi_0 = \varphi_A + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} - \frac{3}{R} \right) \\ 3\varphi_0 = \varphi_A + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} - \frac{3}{2R} \right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6}{R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} - \frac{3}{R} \right) \\ 3\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{6}{R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{R} - \frac{3}{2R} \right) \end{cases}$$

$\Rightarrow$ поделим y -мно:

$$\frac{\frac{4}{3}}{6 + \frac{1}{\epsilon} \left(6 - \frac{3}{2} \right)} = \frac{\frac{4}{3} \left(6 + \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{9}{2} \right)}{6 + \frac{1}{\epsilon} \cdot 3}$$

$$8 + \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{9}{2} = 6 + \frac{3}{\epsilon} \Rightarrow 2 = \frac{3}{\epsilon}$$

$$\underline{\underline{\epsilon = 1.5}} \quad 2 = \frac{6}{\epsilon} - \frac{3}{\epsilon} \Rightarrow 2 = \frac{3}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = \frac{3}{2} = 1.5$$

Ответ: $\epsilon = 1.5$



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
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) по 3-му выражению:

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}; \quad |\mathcal{E}_{\text{инд}}| = \frac{d(BS_i)}{dt} = \frac{dB}{dt} S_i = \cancel{dB} = nLS$$

возникает в той катушке, с.к. во время
не проследить ни изменение B_i , ни изм. S_i

с другой стороны

$$\mathcal{E}_{\text{инд}i} = L_i \left(\frac{dI}{dt} \right); \quad L_i = L + 4L = 5L - \text{по условию.}$$

следовательно

$$\Rightarrow nLS = 5L \left(\frac{dI}{dt} \right) \Rightarrow \left(\frac{dI}{dt} \right) = I' = \frac{nLS}{5L}$$

2)

~~По 3-му выражению~~

$$|\mathcal{E}_{\text{инд}}| = 5L \cdot \frac{dI}{dt}$$

$$|\mathcal{E}_{\text{инд}}| = \frac{d(BS)}{dt} \Rightarrow 5L \frac{dI}{dt} = \frac{d(BS)}{dt}$$

$$\Rightarrow 5L (I - 0) = \left(B_0 - \frac{B_0}{2} \right) nS + \left(2B_0 - \frac{2B_0}{3} \right) nS$$

$$5L I = \frac{B_0}{2} nS + \frac{4}{3} B_0 \cdot nS$$

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

$$I = nS \cdot 5L \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{3} \right) = I = \frac{19}{30} \frac{B_0 nS}{L} = \frac{3}{6} + \frac{16}{6} = \frac{19}{6}$$

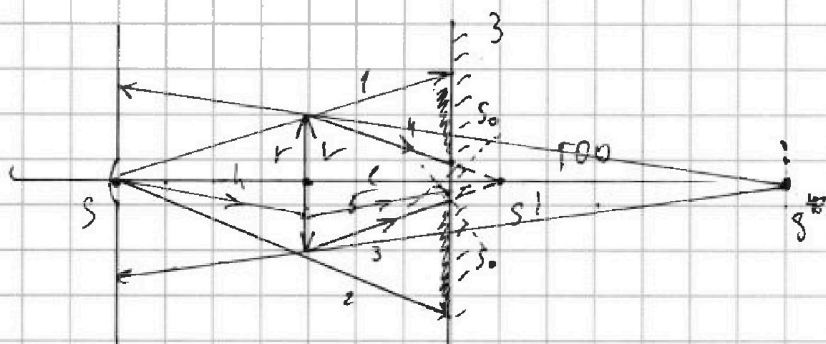
$$\text{Ответ: } 1) I' = \frac{nLS}{5L}; \quad 2) I = \frac{19}{30} \frac{B_0 nS}{L}$$



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!



1) Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} - \frac{1}{h} = \frac{1}{h}$$

$\Rightarrow b = h$; заметим, что $b = h > f$, т.е.

$b = \frac{2}{3}h$, т.е. мы имеем источник S (математический

его S') струя за зеркалом 3. Построим

лучи через линзу. Лучи 1 и 2 проходят

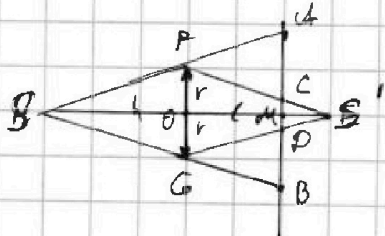
прямо через линзу. Лучи 3 и 4

определяют положение изображения.

Луч 5 — главный луч

Ввиду симметрии (S на ГОО расположен)

$S = 2S_0$. Сделаем выносной чертеж



$$\triangle SAB \sim \triangle SFG$$

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

$$\frac{h}{h+b} = \frac{AB}{AB} \Rightarrow AB = 2r \cdot \frac{h+b}{h} = 2r \cdot \frac{5}{3}$$

$$\triangle CDS' \sim \triangle FS'G \Rightarrow FG = OS'$$

и-но:



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!

$$\frac{CD}{2r} = \frac{h-l}{h} \Rightarrow CD = 2r \cdot \frac{h-l}{h} = 2r \cdot \frac{1}{3}$$

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

$$AC = BD = \frac{AB - CD}{2} = \frac{2r \cdot \frac{5}{3} - 2r \cdot \frac{1}{3}}{2} = r \left(\frac{4}{3} \right) = \frac{4}{3}r$$

$$\Rightarrow AC = 4 \text{ см}$$

$$\rightarrow S = \frac{\pi \cdot AB^2}{4} - \frac{\pi \cdot CD^2}{4} = \frac{\pi}{4} \left(\left(2r \cdot \frac{5}{3} \right)^2 - \left(2r \cdot \frac{1}{3} \right)^2 \right)$$



$$S = \frac{\pi}{4} \cdot 4r^2 \left(\left(\frac{5}{3} \right)^2 - \left(\frac{1}{3} \right)^2 \right) = \frac{\pi}{4} \cdot 4r^2 \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) = \pi r^2$$

$$= \pi \cdot 9 \cdot \frac{29}{9} = 29\pi$$

2) Т.к. лучи всё же попадают на зеркало
фрагмент из луча S в ~~зеркало~~ зеркале S*
см. рисунок 1). Если S' построить из-луча
в той же точке где и S, см-но освещенно
стенкой определяет линию S*

По формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a_1}; a_1 = h + 2l = 3h, \text{ что}$$

следует из правила построения из-луча
в зеркале



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.



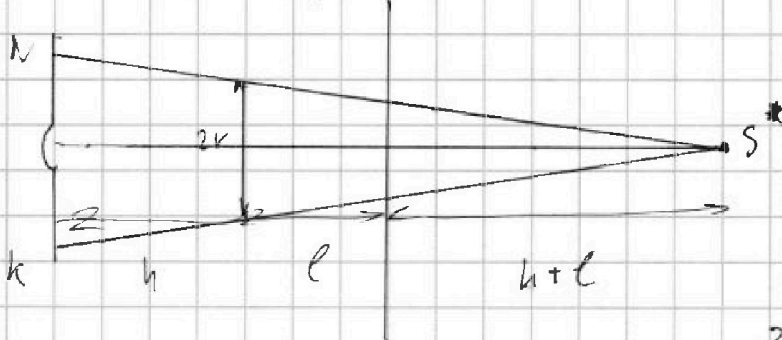
СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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!

$$\Rightarrow \theta_1 = \frac{2}{h} - \frac{3}{4h} = \frac{1}{h} \left(2 - \frac{3}{4} \right) = \frac{5}{4h} = \frac{56}{49}$$

$$\Rightarrow \theta_1 = \frac{5}{4} h > h, \text{ что не так!}$$

нужно найти центр:



из подобия:

$$\frac{2r}{NK} = \frac{h+2l}{2h+2l}$$

$$NK = 2r \cdot \frac{2(h+l)}{h+2l} \Rightarrow NK = 2r \cdot \frac{2(1+\frac{2}{3})}{1+\frac{4}{3}} = 2r \cdot \frac{2 \cdot \frac{5}{3}}{\frac{7}{3}} = \frac{10}{7} \cdot 2r = \frac{20}{7} r = \frac{60}{7} \text{ см}$$

$$\Rightarrow S_1 = \frac{\pi \cdot \left(\frac{60}{7} \right)^2}{24} = \frac{\pi \cdot 3600}{4 \cdot 49} = \frac{900}{49} \text{ м}^2$$



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!

$$F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{5}{13} = mg \cdot \frac{39 - 25}{65} = \frac{14}{65} mg$$

$$F_2 = 4mg \cdot \frac{5}{13} - 4mg \cdot \frac{5}{24} = 4mg \left(\frac{5}{13} - \frac{5}{24} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{20^5 \left(\frac{24 - 13}{13 \cdot 24} \right)}{6} = \frac{55}{48} mg$$

$$F_{p3} = \left(F_{p1} \cos \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2 - F_{p2} \cos \alpha_2 - P_1 \sin \alpha_1 \right)$$

$$F_{p3} = mg \left(\frac{14}{65} \cdot \frac{4}{5} + \frac{48}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{25}{13} \cdot \frac{12}{13} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} \right) =$$

$$= \left(\frac{56}{13 \cdot 25} + \frac{48 \cdot 5}{13 \cdot 13} - \frac{110}{13 \cdot 13} - \frac{12}{25} \right) =$$

$$P_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$= \frac{56 \cdot 13 + \frac{130 \cdot 25}{48} - 12 \cdot 13 \cdot 13}{13^2 \cdot 25}$$

$$P_2 = 4mg \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{48}{13}$$

$$= \frac{56 + 250 - 12 \cdot 13}{13 \cdot 25} = \frac{250 - 100}{13 \cdot 25}$$

$$\frac{6}{13} mg$$

$$\frac{240}{13} = \frac{156}{13 \cdot 25} = \frac{3}{25}$$

$$\frac{6}{13}$$



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!

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{dBS}{dt} \Rightarrow L dI = d(BS)$$

$$dI = \frac{dBS}{L}$$

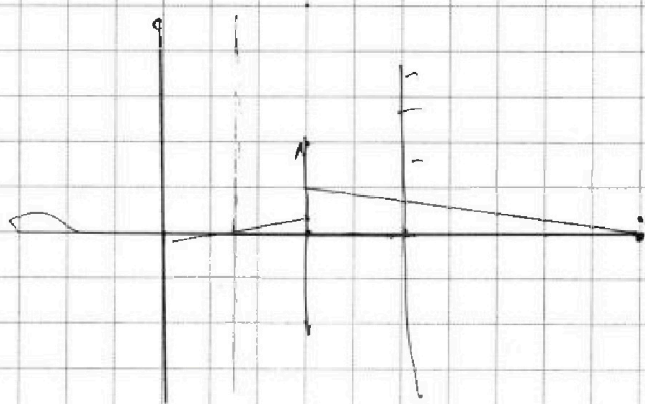
$$\Delta I = \frac{B_{00} \Delta S}{L} \quad 2 \frac{\frac{4}{3} B_0 h S}{L}$$

$$5 L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{dBS}{\Delta t}$$

$$5 L \Delta I = d(BS) = dBS + dSB$$

$$\frac{1}{2L+h} + \frac{1}{L} = \frac{2}{L}$$

$$\frac{1}{L} = \frac{2}{h} - \frac{1}{(\frac{4}{3}+1)L} ; \frac{1}{L} = \frac{1}{h} \left(2 - \frac{3}{4} \right)$$



$$\frac{CQ}{2r} = \frac{h-c}{h} \Rightarrow CQ = 2r \cdot \frac{1 - \frac{2}{3}}{1} = 2r \cdot \frac{1}{3} = 2 \text{ cm}$$



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!

$$3) \quad \eta = \frac{1}{9}$$

$$Q_{12} = A_{12} = \frac{2,5 p_0 + \frac{4 p_0}{2}}{2} \cdot 3 V_0 = \frac{6,5}{2} \cdot 3 p_0 V_0 = 9,75 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (2,5 \cdot 2 - 16) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot (14,5 - 16) = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = 9$$

$$\Rightarrow Q_{12} = \frac{9}{4} + 9,75 = 2,25 + 9,75 = 12 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (16 - 2) = \frac{24}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{13} = - \frac{1}{2} \cdot \frac{15}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{13} = \frac{12}{2} p_0 V_0 = 6$$

$$\Rightarrow Q^+ = 18 p_0 V_0$$

$$A = \frac{9}{4} \Rightarrow \frac{\frac{9}{4}}{18} = \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$\begin{array}{r} 16,5 \\ + 6,5 \\ \hline 19,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19,5 \\ - 18 \\ \hline 1,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9,75 \\ + 9,75 \\ \hline 19,50 \end{array}$$

$$4 \cdot 3 = 12$$

$$12 - 9,5 =$$

$$= 2,5 = \frac{25}{10} =$$

$$= \frac{15}{2}$$



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!

A =

$$3 \frac{p_0}{2} \cdot 3 V_0 = 4,5 p_0 V_0$$

$$3 V_0 \cdot \frac{1,5 p_0}{2} = \frac{4,5 p_0 V_0}{2} \Rightarrow A = \frac{4,5 p_0 V_0}{2} + 2,25$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} V R \Delta T$$

$$4 V_0 p_0 = V R T_3 \Rightarrow T_3 = 4 V_0$$

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 10,5 p_0 V_0$$

$$4 V_0 \cdot 2,5 p_0 = V R T_2 = 10,5 V_0$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{105}{10} = \frac{3}{2} \cdot \frac{21}{2} = \frac{63}{4}$$

$$\begin{aligned} 4 \cdot 2,5 &= \\ &= 6 \cdot 2,5 + 2,5 \\ &= 30 + 2,5 = 32,5 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{9}{4}}{\frac{63}{4}} = \frac{63}{9} = 7$$

✓

2)

$$p = \frac{V R}{V}$$

$$p = 6 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V \Rightarrow \frac{V R}{V} = 6 p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V \cdot V$$

$$\Rightarrow T = \frac{6 p_0 V}{V R} - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2$$

$$\frac{6 p_0 V}{V R} - \frac{p_0 V}{V_0 R} = 0 \Rightarrow \frac{p_0 V}{V_0} = \frac{6 p_0}{V R} \Rightarrow V = 6 V_0$$

$$\Rightarrow T = \frac{36 p_0 V_0}{V R} - \frac{36 p_0 V_0}{2 V \cdot \dots} = \frac{36}{2} = 18$$

✓



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!

