



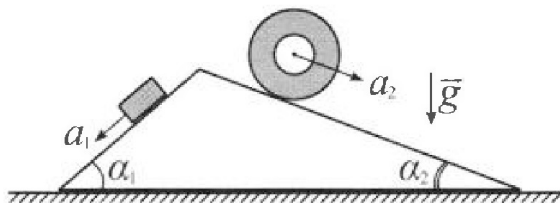
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

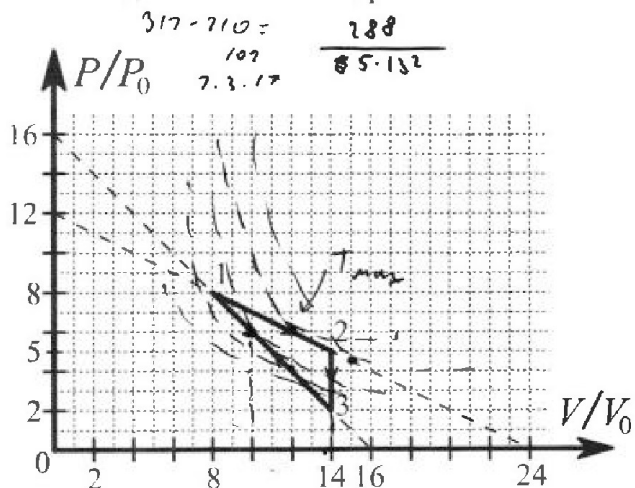


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

$$\begin{aligned} 317 - 710 &= \frac{17 \cdot 13}{107} = \frac{221}{107} \\ 109 \cdot 5 &= 545 \\ 545 - 350 &= 195 \end{aligned}$$

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.



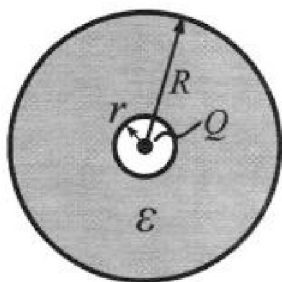
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

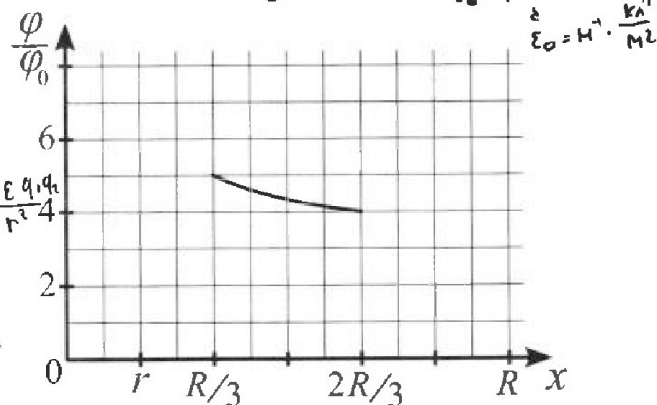
3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. 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 .



$$\begin{aligned} C &= \frac{Q}{\epsilon} \\ \frac{kq_1}{r^2} &= \frac{kq_2}{r^2} \\ F &= \frac{kq_1q_2}{\epsilon r^2} \\ F &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q_1q_2}{r^2} \end{aligned}$$





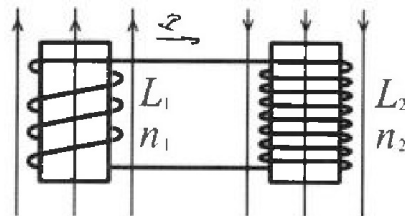
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



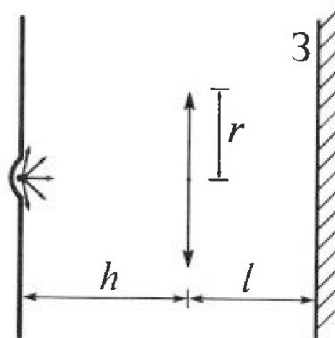
4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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

$$3 - \frac{9}{4} \quad n_2 - n_1 = \frac{1}{1} \quad \frac{9}{4} - \frac{1}{4} = \frac{2}{1} = 2$$

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.

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

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

$$\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi_3 = 4\pi$$

$$r = \frac{10}{5} = 2 \quad \frac{1}{3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{x} \quad x = \frac{10}{5-1} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$$

$$2r = 1 - \frac{9}{5} = -\frac{4}{5} \quad \frac{10}{5} \cdot \frac{1}{5} h = \frac{5}{9} h$$



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) $F_3 = ?$

Теперь определим силу трения F_3 , для этого сначала определим силы N_1 и N_2 нормальных реакций на брусок и цилиндр, для этого запишем II з. Ньютона в проекции на ось x по вертикали:

$$0 = mg \cdot \cos \alpha_1 - N_1 \Rightarrow N_1 = mg \cdot \cos \alpha_1 = mg \cdot \frac{4}{5}$$

$$0 = 2mg \cdot \cos \alpha_2 - N_2 \Rightarrow N_2 = 2mg \cdot \cos \alpha_2 = mg \cdot \frac{24}{13}$$

Тогда запишем 3-е горизонтальное уравнение для сил, действующих на клин:

$$0 = F_3 + N_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_1 \cdot \cos \alpha_1 - F_2 \cdot \cos \alpha_1 - N_2 \cdot \sin \alpha_2$$

$$0 = F_3 + mg \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{12}{13} - \frac{9}{25} \cdot \frac{4}{5} - \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} \right)$$

$$0 = F_3 + mg \cdot \left(\frac{12}{15} + \frac{6}{13} - \frac{36}{315} - \frac{120}{169} \right)$$

$$0 = F_3 + mg \cdot \left(\frac{156}{315} - \frac{36}{315} + \frac{78}{169} - \frac{120}{169} \right)$$

$$0 = F_3 + mg \cdot \left(\frac{120}{315} - \frac{42}{169} \right) \Rightarrow 0 = F_3 + mg \cdot \left(\frac{16}{65} - \frac{42}{169} \right)$$

$$0 = F_3 - mg \cdot \frac{288}{845}$$

⇔

$$F_3 = mg \cdot \frac{288}{845}$$

Ответ: 1) $F_1 = mg \cdot \frac{9}{25}$;

2) $F_2 = mg \cdot \frac{1}{2}$;

3) $F_3 = mg \cdot \frac{288}{845}$.





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!

2. 1) $d = \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = ?$

По I началу термодинамики при переходе 1-2:

$$\Delta Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = p_0 V_0 \cdot \frac{8+5}{2} \cdot (14-8) + \frac{3}{2} (8p_0 V_0 - 14p_0 V_0) =$$

$$= p_0 V_0 \cdot (39 - 9) = 30 p_0 V_0; \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (8p_0 \cdot 8V_0 - 14V_0 \cdot 5p_0) =$$

$$= -9 p_0 V_0$$

Работа A в цикле равна разности ΔQ_{12} :

$$A = p_0 V_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot (5-1) \cdot (14-8) = 9 p_0 V_0$$

$$d = \frac{|\Delta Q_{12}|}{A} = \frac{1-9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = \underline{\underline{1}}$$

2) $\beta = \frac{T_{max}}{T_3} = ?$

По ур. Менделеева-Клапейрона в т. 3: $p_0 \cdot 14 V_0 = 2 T_3 R$

$$T_3 = \frac{28 p_0 V_0}{2R} \quad \text{где } 2R - \text{число степеней свободы}$$

T_{max} достигается при касании с изотермой!

1-2: $\frac{p}{p_0} = 12 - \frac{1}{2} \frac{V}{V_0}$

Изотерма: $\frac{p}{p_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right)^{-1}$

$\frac{p}{p_0} = y; \quad \frac{V}{V_0} = x$

λ - температура в цикле, связанная с температурой

$y = 12 - \frac{x}{2}$

$y = \frac{\lambda}{x}$

$\frac{\lambda}{x} = 12 - \frac{x}{2}$

$2\lambda = 24x - x^2$

$x^2 - 24x + 2\lambda = 0$

$\Delta = 0 = 144 - 2\lambda \Rightarrow \lambda = 72$

$x^2 - 24x + 144 = 0$

$x = \frac{V}{V_0} = 12 \Rightarrow y = \frac{p}{p_0} = 6$

По ур. Менделеева-Клапейрона:

$6 p_0 \cdot 17 V_0 = 2 R T_{max} \Rightarrow T_{max} = \frac{72 p_0 V_0}{2R}$



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!

$$\text{Тогда } \beta = \frac{T_{\text{max}}}{T_2} = \frac{72}{78} = \frac{18}{19}$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_1} = ?$$

Получать теплоту мы можем только в процессах

1-2 и 3-1. Определим точки касания с адиабатами у них:

$$1-2: y = 12 - \frac{1}{2}x$$

$$3-1: y = 16 - x$$

$$\text{адиабата: } y \cdot x^{\delta} = \varphi$$

δ - показатель адиабаты

$$\delta = \frac{5}{3} \text{ для азота } \text{газ.}$$

φ - некое постоянное

$$12 - \frac{1}{2}x = \varphi \cdot x^{-\frac{5}{3}}$$

$$y = \varphi \cdot x^{-\frac{5}{3}}$$

$$y' = \varphi \cdot -\frac{5}{3} \cdot x^{-\frac{8}{3}}$$

$$\text{Касание с 1-2: } \varphi \cdot -\frac{5}{3} \cdot x^{-\frac{8}{3}} = -\frac{1}{2}$$

$$x^{-\frac{8}{3}} = \frac{3}{10\varphi}$$

$$x = \left(\frac{10\varphi}{3}\right)^{\frac{3}{8}}$$

$$y = \left(\frac{10\varphi}{3}\right)^{-\frac{5}{8}} = \varphi$$

$$y = \left(\frac{10}{3}\right)^{-\frac{5}{8}} \cdot \varphi^{\frac{1}{8}}$$

$$\left(\frac{3}{10}\right)^{\frac{5}{8}} \cdot \varphi^{\frac{3}{8}} = 12 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{10}{3}\right)^{\frac{3}{8}} \cdot \varphi^{\frac{3}{8}}$$

$$\varphi = \left(\frac{12}{\left(\frac{3}{10}\right)^{\frac{5}{8}} + \frac{1}{2} \left(\frac{10}{3}\right)^{\frac{3}{8}}}\right)^{\frac{8}{3}}$$



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
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!

Задача из I начала термодинамики:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \rho_0 V_0 \cdot 3g - \rho_0 V_0 \cdot g = 30 \rho_0 V_0$$

$$Q_{3x} = A_{3x} + \Delta U_{3x} = -\rho_0 V_0 \cdot 16 + \frac{3}{2} (c_0 \rho_0 V_0 - 18 \rho_0 V_0) = 32 \rho_0 V_0$$

и

$$Q_+ = 62 \rho_0 V_0$$

$$A = 9 \rho_0 V_0$$

Решая сумму $A = mgy = g_0 \Delta z$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9}{62}$$

$$D_{\text{тер}}: 1) \alpha = \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = 1$$

$$2) \beta = \frac{T_{\text{max}}}{T_3} = \frac{18}{7}$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{9}{62}$$



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!

$$1 + 2\varepsilon^{-1} = \frac{5}{4} + \frac{5}{8}\varepsilon^{-1}$$

$$\frac{11}{8}\varepsilon^{-1} = \frac{1}{4}$$

$$11\varepsilon^{-1} = 2$$

$$\varepsilon^{-1} = \frac{2}{11}$$

ε

$$\varepsilon = 5,5$$

$$\text{Ответ: } 1) \quad \varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{5\varepsilon}\right)$$

$$2) \quad \varepsilon = 5,5$$

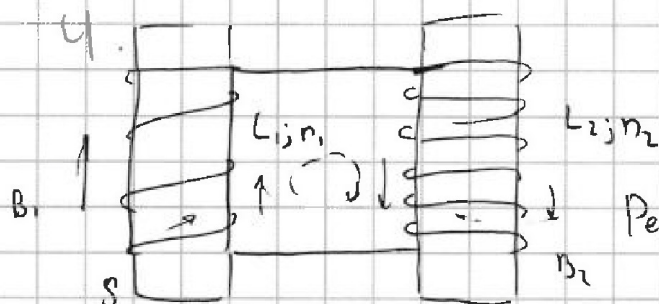


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$L_1 = L; L_2 = 16L$$

$$n_1 = n; n_2 = 4n$$

$$S$$

Решение:

1) $|I| = ?$ $B_1 = d$; $B_2 = \text{const}$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \mathcal{E} = -d \cdot n$$

Катушки соединены последовательно (отсюда "используем"), а значит их индуктивности складываются:

$$L' = L_1 + L_2 = 17L$$

$$\mathcal{E} = L' \cdot \dot{I}$$

$$-dn = 17L \cdot \dot{I}$$

$$|I| = \frac{dn}{17L}$$

2) $L_1: B_0 \rightarrow B_0/3$
 $L_2: 3B_0 \rightarrow 3B_0/4$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$\mathcal{E}_1 = -\dot{\Phi}_1 \cdot n; \mathcal{E}_2 = -\dot{\Phi}_2 \cdot 4n$$

Потокосвязи направлений обмоток катушек совпадают, а направления полей - нет, то $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ действуют в одну сторону:

$$\mathcal{E} = |\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2|$$

Катушки и источник соединены последовательно, а значит:

$$17L \cdot \dot{I} = |\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2|$$

$$17L \cdot \Delta I = \left| \frac{2B_0 S}{3} \cdot n - \frac{3B_0 S}{4} \cdot 4n \right|$$

$$\Delta I = \frac{7B_0 S n}{3 \cdot 17L} \Rightarrow \text{Ответ: 1) } |I| = \frac{dn}{17L}$$

$$I = 0 \text{ или } I = \Delta I$$

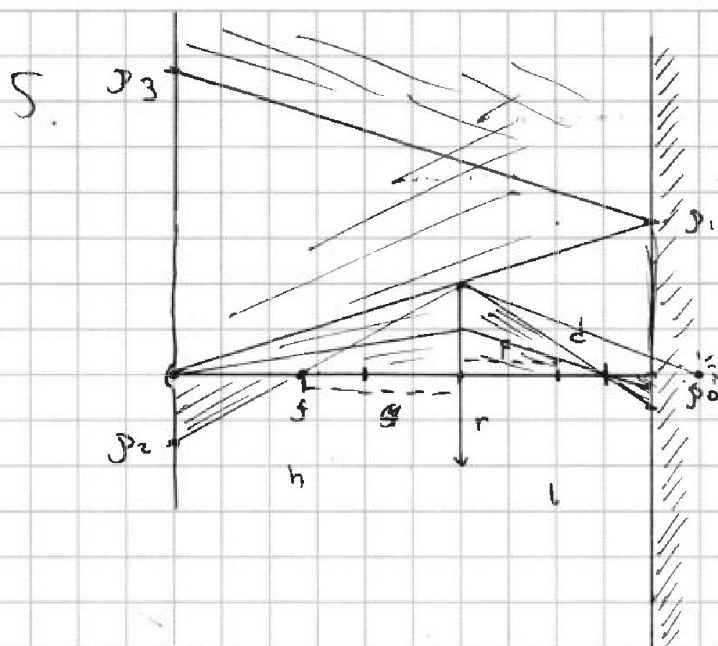
$$2) I = \frac{7B_0 S n}{51L}$$



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) $S_3 = ?$

Найдём внешнюю радиус полевой области (P_1)
Для этого проведём лучи через фронт линзы и продолжим его. Все лучи, которые ни на чём не будут проходить не зеркало!

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{h+l}{h}$$

$$P_1 = P_2 \cdot \frac{5}{3} = \frac{15}{3} \text{ см}$$

При преломлении источника собирает в один фокус на расстоянии d от линзы, тогда:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{h} + \frac{1}{d} \Rightarrow d = \frac{h}{2}$$

Лучи, идущие от центра через изображение $\Rightarrow$ образ радиуса P_0 :
внутренней области

$$\frac{P_0}{h} = \frac{l-d}{d} \Rightarrow P_0 = \frac{h}{3} = \frac{5}{3} \text{ см.}$$

$$S_3 = \pi (P_1^2 - P_0^2) = \pi \cdot 15^2 \left(\frac{15}{9} - \frac{1}{9} \right) = \pi \cdot 15^2 \left(\frac{14}{9} \right) =$$

$$= \pi \cdot \frac{200}{3} \text{ см}^2$$

Система имеет опти. ось линзы!

2) $S_4 = ?$

Рассеивающая линза от зеркала лучи снова направляет к центру $\Rightarrow$

$$\frac{P_3}{2(h+l)} = \frac{P_1}{h+l} \Rightarrow P_3 = P_1 \cdot \frac{10}{3}$$



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
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!

Отразим от зеркала получившееся изображение источника и найдем его форму точки линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d + 2(l-d)}$$

где f - раск от линзы до нового изображения

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

Радиус R_2 сферы найдем от радиуса по формуле отношения:

$$\frac{R_2}{r} = \frac{h-f}{f}$$

$$R_2 = \frac{4}{3}r$$

$$S_c = \pi(R_2^2 - r^2) = \pi r^2 \left(\frac{100}{9} - \frac{16}{25} \right) = \pi r^2 \left(\frac{1500 - 144}{225} \right) = \pi r^2 \left(\frac{2356}{225} \right) = \pi \cdot \frac{2356}{9} \text{ см}^2$$

Ответ: 1) $S_3 = \pi \cdot \frac{200}{9} \text{ см}^2$

2) $S_c = \pi \cdot \frac{2356}{9} \text{ см}^2$



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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

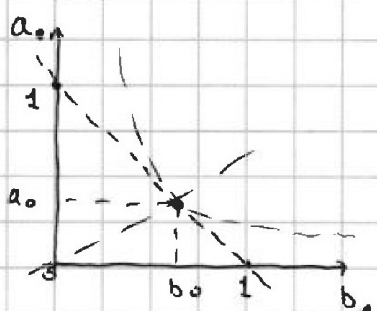
СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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!

$$3) \eta = \frac{A}{Q_1} = ?$$

Получить теплоту мы можем только на участках 1-2 и 3-1, вычислим, когда это происходит через точку касания точки касания с адиабатой.

делаем это сначала в общем виде:



$$a = 1 - b$$

$$a \cdot b^\gamma = c, \text{ где } c - \text{константа.}$$

$$a = c \cdot b^{-\gamma}$$

$$a' = c \cdot (-\gamma) \cdot b^{-\gamma-1} = (-b)^\gamma = -1$$

$$c \gamma = b_0^{\gamma+1}$$

$$b_0 = (c \gamma)^{\frac{1}{\gamma+1}}$$

$$a_0 = c \cdot (c \gamma)^{\frac{\gamma}{\gamma+1}}$$

$$c = \frac{a_0}{(c \gamma)^{\frac{\gamma}{\gamma+1}}} = 1 - (c \gamma)^{\frac{1}{\gamma+1}}$$

$$\frac{a_0}{b_0} = \frac{c}{c \gamma} = \gamma^{-1}; a_0 + b_0 = 1$$

$$b_0 = a_0 \gamma$$

$$a_0 (1 + \gamma) = 1$$

$$a_0 = \frac{1}{1 + \gamma}$$

$$b_0 = \frac{\gamma}{1 + \gamma}$$

$$\frac{5}{1 + 5} = \frac{5}{6} \cdot \frac{5}{5}$$

Подставляем это соотношение в наше уравнение получим точки касания:

$$1-2: \left(\frac{5}{8} \cdot 14; \frac{3}{8} \cdot 11 \right) \equiv (15 V_0; \frac{9}{2} p_0) \Rightarrow \text{Всегда поглощает теплоту!}$$

$$1-3: \left(\frac{5}{8} \cdot 16 V_0; \frac{2}{8} \cdot 16 p_0 \right) \equiv (10 V_0; 6 p_0) \Rightarrow \text{От точки } \rightarrow \text{ выд } (10 V_0; 6 p_0) \text{ мы поглощаем теплоту.}$$



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.

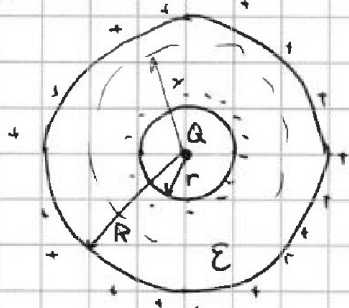


СТРАНИЦА

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!

3.



$$1) \varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = ?$$

По 3. Купона:

$$E = \frac{kQ}{x^2 \epsilon(x)}, \text{ тогда определим}$$

потенциал в точке внутри шара:

$$\varphi(x) = \int_0^R \frac{kQ}{x^2 \epsilon} dx + \int_R^x \frac{kQ}{x^2 \epsilon} dx =$$

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

При $x = \frac{5}{6}R$:

$$\varphi(x) = kQ \left(\frac{1}{R} + \epsilon^{-1} \cdot \left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{R} \right) \right) =$$

$$= kQ \left(\frac{1}{R} + \frac{\epsilon^{-1}}{5R} \right) = kQ \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{5\epsilon R} \right) =$$

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{5\epsilon} \right)$$

2) $\epsilon = ?$

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

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

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{2}{\epsilon} \right) = 5\varphi_0$$

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

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{2\epsilon} \right) = 4\varphi_0$$

$$\frac{1 + \frac{2}{\epsilon}}{1 + \frac{1}{2\epsilon}} = \frac{5}{4}$$



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!

