

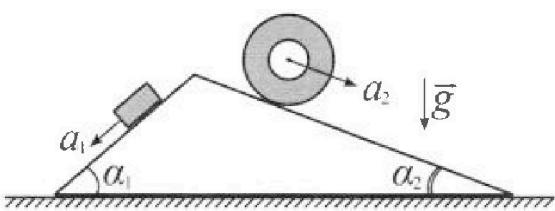
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

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.

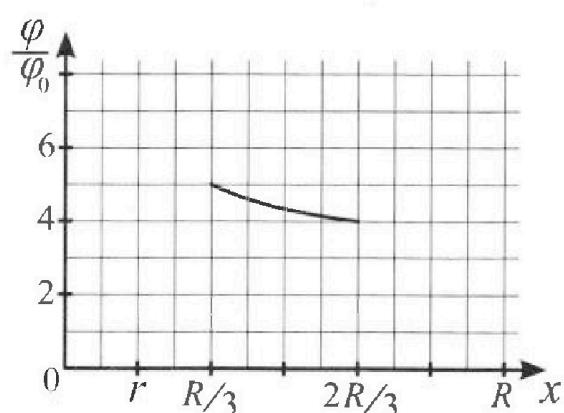
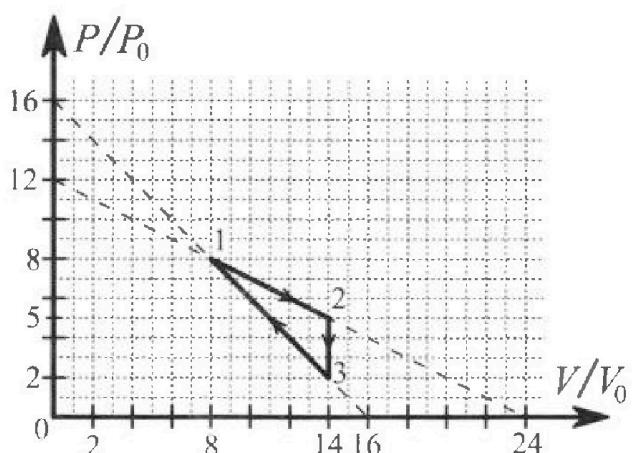
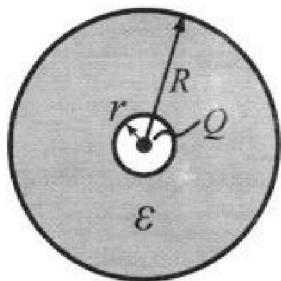
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.

- 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.

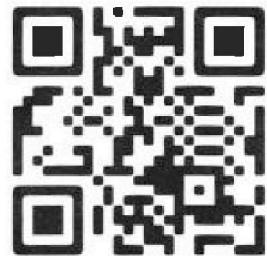
- 1) Считая известными r , R , Q , ϵ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при $x = 5R/6$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



Олимпиада «Физтех» по физике,

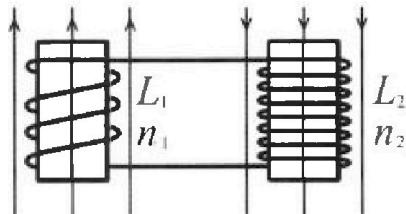
февраль 2024

Вариант 11-03



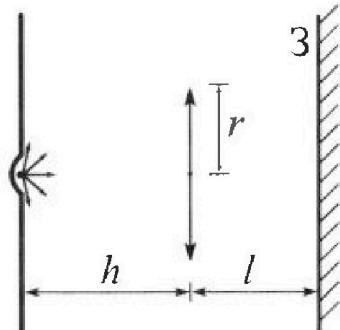
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 како^й 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 [см²] 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. Та же страница и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☒

2
☐

3
☐

4
☐

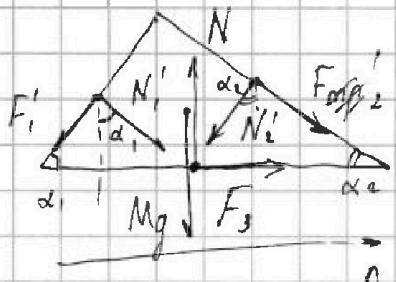
5
☐

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!



Пc III из Ньютона найдем силы,

с отброшеным телом g -юм из

$$\text{результ}: F_{fr1}' = F_{fr2}; N_1' = N_1$$

$$F_1' = F_1; N_2' = N_2$$

(направления как на рис.)

Введём ось Оп для линии $(N$ - масса линии)

Пc II из Ньютона будем сч. $0 = \cancel{N_1} - F_1 \sin(90 - \alpha_1) + N_2 \sin \alpha_1 -$

$$- N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \sin(90 - \alpha_2) + F_{3R} = - F_1 \cos \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_1 -$$

$$- N_2 \sin \alpha_2 + F_2 \cos \alpha_2 + F_{3n}$$

последняя F_3 на сч

$$F_{3n} = F_1 \cos \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 =$$

$$= mg \cdot \frac{9}{65} \cdot \frac{6}{5} - mg \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{3}{5} + mg \cdot \frac{24}{13} \cdot \frac{5}{13} - mg \cdot \frac{7}{26} \cdot \frac{12}{13} =$$

$$= mg \frac{\frac{56}{65} - \frac{6 \cdot 3}{5}}{5} + mg \frac{\frac{24 \cdot 5}{13} \cdot \frac{2}{13} - \frac{7 \cdot 12}{26}}{13} = - mg \frac{120}{65 \cdot 5} + mg \frac{156}{26 \cdot 13} =$$

$$\begin{aligned} &= - mg \cdot \frac{24}{65} + mg \frac{78}{13 \cdot 13} = - mg \frac{24}{65} + mg \frac{6}{13} \\ &+ \frac{12}{13} \quad - \frac{156}{130} \quad \frac{240}{156} \\ &+ \frac{36}{120} \quad \frac{120}{156} \quad \frac{6}{156} \\ &\frac{12}{156} \end{aligned}$$

$$= mg \cdot \frac{96 - 24}{65} = mg \cdot \frac{6}{65} \Rightarrow F_3 = \frac{6}{65} mg$$

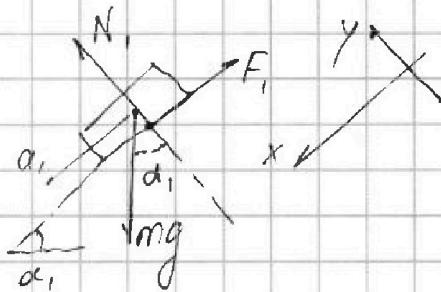
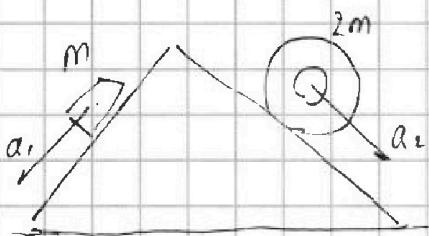
$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{9}{65} mg; F_2 = \frac{7}{26} mg; F_3 = \frac{6}{65} mg.$$

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

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!

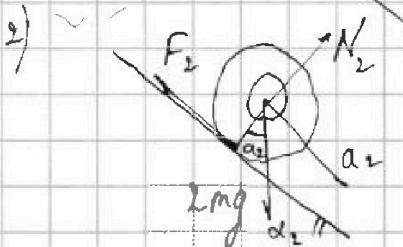


1) Введём для оси для акселерації α_x и α_y :

по II з. Нормальная сила α_x : $ma_x = mg \cdot \sin \alpha - F$

вдоль α_y : $N - mg \cos \alpha = 0$

$$F = mg \sin \alpha - ma_x = mg \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{6}{13} g = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{6}{13} \right) = mg \frac{39 - 30}{65} = mg \frac{9}{65}$$



Введём для движущегося ось α_2 и ось α_m :
по II з. Нормальная сила α_2 :

$$2ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 - F_2 \Leftrightarrow$$

$$\therefore F_2 = 2mg \sin \alpha_2 - 2ma_2 =$$

$$= mg \left(\frac{10}{13} - \frac{1}{2} \right) = mg \frac{20 - 13}{26} = mg \frac{7}{26}$$

по II з. Нормальная сила α_m : $0 = N_2 - mg \cos \alpha_2$

$$3) Из приведённых выражений находим $N_2 = mg \cos \alpha_2 = mg \cdot \frac{4}{5}$$$

$$\therefore N_2 = 2mg \cos \alpha_2 = 2mg \cdot \frac{12}{13} = \left(mg \frac{24}{13} \right)$$



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
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!

5) Найдем уравнение прямой 1-3:

$$p(V) = dV + c$$

$$p(14V_0) = d \cdot 14V_0 + c = 2p_0$$

$$p(8V_0) = d \cdot 8V_0 + c = 8p_0$$

$$\begin{aligned} dV_0 = -6p_0 \Rightarrow d = -\frac{p_0}{V_0} \\ -\frac{p_0}{V_0} \cdot 14V_0 + c = 2p_0 \Rightarrow c = 16p_0 \end{aligned} \Rightarrow p(V) = -\frac{p_0}{V_0} V + 16p_0$$

Воздушный поток на прямой 1-3: $p_y; V_y, max$

$$\Delta U_{3-y} = \frac{g}{2} \rho R (T_y - T_3) = \frac{g}{2} \cdot p_y V_y - \frac{g}{2} 2p_0 \cdot 14V_0 = \frac{g}{2} p_y V_y - 42p_0 V_0$$

$$A_{3-y} = -S \cdot N = - (p_y + 2p_0) \cdot \frac{1}{2} \cdot (V_0 - V_y) \Rightarrow$$

наибольшее значение

$$\Rightarrow Q_{3-y} = \frac{g}{2} p_y V_y - 42p_0 V_0 - \frac{1}{2} p_y V_y - \frac{1}{2} 2p_0 V_0 = \frac{1}{2} p_y V_y + 2p_0 \cdot \frac{1}{2} V_y =$$

$$A_{3-y} + Q_{3-y} = 2p_y V_y - 43p_0 V_0 - \frac{1}{2} p_y V_y + p_0 V_y =$$

$$= 2 \left(-\frac{p_0}{V_0} V_y + 16p_0 \right) V_y - 43p_0 V_0 - \frac{1}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V_y + 16p_0 \right) V_0 + p_0 V_y =$$

$$= -\frac{2p_0}{V_0} V_y^2 + 32p_0 V_y - 43p_0 V_0 + \frac{1}{2} p_0 V_y - 8p_0 V_0 + p_0 V_y =$$

$$= -\frac{2p_0}{V_0} V_y^2 + \left(33 + \frac{1}{2} \right) p_0 V_y - 51p_0 V_0 = -\frac{2p_0}{V_0} V_y^2 + \frac{67}{2} p_0 V_y - 51p_0 V_0$$

$$V_{y_{max}} = \frac{-67p_0}{2 \cdot -4p_0} V_0 = \frac{67}{8} V_0$$

погрешность с бензином
бензин

т.е. топливо подается до конца трубы
после этого поток δV



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 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!

$$\begin{aligned} \cancel{\cancel{RT_3}} &= p_0 \cdot V_0 = 2p_0 \cdot 16V_0 = 32p_0V_0 \Rightarrow \frac{T_{1-2\max}}{T_3} = \frac{\cancel{\cancel{RT_{\max}}}}{\cancel{\cancel{RT_3}}} \cdot \frac{32p_0V_0}{26p_0V_0} \\ &= \frac{36}{16} = \frac{9}{4} \end{aligned}$$

4) Найдем прошлится, на каком β прибавлялась к газу:
вспомним тему на графике на 1-2: $\epsilon P_x; V_x$

тогда A эта же тема $\epsilon f = \frac{1}{2} (8p_0 + p_x) \cdot (V_x - 8V_0)$

$$\Delta U_{1-x} = \frac{3}{2} \cancel{\cancel{R}} (T_x - T_1) = \frac{3}{2} (p_x V_x - 8p_0 \cdot 8V_0) =$$

$$\text{По 1-2-му терм-су: } \cdot \frac{3}{2} (p_x V_x) - \frac{3}{2} \cdot 64p_0 V_0$$

$$\begin{aligned} Q_x &= \Delta U_{1-x} \cdot A_x = \frac{3}{2} p_x V_x - 3 \cdot 32p_0 V_0 + \frac{1}{2} \cdot 8p_0 V_x + \frac{1}{2} p_x V_x - \\ &\quad - \frac{1}{2} \cdot 8p_0 \cdot 8V_0 - \frac{1}{2} p_x \cdot 8V_0 = \end{aligned}$$

$$= \frac{3}{2} p_x V_x - 96p_0 V_0 + 4p_0 V_x + \frac{1}{2} p_x V_x - 32p_0 V_0 - 4p_x V_0 =$$

$$= 2p_x V_x - 128p_0 V_0 + 4p_0 V_x - 4p_x V_0 =$$

$$= \frac{2p_0}{V_0} \cdot 2 \left(-\frac{p_0}{V_x} V_x + 12p_0 \right) V_x - 128p_0 V_0 + 4p_0 V_x - 4 \left(-\frac{p_0}{V_x} V_x + 12p_0 \right) V_0 =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} V_x^2 + 24p_0 V_x - 128p_0 V_0 + 4p_0 V_x + \frac{2p_0}{V_0} V_x V_0 - 48p_0 V_0 =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} V_x^2 + (24p_0 + 4p_0 + 4p_0) V_x - 176p_0 V_0 =$$

$$= -\frac{p_0}{V_0} V_x^2 + 30p_0 V_x - 176p_0 V_0 \quad (\text{-график парасоль найдем до риска исключим } \beta \text{, т.к. возрастает})$$

$$V_{x\max} = \frac{-30p_0}{-\frac{2p_0}{V_0}} = 15V_0 \Rightarrow \text{на 1-2-м терм-су: } \begin{cases} \text{беседу подбегают} \\ \text{взрастает} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{и судят } \beta, \\ \text{то} \end{cases}$$

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



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

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!

6) При на ~~ходе~~ изображе $A=0$, а температура падает -
на лес $\theta_1 = 0$

$$Q_r = Q_{1-2} + Q_{2-3} - \frac{3}{8} V_0 = -\frac{P_0}{V_0} (14V_0)^2 + 90 P_0 \cdot 14V_0 - 176 P_0 V_0 + \\ + \left(-\frac{2P_0}{V_0}\right) \left(\frac{3}{8} V_0\right)^2 + \frac{67}{2} P_0 \cdot \frac{3}{8} V_0 - 51 P_0 V_0 =$$

$$= -196 P_0 V_0 + 420 P_0 V_0 - 176 P_0 V_0 - 51 P_0 V_0 + \frac{67 \cdot 67}{8 \cdot 2} P_0 V_0 - \\ - P_0 V_0 \cdot \frac{2 \cdot 67^2}{8^2} = 48 P_0 V_0 - 51 P_0 V_0 + \frac{4489}{16} P_0 V_0 - P_0 \frac{4489}{8 \cdot 4} V_0 =$$

$$\begin{array}{r} 420 \\ 196 \\ \hline 224 \end{array} \quad \begin{array}{r} 28 \cdot 224 \\ 176 \\ \hline 48 \end{array} \quad \begin{array}{r} 67 \\ 67 \\ \hline 67 \end{array} \quad = -3 P_0 V_0 + \frac{4489}{32} P_0 V_0 = \frac{4489 - 96}{32} P_0 V_0 = \\ \begin{array}{r} 6489 \\ 96 \\ \hline 4393 \end{array} \quad \begin{array}{r} 32 \\ 9 \\ \hline 288 \end{array} \quad = \frac{4393}{32} P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_r} = \frac{9 P_0 V_0 / 32}{4393 P_0 V_0} = \frac{288}{4393}$$

$$\text{Ответ: } \frac{\eta_{th}}{A} = 1; \quad \frac{T_{max}}{T_3} = \frac{16}{7}; \quad \eta = \frac{288}{4393}.$$

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
1 из 4

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

1) Найдем работу газа за цикл АБ, распишав по упрощенному уравнению на масштабной шкале:

$$A = (5p_0 - 2p_0) \cdot (14V_0 - 8V_0) \cdot \frac{1}{2} = 3p_0 \cdot 6V_0 \cdot \frac{1}{2} = 9p_0 V_0$$

$$2) \Delta U_{AB} = \frac{3}{2} \lambda R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \lambda R p_0 V_0 (70 - 64) = \frac{3}{2} p_0 V_0 \cdot 6 = \\ \text{приращение } E \text{ на 1-2}$$

$$\lambda R T_2 = 5p_0 \cdot 14V_0 = 70p_0 V_0 \quad \Rightarrow \frac{\Delta U_{12}}{A} = \frac{9p_0 V_0}{70p_0 V_0} = \frac{9}{70}$$

$$\lambda R T_1 = 8p_0 \cdot 8V_0 = 64p_0 V_0$$

3) Найдем уравнение прямой 1-2: $p(V) = aV + b$

$$p(8V_0) = a \cdot 8V_0 + b = 8p_0$$

$$p(14V_0) = a \cdot 14V_0 + b = 5p_0$$

$$(14 - 8)aV_0 = 5p_0 - 8p_0 = -3p_0$$

$$6aV_0 = -3p_0 \Leftrightarrow a = -\frac{3p_0}{6V_0} = -\frac{p_0}{2V_0} \quad \Rightarrow p(V) = -\frac{p_0}{2V_0} V + 12p_0$$

$$-\frac{p_0}{2V_0} \cdot 8V_0 + b = 8p_0 \Rightarrow b = 12p_0$$

$$p(V) = \lambda R T \Rightarrow \left(-\frac{p_0}{2V_0} V + 12p_0\right)V = \lambda R T(V) = -\frac{p_0}{2V_0} V^2 + 12p_0 V$$

$$V_{maxT} = -\frac{12p_0}{\left(-\frac{p_0}{2V_0}\right)} = \frac{12p_0}{\frac{p_0}{2V_0}} V_0 = 12V_0$$

График паробола
имеет максимум в вершине

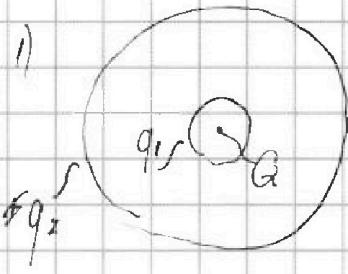
$$\lambda R T_{max} = -\frac{p_0}{2V_0} \cdot (12V_0)^2 + 12p_0 \cdot 12V_0 = -\frac{144}{2} p_0 V_0 + 144p_0 V_0 = \frac{144}{2} p_0 V_0 = \\ = 72p_0 V_0$$



- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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!



По закону сохранения заряда, если на внутренней поверхности диска присваивается 0. Пусть на внутренней поверхности диска существует сконцентрированный заряд q_1 , то внешний заряд q_2 . По закону сохранения заряда $q_1 = -q_2 = q_1$.
Тогда $q_2 = -q_1$.

Найдем напряженность внутри шара на расстоянии $x \in (r; R)$ от его центра:

$E = E_0 + E_{q_1} + E_{q_2}$ по принципу суперпозиции, при этом

$E_{q_2} = 0$, т.к. на внешней поверхности

$$E = E_0 + E_{q_1} = k \frac{Q}{x^2} + k \frac{q_1}{x^2}$$

средний заряд не близок к сфере

$$E = \frac{E_{\text{общий}}}{\text{объем}} = k \frac{Q}{R^3}$$

$$\Rightarrow -q_1 = \frac{(e-1)Q}{R^3} \Rightarrow k \frac{q_1}{x^2} = k \frac{Q}{x^2} - k \frac{Q}{x^2 e} \cdot \frac{(1-e)}{x^2} \Rightarrow q_1 = \frac{(1-e)Q}{e x^2} \Rightarrow$$

Получаем в точке

$$\varphi(x) = k \frac{Q}{x} + k \frac{(e-1)Q}{e R} + k \frac{(1-e)Q}{e x} \quad \text{суперпозиция потенциалов, созданных от зарядами}$$

$$\varphi(x) = k \frac{Q}{x} + k \frac{(1-e)Q}{e R} + k \frac{(e-1)Q}{e x} = k \frac{Q}{x} + k \frac{Q}{e R} - k \frac{Q}{e x}, \quad k \frac{(e-1)Q}{e R}$$

- аналитическое выражение

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
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!

$$\text{при } x = \frac{5}{6}R : \varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = k \frac{Q_6}{\epsilon \cdot 5R} + k \frac{(\epsilon-1)G^{15}}{\epsilon R} = \frac{6kQ + 5k\epsilon Q - 5kQ}{5\epsilon R} = \\ = \underline{kQ + 5k\epsilon Q} = \underline{kQ(1+5\epsilon)}$$

$$2) \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = k \frac{Q_3}{\epsilon R} + k \frac{(\epsilon-1)G}{\epsilon R} = \underline{3kQ + k\epsilon Q - kQ} = \frac{kQ(2+\epsilon)}{\epsilon R} = 5\varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = k \frac{Q_3}{\epsilon \cdot 2R} + k \frac{(\epsilon-1)G}{\epsilon R} = \underline{3kQ + 2k\epsilon Q - 2kQ} = \underline{kQ \cdot 2\epsilon Q} =$$

$$\frac{kQ(1+2\epsilon)}{R \cdot 2\epsilon} = 4\varphi_0 \rightarrow \frac{\varphi\left(\frac{R}{3}\right)}{\varphi\left(\frac{2R}{3}\right)} = \frac{5\varphi_0}{4\varphi_0} = \frac{(2+\epsilon) \cdot 2\epsilon}{\epsilon(1+2\epsilon)} = \frac{5}{4}$$

$$5\varphi(1+2\epsilon) = 8\varphi(2\epsilon)$$

$$5\epsilon + 5 + 10\epsilon = 16 + 8\epsilon \Leftrightarrow 2\epsilon = 11 \Rightarrow \epsilon = \frac{11}{2}$$

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

$$\epsilon = \frac{11}{2};$$

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.



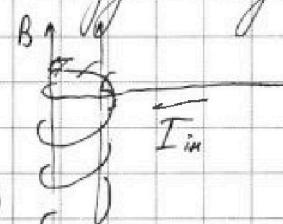
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
1 из 1

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

1) Левая катушка будет источником напряжения, а правая наоборот будет приемником напряжения.

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \alpha$$



$$\Phi_{перез} = -(B + \alpha t) S_n = - (B + \alpha t) S_n$$

заряджение
хода
вспомог

$$U_{ind} = \alpha S_n = \text{Изменение} = L \frac{dI_{in}}{dt}$$

$$U_{инд} = - \frac{d\Phi}{dt} = - (-\alpha S_n) =$$

αS_n (так идет
заряд)

$$\text{по 2 правому Кирхгоф} \quad \frac{dI_{in}}{dt} = \frac{\alpha S_n}{L} = \frac{\alpha S_n}{16L}$$

$$2) E_o = \frac{1}{2} \frac{B_0^2}{\mu \mu_0} V, \frac{1}{2} \frac{(3B_0)^2}{\mu \mu_0} V, \frac{1}{2} \frac{B_0^2}{\mu_0} V, \frac{1}{2} \frac{9B_0^2}{\mu_0} V, \frac{10B_0^2}{2\mu_0} V = 5 \frac{B_0^2}{\mu_0} V$$

$$E_c = \frac{1}{2} L_1 I + \frac{1}{2} L_2 I + \frac{1}{2} \left(\frac{B_0}{3} \right)^2 V + \frac{1}{2} \left(\frac{9B_0}{4} \right)^2 V = \frac{1}{2} (L_1 + L_2) I + \frac{1}{2} \frac{745B_0^2}{144\mu_0} V$$

$$LI = \Phi \Rightarrow \Phi = B \cdot S \cdot n = \frac{\mu_0 I_n}{L} S_n = \frac{\mu_0 I S_n}{L} \Rightarrow L = \frac{\mu_0 S_n}{I}$$

$$B = \frac{1}{L} \mu_0 I_n \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I_n}{L}$$

$$\frac{B_0}{B} = \frac{\frac{B_0}{81}}{\frac{B_0}{729}} = \frac{81}{729} = \frac{9}{81}$$

не нужно было бы откладывать

а 1 б 16 раза \Rightarrow гениально и обалденно

$$I = I_n = \left(\frac{\mu_0 S_n}{L} \right)^2$$

$$E_o - E_c = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} (L_1 + L_2) I = \left(\frac{144}{5} - \frac{745}{144} \right) V$$

$$V = V_1 = V_2 = \frac{\mu_0 S_n^2}{L}$$

$$\text{Ответ: } \frac{dI_{in}}{dt} = \frac{\alpha S_n}{16L}$$



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
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!

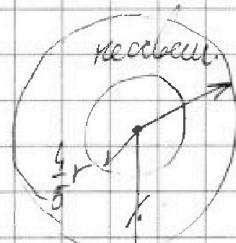
$$\text{от } \frac{11}{5}r \text{ до } \frac{11}{5}r \text{ область освещения}$$

$$\text{получим через зеркало и место}$$

$$\text{от } \frac{11}{5}r \text{ до } \frac{11}{5}r \text{ область освещения получим только через зеркало}$$

$$\text{от } \frac{11}{5}r \text{ до } \frac{11}{5}r \text{ область освещения через место зеркала}$$

$$\text{область освещения: } [0; \frac{11}{5}r] \cup [\frac{11}{5}r; +\infty)$$



$$S_{\text{место}} = \pi \left(\frac{11}{5}r\right)^2 - \pi \left(\frac{4}{5}r\right)^2$$

$$= \pi r^2 \left(\frac{11}{5} - \frac{4}{5}\right) \left(\frac{11}{5} + \frac{4}{5}\right) = \pi r^2 \cdot \frac{7}{5} \cdot \frac{15}{5} =$$

$$\pi \cdot 25 \cdot \frac{7 \cdot 15}{5 \cdot 5} (\text{м}^2) = \pi \cdot 7 \cdot 15 (\text{м}^2) =$$

$$105 \pi (\text{м}^2)$$

Ответ: $S_{\text{место}} = \frac{200}{3} \pi (\text{м}^2)$

$$S_{\text{место}} = 105 \pi (\text{м}^2)$$

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

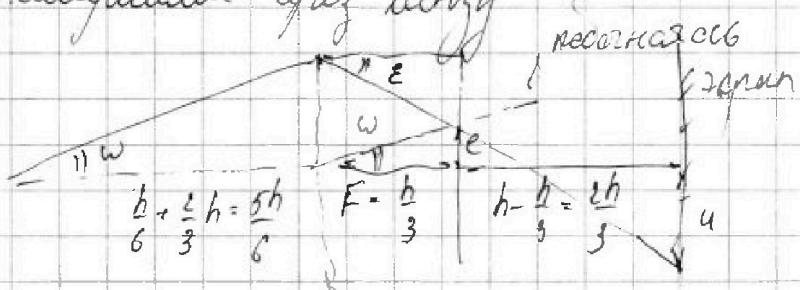


- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

в зону освещённую лампой ее через штангу без разрывов сопас-
тей. Теперь найдем область, освещённую лампами дважды
проложившей через штангу



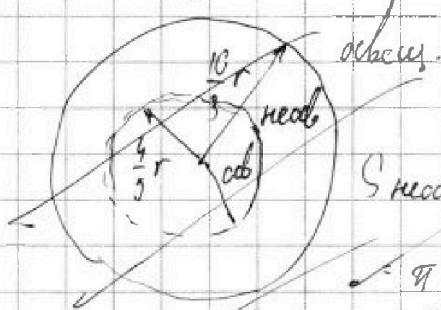
$$\begin{array}{r} 2356 \\ \times 3 \\ \hline 21 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 78 \\ 25 \\ \hline 25 \\ 16 \end{array}$$

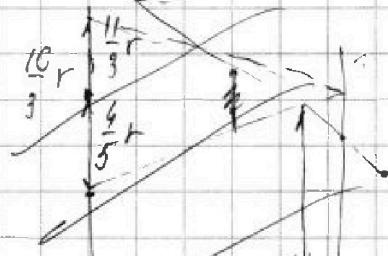
$$\begin{array}{r} 2500 \\ 194 \\ \hline 2356 \end{array}$$

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{r \cdot 6}{5h} = \frac{6 \cdot r}{5h} \Rightarrow e = \operatorname{tg} \omega \cdot \frac{h}{3} = \frac{6}{5} \cdot \frac{h}{3} = \frac{2r}{5}$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{r - e}{h} = \frac{\frac{9}{5}r - \frac{2}{5}r}{h} = \frac{\frac{7}{5}r}{h} \Rightarrow u = \operatorname{tg} \varepsilon \cdot h - r = \frac{\frac{7}{5}r \cdot h}{h} - r = \frac{7}{5}r - r = \frac{2}{5}r$$



$$S_{\text{шад}} = \pi \left(\frac{10}{3}r \right)^2 - \pi \left(\frac{4}{3}r \right)^2 = \pi \left(\frac{100}{9}r^2 - \frac{16}{9}r^2 \right) = \frac{84}{9}\pi r^2 = \frac{28}{3}\pi r^2$$



ширина за $\frac{11}{3}r$ освещена
дважды

ширина от $\frac{16}{25}r$ освещена 1 раз

ширина между $10r$ и $\frac{4}{3}r$ не освещена

$$\pi \cdot \frac{2500 - 164}{25} \cdot 25 (\text{м}^2) =$$

$$\pi \cdot \frac{2500 - 144}{9} (\text{м}^2) =$$

$$\pi \cdot \frac{2356}{9} (\text{м}^2)$$

Объем: $S_{\text{шад}} \cdot u$

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.



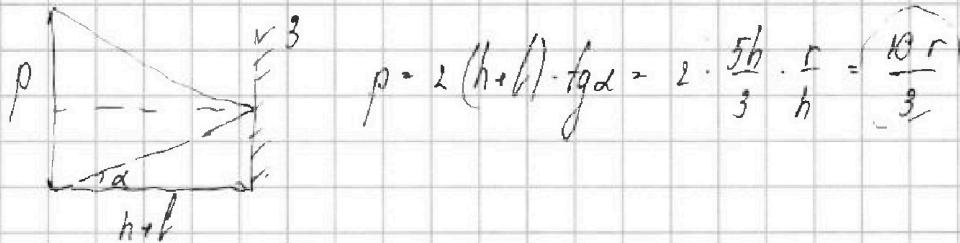
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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!

$$= \pi \cdot \frac{4}{3}r \cdot \frac{6}{3}r = \pi \cdot \frac{8}{3}r^2 = \pi \cdot \frac{8}{3} \cdot 25 \text{ см}^2 = \pi \cdot \frac{200}{3} (\text{cm}^2)$$

i) луки проходящие через шару только обвешиваю шару на расстояние $\geq r$ от P (шаблон ось)

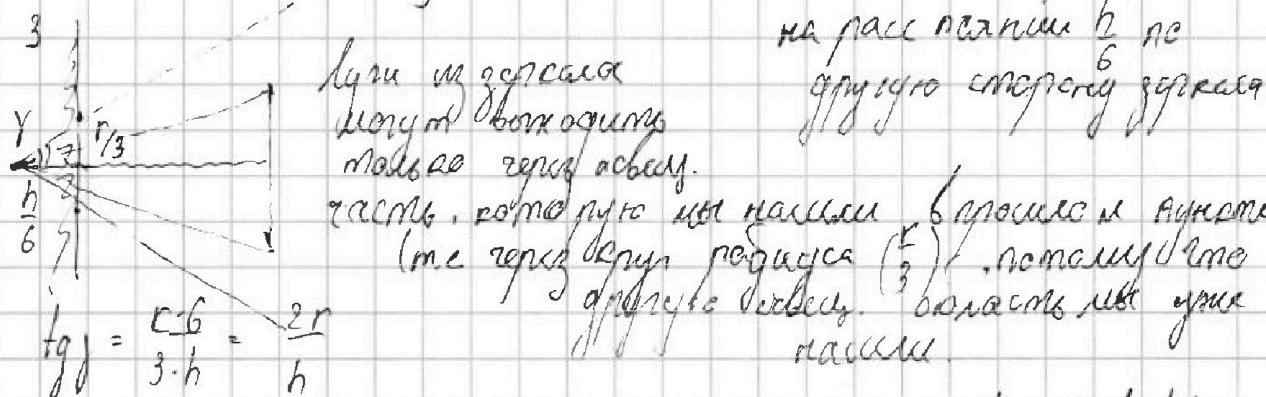


изображение бисектрисы находило на расстоянии f от шара,

$$\text{так как } f \text{ из фокусов шара} \Rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{f} = \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{h-R}{hR}$$

$$\Rightarrow f = \frac{hR}{h-R} = \frac{h \cdot h - 3}{h - 3} = \frac{h}{2}$$

$$k \cdot \frac{1}{f} \cdot \frac{h}{2} = \frac{2R^2}{3} - \frac{h^2}{6} = \frac{R^2}{3} \Rightarrow \text{источник света после отражения}$$



$$\text{и второй угол между базами} \Rightarrow \text{угол между базами} = \alpha \Rightarrow \text{угол между базами} = \alpha$$

\Rightarrow область обвешивания углами через шару первоначальная

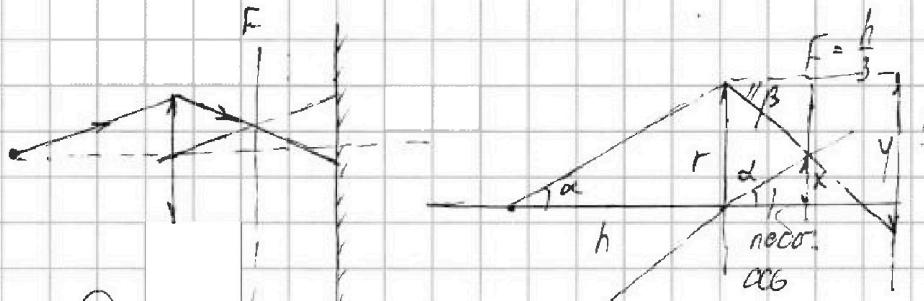
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

СТРАНИЦА
1 из 4

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



1) Рассмотрим ход лучей, проходящих через линзу под максимальным углом к её ОД.

Ход этих лучей за линзой будет строить по правилу для параллельных линий лучей. Проведём побоку оптическую ось и найдём положение её падения с пределом погрешности.

$$x = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{h}{3}, \text{ где } x - \text{на расстоянии}$$

$$x = \frac{c}{h} \cdot \frac{h}{3} = \frac{c}{3}$$

$$y = \operatorname{tg} \beta \cdot \frac{2h}{3} = \frac{r-x}{\frac{h}{3}} \cdot \frac{2h}{3} = \frac{2r-2x}{3} = \frac{4r}{3} \Rightarrow y \text{ - угадай}$$

$$\text{на расстоянии } y-r = \frac{4r}{3} - r = \frac{r}{3} \text{ от оптической оси}$$

остальные лучи, проходящие через линзу, впадают на зеркало на меньших расстояниях от ОД. \Rightarrow

$$\text{один.} \quad \text{небольшой}^2 = \operatorname{tg} \alpha \cdot (h+l) = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{5h}{3} = \frac{c}{h} \cdot \frac{5h}{3} = \frac{5}{3} r$$

$$\text{один.} \quad \text{сверху} - \frac{5}{3} r \quad \Rightarrow S_{\text{зеркаль}} = S_{\text{ограничен}} - S_{\text{ограничен.}} \\ \text{один.} \quad \text{ниже} \quad \text{не} \quad \left(\frac{5}{3} r \right)^2 - \pi \left(\frac{5}{3} r \right)^2 = \\ = \pi \left(\frac{5}{3} r - r \right) \left(\frac{5}{3} r + \frac{5}{3} r \right) =$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!