



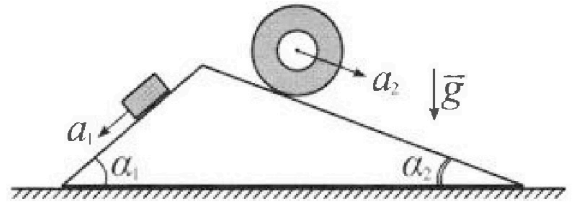
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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.

$$317 - 710 = \frac{17 \cdot 13}{107} = \frac{30 - 39}{65} = \frac{9}{65}$$

$$109 \cdot 5 = 317$$

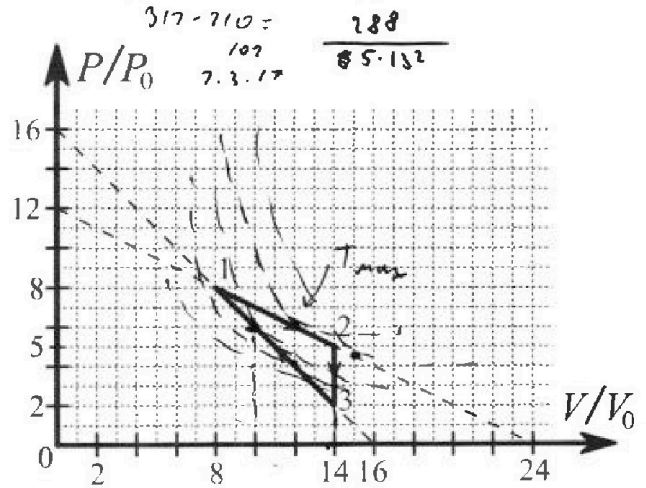
$$500 + 350 - 5 = 850 - 5 = 845$$

$$\frac{24}{65} = \frac{120}{325}$$

$$317 - 600$$

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

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



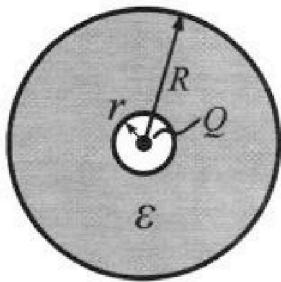
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 - потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.

2) Используя график, найти численное значение ϵ .

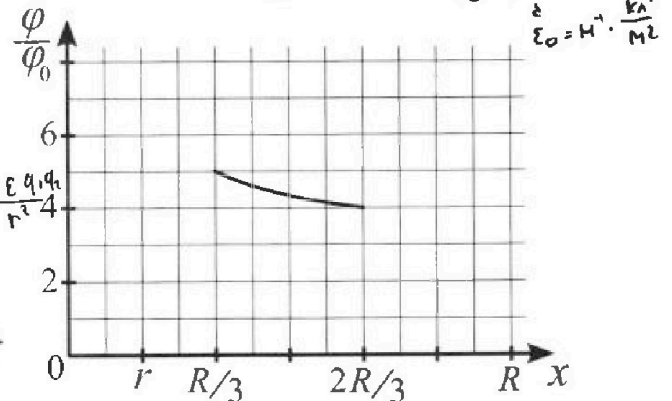


$$C = \frac{Q}{\epsilon}$$

$$\frac{kQ^2}{4\pi \epsilon_0 r^2} = \frac{m^2 \cdot c_0}{m^2}$$

$$F = \frac{k \cdot Q \cdot Q_2}{\epsilon r^2} = \frac{k \epsilon Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$



$$C = \frac{\epsilon S \epsilon_0}{e}$$

$$H = \frac{kQ^2}{\epsilon_0 \cdot m^2}$$

$$\epsilon_0 = H^2 \cdot \frac{kQ^2}{m^2}$$



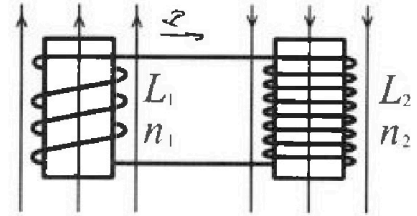
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

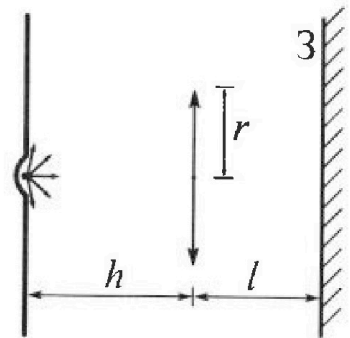
4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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

$$3 - \frac{9}{4} \quad n_2 - n_1 = \frac{1}{1} \quad \frac{9}{2} - \frac{2}{2} = \frac{7}{2}$$

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

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

$$r \cdot \frac{10}{5} = r \cdot \frac{10}{5} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{5} + \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{10}{5-1} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$$

$$2r \cdot 1 - \frac{9}{5} = \frac{10}{5} \cdot \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{10}{5} \cdot \frac{1}{5} = \frac{5}{5} = 1$$



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 поперек склона:

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

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

Тогда запишем все горизонтальные силы, действующие на клин:

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

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

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

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

$$0 = F_3 + mg \left(\frac{120}{175} - \frac{48}{169} \right) \Leftrightarrow 0 = F_3 + mg \left(\frac{16}{25} - \frac{48}{169} \right)$$

$$0 = F_3 - mg \cdot \frac{208}{845}$$

\Leftrightarrow

$$F_3 = mg \cdot \frac{208}{845}$$

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

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

3) $F_3 = mg \cdot \frac{208}{845}$.





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!

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

По I началу термодинамики для цикла 1-2:

$$\Delta Q_{11} = A_{12} + \Delta U_{12} = p_0 V_0 \cdot \frac{8+5}{2} \cdot (14-8) + \frac{3}{2} (8p_0 V_0 - 70p_0 V_0) =$$

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

$$= -9 p_0 V_0$$

Работа А в цикле равна по модулю ΔU_{12} :

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

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

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

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!

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

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

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

λ - множитель Лагранжа, связан с температурой

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

$$y = \frac{1}{x}$$

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

$$2 p_0 V_0 \lambda = 24x - x^2$$

$$x^2 - 24x + 2 p_0 V_0 \lambda = 0$$

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

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

$$x = \frac{V}{V_0} = 12 \Rightarrow y = \frac{p}{p_0} = 8$$

По ур. Менделеева-Клапейрона:

$$8 p_0 \cdot 17 V_0 = 2 R T_{\max} \Rightarrow T_{\max} = \frac{72 p_0 V_0}{2R}$$

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!

Тогда $\beta = \frac{T_{max}}{T_2} = \frac{72}{28} = \frac{18}{7}$

3) $\eta = \frac{A}{Q_2} = ?$

~~Получать теплоту мы можем только в процессах~~

~~1-2 и 3-1. Определим точки касания с изобаратами у нас:~~

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

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

~~изобарата: $y \cdot x^\delta = \varphi$~~

~~δ - показатель степеней~~

~~$\delta = \frac{5}{3}$ при условии $\mu_{2,3}$~~

~~φ - некое постоянное~~

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

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

~~$y' = \varphi \cdot \left(-\frac{5}{3}\right) \cdot x^{-\frac{8}{3}}$~~

~~Касание с 1-2: $\varphi \cdot \left(-\frac{5}{3}\right) \cdot x^{-\frac{8}{3}} = -\frac{1}{2}$~~

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

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

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

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

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

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



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 1. Начальное термодинамическое:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = p_0 V_0 \cdot 3g - p_0 V_0 \cdot g = 30 p_0 V_0$$

$$Q_{32} = A_{32} + \Delta U_{32} = -p_0 V_0 \cdot 16 + \frac{3}{2} (c_0 p_0 V_0 - 18 p_0 V_0) = 32 p_0 V_0$$

$$Q_+ = 62 p_0 V_0$$

$$A = 9 p_0 V_0$$

Работа цикла A - это $\Delta \epsilon_{123}$

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

Отбор: 1) $d = \frac{|\Delta U_{12}|}{A} = 1$

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

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!

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

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

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

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

и

$$\varepsilon = 5,5$$

$$\text{О-вет: } 1) \varphi\left(\frac{5}{8}R\right) = \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{1}{5\varepsilon}\right)$$

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

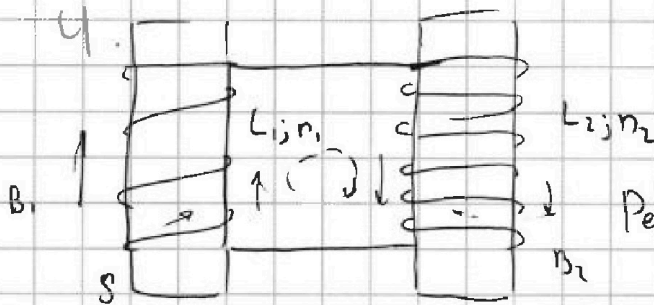


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

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

$$S$$

Решение:

1) $|I| = ? \quad \dot{B}_1 = d; \quad B_2 = \text{const}$

~~$$\mathcal{E} = -L \cdot \dot{I}$$~~

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

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

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

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

$$-d \cdot n = 17L \cdot \dot{I}$$

$$|I| = \frac{d \cdot n}{17L}$$

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

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

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

Потенциалы направлены вдоль катушек соответственно, а направления полей — нет, поэтому \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:

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

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

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

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

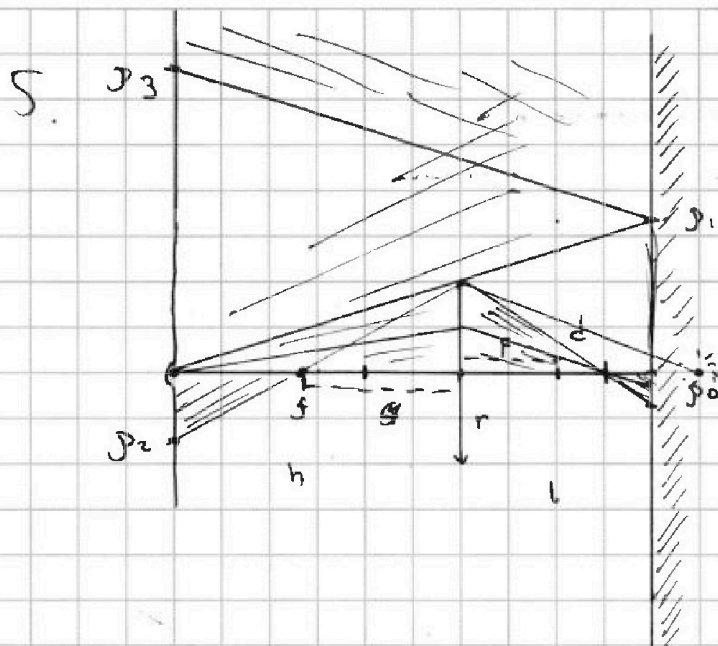
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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 внешн. радиус кривизны области (P_1)
Для этого пром. преломл. луч? через центр линзы и перпендикул. его. Все лучи, кото. и на на лин. будут приходить на зеркало!

$$\frac{P_1}{r} = \frac{h+l}{r} \\ P_1 = r \cdot \frac{15}{3} = \frac{15}{3} \text{ см}$$

При преломл. источник собирает в четк. точке на расстоянии d от линзы, тогда:

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

Лучи, кото. и на лин. пром. через центр линзы \Rightarrow образ радиуса P_0 будет вогнут. радиус кривизны области

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

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

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

Система имеет отн. отст. осей линзы!

2) $S_0 = ?$

После отразит. от зеркала лучи снова направляются к стеклу \Rightarrow

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



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:

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

где f - расст. от линзы до нового изображения

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

Радиус R_2 сферы $\frac{1}{2}$ радиуса от линзы на пути светящегося источника:

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

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

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

Ответ: 1) $S_3 = \pi \cdot \frac{200}{3} \text{ см}^2$

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

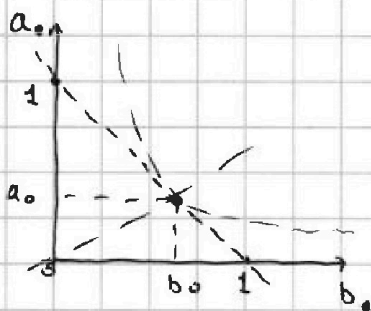
СТРАНИЦА
3 ИЗ 4

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 эти начальные точки касания с адиабатой.

делаем это сначала в общем виде:



$$a = 1 - b$$

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

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

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

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

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

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

$$c \cdot (c \delta)^{\frac{\delta}{\delta+1}} = 1 - (c \delta)^{\frac{1}{\delta+1}}$$

$$\frac{a_0}{b_0} = \frac{c}{c \delta} = \delta^{-1}; a_0 \cdot b_0 = 1$$

$$b_0 = a_0 \delta$$

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

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

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

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

Получается, что отношение δ нам не нужно
получим точки касания:

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

$$1-3: \left(\frac{5}{8} \cdot 16 V_0; \frac{2}{8} \cdot 16 p_0 \right) \equiv (10 V_0; 6 p_0) \Rightarrow \text{От точки } \delta = 4 \text{ (} 10 V_0; 6 p_0 \text{) мы получим теплоту.}$$



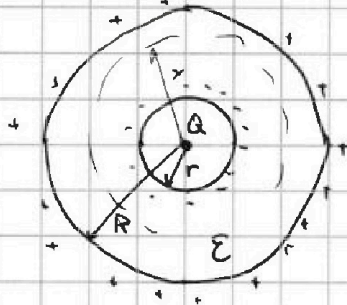
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

3.



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

По 3. Кулона:

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

потенциал в точке центра шара:

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

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

При $x = \frac{5}{6}R$:

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

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

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

2) $\epsilon = ?$

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

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

$$= \frac{kQ}{R} \left(1 + \frac{4}{\epsilon} \right) = 5\varphi_0$$

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

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

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



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!

