



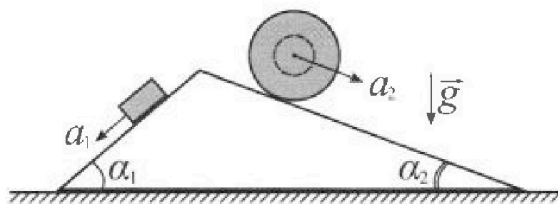
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



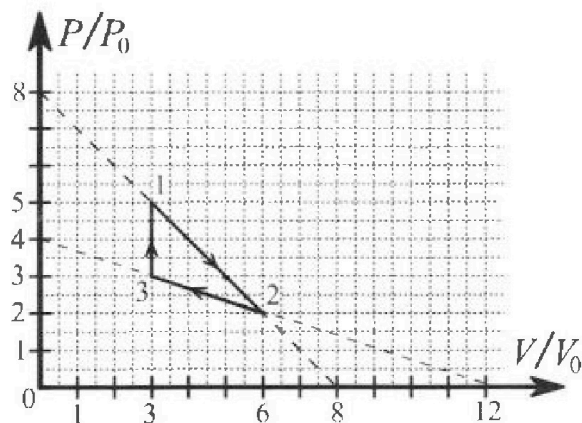
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_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.

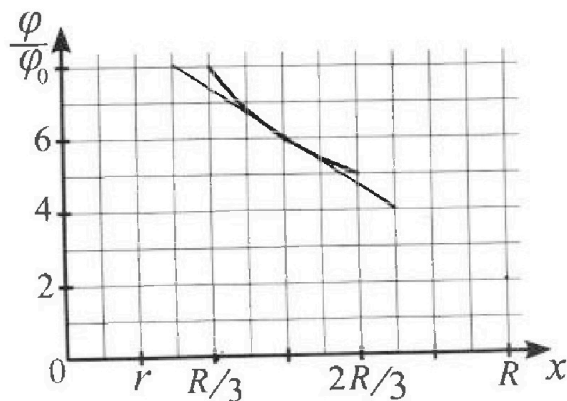
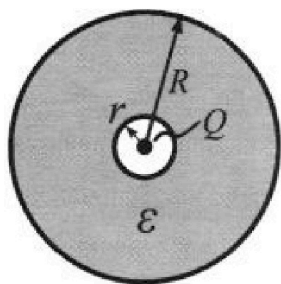


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





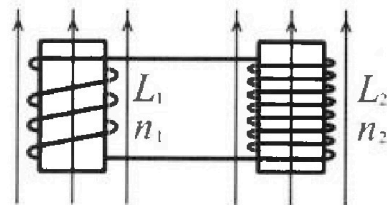
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

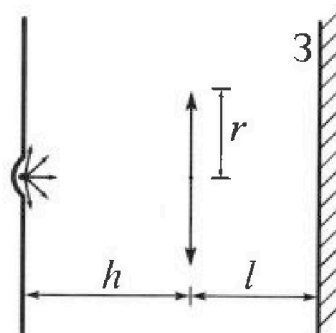


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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 изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = 2h$. 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 3. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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



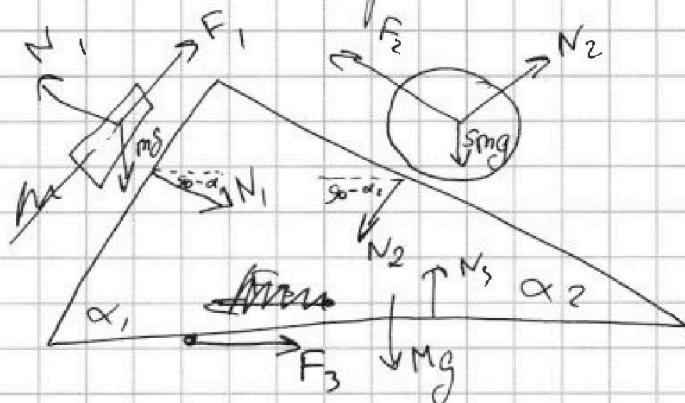
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

Расставим силы, действ. на все тела:



2 Зк на касательную ось для диска:

$$mg \sin \alpha_1 - F_1 = ma, \quad (1)$$

~~на 1 ось:~~

~~$$N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0 \quad (2)$$~~

2 Зк на касательную ось для шара:

$$5mg \sin \alpha_2 - F_2 = 5ma_2 \quad (3)$$

~~на 1 ось:~~

~~$$N_2 - 5mg \cos \alpha_2 = 0 \quad (4)$$~~

~~2 Зк на горизонтальную ось для клина:~~

~~$$N_1 \sin \alpha_1 - N_2 \sin \alpha_2 - F_3 = 0 \quad (5)$$~~



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.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

$$(1) \Rightarrow F_1 = m(g \sin \alpha_1 - a_1) =$$

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

$$\begin{array}{r} 25 \\ 289 \\ + 225 \\ \hline 514 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 17 \\ \hline 175 \\ + 25 \\ \hline 425 \end{array}$$

$$(3) \Rightarrow F_2 = m(g \sin \alpha_2 - a_2) = mg \cdot \left(\frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) =$$

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

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

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 175 \\ + 17 \\ \hline 239 \end{array}$$

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

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

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

$$= mg \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{75}{17} \cdot \frac{8}{17} \right) = mg \cdot \left(\frac{12}{25} - \frac{5 \cdot 120}{289} \right) =$$

$$= \frac{3458 - 3000}{25 \cdot 289} mg = \frac{458}{7225} mg = \frac{41618}{7225} mg = \frac{11532}{7225} mg$$

$$\begin{array}{r} 239 \\ 12 \\ \hline 4572 \\ + 288 \\ \hline 3468 \\ - 120 \\ \hline 25 \\ + 600 \\ \hline 240 \\ + 240 \\ \hline 3000 \end{array}$$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{16}{85} mg$ 2) $F_2 = \frac{64}{85} mg$

3) $F_3 = \frac{11532}{7225} mg$



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.



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 брусок-клин-шар по горизонтали действует только F_3 , поэтому по 2 ЗН

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

$$F_3 = 5mg \cdot \frac{8}{25} \cdot \frac{15}{17} - mg \cdot \frac{7}{17} = \frac{4}{5} =$$

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

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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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!

1а) приращение энергии:

$$\Delta U_{3,1} = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_3 V_3) = \frac{3}{2} P_0 V_0 (5 \cdot 3 - 3 \cdot 3) = \\ = \frac{3}{2} P_0 V_0 \cdot 2 \cdot 3 = 9 P_0 V_0$$

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

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

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

$$\Rightarrow \frac{\Delta U_{3,1}}{A} = 3$$

2) по уравнению М-К:

$$\gamma P T_2 = P_2 V_2 \Rightarrow T_2 = \frac{P_0 V_0}{\gamma R} \cdot 12$$

В процессе 1-2 $\frac{P}{P_0} \left(\frac{V}{V_0}\right)$ описывается уравнением

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

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



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.



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 $T(V)$:

по ур-ю м.к.:

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

~~$\max(T)$ достигается при~~

$$\max(T) = T(V_m), \text{ где}$$

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

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

$\Rightarrow V_m$ - точка вершины параболы

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

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

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

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



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.

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!

3) в процессе 3-1 температура только подводится, т.к. работа 0, а энергия растет.

Найдем V_2 , при каких V температура в процессе 1-2 будет подводится:

$$dQ = \frac{3}{2} \nu R dT + p dV > 0$$

$$\nu R dT = p dV + V dp \text{ из ур-я М-К.}$$

$$dQ = \frac{3}{2} V dp + \frac{5}{2} p dV$$

$$p = (8 - \frac{V}{V_0}) p_0 \Rightarrow dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$dQ = -\frac{3}{2} V \cdot \frac{p_0}{V_0} dV + \frac{5}{2} (8 - \frac{V}{V_0}) p_0 dV > 0$$

$dV > 0$ во всем процессе $\Rightarrow$ требуется

$$-\frac{3}{2} V + \frac{5}{2} (8 V_0 - V) > 0, \text{ т.к. } \frac{p_0}{V_0} > 0$$

$$-\frac{3}{2} V + 20 V_0 > 0$$

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

$\Rightarrow$ температура подводится от $V_1 = 3 V_0$ до $V_2 = 5 V_0$



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: $P(V) = P_0 (4 - \frac{V}{3V_0})$,
а также $dV < 0$. Остальные действия де-
лаем аналогично:

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

$$dQ = \frac{3}{2} V dP + \frac{5}{2} P dV =$$

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

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

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

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

$$V > 7,5 V_0$$

$\Rightarrow$ все время в процессе 2-3 меклона орго-
дизма, т.к. $V_2 < 7,5 V_0$.



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА

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 $\eta = \frac{A^+}{Q^+}$

$$\rightarrow \eta = \frac{A}{Q_{12}^+ + Q_{31}} = \frac{3P_0V_0}{8P_0V_0 + 9P_0V_0} = \frac{3}{17}$$

т.к. в процессе 3-1 $Q_{31} = \Delta U_{31}$,
где $A_{31} = 0$ ($V = \text{const}$)

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

2) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{3}$

3) $\eta = \frac{3}{17}$



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА

1 из 3

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

1) Поле на расстоянии x от центра вне диэлектрика равно

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

внутри диэлектрика

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

Поэтому ⁿпотенциал 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 потенциалов 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.



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!

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

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

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

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

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

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

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



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
3 из **3**

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

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

из теории

↑
из графика

$$\Rightarrow 8\varepsilon + 4 = 5\varepsilon + 10$$

$$3\varepsilon = 6 \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 2}$$

Ответ: 1) $\varphi\left(\frac{3}{4}R\right) = \frac{kQ}{\varepsilon R} \left(\varepsilon + \frac{1}{3}\right) =$
 $= \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} \left(\varepsilon + \frac{1}{3}\right)$

2) $\varepsilon = 2$



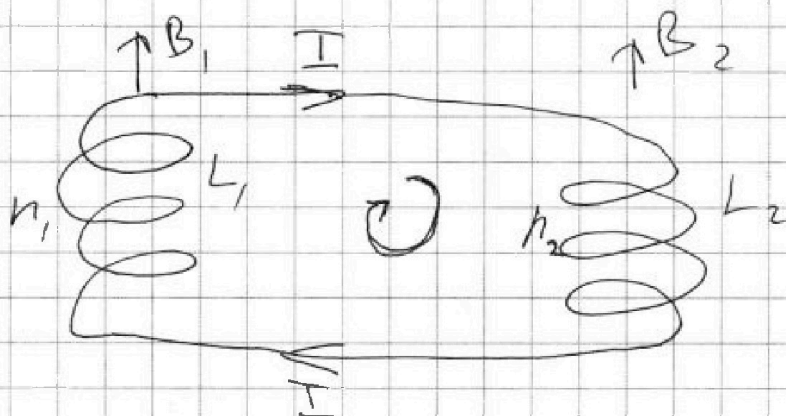
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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) Пусть в 1 катушке поле B_1 , а во второй B_2 .



Взаимоиндукцией катушек пренебрегаем, т.к. они расположены сл. далеко друг от друга.

Выберем обход контура вдоль тока (см. рисунок). Тогда поля B_1 и B_2 создают ЭС индукции.
По закону Фарадея:

$$\mathcal{E}_{in} = N_1 \frac{dB_1}{dt} S + N_2 \frac{dB_2}{dt} S$$

По 2 пр. Вирхгофа

$$\mathcal{E}_{in} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 2

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

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

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

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

2) Мы найдем, что

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

Продифференцируем это по времени:

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

$$\Delta B_1 = \frac{1}{3} B_0, \Delta B_2 = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{12} \right) B_0 = \frac{5}{12} B_0$$

P.S. изменения рассматриваем по модулю, т.к. они одного знака.

$$\Delta I = \frac{n S \cdot \frac{1}{3} B_0 + 3n S \cdot \frac{5}{12} B_0}{10L}$$

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

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

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

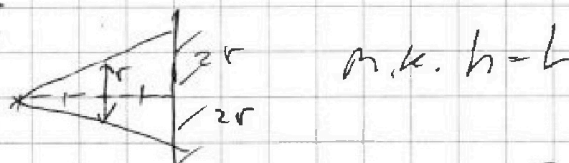


1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 5

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

1) Заметим, что непересекающиеся дуги освещают всю область ^{зеркала} отдаленную на $x \geq 2r$ от $\Gamma O O$:



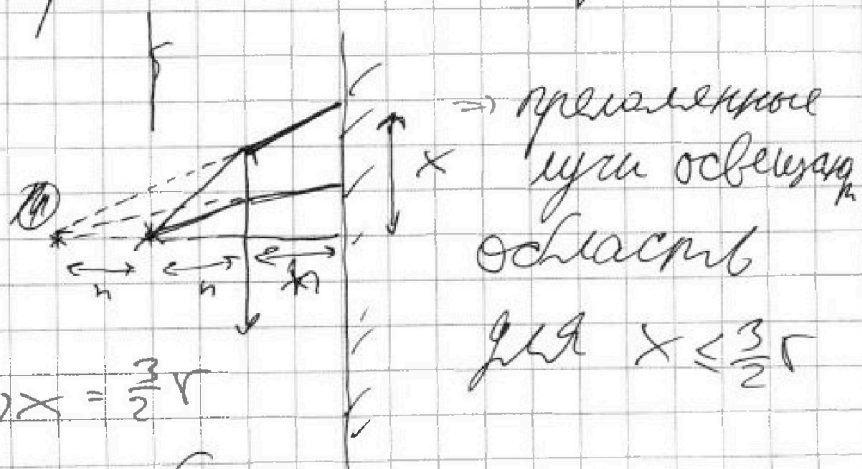
Теперь найдем положение изображения в линзе через ф. м. л.:

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F}$$

$$d = 2h$$

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

$\Rightarrow$ в эту точку сходится продолжения всех преломленных лучей:



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

по лиз подосия.

$$\text{для } x \leq \frac{3}{2}r$$



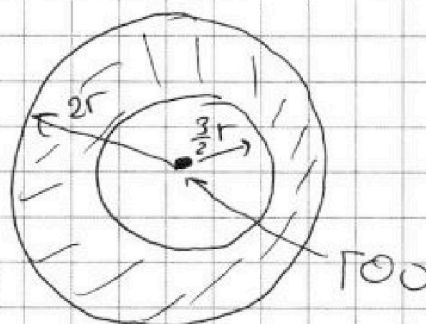
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 5

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

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

Затеняемая -
внутренняя часть
не освещена

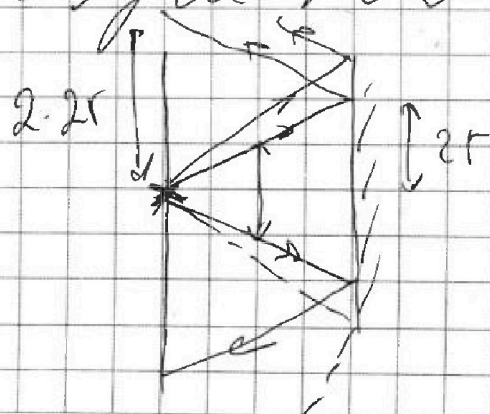


в площадь $S_1 = \pi \cdot (2r)^2 - \pi \cdot \left(\frac{3}{2}r\right)^2$

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

2) ~~Освещенные от линзы лучи~~
~~исходят от~~

Рассмотрим нерассеявшиеся
лучи после отражения:



Они освещают
область при

$x \geq 2.2r$

$x \geq 4r$

Углы оверлейной этикетки
в краевых углах формируются
в крайних углах (один вдоль ГОО,
второй прилегает к краю линзы).



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
☐

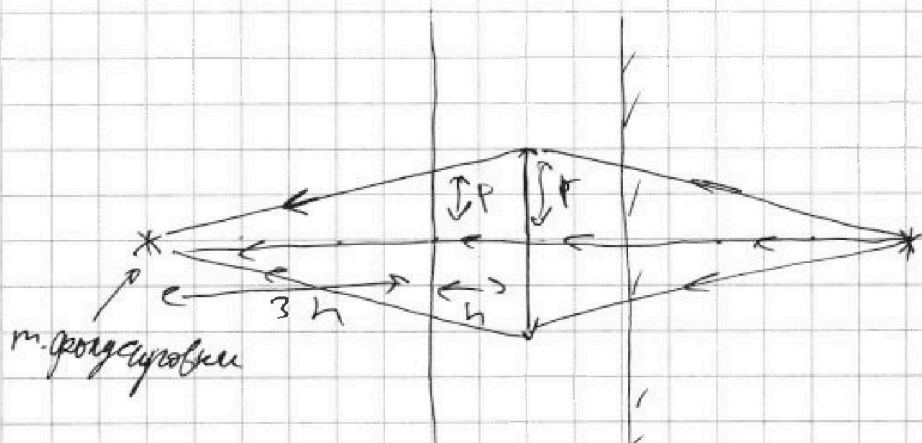
5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
5 из 5

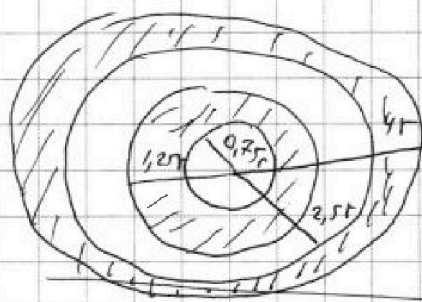
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{p}{f} = \frac{3h}{4h} \Rightarrow p = \frac{3}{4}f = 0,75r \text{ из задачи}$$

$\Rightarrow$ освещается часть $x \in 0,75r$.

Итого на экране появляются два полных кольца:



Их суммарная площадь равна

$$S_2 = (\pi \cdot (4r)^2 - \pi (2,5r)^2) + (\pi (1,25r)^2 - \pi (0,75r)^2)$$

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

Ответ: $S_1 = 7\pi \text{ см}^2$

$$S_2 = 43\pi \text{ см}^2$$



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.



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!

~~Учт. т.к. по определению $F_z = \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \alpha = 2$~~
 ~~$= 5mg \cdot \frac{8}{25} \cdot \frac{15}{17} - mg \cdot \frac{2}{17} \cdot \frac{7}{5}$~~

~~Заряд Q вне сферы радиуса r будет создавать такое же поле, которое до создавала равномерно заряженная зарядом Q сфера радиуса Q ~~иначе~~, поэтому заменим этот шарик на ~~сфере~~ такую сферу.~~

~~Тогда потенциал этой сферы равен $\varphi(r) = \frac{kQ}{r}$~~

~~Теперь найдем ~~потенциал~~ потенциал на расстоянии l : $r \leq l \leq R$ от центра.~~

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

~~$E(l) = \frac{kQ}{\epsilon l^2}$ (в ϵ раз меньше, чем в вакууме).~~

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

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

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
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!

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

$$2) \varphi(r) = \varphi(r) = \frac{kQ}{r}$$

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

$$\begin{array}{r} 12 \\ 95 \\ \hline 117 \end{array}$$

Из условия следует, что $r < \frac{R}{3}$,
поэтому для $\varphi_0(x) = \frac{\varphi(r)}{\varphi_0}$, где $r=x$.

$$\varphi(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r}$$

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

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 119 \\ 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 6 \\ \hline 102 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 7 \\ \hline 119 \end{array}$$

$$\frac{d\varphi}{dx}$$

$$= -\frac{kQ}{\epsilon\varphi_0} \cdot \frac{1}{x^2}$$

$$12 \cdot 289 - 25 \cdot 600 = ?$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ 12 \\ \hline 578 \\ 289 \\ \hline 3468 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 600 \\ 25 \\ \hline 15000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 8 \\ \hline \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r|l} 11532 & 117 \\ 102 & 6 \\ \hline 1332 & \\ 119 & \\ \hline 142 & \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 15 \\ 15 \\ \hline 75 \\ 15 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15000 \\ 3468 \\ \hline 11532 \end{array}$$

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



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

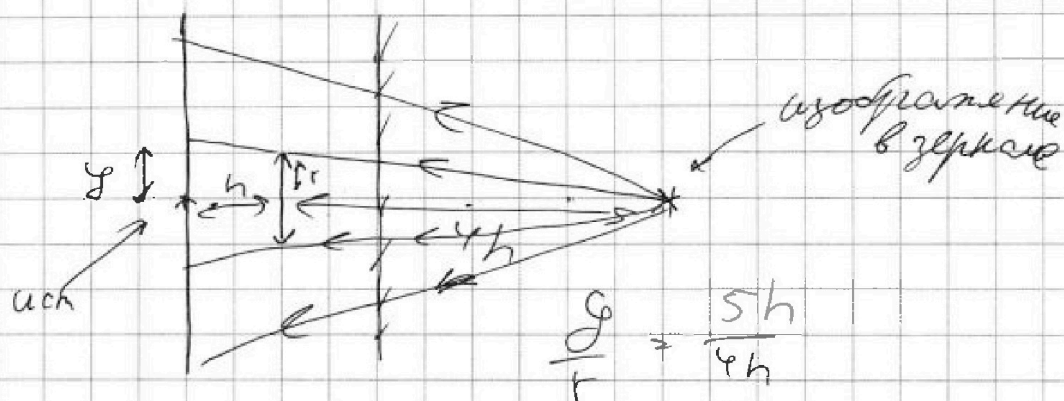
СТРАНИЦА
3 ИЗ 5

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!

Лучи рассматриваемые ^{после отражения} лучи. Их продолжения пересекаются в изображении в зеркале изображения источника в линзе.

Изображение в линзе находится на расстоянии $2h + l = 3h$ от ~~ли~~ зеркала, поэтому изображение в зеркале находится на расстоянии $l + 3h = 4h$ от линзы.

После отражения эти лучи ^{линзы} могут не преломляться, такие лучи рассматриваем:



$\Rightarrow$ Эти лучи освещают $\Rightarrow g = \frac{5}{4} h$

область от $x = \frac{5}{4} h$ но они не освещают все пространство $x \geq \frac{5}{4} h$. Для поиска границы рассматриваем крайний луч: (преломившийся)