



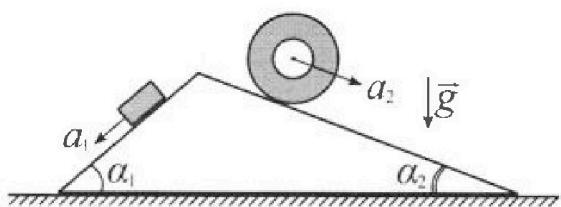
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024



Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок 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 $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$ и $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 5/13, \cos \alpha_2 = 12/13)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

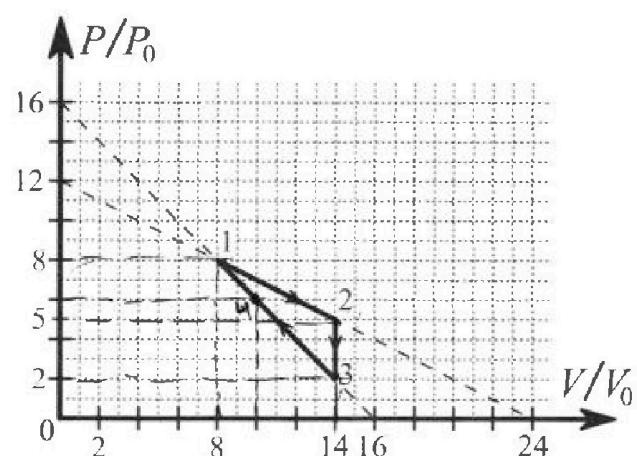


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между цилиндром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

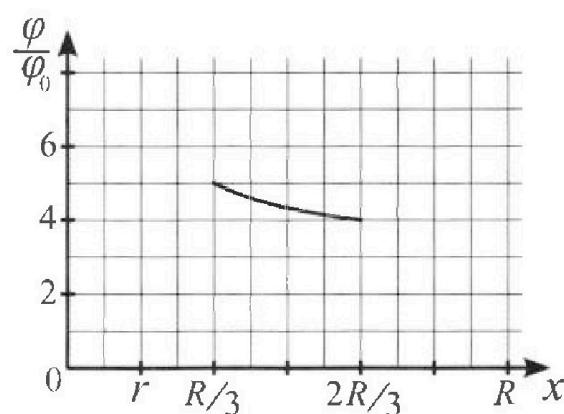
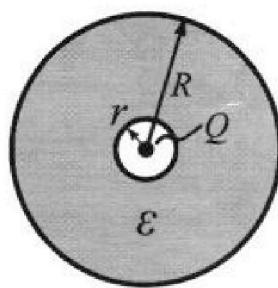
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 .

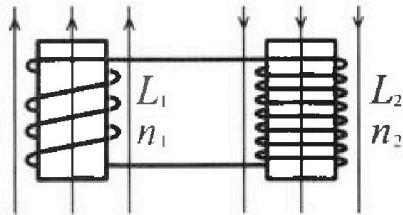


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-03

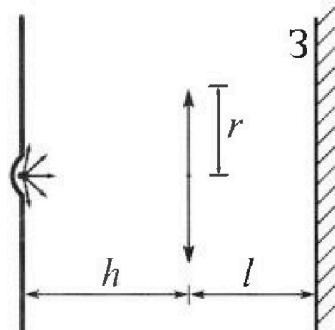
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

- 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 изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

- 5.** В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. 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 З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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

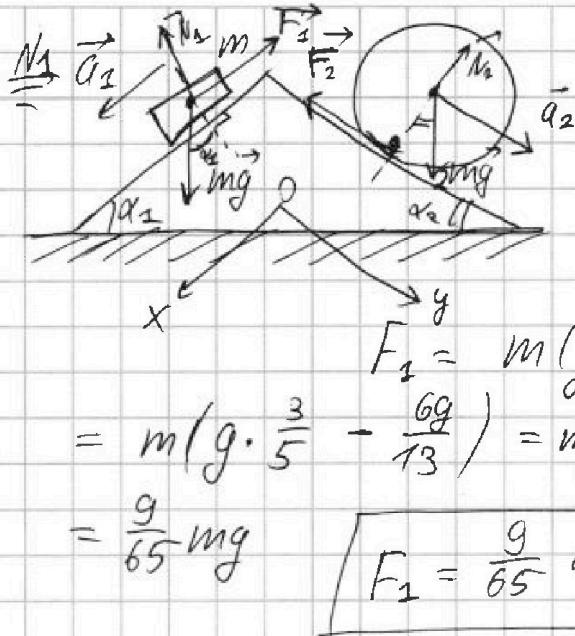


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



1) 2 Запишем Кильватера для об

$O_x \uparrow \uparrow O_s :$

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

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

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

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

2) ПК. о движении центра масс для нашего четырехугольника:

$$2m \cdot \overrightarrow{a_{CM}} = \sum \vec{F}_{внеш} \text{ в проекции на } Oy \uparrow \uparrow \vec{a}_2 :$$

$$2ma_2 = 2mg \sin(\alpha_2) - F_2$$

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

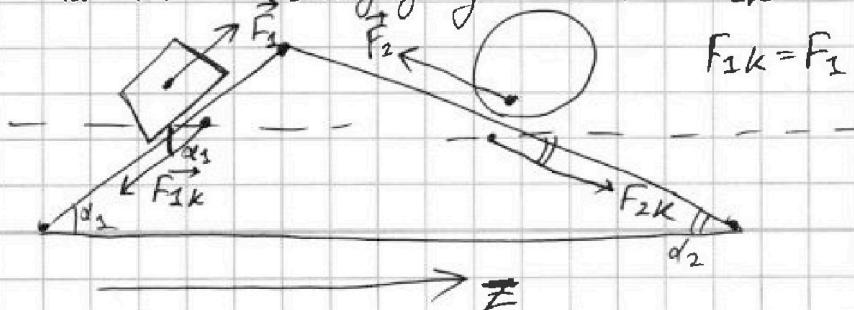
$$= 2mg\left(\frac{5 \cdot 4 - 13}{13 \cdot 4}\right) = 2mg \cdot \frac{20 - 13}{52} = mg \cdot \frac{7}{26}$$

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

3) \vec{F}_{1K} и \vec{F}_{2K} - силы со стороны бруска и четырехугольника на

круг. Тогда 3-му звуку Кильватера $\vec{F}_{1K} = -\vec{F}_1$, $\vec{F}_{2K} = -\vec{F}_2$

$$F_{1K} = F_1, F_{2K} = F_2 \text{ по модулю}$$





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

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

2-й 3-й Кинематика движущаяся по оси Z:

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

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

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 108 \\ \hline 36 \\ 468 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 26 \\ 73 \\ \hline 26 \\ 38 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 42 \\ 25 \\ \hline 25 \\ 84 \\ \hline 468 \\ \hline 582 \\ \hline 52 \\ \hline 62 \\ \hline \end{array}$$

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

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

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

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

\Rightarrow направление вправо. Т.к. движущийся

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

Остаем: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$

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

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



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 3

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

N2

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

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (5 \cdot 14 - 8 \cdot 8) P_0 V_0 = \\ = \frac{3}{2} (70 - 64) P_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot 6 \cdot P_0 V_0 = 9 P_0 V_0$$

Рабочая газа — молярная, ограниченная условием:

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

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

$$2) \text{ Формула } P_2(V) \text{ процеса } 1-2:$$

$$P_2(V) = 12 P_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \cdot V$$

$$\text{Упр-ие закон. для процеса } 1-2: PV = \Delta RT$$

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

$$\Delta RT = (12 P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V) V$$

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

Видим, что $T(V)$ — параболика, узкая — парабола, вилка

$$\text{Быту } \Rightarrow \text{максимум при } V_T = \frac{-12}{-\frac{2}{2V_0}} = 12 V_0$$

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

$$\text{Упр-ие закон. для (3): } 2 P_0 \cdot 14 V_0 = \Delta R T_3 \rightarrow$$

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



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.

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

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

Минимум

3) Ищем точки начала с адиабатой: Периодически по цирку:

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{C_V dT + P dV}{dT} = C_V + \frac{P dV}{dT}$$

$$PV = 2RdT \xrightarrow{\text{дифф.}} PdV + Vdp = 2RdT / C_V = \frac{3}{2}R \text{ м.к.}$$

$$C = C_V + \frac{P dV}{P dV + V dp} \cdot R = C_V + \frac{R}{1 + \frac{V}{P} \cdot \frac{dp}{dV}} = R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{V}{P} \cdot \frac{dp}{dV}} \right)$$

В точках начала $C = 0$

$$\text{Качале с } 1 \rightarrow 2: P_2(V) = 12P_0 - \frac{P_0}{2V_0} V / \frac{dP_2}{dV} = -\frac{P_0}{2V_0}$$

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

$$= R \left(\frac{3}{2} + \frac{24V_0 - V}{24V_0 - 2V} \right) = 0$$

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

$$72V_0 - 6V = 2V - 4V_0 \quad 8V = 120V_0$$

~~$$V = 15V_0$$~~
$$V = 15V_0 \checkmark \text{ Переходим на лучшее место в } 1 \rightarrow 2$$

Однако $V_2 = 14V_0 < 15V_0 \Rightarrow$ предел 1 → 2 нахосимо с лучшим течь.

$$\text{По же саже } 3 \rightarrow 1: P_{31}(V) = 16P_0 - \frac{P_0}{V_0} V \quad \frac{dP_{31}}{dV} = -\frac{P_0}{V_0}$$

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.



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

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!

$$C = R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{V}{16P_0 - \frac{P_0}{V_0} \cdot V} \cdot \left(-\frac{P_0}{V_0} \right)} \right) = R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 - \frac{V}{16V_0 - V}} \right) = \\ = R \left(\frac{3}{2} + \frac{16V_0 - V}{16V_0 - 2V} \right) = 0$$

$$48V_0 - 6V = -32V_0 + 2V \rightarrow \cancel{48V_0 + 2V}$$

$$8V = 80V_0 \rightarrow V = 10V_0 \text{ - начали пишут мало на процессе } 3 \rightarrow 1$$

При этом $10V_0 \in [8; 14V_0] \Rightarrow$ т-а присоединил

чрезмерную нагрузку. Найдем ее можно "4" с коэффициентом $(10V_0; 6P_0)$

$$Q_+ = Q_{4-12} = (U_2 - U_4) + A_{41} + A_{12}$$

$$A_{41} \cancel{= 0} = \frac{6P_0 + 8P_0}{2} \cdot (8V_0 - 10V_0) = 7P_0 \cdot (-2V_0) = -14P_0V_0$$

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

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

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

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

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

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

$$\text{Однако: 1) } \frac{sU_{12}}{A} = 1 \quad 2) \frac{T_{\text{иск}}}{T_3} = \frac{18}{7} \quad 3) \eta = 22,5\%$$

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.



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

СТРАНИЦА
1 из 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!

н/з

1) В диэлектрике разупрочняющее поле ровно в 8 раз

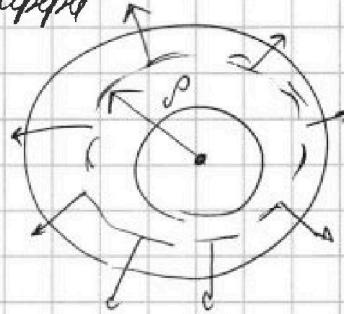
меньше, чем поле в этой же точке, если бы не было

диэлектрика. Какое разупрочняющее поле E в

диэлектрике по т. Гаусса: для сферы
(в этом сферич. симметрии)
(то есть только вдоль оси сферы)

$$4\pi\rho^2 \cdot E_{xy} = \frac{Q}{8\epsilon_0}$$

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

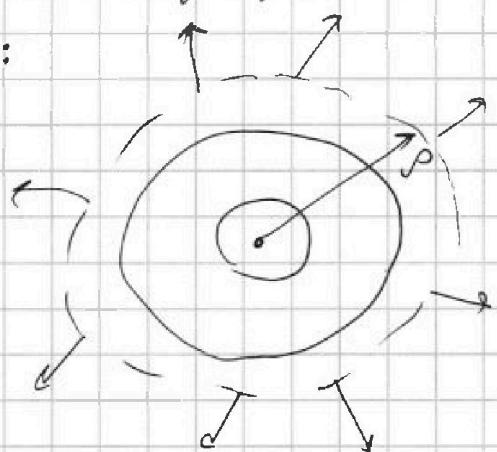


~~Причуды сферы $4\pi\rho^2$~~ Причуды сферы $4\pi\rho^2$

Бывает поле вне диэлектрика:

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

$$E_x = \frac{Q}{4\pi\rho^2\epsilon_0} \quad [\rho < R \quad \rho > R]$$



Как извлечь $d\varphi = -E_x dx$

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

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

$$\rho = x$$

$$\text{Для } x \geq R: \int d\varphi = - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{\rho_0}^R \frac{dx}{x^2}$$

$$\varphi_{\text{нов}} - 0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x} \Big|_{\rho_0}^R = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \rightarrow \varphi_{\text{нов}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

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.



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

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

Проверь, что $x \in [r; R]$:

$$\varphi_x - \varphi_{\text{нар}} = - \int_{r}^{\frac{5R}{6}} E_{xg} dx = - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{r}^{\frac{5R}{6}} \frac{dx}{x^2}$$

$$\begin{aligned} \varphi_x - \varphi_{\text{нар}} &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{x} \Big|_{\frac{5R}{6}}^R = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6}{5R} - \frac{1}{R} \right) = \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{6-5}{5R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{5R} \right) \end{aligned}$$

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

$$\boxed{\varphi_x = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1+5\epsilon}{5R}}$$

$$\boxed{\begin{aligned} \varphi_2 &= \varphi_{\text{нар}} - \int_{R}^{\frac{2R}{3}} E_{xg} dx \\ \varphi_1 &= \varphi_{\text{нар}} - \int_{R}^{\frac{R}{3}} E_{xg} dx \end{aligned}}$$

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

$$\begin{aligned} \varphi_2 &= \varphi_{\text{нар}} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3}{2R} - \frac{1}{R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{2R} + \varphi_{\text{нар}} = \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2\epsilon+1}{2R} \right) \end{aligned}$$

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

$$\varphi_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{0,5R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{9\epsilon+1}{0,5R} \right) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\epsilon+2}{R}$$

$$\text{Упрощение: } \frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \underline{\underline{\underline{4}}} \frac{4}{5}$$

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
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 яumerуются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_4} = \frac{28+1}{28} \cdot \frac{8}{8+2} = \frac{28+1}{28+4} = 2\frac{4}{5}$$

~~28+1/28+4~~

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

$$28 = 11$$

$$\boxed{8 = 5,5}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{Q(1+5E)}{20\pi E \epsilon_0 R}$

$$2) 8 = 5,5$$

1-

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.

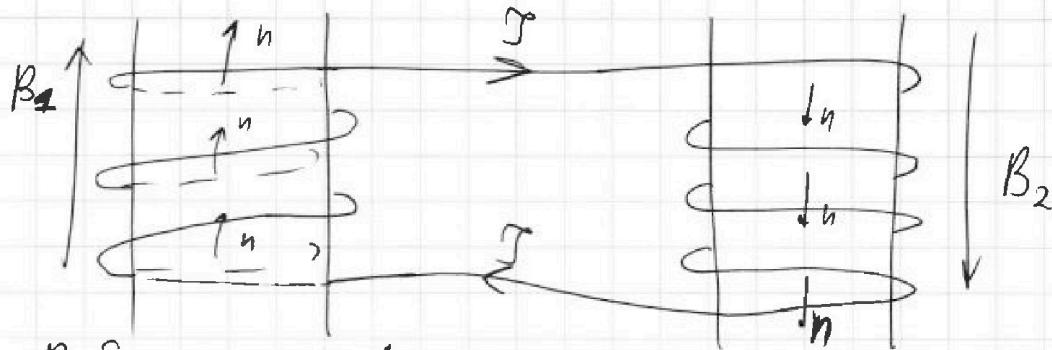
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 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

$$1) L = \frac{\Phi}{J} \rightarrow L J = \varphi \rightarrow L \dot{J} = \dot{\varphi} \quad (\dot{x} = \frac{dx}{dt})$$



Выдражные направления тока примем за положительные и с противоположным с ним выдражим нормали к виткам.

$$\Phi_1 = B_1 n_1 S$$

$$\Phi_2 = B_2 n_2 S$$

Помехи через катушки

$$2) \text{Первый случай: } B_1 = \alpha \quad B_2 = 0$$

П.к. катушки показывают, что между индуктивностью имеется

$$L_o = L_1 + L_2$$

$$\Phi_o = \Phi_1 + \Phi_2 - \text{общий поток} \quad \text{решено в прил}$$

$$\Phi_o = L_o J$$

$$\dot{\Phi}_o = L_o \dot{J} \rightarrow \dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2 = L_o \dot{J}$$

$$\dot{B}_1 n_1 S + \dot{B}_2 n_2 S = L_o \dot{J}$$

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



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 7СТРАНИЦА
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!

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

$$J : 0 \rightarrow J_0 \quad \text{излишний инк}$$

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

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

$$\frac{dB_1}{dt} n_1 S + \frac{dB_2}{dt} n_2 S = L_0 \frac{d\dot{J}}{dt} / dt$$

$$n_1 \frac{\frac{B_0}{3}}{B_0} B_1 + n_2 \frac{\frac{9B_0}{4}}{3B_0} B_2 = \frac{L_0}{S} \cdot \int_0^{J_0} d\dot{J}$$

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

$$\cancel{\text{излишний инк}}$$

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

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

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

$$\text{Omkern: } 1) \frac{d\dot{J}}{dt} = \frac{d n_2 S}{17L}$$

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



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 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!

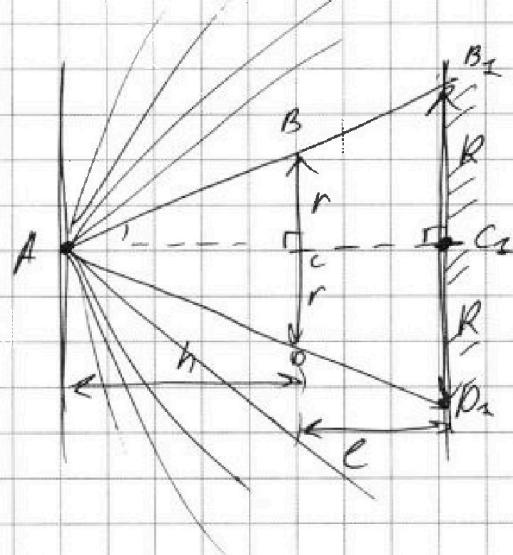
N5

1) Пб, что мало лунок:

$$\triangle ABC \sim \triangle AB_1C_1 \text{ по условию}$$

равными углами $\Rightarrow \frac{r}{h} = \frac{R}{h+\epsilon}$

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



$$S_1 = \pi R^2 = \pi r^2 \cdot \frac{25}{9} = \frac{25}{9} \pi r^2 - \text{площадь дуги},$$

которую не хватает ~~одной~~ лунки, иущие мало лунок

2) Пб, что через лунку:

Решение второй задачи дает следующее:

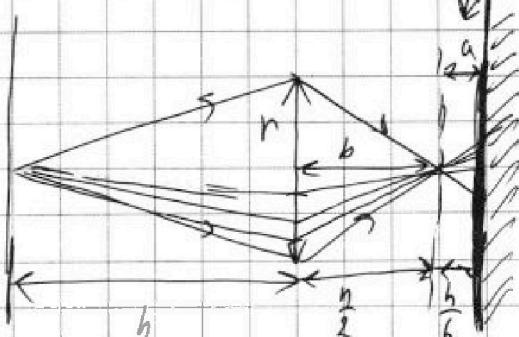
$$\frac{1}{h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} = \frac{3}{h}$$

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

лунки симметрически расположены перед зеркалом

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

Чтобы найти высоту зеркала, расшириваем симметрию изображения дальше вправо



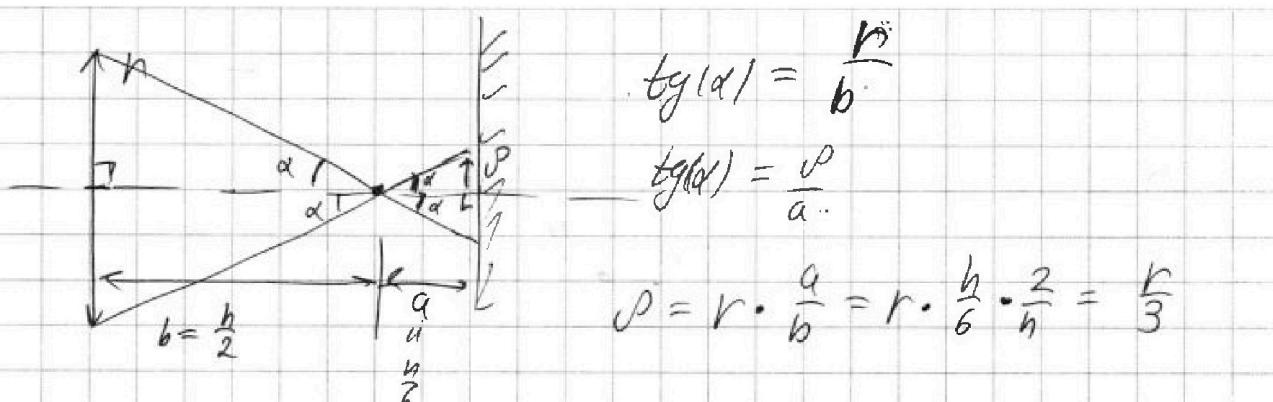


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 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!



$$\tan(\alpha/2) = \frac{b}{r}$$

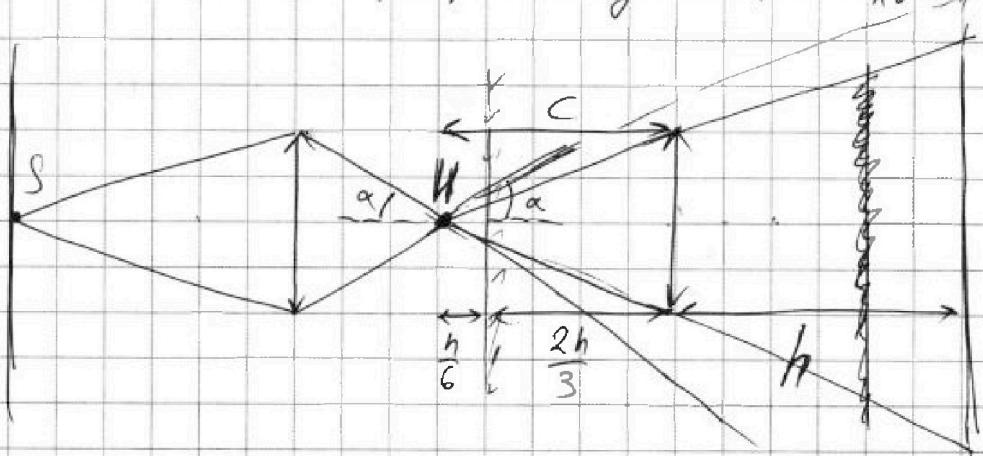
$$\tan(\alpha) = \frac{b}{d}$$

$$r = \sqrt{b^2 + d^2} = \sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + \left(\frac{h}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}h}{2}$$

$S_2 = \pi r^2 \cdot \frac{\alpha}{2} = \frac{\pi r^2}{2}$ — ширина зеркала, имеющая геометрический смысл, проходящий через минимум.

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

3) Найди наименьшую стекну перегородки в "заграждение":



4) Задачу можно свести к эквивалентной:

Рассматривать И или шары:

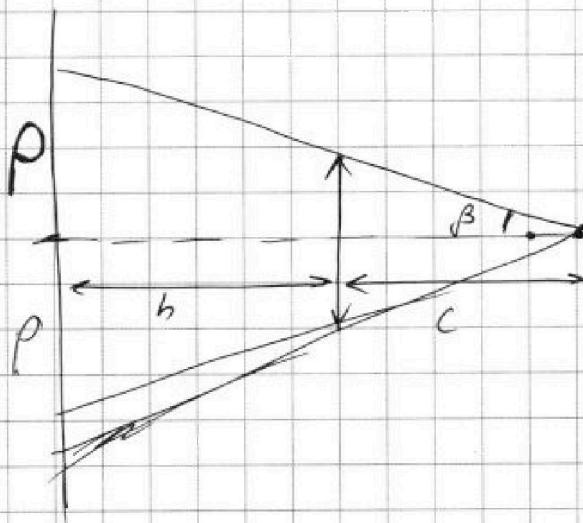
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 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!



$$c = \frac{2h}{3} + \frac{h}{6} = \frac{5h}{6}$$

$$\operatorname{tg}(\beta) = \frac{P}{h+c}$$

$$\operatorname{tg}(\beta) = \frac{P}{c}$$

$$P = r \cdot \frac{h+c}{c} = \frac{\frac{11h}{6}}{\frac{5h}{6}} r =$$

$$= \frac{11}{5} r = 11 \text{ cm}$$

шаги

$S_4 = \pi P^2 = 121 \pi \text{ см}^2$ — площадь среза отмутки II,
последующих шагов между.

5) Решение той же задачи:

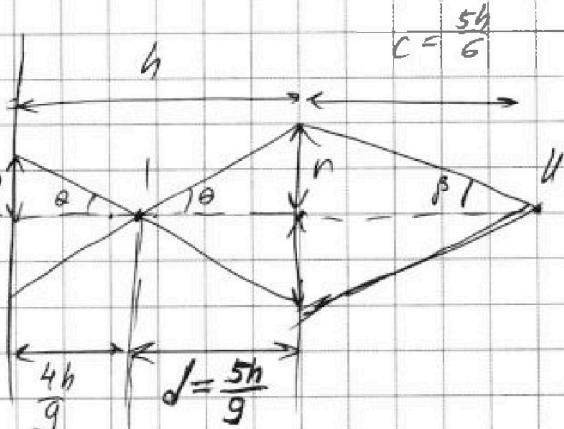
$$\frac{1}{c} + \frac{1}{d} = \frac{1}{P}$$

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

$$d = \frac{5h}{9} < h \Rightarrow II' \text{ перед отмуткой}$$

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

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



$S_5 = \pi P_1^2 = 16 \pi \text{ см}^2$ — площадь, оставляемая лужами,

последующих шагов между.

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

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) Луна, ни разу не прошедшая
через линзу попадет в область,
которая обозначена

6) У и луна машины
могут находить под углом $\alpha = \arctg\left(\frac{4r}{h}\right)$

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

Луна, ни разу не прошедше 1/3 линз:

$$\frac{R_2}{\frac{10h}{3}} = \frac{r}{h} \rightarrow R_2 = \cancel{\frac{10h}{3}} \frac{11}{3} r$$

Видимо, что $R_2 > R_1 > P \Rightarrow$

План где застывает, будет
сидеть ни саже

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



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

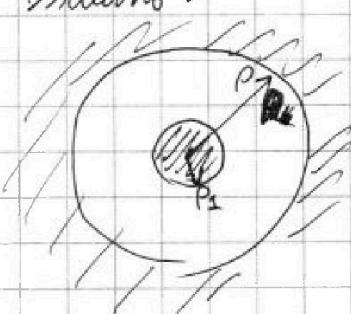
СТРАНИЦА
5 из 5

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!

~~Чтобы находить площадь между:~~

$$S_c = \pi (R_2^2 - R_1^2 + \rho^2 - P_3^2) = \pi \left(\frac{100}{3} r^2 \right)$$

Видим, что $R_2 < R_1 \Rightarrow$ внешняя будет заштрихованная область:



$$\begin{aligned} S_c &= \pi (\rho^2 - P_3^2) = \pi (121\text{cm}^2 - 16\text{cm}^2) = \\ &= 105\pi \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

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

2) $S_c = 105\pi \text{ cm}^2$



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!

~Черновик~