



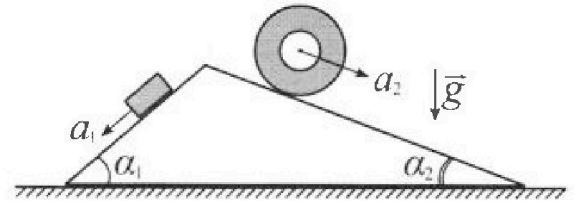
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

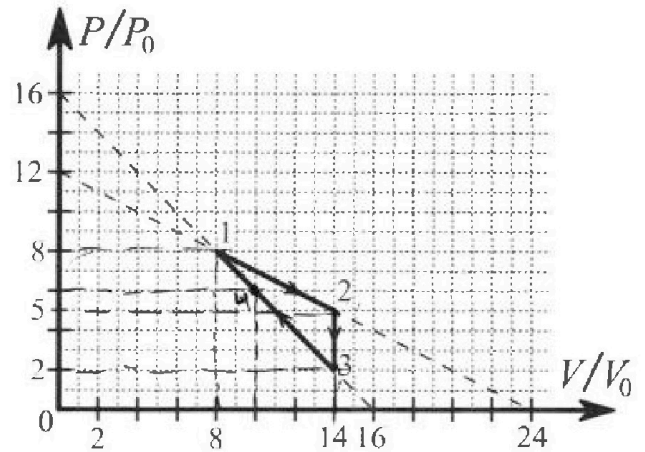
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 6g/13$ и скатывается без проскальзывания полый цилиндр массой $2m$ с ускорением $a_2 = g/4$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 5/13$, $\cos \alpha_2 = 12/13$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

Каждый ответ выразить через m и g с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

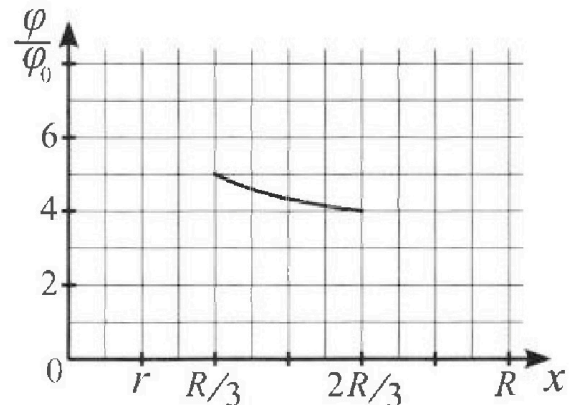
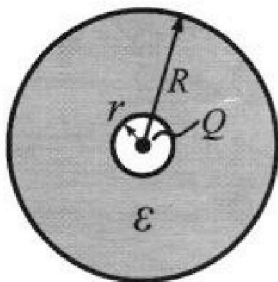
2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость P/P_0 от V/V_0 . Здесь V и P - объем и давление газа, V_0 и P_0 - некоторые неизвестные объем и давление.



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

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью ϵ и радиусами поверхностей r и R находится шарик с зарядом Q (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала φ электрического поля внутри диэлектрика от расстояния x от центра полого шара в интервале изменений x от $R/3$ до $2R/3$ (см. рис.). Здесь φ_0 — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.



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

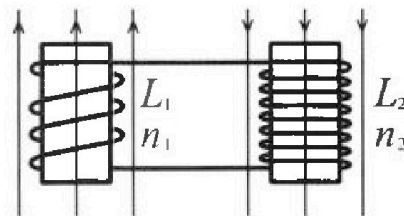
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

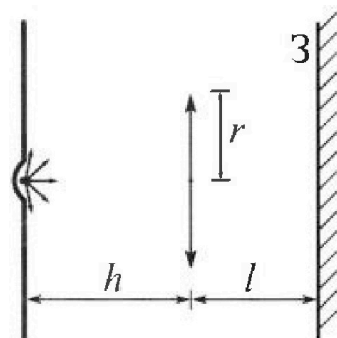


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С какой скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью L_1 индукция внешнего поля начнет возрастать со скоростью $\Delta B / \Delta t = \alpha (\alpha > 0)$, а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью L_1 уменьшилась от B_0 до $B_0/3$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $3B_0$ до $9B_0/4$, не изменив направления. Внешние поля в катушках изменялись неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало Z . Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



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

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

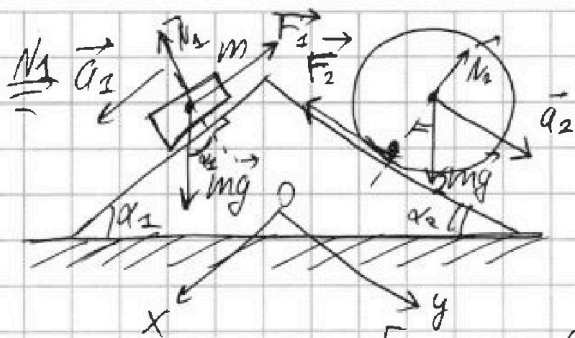


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



1) 2 Закон Ньютона на ось

$Ox \uparrow \uparrow \vec{a}_1$:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

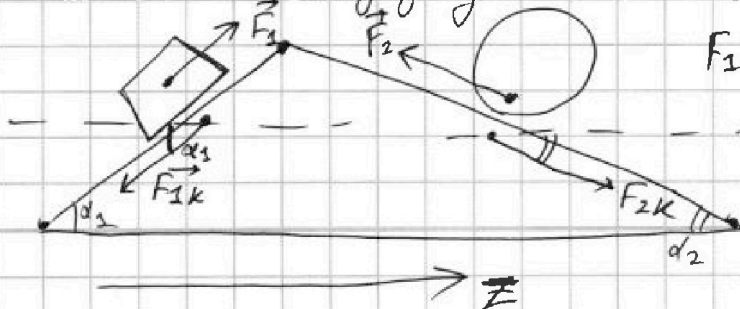
$$= 2mg \left(\frac{5 \cdot 4 - 13}{13 \cdot 4}\right) = 2mg \cdot \frac{20 - 13}{52} = mg \cdot \frac{7}{26}$$

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

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

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

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



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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

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

2-й 3-й Косинуса для силы на ось z:

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

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

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 108 \\ 36 \\ \hline 468 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 26 \\ 26 \\ 26 \\ \hline 338 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 42 \\ 210 \\ 84 \\ \hline 468 \\ \hline 210 \\ 84 \\ \hline 582 \\ 52 \\ \hline 62 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 845 \\ 338 \\ \hline 4235 \end{array}$$

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

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

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

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

\Rightarrow направление вправо. То же можно $F_3 = \frac{582}{4235} mg$

Ответ: 1) $F_1 = \frac{9}{65} mg$

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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 3

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

N2

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

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

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

Работа газа - площадь, ограниченная кривыми:

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

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

2) Формула $P_{12}(V)$ процесса 1-2:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 3

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

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

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

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

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

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

В процессе изохора $C = 0$

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

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

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

$$\frac{3}{2} = \frac{V - 24V_0}{24V_0 - 2V} \rightarrow \begin{matrix} 6V_0 - 6V = 24V_0 - 48V_0 \\ 10V_0 = 8V \end{matrix}$$

$$72V_0 - 6V = 24V_0 - 48V_0 \quad 8V = 120V_0$$

~~72V_0 - 6V = 24V_0 - 48V_0~~ $V = 15V_0$ ← Температуры максимумы между 1 → 2

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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 3

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

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

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

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

$$8V = 80V_0 \rightarrow \underline{V = 10V_0} - \text{Находим максимум, тогда на графике } 3 \rightarrow 1$$

Тогда эти $10V_0 \in [8V_0; 14V_0] \Rightarrow$ т-а принадлежат
пересечению графика. Какими её можно "4" с координатами $(10V_0; 6P_0)$

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 3

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

1/3

1) В диэлектрике результирующее поле равно ϵ раз

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

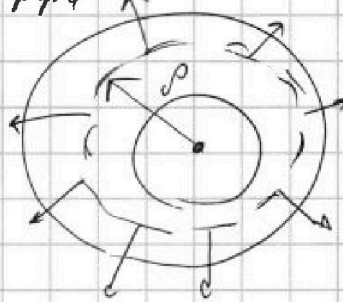
диэлектрика. Найдите результирующее поле E в

диэлектрике от т. Гаусса: для сферы

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

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

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



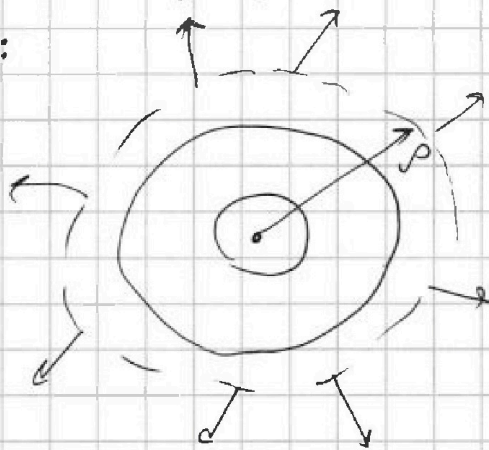
~~Найдите результирующее поле в диэлектрике~~

Площадь сферы $4\pi r^2$

Вспомогательное поле вне диэлектрика:

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

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



Как известно $d\varphi = -E_x dx$

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

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

$$r = x$$

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

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

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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

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

Итак пусть $x \in [R; \frac{5R}{6}]$:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 3

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

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

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

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

$$2\varepsilon = 11$$

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

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

2) $\varepsilon = 5,5$



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

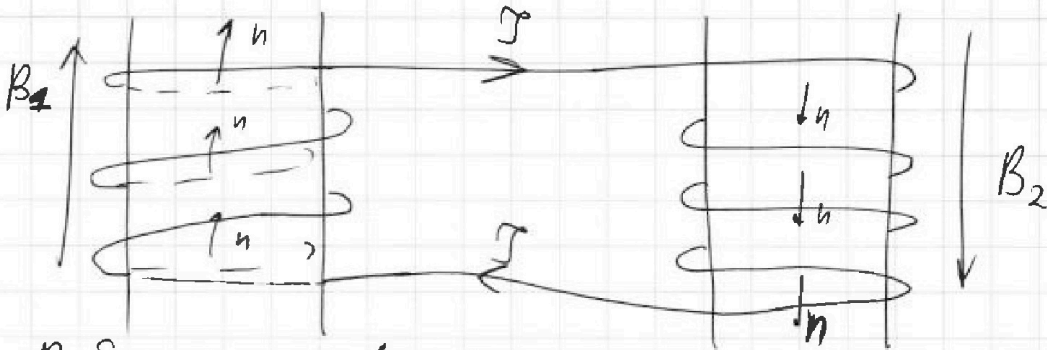
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

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

№4

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



Выбравшие направления тока примем за положительное и в отключении с ним выбираем нормаль к виткам.

$$\Phi_1 = B_1 N_1 S$$

$$\Phi_2 = B_2 N_2 S$$

→ Поток через катушки

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

П.к. катушки связаны, то общая индуктивность системы

$$L_0 = L_1 + L_2$$

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

$$\Phi_0 = L_0 I$$

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

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

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

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



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

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

$$J : 0 \rightarrow J_0$$

~~.....~~
↑
исходный ток

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 5

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

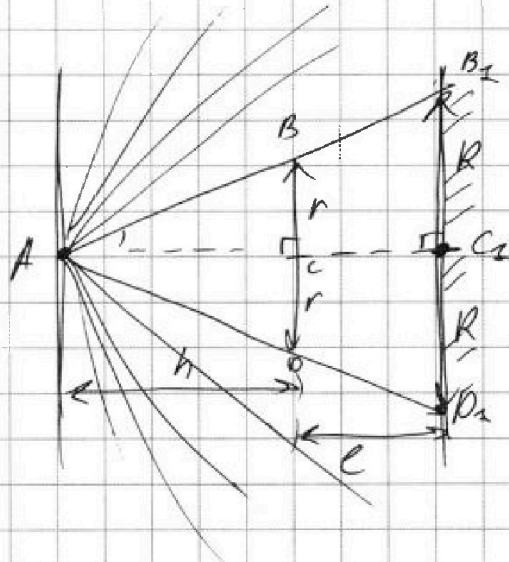
№5

1) Пб, что мимо линзы:

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

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

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



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

2) Пб, что через линзу:

Формула тонкой линзы для мнимых:

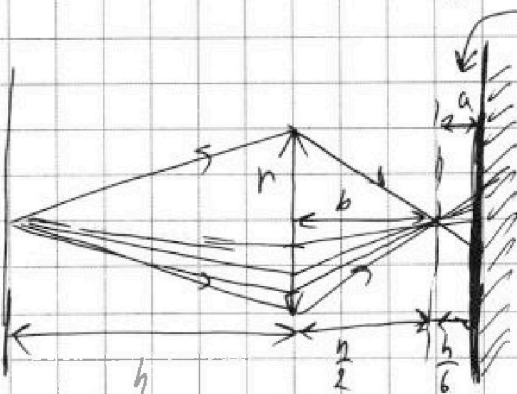
$$\frac{1}{h} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} = \frac{3}{h}$$

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

лучи сфокусируются перед зеркалом

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

Чтобы найти всю длину,
рассматриваем луч под
углом α больше угла с
ГОО



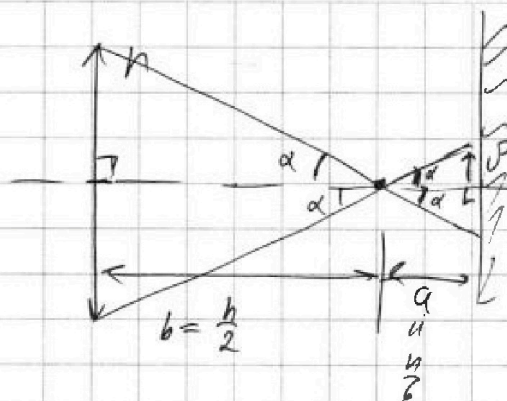
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 5

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



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

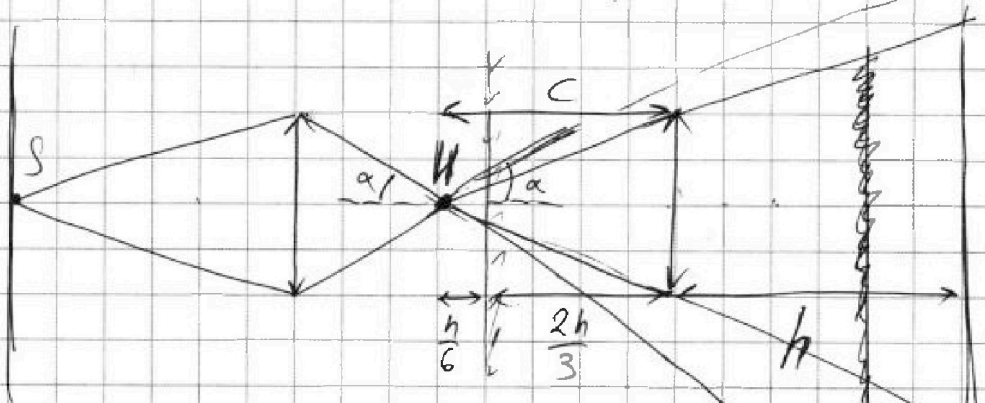
$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{\rho}{a}$$

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

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

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

3) Найти наименьшую возможную длину пути луча в "задерживающей":



4) Задачу можно свести к эквивалентной:

Рассматривать H как источник:

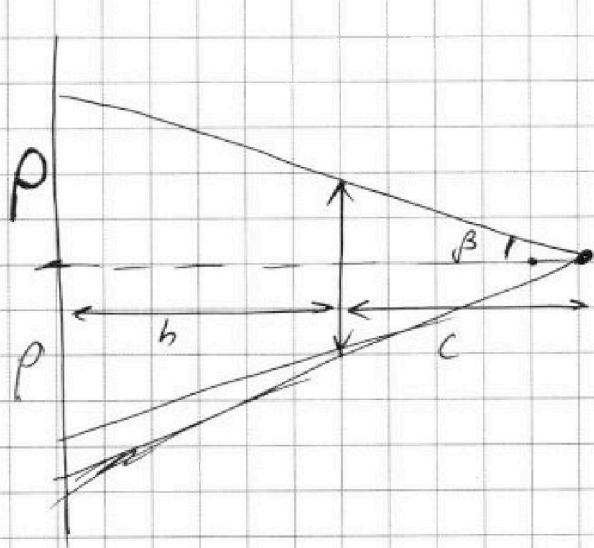


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 из 5

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



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

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

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

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

$$= \frac{11}{5} r = 11 \text{ см}$$

$S_4 = \pi P^2 = 121 \pi \text{ см}^2$ — площадь ^{сферы} поверхности отлучей U , прошедших мимо мишени.

5) Фрагмент такой мишени:

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

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

$$d = \frac{5h}{9} < h \Rightarrow U' \text{ перует мишень}$$

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

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

$S_5 = \pi P_1^2 = 16 \pi \text{ см}^2$ — площадь, ^{сферы} облученная лучами, полностью прошедшая через мишень.

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

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



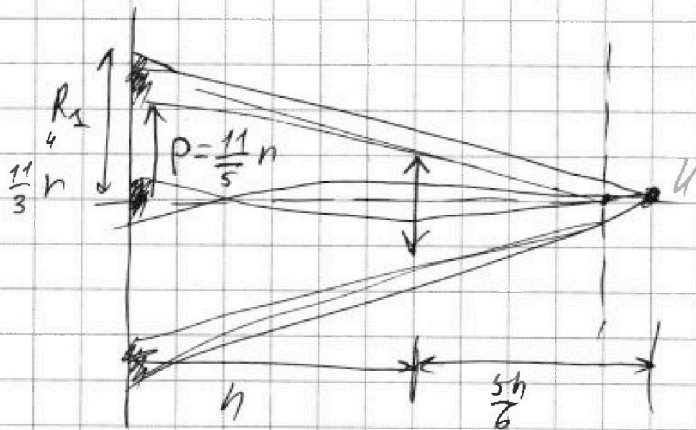
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 5

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



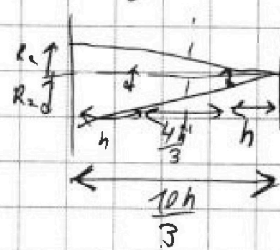
6) Из II лучи максимум могут возбудить по формуле $\alpha = \arctg(\frac{R_1}{h})$



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

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

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



Вывод, что $R_2 > R_1 > p \rightarrow$

Итак, где затуманится, зависит от того, на каком расстоянии находится объект.



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
5 из 5

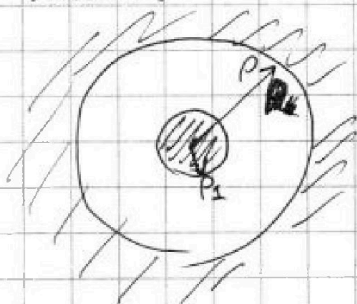
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~Искомая величина ^{площадь} ~~матрица~~ ^{статья}:~~

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

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

Значит:



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

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

2) $S_c = 105 \pi \text{ см}^2$



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

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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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

Черновик