



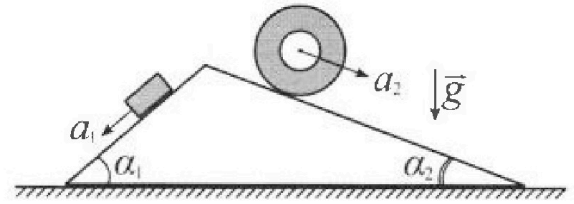
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

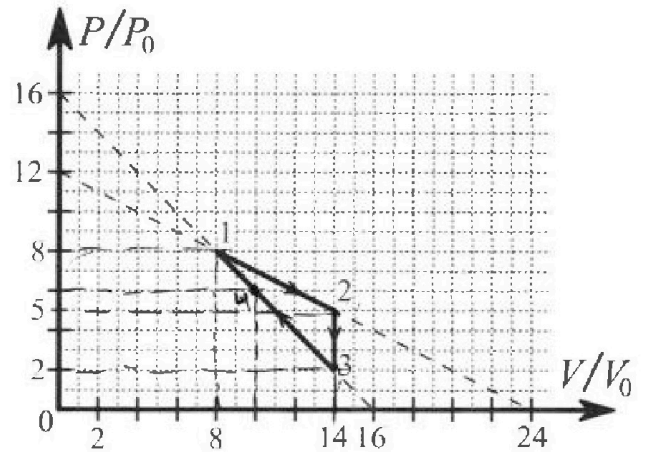
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) 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.

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.

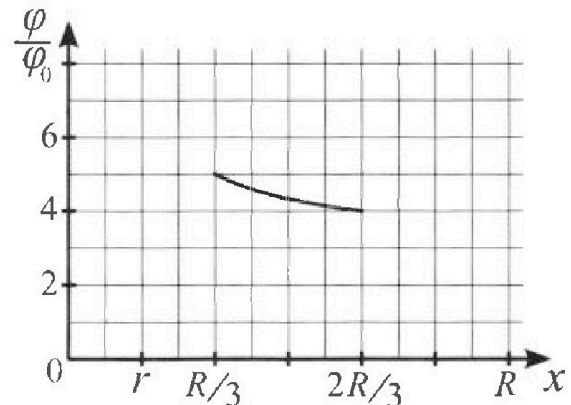
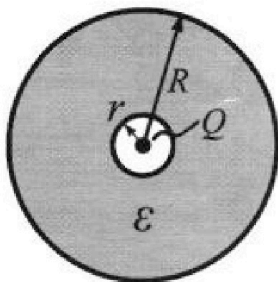


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





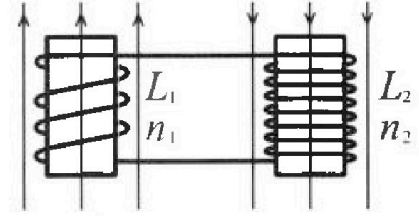
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

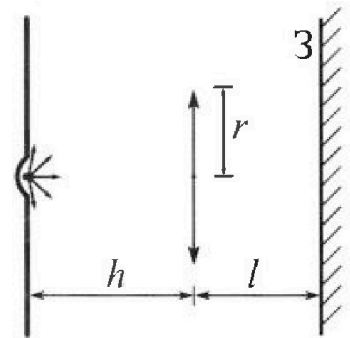


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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

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 Z . 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 $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.

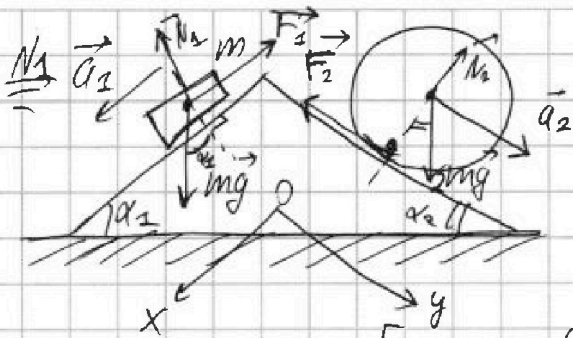


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



1) 2 Закон Ньютона на ось
 $Ox \uparrow \uparrow \vec{a}_1$:

$$ma_1 = mg \sin(\alpha_1) - F_1$$

$$F_1 = m(g \sin(\alpha_1) - a_1) =$$

$$= m\left(g \cdot \frac{3}{5} - \frac{6g}{13}\right) = mg \left(\frac{3 \cdot 13 - 6 \cdot 5}{65}\right) = mg \cdot \frac{39 - 30}{65} =$$

$$= \frac{9}{65} mg$$

$$F_1 = \frac{9}{65} mg$$

2) Пт. о движении центра масс для полного цилиндра:

$$2m \cdot a_{цм} = \sum F_{внеш} \text{ в проекции на } Oy \uparrow \uparrow \vec{a}_2$$

$$2m a_2 = 2mg \sin(\alpha_2) - F_2$$

$$F_2 = 2m(g \sin(\alpha_2) - a_2) = 2m\left(g \cdot \frac{5}{13} - g \cdot \frac{1}{4}\right) =$$

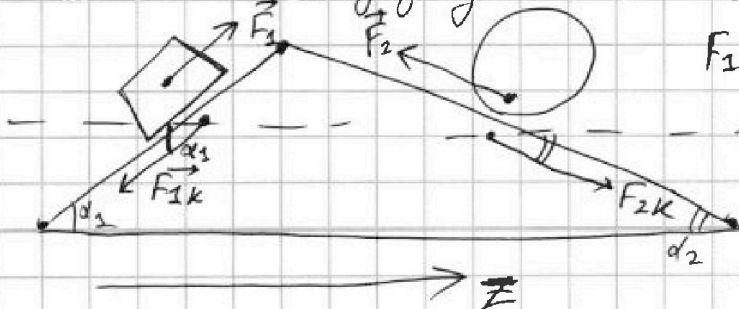
$$= 2mg \left(\frac{5 \cdot 4 - 13}{13 \cdot 4}\right) = 2mg \cdot \frac{20 - 13}{52} = mg \cdot \frac{7}{26}$$

$$F_2 = \frac{7}{26} mg$$

3) $\vec{F}_{1к}$ и $\vec{F}_{2к}$ - силы со стороны струны и цилиндра на

киш. По 3-му закону Ньютона $\vec{F}_{1к} = -\vec{F}_1$, $\vec{F}_{2к} = -\vec{F}_2$

$F_{1к} = F_1$, $F_{2к} = F_2$ по модулю



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-й 3-й Контонка для китца на ось z:

$$0 = F_{2z} \cos(\alpha_2) - F_{1z} \cos(\alpha_1) + F_{3z} =$$

$$= F_2 \cos(\alpha_2) - F_1 \cos(\alpha_1) + F_{3z}$$

$$F_{3z} = F_1 \cos(\alpha_1) - F_2 \cos(\alpha_2) = \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} =$$

$$= \frac{36}{325} mg - \frac{84}{338} mg = \frac{36}{325} mg - \frac{42}{169} mg =$$

$$= mg \left(\frac{36}{25 \cdot 13} - \frac{42}{13 \cdot 13} \right) = mg \left(\frac{36 \cdot 13 - 42 \cdot 25}{25 \cdot 13 \cdot 13} \right) =$$

$$= mg \cdot \frac{468 - 1050}{5^2 \cdot 13^2} = \frac{-582}{5^2 \cdot 13^2} mg = - \frac{582}{4235} mg \Rightarrow$$

\Rightarrow направление влево. Тогда получим $F_3 = \frac{582}{4235} mg$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$

2) $F_2 = \frac{7}{26} mg$

3) $F_3 = \frac{582}{4235} mg$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 108 \\ 36 \\ \hline 468 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 26 \\ 173 \\ 4078 \\ 26 \\ \hline 338 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 42 \\ 210 \\ 84 \\ \hline 468 \\ -2030 \\ \hline 468 \\ -582 \\ \hline 62 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 109 \\ 845 \\ 338 \\ \hline 4235 \end{array}$$



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 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!

N2

1) Внутренняя энергия $U = \frac{3}{2} PV$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (5 \cdot 14 - 8 \cdot 8) P_0 V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} (70 - 64) P_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot 6 \cdot P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

Работа газа - площадь, ограниченная кривыми:

$$A = 3 P_0 \cdot (14 - 8) V_0 \cdot \frac{1}{2} = 3 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2} \cdot P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

$$\boxed{\frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{9 P_0 V_0}{9 P_0 V_0} = 1}$$

2) Формула $P_{12}(V)$ процесса 1-2:

$$P_{12}(V) = 12 P_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V$$

Ур-ие сост. для процесса 1-2: $PV = \nu RT$

$$P_{12}(V) \cdot V = \nu RT$$

$$\nu RT = \left(12 P_0 - \frac{P_0}{2 V_0} V \right) V$$

$$T = \frac{P_0}{\nu R} \left(12 V - \frac{V^2}{2 V_0} \right)$$

Видно, что $T(V)$ - квадратичная, график - парабола, ветки

$$\text{вниз} \Rightarrow \text{т-я максимума при } V_T = \frac{-12}{-\frac{2}{2 V_0}} = 12 V_0$$

$$T_{\text{max}} = T(V_T) = \frac{P_0}{\nu R} \left(144 V_0 - \frac{144 V_0^2}{2 V_0} \right) = 72 \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$

Ур-ие сост. для (3): $2 P_0 \cdot 14 V_0 = \nu R T_3 \rightarrow$

$$\rightarrow T_3 = 28 \frac{P_0 V_0}{\nu R}$$



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!

$$\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{72 P_0 V_0}{2R} \cdot \frac{2R}{28 P_0 V_0} = \frac{6 \cdot 12}{2 \cdot 14} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

3) Изучим процесс изменения с адиабатой: Температуры по процессу:

$$C = \frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{C_V \delta T + p \delta V}{\delta T} = C_V + \frac{p \delta V}{\delta T}$$

$$pV = 2R T \xrightarrow{\text{дифференцируем}} p \delta V + V \delta p = 2R \delta T \quad C_V = \frac{3}{2} R \text{ м.к. одноатомный}$$

$$C = C_V + \frac{p \delta V}{p \delta V + V \delta p} \cdot R = C_V + \frac{R}{1 + \frac{V}{p} \cdot \frac{\delta p}{\delta V}} = R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{V}{p} \cdot \frac{\delta p}{\delta V}} \right)$$

В процессе изохора $C = 0$

$$\text{Канале с } 1 \rightarrow 2: P_2(V) = 2P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V \quad \frac{dP_2}{dV} = -\frac{P_0}{2V_0}$$

$$C = R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{V}{2P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V} \cdot \left(-\frac{R P_0}{2V_0} \right)} \right) = R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 - \frac{P_0 V}{2P_0 V_0 - P_0 V}} \right) =$$

$$= R \left(\frac{3}{2} + \frac{2V_0 - V}{2V_0 - 2V} \right) = 0$$

$$\frac{3}{2} = \frac{V - 2V_0}{2V_0 - 2V} \rightarrow \begin{matrix} 6V_0 - 6V = 2V - 4V_0 \\ 10V_0 = 8V \end{matrix}$$

$$72V_0 - 6V = 2V - 48V_0 \quad 8V = 120V_0$$

~~72V_0 - 6V = 2V - 48V_0~~ $V = 15V_0$ ← Температуры максимумы между 1 → 2

Однако $V_2 = 14V_0 < 15V_0 \Rightarrow$ процесс 1 → 2 максимумы с температурой между.

$$\text{Поэтому самое гл} \quad 3 \rightarrow 1: P_3(V) = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \quad \frac{dP_3}{dV} = -\frac{P_0}{V_0}$$



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$C = R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{V}{16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V} \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0} \right)} \right) = R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 - \frac{V}{16V_0 - V}} \right) =$$

$$= R \left(\frac{3}{2} + \frac{16V_0 - V}{16V_0 - 2V} \right) = 0$$

$$48V_0 - 6V = -32V_0 + 2V \rightarrow \text{~~8V = 80V_0~~}$$

$$8V = 80V_0 \rightarrow \underline{V = 10V_0} - \text{Находим максимум тепло на процессе } 3 \rightarrow 1$$

Тогда этот $10V_0 \in [8V_0; 14V_0] \Rightarrow$ т-а реализуется
переходу процесса. Каркаем её можно "4" с координатами $(10V_0; 6P_0)$

$$Q_+ = Q_{412} = (U_2 - U_4) + A_{41} + A_{12}$$

$$A_{41} = \frac{6P_0 + 8P_0}{2} \cdot (8V_0 - 10V_0) = 7P_0 \cdot (-2V_0) = -14P_0V_0$$

$$A_{12} = \frac{8P_0 + 5P_0}{2} \cdot (14V_0 - 8V_0) = \frac{13P_0}{2} \cdot 6V_0 = 13 \cdot 3P_0V_0 = 39P_0V_0$$

$$U_2 = \frac{3}{2} (14V_0 \cdot 5P_0) = 105P_0V_0$$

$$U_4 = \frac{3}{2} \cdot 10V_0 \cdot 6P_0 = 90P_0V_0$$

$$Q_+ = 105P_0V_0 - 90P_0V_0 - 14P_0V_0 + 39P_0V_0 =$$

$$= 15P_0V_0 + 25P_0V_0 = 40P_0V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} \cdot 100\% = \frac{9P_0V_0}{40P_0V_0} \cdot 100\% = 9 \cdot 2,5\% = \underline{22,5\%}$$

Ответ: 1) $\frac{\Delta U_{12}}{A} = 1$ 2) $\frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{18}{7}$ 3) $\eta = 22,5\%$



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 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!

1/3

1) В диэлектрике результирующее поле равно ϵ раз

меньше, чем поле в этой же точке, если бы не было

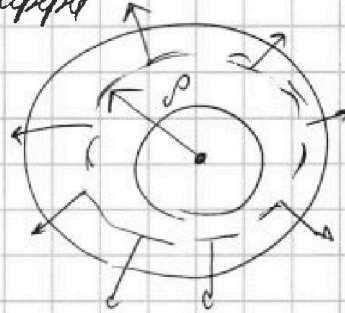
диэлектрика. Найдите результирующее поле E в

диэлектрике во м. Гаусса: для сферы

(в силу сферич. симметрии)
(оно эквивалентно заряду для сферы)

$$4\pi r^2 \cdot E_{xy} = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$E_{xy} = \frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0 r^2} \quad (r \in [r; R])$$



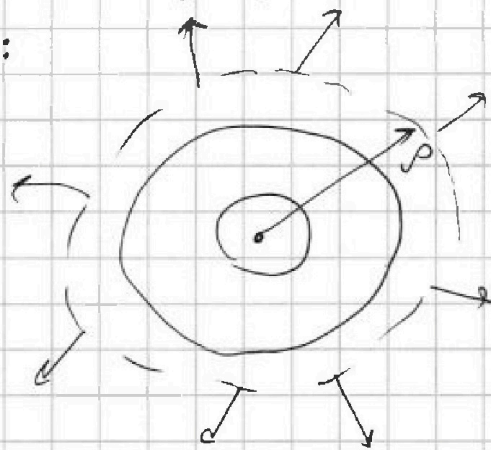
~~Найти результирующее поле в диэлектрике~~

Площадь сферы $4\pi r^2$

Вспомогательное поле вне диэлектрика:

$$4\pi r^2 \cdot E_x = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E_x = \frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0} \quad \begin{cases} r < R \\ r \geq R \end{cases}$$



Как известно $d\varphi = -E_x dx$

$$\varphi(\infty) = 0$$

$\varphi(R) = \varphi_{\text{нов}}$ → потенциал на внешней поверхности шара

$$r = x$$

$$\text{Для } x \geq R: \int_{\varphi_0}^{\varphi_{\text{нов}}} d\varphi = - \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \int_{\infty}^R \frac{dx}{x^2}$$

$$\varphi_{\text{нов}} - 0 = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x} \Big|_{\infty}^R = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R} \rightarrow \varphi_{\text{нов}} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R}$$

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!

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

Итак пусть $x \in [R; \frac{5R}{6}]$:

$$\varphi_x - \varphi_{\text{нов}} = \int_R^{\frac{5R}{6}} d\varphi = - \int_R^{\frac{5R}{6}} E_{xy} dx = - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_R^{\frac{5R}{6}} \frac{dx}{x^2}$$

$$\varphi_x - \varphi_{\text{нов}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{x} \Big|_R^{\frac{5R}{6}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{R} \right) =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6-5}{5R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{5R} \right)$$

$$\varphi_x = \varphi_{\text{нов}} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{5R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{5R\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1+5\epsilon}{5R\epsilon}$$

$$\boxed{\varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1+5\epsilon}{5R\epsilon} = \varphi\left(\frac{5R}{6}\right)}$$

$$\varphi_2 - \varphi_{\text{нов}} = \int_R^{\frac{2R}{3}} d\varphi = - \int_R^{\frac{2R}{3}} E_{xy} dx$$

$$\varphi_2 - \varphi_{\text{нов}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3}{2R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2R}$$

$$2) \varphi_2 = \varphi\left(\frac{2R}{3}\right) \quad \varphi_1 = \varphi\left(\frac{R}{3}\right)$$

$$\varphi_2 = \varphi_{\text{нов}} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3}{2R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2R} + \varphi_{\text{нов}} =$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{2R\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2\epsilon+1}{2R\epsilon} \right)$$

$$\varphi_1 = \varphi_{\text{нов}} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3}{R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{0,5R}$$

$$\varphi_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{0,5R\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{0,5\epsilon+1}{0,5R\epsilon} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\epsilon+2}{R\epsilon}$$

Из графика: $\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{4}{5}$



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
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!

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{2\varepsilon+1}{2\varepsilon} \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon+2} = \frac{2\varepsilon+1}{2\varepsilon+4} = \frac{4}{5}$$

~~$$2\varepsilon+1 = 2\varepsilon+4$$~~

$$10\varepsilon+5 = 8\varepsilon+16$$

$$2\varepsilon = 11$$

$$\boxed{\varepsilon = 5,5}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{Q(1+5\varepsilon)}{20\pi\varepsilon\varepsilon_0 R}$

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.

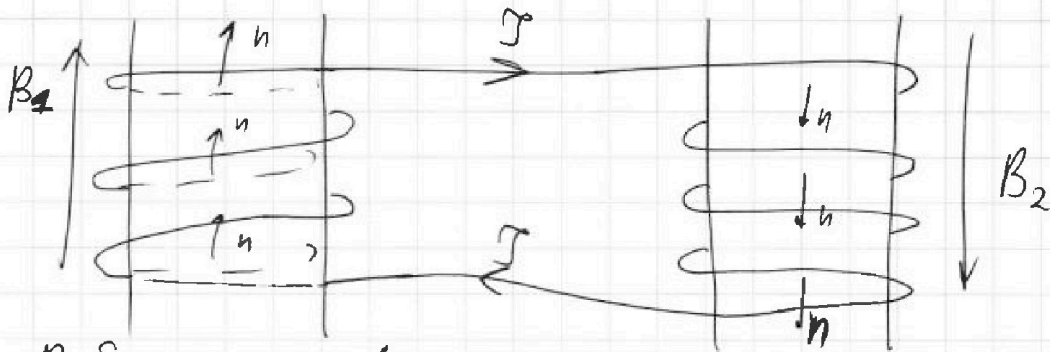
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 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!

N4

$$1) L = \Phi / I \rightarrow LI = \Phi \rightarrow L \dot{I} = \dot{\Phi} \left(\dot{x} = \frac{dx}{dt} \right)$$



Выбравшие направление тока примем за положительное и в отрезках с ним выбираем нормаль к виткам.

$$\Phi_1 = B_1 N_1 S$$

$$\Phi_2 = B_2 N_2 S$$

→ Поток через катушки

$$2) \text{Первой катушкой: } B_1 = \alpha \quad B_2 = 0$$

П.к. катушки связаны, то общая индуктивность системы

$$L_0 = L_1 + L_2$$

$$\Phi_0 = \Phi_1 + \Phi_2 - \text{общий поток системы}$$

$$\Phi_0 = L_0 I$$

$$\dot{\Phi}_0 = L_0 \dot{I} \rightarrow \dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = L_0 \dot{I}$$

$$B_1 N_1 S + B_2 N_2 S = L_0 \dot{I}$$

$$\boxed{\dot{I} = \frac{1}{L_0} (\alpha n_1 S + 0 \cdot n_2 \cdot S) = \frac{\alpha n_1 S}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha n_1 S}{17 L}}$$

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!

$$3) B_1 : B_0 \rightarrow \frac{B_0}{3} \quad B_2 : 3B_0 \rightarrow \frac{9B_0}{4}$$

$$J : 0 \rightarrow J_0$$

~~.....~~
↑
исходный ток

$$\dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = L_0 \dot{J}$$

$$B_1 n_1 S + B_2 n_2 S = L_0 \dot{J}$$

$$\frac{dB_1}{dt} n_1 S + \frac{dB_2}{dt} n_2 S = L_0 \frac{dJ}{dt} \quad / \cdot dt$$

$$n_1 \int_{B_0}^{\frac{B_0}{3}} dB_1 + n_2 \int_{3B_0}^{\frac{9B_0}{4}} dB_2 = \frac{L_0}{S} \int_0^{J_0} dJ$$

$$n_1 \cdot \left(\frac{B_0}{3} - B_0 \right) + n_2 \left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0 \right) = \frac{L_0}{S} J_0$$

~~$$n_1 \cdot \left(\frac{B_0}{3} - B_0 \right) + n_2 \left(\frac{9B_0}{4} - 3B_0 \right) = \frac{L_0}{S} J_0$$~~

$$-\frac{2}{3} B_0 n_1 + n_2 B_0 \left(\frac{9}{4} - \frac{12}{4} \right) = \frac{L_0}{S} J_0$$

$$-B_0 \left(\frac{2}{3} n_1 + \frac{3}{4} n_2 \right) = \frac{L_0}{S} J_0$$

$$|J_0| = \frac{B_0 S}{17L} \left(\frac{2}{3} n_1 + \frac{3}{4} n_2 \right)$$

Ответ: 1) $\frac{dJ}{dt} = \frac{dn_1 S}{17L}$

2) $|J_0| = \frac{B_0 S}{17L} \left(\frac{2}{3} n_1 + \frac{3}{4} n_2 \right)$



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
1 из 5

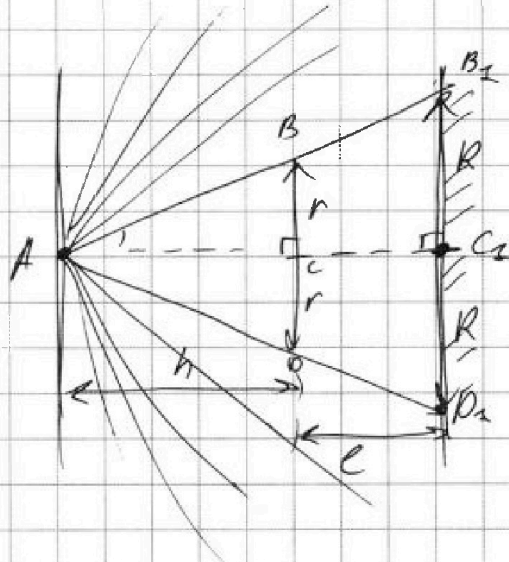
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5

1) Пб, что мимо линзы:

$\triangle ABC \sim \triangle AB_1C_1$ по двум
равным углам \Rightarrow
 $\Rightarrow \frac{r}{h} = \frac{R}{h+l}$

$$R = r \cdot \frac{h+l}{h} = r \left(1 + \frac{l}{h}\right) = r \left(1 + \frac{2}{3}\right) = \frac{5}{3} r$$



$S_1 = \pi R^2 = \pi r^2 \cdot \frac{25}{9} = \frac{25}{9} \pi r^2$ — часть зеркала,
которую не светит ~~лучи~~ лучи, идущие мимо линзы

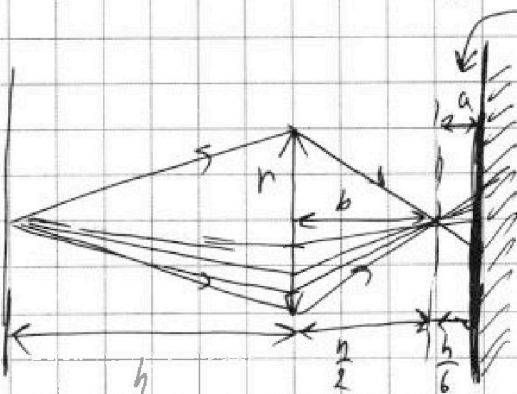
2) Пб, что через линзу:

Формула тонкой линзы для мнимых:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} = \frac{3}{h}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{3}{h} - \frac{1}{h} = \frac{2}{h} \rightarrow b = \frac{h}{2} < l = \frac{2h}{3} \Rightarrow$$

лучи сфокусируются перед зеркалом



$$a = l - b = \frac{2h}{3} - \frac{h}{2} = \frac{4-3}{6} h = \frac{h}{6}$$

Чтобы найти всю длину,
рассматриваем еще одну
систему лучей с
ГОО

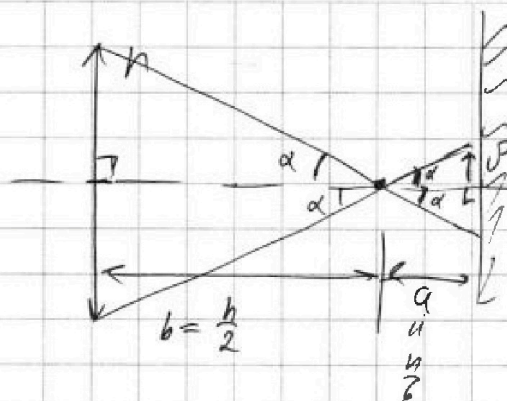
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 5

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!



$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{h}{b}$$

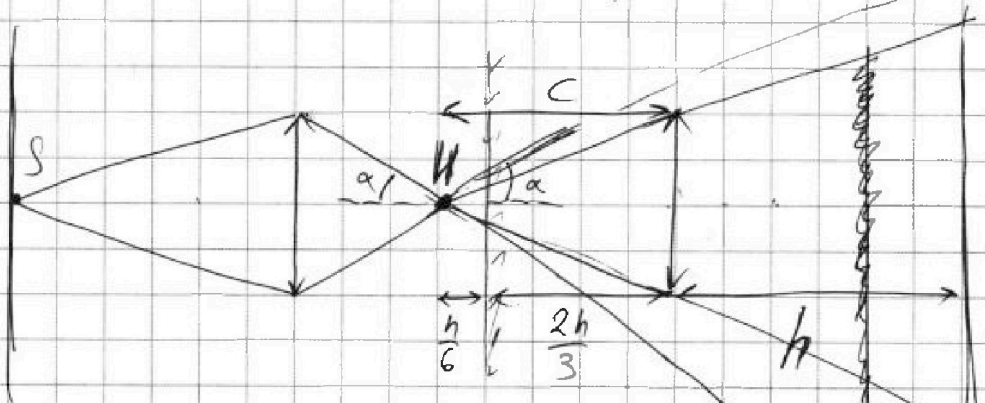
$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{\rho}{a}$$

$$\rho = r \cdot \frac{a}{b} = r \cdot \frac{h}{6} \cdot \frac{2}{h} = \frac{r}{3}$$

$S_2 = \pi \rho^2 = \frac{\pi r^2}{9}$ - площадь зеркала, которую освещают лучи, прошедшие через линзу.

Итого $S_3 = S_1 - S_2 = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{600}{9} \pi \text{ см}^2 = \frac{200}{3} \pi \text{ см}^2$

3) Найти наименьшую величину угла падения в "задерживающей":



4) Задачу можно свести к эквивалентной:

Рассматривать H как источник:

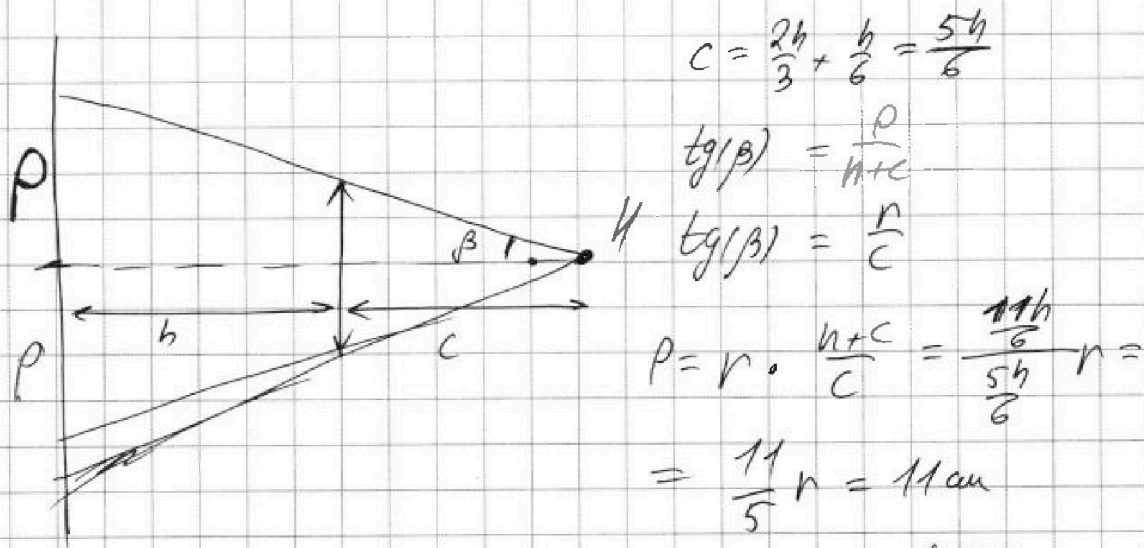


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 5

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!



$S_4 = \pi P^2 = 121 \pi \text{ см}^2$ — площадь ^{сферы} поверхности отрезанной конической шляпы.

5) Фрагмент такой шляпы:

$$\frac{1}{c} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{3}{h} - \frac{6}{5h} = \frac{15-6}{5h} = \frac{9}{5h}$$

$$d = \frac{5h}{9} < h \Rightarrow \text{шляпа перу шляпы}$$

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{9P_1}{4h}$$

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{9r}{5h} \rightarrow \frac{P_1}{4} = \frac{r}{5} \rightarrow P_1 = 4 \text{ см}$$

$S_5 = \pi P_1^2 = 16 \pi \text{ см}^2$ — площадь, ^{сферы} поверхности шляпы, которую прощадим через шляпу.

$$S_c = S_4 - S_5 = (121 - 16) \pi \text{ см}^2 = 105 \pi \text{ см}^2$$

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



- 1 2 3 4 5 6 7

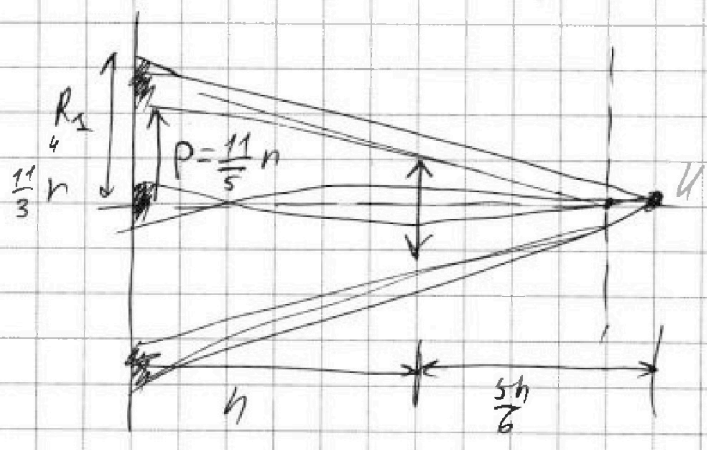
СТРАНИЦА
4 из 5

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!



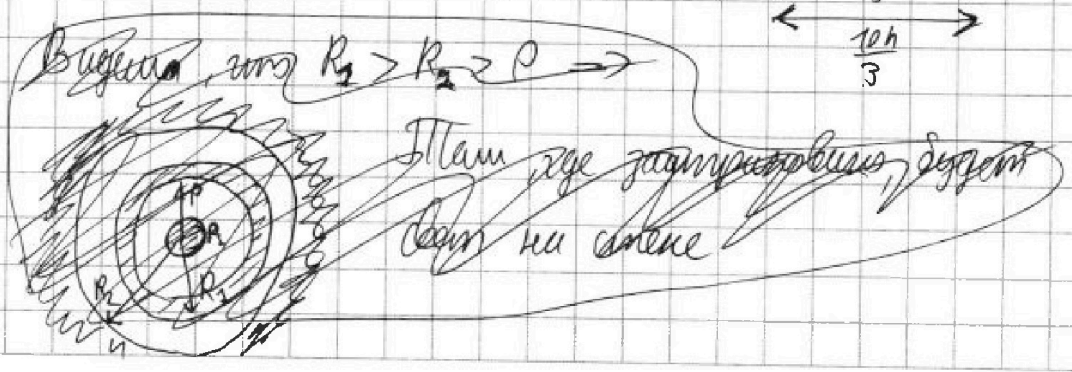
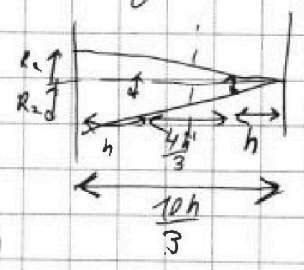
6) Из И лучи максимум могут возникнуть под углом $\alpha = \arctg(\frac{r}{h})$

$$R_1 = \frac{11}{6} h \cdot \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{71}{3} r$$



лучи, не, разу не прошедшие 1/3 линзы:

$$\frac{R_2}{\frac{10h}{3}} = \frac{r}{h} \rightarrow R_2 = \frac{10}{3} r$$





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
5 из 5

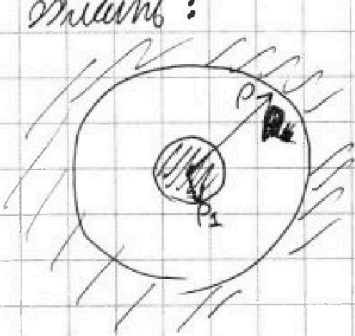
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~Искомая величина S_c равна:~~

$$S_c = \pi(R_2^2 - R_1^2 + \rho^2 - R_3^2) = \pi \left(\frac{100}{3} \text{ см}^2 \right)$$

Видно, что $R_2 < R_1 \Rightarrow$ область будет заштрихованная
или $R_2 > \rho$

Ответ:



$$S_c = \pi(\rho^2 - R_1^2) = \pi(12 \text{ см}^2 - 16 \text{ см}^2) = 105 \pi \text{ см}^2$$

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

2) $S_c = 105 \pi \text{ см}^2$



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

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<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!

Черновик