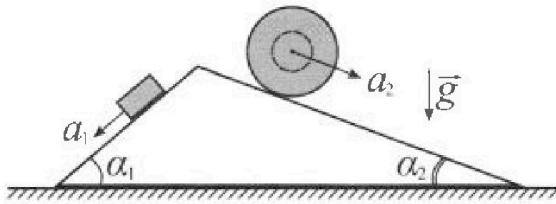


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (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 $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$. Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.

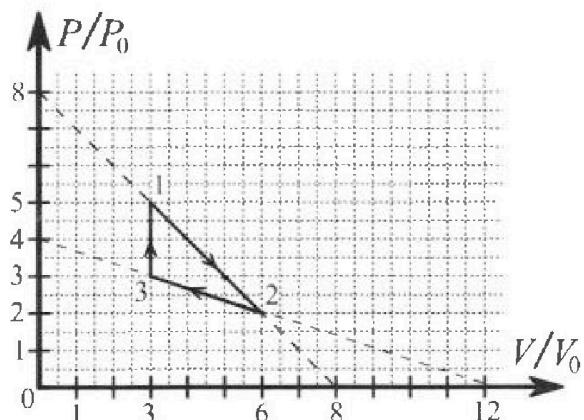


- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.

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.

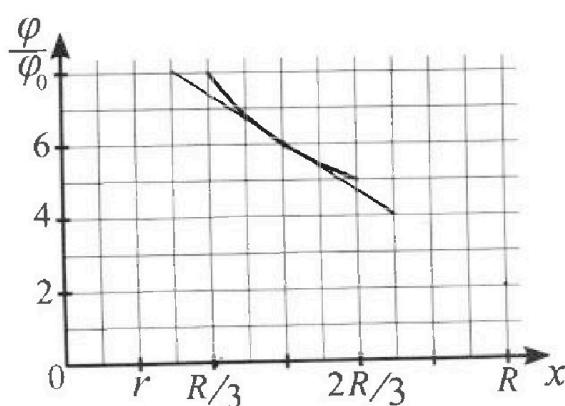
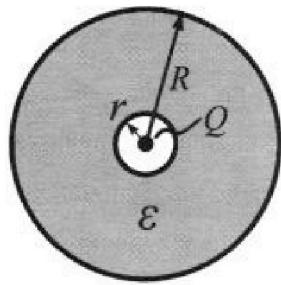
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 3R/4$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .



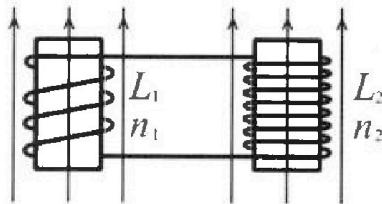
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-02



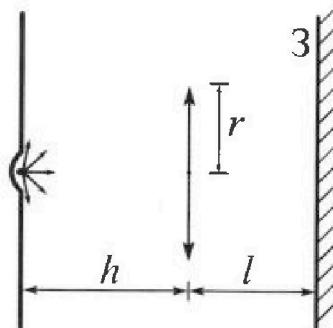
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

- 4.** Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ 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 уменьшаться 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 $2B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $B_0/3$ до $B_0/12$, 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 $F = 2h$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 2$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h$ 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 $\gamma\pi$, 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.

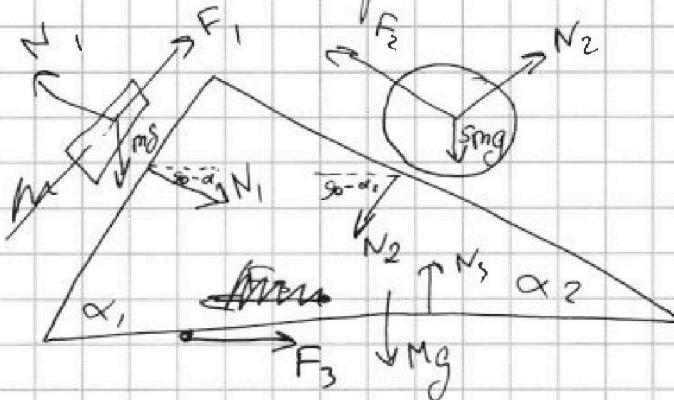


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

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!

Рассставим силы, действующие на все тела:



2 Зн на касательную ось для фиска:

$$mg \sin \alpha - F_1 = ma, \quad (1)$$

~~НК на 1 ось:~~

~~$N_1 - mg \cos \alpha = 0 \quad (2)$~~

2 Зн на касательную ось для шара:

$$smg \sin \alpha_2 - F_2 = sma_2, \quad (3)$$

~~НК на 1 ось:~~

~~$N_2 - smg \cos \alpha_2 = 0 \quad (4)$~~

2 Зн на горизонтальную ось для книжки:

~~$N_1 \sin \alpha - N_2 \sin \alpha_2 - F_3 = 0 \quad (5)$~~

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

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!

$$(1) \Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1, -\alpha_1) =$$

$$= mg \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = \frac{30 \cdot 21 - 35}{17 \cdot 5} mg = \frac{16}{85} mg$$

$$(3) \Rightarrow F_2 = sm(g \sin \alpha_2, -\alpha_2) = mg \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) =$$

$$= 8mg \cdot \frac{25 - 17}{17 \cdot 25} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 5}{1225} mg =$$

$$= \frac{5 \cdot 64}{425} mg = \frac{64}{85} mg$$

$$(2) \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1 = \frac{4}{5} mg$$

$$(4) \Rightarrow N_2 = mg \cos \alpha_2 = 5 \cdot \frac{15}{17} mg = \frac{75}{17} mg$$

$$(5) \Rightarrow F_3 = N_1 \sin \alpha_1, -N_2 \sin \alpha_2 =$$

$$= mg \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{75}{17} \cdot \frac{8}{17} \right) = mg \left(\frac{12}{25} - \frac{5120}{289} \right) =$$

$$= \frac{3456 - 3000}{25 \cdot 289} mg = \frac{468}{2225} mg = \frac{468}{2225} mg = \frac{11532}{2225} mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{16}{85} mg$ 2) $F_2 = \frac{64}{85} mg$. 3) $F_3 = \frac{11532}{2225} mg$

$$3) F_3 = \frac{11532}{2225} mg \cdot \frac{11532}{2225}$$



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!

Задача На систему дисков-кин-шар по горизонтали действует только F_3 , поэтому α по 2 ЗН

$$F_3 = 5ma_2 \cos\alpha_2 - ma_1 \cos\alpha_1$$

$$F_3 = 5mg \cdot \frac{8}{25} \cdot \frac{15}{17} - mg \cdot \frac{7}{17} = \frac{1}{5}$$

$$= mg \cdot \frac{120 - 28}{17 \cdot 5} = \frac{92}{85} mg$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{16}{85} mg$

2) $F_2 = \frac{64}{85} mg$

3) $F_3 = \frac{92}{85} mg$



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.

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

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!

1) приращение энергии:

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (5 \cdot 3 - 3 \cdot 3) = \\ = \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot 2 \cdot 3 = 9 P_0 V_0$$

$$A = \int p dV = P_0 V_0 \int \frac{P}{P_0} d\left(\frac{V}{V_0}\right), \text{ m.e.}$$

$A = P_0 V_0 \cdot S_{\text{шайба}}$, где S -площадь фигуры, вышиа $\frac{P_0}{P_0} \left(\frac{V}{V_0}\right)$ на графике

$$A = P_0 V_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 = 3 P_0 V_0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_{31}}{A} = 3$$

2) по уравнению М-к:

$$2RT_2 = P_2 V_2 \Rightarrow T_2 = \frac{P_0 V_0}{2R} \cdot 12$$

В процессе 1-2 $P \left(\frac{V}{V_0} \right)$ описывается уравнением

$$\frac{P}{P_0} = 8 - \frac{V}{V_0}$$

$$P = P_0 \left(8 - \frac{V}{V_0} \right) = P_0 \cancel{V_0} \left(8 \cancel{V_0} \right)$$

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

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!

найдем $T(V)$:

но p_0 -то м.к.:

$$\frac{\partial V}{\partial T} = T(V) = \frac{P(V) \cdot V}{\partial R} = \frac{P_0 V_0}{\partial R} \cdot \left(8V - \frac{V^2}{V_0}\right)$$

$$= \frac{P_0}{\partial R} \left(8V - \frac{V^2}{V_0}\right)$$

~~max(T) достигается при~~

$\max(T) = T(V_m)$, т.е.

$$V_m : \max \left(8V - \frac{V^2}{V_0}\right) = 8V_m - \frac{V_m^2}{V_0},$$

м.к. $\frac{P_0}{\partial R} = \text{const}$.

$\Rightarrow V_m$ - точка вершины параболы

$8V - \frac{V^2}{V_0}$, м.к. вершина направлена вниз

$$V_m = \frac{-8}{-2} = 4V_0 \quad \Rightarrow T_m = T(V_m)$$

$$P(V_m) = P_0/8 - 4 = 4P_0 \Rightarrow T(V_m) = 16 \cdot \frac{P_0 V_0}{\partial R}$$

$$\frac{T_m}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

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



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

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!

3) В процессе 3-1 теплосита тепло подводится, т.к. работа 0, а энергия расходуется.

Найдем V_2 , при каких V тепло подводится в процессе 1-2 будем подводиться:

$$dQ = \frac{3}{2} dRT + PdV > 0$$

$$dRT = PdV + VdP \text{ из ур-я Н-К.}$$

$$dQ = \frac{3}{2} VdP + \frac{5}{2} PdV$$

$$P = (8 - \frac{V}{V_0}) P_0 \Rightarrow dP = -\frac{P_0}{V_0} dV$$

$$dQ = -\frac{3}{2} V \cdot \frac{P_0}{V_0} dV + \frac{5}{2} (8 - \frac{V}{V_0}) P_0 dV > 0$$

$dV > 0$ то всем процессе \Rightarrow предусл.

$$-\frac{3}{2} V + \frac{5}{2} (8V_0 - V) > 0, \text{ т.к. } \frac{P_0}{V_0} > 0$$

$$-\frac{8}{2} V + 20V_0 > 0$$

$$\frac{40}{3} V_0 > V; \quad V < 5V_0$$

\Rightarrow теплосита подводит $0.75 V_0$ $\frac{V_1 - 3V_0}{V_2} = 5V_0$



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
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!

$$Q_{12}^+ = \frac{3}{2} (P_2^* V_2^* - P_1 V_1) + \int_{V_1}^{V_2^*} P dV = \\ = \frac{3}{2} (3 \cdot 5 - 5 \cdot 3) P_0 V_0 + P_0 V_0 \cdot \frac{5+3}{2} \cdot 2 = \\ = 8 P_0 V_0$$

В процессе 2-3: $P(V) = P_0 \left(4 - \frac{V}{3V_0}\right)$,
а также $dV < 0$. Остальные действия делаются аналогично:

$$dP = -\frac{P_0}{3V_0} dV$$

$$dQ = \frac{3}{2} V dP + \frac{5}{2} P dV = \\ = -\frac{3}{2} V \cdot \frac{P_0}{3V_0} dV + \frac{5}{2} \cdot \frac{P_0}{V_0} \left(4V_0 - \frac{V}{3}\right) dV > 0$$

$$\Rightarrow -\frac{V}{2} + \frac{5}{2} \left(4V_0 - \frac{V}{3}\right) < 0$$

$$-\frac{3V + 5V}{6} + 10V_0 < 0$$

$$\frac{4}{3}V > 10V_0 \Rightarrow V > \frac{30}{4}V_0$$

$$V > 7,5V_0$$

\Rightarrow Всё время в процессе 2-3 температура возрастает, т.к. $V_2 < 7,5V_0$.



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
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!

по определению $\eta = \frac{A}{Q^+}$

$$\rightarrow \eta = \frac{A}{Q_{12}^+ + Q_3} = \frac{3P_0 V_0}{3P_0 V_0 + 9P_0 V_0} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

н.к. в процессе 3-1 $Q_3 = \Delta U_{31}$,
тогда $A_{31} = 0$ ($V = \text{const}$)

решем: 1) $\frac{\Delta U_{31}}{A} = 3$

2) $\frac{T_m}{T_2} = \frac{4}{3}$

3) $\eta = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$.

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



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

1) Поле на расстоянии x от центра сферы диэлектрика равно

$$E(x) = \frac{kQ}{x^2}$$

внутри диэлектрика

$$E(x) = \frac{kQ}{\epsilon x^2} \text{ из л. Гаусса.}$$

Потому конденсатор на поверхности диэл-ка ($x=R$) равен

$$\varphi(R) = - \int_{+\infty}^R E(x) dx$$

$$\varphi(R) = - \int_{+\infty}^R \frac{kQ}{x^2} dx = \frac{kQ}{R}$$

Теперь найдем распределение конденсаторов внутри диэл-ка:

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



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!

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

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

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} \cdot (\epsilon - 1) + \frac{kQ}{\epsilon R} \cdot \frac{4}{3}$$

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} \left(\epsilon + \frac{1}{3} \right)$$

$$2) \frac{\varphi}{\varphi_0}(x) = \frac{\varphi(x)}{\varphi_0}, \text{ т.к. } \varphi_0 = \text{const}$$

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

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



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

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} \left(\frac{1}{3} R \right) = \frac{\varphi_0}{\varphi_0} \frac{\varphi \left(\frac{1}{3} R \right)}{\varphi \left(\frac{2}{3} R \right)} = \frac{8}{5} = \frac{\mathcal{E} + 2}{\mathcal{E} + \frac{1}{2}}$$

из теории

из графика

$$\Rightarrow 8\mathcal{E} + 4 = 5\mathcal{E} + 10$$

$$3\mathcal{E} = 6 \Rightarrow (\mathcal{E} = 2)$$

Решение: 1) $\varphi \left(\frac{3}{4} R \right) = \frac{kQ}{\mathcal{E}R} \left(\mathcal{E} + \frac{1}{3} \right) =$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} \left(\mathcal{E} + \frac{1}{3} \right)$$

2) $\mathcal{E} = 2$



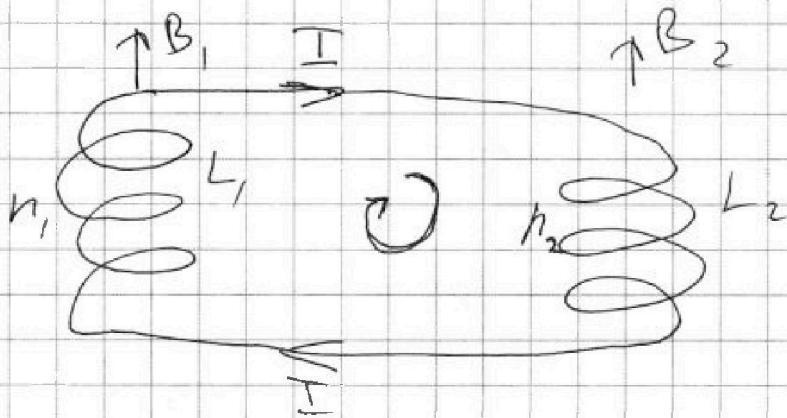
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

1) Тусеть в 1 катушке нале B_1 , а во второй B_2 .



Взаимоиндукцией катушек преобразами, т.к. они расположены отдаленно друг от друга.

Введем обход контура вдоль мока (см. рисунок). Тогда нале B_1 и B_2 создают ЭДС индукции. Но закону Фарadays:

$$E_{in} = n_1 \frac{dB_1 S}{dt} + n_2 \frac{dB_2 S}{dt}$$

По 2 пр. Кирхгофа

$$E_{in} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} \quad *$$



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
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!

Представим $\frac{dB_1}{dt} = -\alpha$, $\frac{dB_2}{dt} = 0$

$$\Rightarrow -n_1 \alpha S = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$

$$\Rightarrow \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{n_1 \alpha S}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha n S}{10L}$$

2) Мы получили, что

$$n_1 S \frac{dB_1}{dt} + n_2 S \frac{dB_2}{dt} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}.$$

Проинтегрируем это по времени:

$$n_1 S \Delta B_1 + n_2 S \Delta B_2 = (L_1 + L_2) \Delta I.$$

$$\Delta B_1 = \frac{1}{3} B_0, \Delta B_2 = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2} \right) B_0 = \frac{1}{6} B_0.$$

п.с. изменение рассчитывается по модулю, т.к. они одного знака.

$$\Delta I = \frac{n_1 S \cdot \frac{1}{3} B_0 + 3n_2 S \cdot \frac{1}{6} B_0}{10L}$$

$$\Delta I = \frac{13}{120} \frac{n S B_0}{L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{dI}{dt} = \frac{\alpha n S}{10L}$$

$$2) \Delta I = \frac{13}{120} \frac{n S B_0}{L}$$



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.

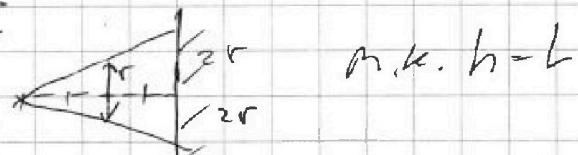
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

1) Задача, что непротивившиеся лучи освещают всю область ^{зеркала}, отдалину на

$$x \geq 2r \text{ от } F(0)$$

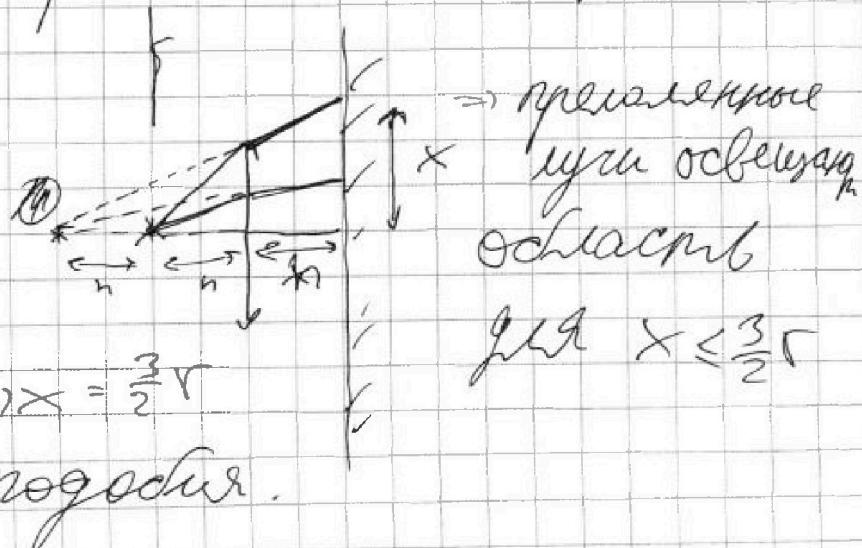


Теперь найдем положение изображения в зоне зеркала Ф. п. л.:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f} \quad d = 2h$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{h} = \frac{1}{2h} - \frac{1}{h} = -\frac{1}{2h}$$

\Rightarrow в эту точку сходятся промежутия всех продолженных лучей.



$$\frac{r}{x} = \frac{2h}{3h} \Rightarrow x = \frac{3}{2}r$$

так изображ.



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.

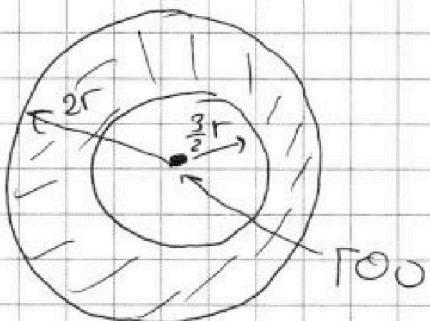
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

→ Если бы вместо зеркала стоял экран, то вместо мы бы увидели след картины:

заштриховано -
всякая гадость
не освещена

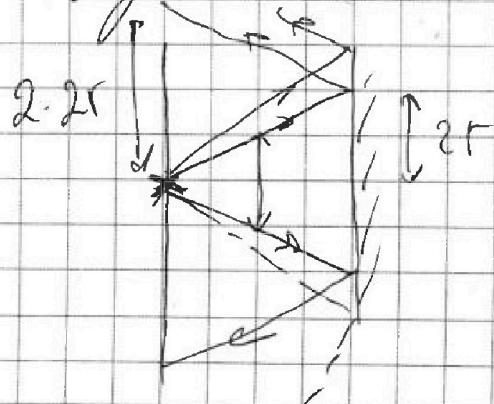


ll площадь $S_1 = \pi \cdot (2r)^2 - \pi \cdot \left(\frac{3}{2}r\right)^2$

$$\Rightarrow S_1 = \pi \left(4 - \frac{9}{4}\right)r^2 = \frac{7}{4}\pi r^2 = 7\pi \text{ см}^2$$

2) Ограничение от теней
исходит от

Рассмотрим касательные
имеющие луки после ограничения.



Они оставляют
область при

$$x \geq 2 \cdot 2r$$

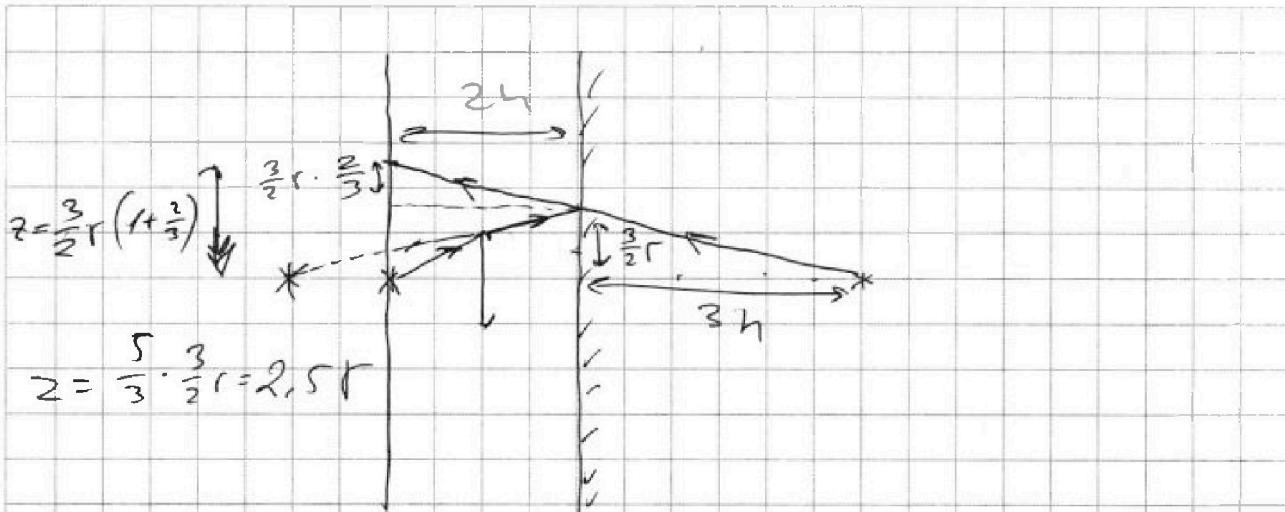
$$x \geq 4r$$

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
7 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!



⇒ Эти мухи освещают область с радиусом

$$\frac{5}{4}r = 1,25r \text{ до } 2,5r$$

Найдем расстояние d между, где рождается светящаяся область. Решение предполагает, что мухи

$$\text{здесь: } \frac{1}{4h} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} = \frac{1}{2h} \Rightarrow d = 4h$$

ф.р.н.

Учитывая светящейся эти мухи, светящиеся области формируются в краиницах (одна вдаль 100 , второй предполагается в кругу мух).

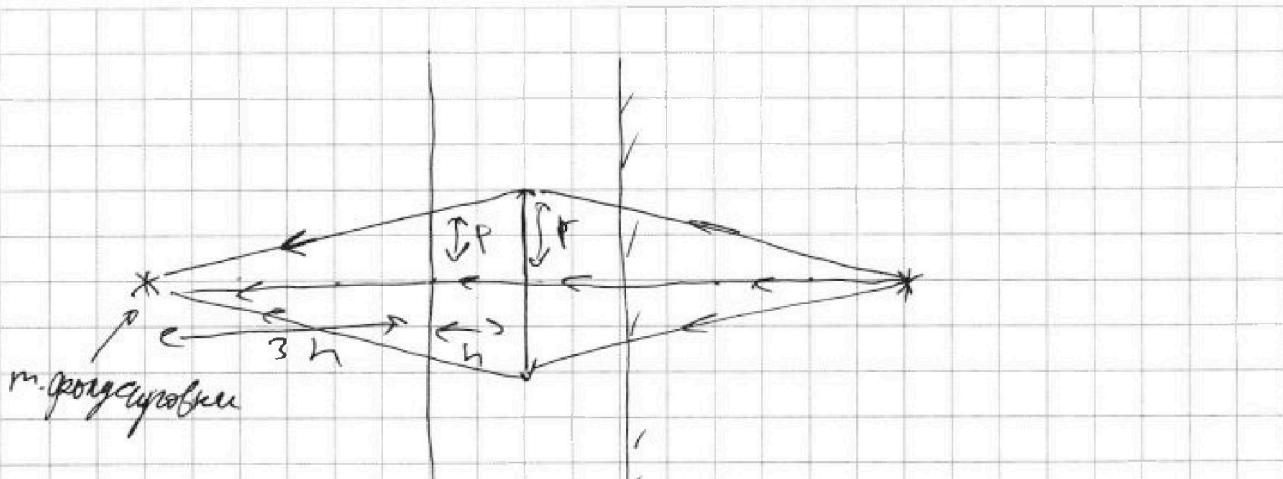


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
5 ИЗ 5

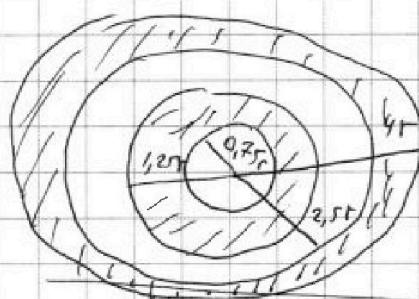
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{P}{f} = \frac{3h}{4h} \Rightarrow P = \frac{3}{4} M = 0,75 M \text{ из подсч} \rightarrow$$

\Rightarrow действующий гаситель $x \leq 0,75 r$

Итого на дамке появляются два гасителя колеса:



Уг суммарная площадь равна

$$S_2 = (\pi \cdot (4r)^2 - \pi (2,5r)^2) + (\pi (1,25r)^2 - \pi (0,25r)^2)$$

$$S_2 = \pi (64 - 25 + 6,25 - 0,25) \text{ см}^2 \approx$$

$$\text{Отважн.: } S_1 = 7\pi \text{ см}^2$$

$$S_2 = 43\pi \text{ см}^2$$



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
1 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!

~~Чтобы доказать это, рассмотрим сферу радиуса R , заряженную равномерно зарядом Q . Тогда сила, действующая на единичный положительный заряд, расположенный на расстоянии r от центра сферы, равна~~

$$F_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \cos\alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{R^2} \cos\alpha = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{R^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R^3}$$

~~Следовательно, сила, действующая на единичный положительный заряд, расположенный на расстоянии r от центра сферы, равна~~

~~Потенциал этой сферы равен~~

\varphi(r) = \frac{kQ}{r}

~~Теперь найдем потенциал на расстоянии l :~~

r \leq l \leq R

$$\varphi(l) - \varphi(r) = - \int_r^l E(l') dl'$$

$$E(l') = \frac{kQ}{\epsilon_0 l'^2}$$

(в ϵ_0 раз меньше силы в вакууме).

$$\Rightarrow \varphi(l) - \varphi(r) = - \frac{kQ}{\epsilon_0} \int_r^l \frac{dl'}{l'^2} = \frac{kQ}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{l} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \varphi(r) + \frac{kQ}{\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{\frac{3}{4}R} \right)$$



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.

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

$$\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{\frac{3}{4}R} = \frac{Q}{3\pi\varepsilon_0 R} - \frac{961}{25} \frac{17}{15}$$

$$2) \quad \varphi(l) = \varphi(r) = \cancel{kQ}$$

$$\begin{array}{r} 11532 \\ 5266 \\ 2883 \\ 961 \end{array} \left| \begin{array}{l} 2 \\ 2 \\ 3 \end{array} \right.$$

$$\frac{17}{85}$$

Из условия следует, что $\Gamma < \frac{B}{3}$, поэтому для $\varphi_0(x) = \frac{\varphi(l)}{x}$, где $l \sim x$.

$$\varphi(l) \approx \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{l}$$

$$\Rightarrow \frac{\varphi}{\varphi_0}(x) = \frac{kQ}{\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{x}$$

$$\frac{17}{15} \frac{17}{15} \frac{17}{289}$$

$$\frac{d}{dx} \frac{\varphi}{\varphi_0} = - \frac{kQ}{\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{x^2} \quad 12 \cdot 289 - 25 \cdot 600 = ?$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ 12 \\ + 578 \\ \hline 289 \\ 600 \\ - 25 \\ \hline 15000 \end{array}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{3}{4} = \frac{4+9}{12} = \frac{13}{12} \frac{289}{3468}$$

$$\begin{array}{r} 11532 \\ 104 \\ \hline 133 \\ - 119 \\ \hline 142 \end{array} \frac{17}{6}$$

$$\begin{array}{r} 15000 \\ 3468 \\ \hline 11532 \\ 155 \\ + 1525 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ 25 \\ + 1475 \\ + 578 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$\frac{11532}{25 \cdot 12^2}$$

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

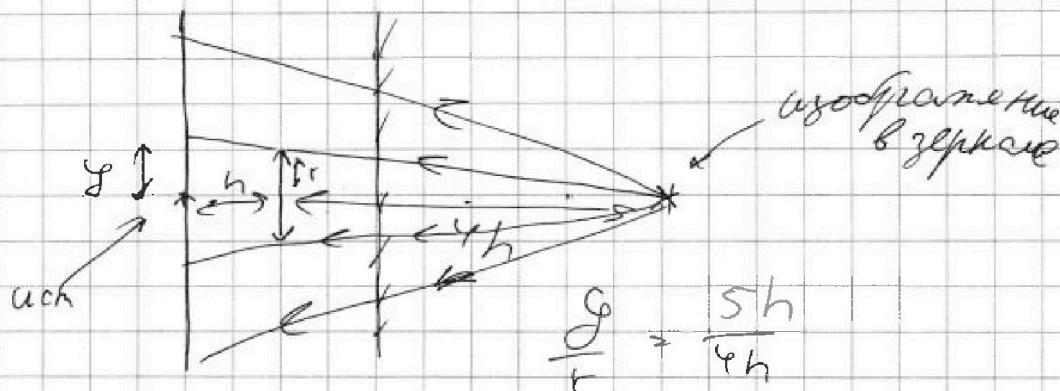
СТРАНИЦА
3 ИЗ 5

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!

Теперь рассмотрим преломившиеся
после отражения
лучи. Их продолжения пересекаются
в изображении в зеркале изображение
источника в шине.

Изображение в шине находится на
расстоянии $2h + l = 3h$ от ~~шины~~ зеркала,
потому изображение в зеркале наход-
ится на расстоянии $l + 3h = 4h$ от
шины.

После отражения эти лучи могут
не преломиться, такие лучи называются:



$$\frac{g}{r} = \frac{5h}{4h}$$

$$\Rightarrow g = \frac{5}{4} r$$

\Rightarrow Эти лучи освещают
область от $x = \frac{5}{4} r$ до них не
освещают все пространство $x \geq \frac{5}{4} r$. Для поиска
граничных расстояний крайний луч:
(преломившийся)