

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

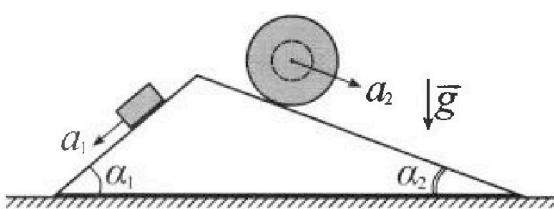
Вариант 11-04



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

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой m с ускорением $a_1 = 5g/17$ и скатывается без проскальзываия полый шар массой $9m/4$ с ускорением $a_2 = 8g/27$ (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.

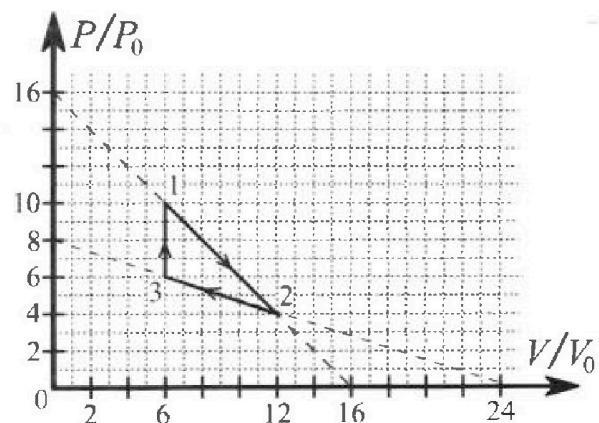
- 1) Найти силу трения F_1 между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения F_2 между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения F_3 между столом и клином.



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.

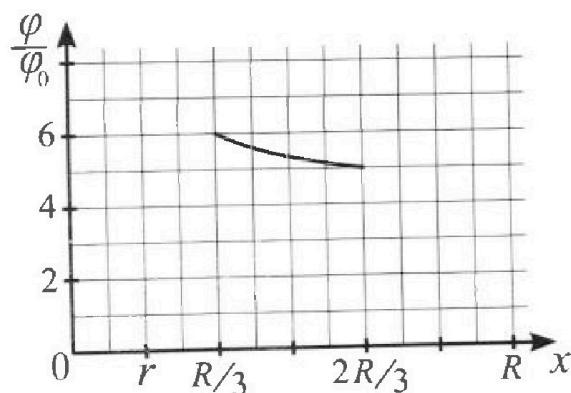
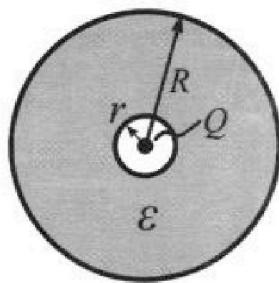
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 1-2 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 3.
- 3) Найдите КПД цикла.



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 $x = 11R/12$.
- 2) Используя график, найти численное значение ϵ .

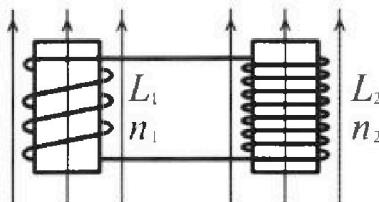


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-04

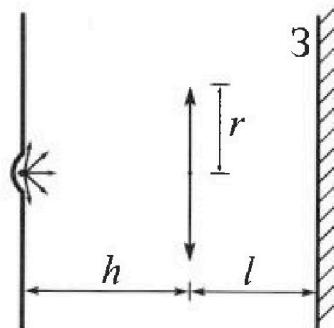
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L/4$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n/2$ 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 $3B_0/4$, не изменив направления, а в катушке с индуктивностью L_2 индукция внешнего поля уменьшилась от $4B_0$ до $8B_0/3$, 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 $F = 2h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 4$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = h/2$ расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



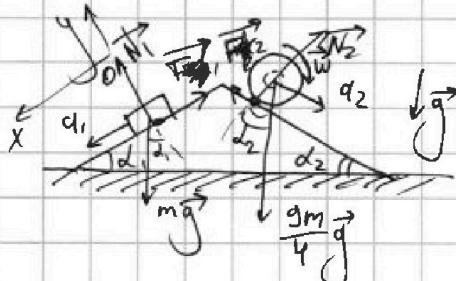
- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, 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.

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!



$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$$

Дасын. жүсек:

$$Oy: N_1 - mg \cos \alpha = 0$$

$$Ox: -F_1 + mg \sin \alpha = ma$$

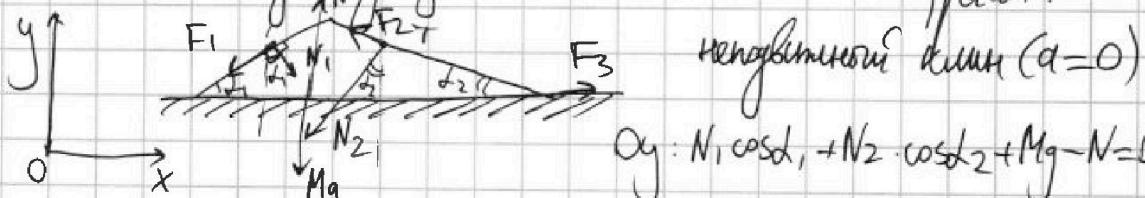
~~$F_1 = \mu N_1 = \mu mg \cos \alpha$~~ , ~~$F_1 = mg \sin \alpha - ma$~~

$$\cancel{F_1} = m \cdot g \cdot \frac{3}{5} - m \cdot \frac{5g}{17} = mg \left(\frac{3}{5} - \frac{5}{17} \right) =$$

$$= mg \frac{51 - 25}{85} = mg \cdot \frac{26}{85} \quad F_1 = \cancel{\frac{26}{85}} mg$$

2) ~~$F_2 = 0$, т.к. приставление отсутствует, точка контакта неподвижна относительно кинематики~~

3) Дасын. силы, действующие на кинематику: Сменить оси, рассчитать.



Неподвижный кинематик ($a=0$)

$$Oy: N_1 \cos \alpha + N_2 \cos \alpha + Mg - N = 0$$

$$Ox: N_1 \sin \alpha - N_2 \sin \alpha - F_{2T} \cos \alpha - F_1 \cos \alpha + F_3 = 0$$

$$N_1 = m_1 g \cos \alpha, \quad N_2 = m_2 g \cos \alpha, \quad F_{2T} = F_2 \cos \alpha$$

$$F_3 = m_2 g \cos \alpha \cdot \sin \alpha + F_2 \cos \alpha + F_1 \cos \alpha - m_1 g \sin \alpha \cdot \cos \alpha,$$

$$F_3 = \frac{gm}{4} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} + F_2 \cdot \frac{15}{17} + m \frac{26}{85} \cdot \frac{4}{5} - mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= mg \left(\frac{45}{4} \cdot \frac{600}{7225} - \frac{3468}{7225} + \frac{1768}{7225} \right) + F_2 \cdot \frac{15}{17} = mg \frac{5050}{7225} + \frac{15}{17} F_2$$

$$= mg \cdot \frac{202}{289} + \frac{15}{17} F_2 \quad F_{2T} = F_2 \cos \alpha$$



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.

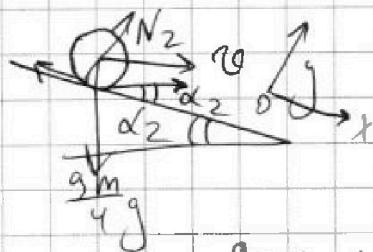
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$F_3 = \frac{202mg}{289} + \frac{355}{289} F_2 \cancel{\cdot \frac{15}{17}}$$

2)



$$Oy: \frac{gm}{4g} \cos \alpha_2 = N_2$$

$$Ox: -F_2 \cos \alpha_2 + \frac{gm}{4g} \sin \alpha_2 = \frac{9mg}{4}$$

$$\Leftrightarrow F_2 = \frac{\frac{9mg}{4} \sin \alpha_2 + \frac{9mg}{4} \cos \alpha_2}{\cos \alpha_2}$$

$$F_2 = \frac{\frac{9m}{4} \cdot \frac{8g}{27} + \frac{9m}{4} g \cdot \frac{8}{17}}{\frac{15}{17}} = \frac{9mg}{4g} \left(\frac{8}{27} + \frac{8}{17} \right) \cdot \frac{17}{15} =$$

$$= \frac{9mg}{4} \cdot \frac{8 \cdot 10}{459} \cdot \frac{17}{15} = \frac{9mg}{4} \cdot \frac{8 \cdot 2}{27} \cdot \frac{1}{3} =$$

$$= \frac{4mg}{g}$$

$$3) F_3 = \frac{202mg}{289} + \frac{355}{289} \frac{15}{17} \frac{4}{9} mg = \frac{mg}{289} (202 + \frac{15}{17} \cdot 355 \cdot \frac{4}{9}) =$$

$$= \frac{mg}{289} (202 + \frac{4}{9} \cdot \frac{15}{17} \cdot 355)$$

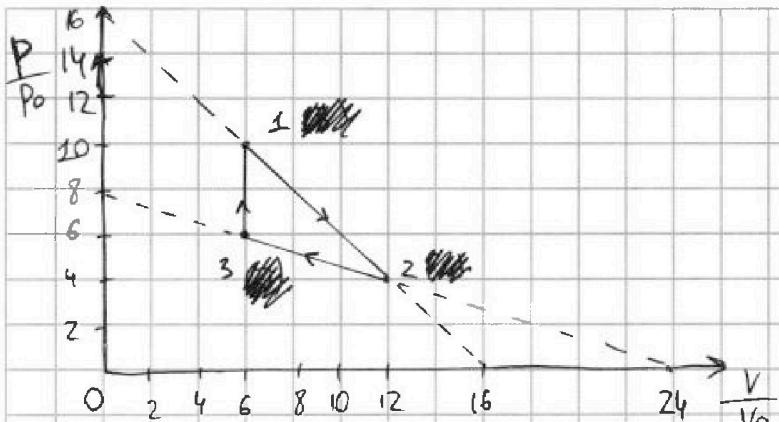


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



$$Q = \Delta U + A$$

$$\delta Q = dU + PdV, \text{ r.e.}$$

$$c_1 \mathcal{D}T = \frac{i}{2} \mathcal{R}T + PdV$$

$$\text{e.g. } pV = \rho RT, \text{ i.e.}$$

$$\partial Q_d \partial T = P dV + V dp, T, k.$$

$$\dot{V} = \text{const.}, \text{zhavar} \quad c\mu = \frac{\frac{i}{2}\sqrt{RdT} + PdV}{dT} (=)$$

$$\Leftrightarrow c_\mu = \frac{i}{2} R + \frac{p_{\text{dV}}}{p_{\text{dV}} + V_0/p} R$$

$$1) \Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{i}{2} \nabla R T_2 - \frac{i}{2} \nabla R T_1 = \frac{i}{2} p_2 V_2 - \frac{i}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \cancel{\frac{i}{2} p_0 V_0} \left(\frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{V_2}{V_0} - \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{V_1}{V_0} \right) = \frac{i}{2} p_0 V_0 (4.12 - 10.6) =$$

$$= \frac{i}{2} p_0 V_0 \cdot (-12) = \cancel{-6 i p_0} - 6 i p_0 V_0$$

$$A_{\Sigma} = (V_2 - V_3) \cdot (p_1 - p_3) \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2} p_0 V_0 \cdot \left(\frac{V_2}{V_0} - \frac{V_3}{V_0} \right) \cdot \left(\frac{p_1}{p_0} - \frac{p_3}{p_0} \right)$$

$$= p_0 V_0 \cdot (12 - 6) \cdot (10 - 6) \cdot \frac{1}{2} = p_0 V_0 \cdot \frac{6 \cdot 4}{2} = 12 p_0 V_0$$

$$k_{\text{eff}} = \frac{|AU_{12}|}{A\Sigma} = \frac{-6c p_0 V_0}{12 p_0 V_0} \Leftrightarrow k_{\text{eff}} = \frac{c}{2}, \text{ т.к. } \forall j \text{ оговаривает, что } i=3.$$

$$k_{\text{eff}} = \frac{3}{2}, \text{ zgl } k_{\text{eff}} \frac{|\Delta U_{12}|}{A \Sigma}$$

$$2) \quad l: \cancel{y = kx + b} \quad P_0 = t \cdot \frac{V}{v_0} + b \quad \text{Durchschnitt } 1 u 2:$$

$$\begin{cases} 10 = t \cdot 6 + b \\ 4 = t \cdot 12 + b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t = -1 \\ b = \text{---} 16 \end{cases}$$



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

 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!

$$f_{po} = -\frac{V}{V_0} + 16 \quad T = \frac{P_0 V}{J R} = \frac{P_0 \frac{V}{V_0}}{J R} \cdot p_0 V_0 =$$

$$= \left(-\frac{V}{V_0} + 16 \right) \cdot \frac{V}{V_0} \cdot p_0 V_0 = \frac{p_0 V_0}{J R} \cdot \left(-\frac{V^2}{V_0^2} + 16 \frac{V}{V_0} \right)$$

$$T'(V) = \frac{p_0 V_0}{J R} \left(-\frac{2V}{V_0^2} + \frac{16}{V_0} \right) \quad T'(V) = 0 \Leftrightarrow \cancel{\frac{p_0 V_0}{J R}}$$

$$\Leftrightarrow -\frac{2V}{V_0^2} + \frac{16}{V_0} = 0 \Leftrightarrow 2V = 16V_0 \Leftrightarrow V = 8V_0 \quad 8V_0 \in [6V_0, 12V_0]$$

Т.к. функция на графике имеет один экстремум - максимум, то в нем достигается наибольшее значение

$$T_{max.} = \frac{\left(-\frac{8V_0}{V_0} + 16 \right) \cdot \frac{8V_0}{V_0}}{J R} \cdot p_0 V_0 = \frac{p_0 V_0}{J R} \cdot 64.$$

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{J R} = \frac{P_3}{P_0} \cdot \frac{V_3}{V_0} \cdot \frac{p_0 V_0}{J R} = 6 \cdot 6 \cdot \frac{p_0 V_0}{J R} = 36 \frac{p_0 V_0}{J R}$$

$$z = \frac{T_{max.}}{T_3} = \frac{\frac{p_0 V_0}{J R} \cdot 64}{\frac{p_0 V_0}{J R} \cdot 36} = \frac{16}{9}$$

$$3) g_u = \frac{i}{2} R + \frac{P dV}{P dV + V dp} R \quad \text{для приборов 1-2.}$$

$$g_u = 0 \Leftrightarrow \frac{i}{2} R + \frac{\left(-\frac{V}{V_0} + 16 \right) p_0 dV}{\left(-\frac{V}{V_0} + 16 \right) p_0 dV + V dV - \frac{1}{V_0} p_0} R = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{i}{2} R = \frac{16V_0 - V}{16V_0 - V - V} R \Leftrightarrow \frac{i}{2} \cancel{(16V_0 - V)} = 16V_0 - V \Rightarrow$$

$$\Leftrightarrow V_0 (8i - 16) = V(i-1) \Leftrightarrow V = \frac{8i - 16}{i-1} V_0$$

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

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

СТРАНИЦА
3 из 3

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

$$V = \frac{8 \cdot 3 - 16}{3-1} V_0 = \frac{8}{2} V_0 = 4V_0, \text{ т.е. } 6 \text{ процессе } 1-2$$

~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ $\mu > 0$, на участке 1-2 ток только проходит тепло.

$b_2 : \frac{V}{P_{p0}} = t_2 x + b_2$ Для точек 2 и 3:

$$\begin{cases} \frac{P}{P_{p0}} = t_2 \cdot \frac{V}{V_0} + b_2 \\ P_{p0} = -\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 8 \end{cases} \quad \begin{cases} 6 = t_2 \cdot 6 + b_2 \\ 4 = 12t_2 + b_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t_2 = -\frac{1}{3} \\ b_2 = 8 \end{cases}$$

$$\mu = 0 \Leftrightarrow \frac{i}{2} R + \frac{(-\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 8) P_{p0} \cdot dV}{(\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} + 8) P_{p0} \cdot dV + V \cdot -\frac{1}{3} \frac{V}{V_0} P_{p0} \cdot dV} =$$

$$\Leftrightarrow \frac{i}{2} R = \frac{\frac{8 - \frac{V}{3V_0}}{8 - \frac{V}{3V_0} - \frac{V}{3V_0}} R}{R} \Leftrightarrow \left(8 - \frac{2V}{3V_0}\right) \cdot \frac{i}{2} R = \left(8 - \frac{V}{3V_0}\right) R$$

$$\Leftrightarrow (24V_0 - 2V) \cdot \frac{i}{2} R = (24V_0 - V) R \Leftrightarrow 12iV_0 - iV = 24V_0 - V$$

$$\Leftrightarrow V_0(12i - 24) = (i-1)V \Leftrightarrow V = \frac{12i-24}{i-1} V_0$$

$$V = \frac{12 \cdot 3 - 24}{3-1} V_0 = 6V_0, \text{ т.е. только проходит тепло, т.к. } \frac{V_3}{V_0} = 6.$$

$$\eta = \frac{A_\Sigma}{Q_{\text{общ}}} \quad \text{Q общ.}, \text{ т.е. } Q_{\text{общ}} = Q_{31} + Q_{12} =$$

$$= \Delta U_{31} + A_{31} + \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{i}{2} D R (T_2 - T_3) + A_\Sigma + \frac{P_3 + P_2}{2} (V_2 - V_3)$$

$$= \left(\frac{i}{2} \left(\frac{P_2 V_2}{P_{p0} V_0} - \frac{P_3 V_3}{P_{p0} V_0} \right) + \frac{P_3 + P_2}{2} \left(\frac{V_2 - V_3}{V_0} \right) \right) P_{p0} V_0 + A_\Sigma =$$

$$= \left(\frac{i}{2} (4 \cdot 12 - 6 \cdot 6) + \frac{6+4}{2} ((2-6)) P_{p0} V_0 + 12 P_{p0} V_0 = \left(\frac{3}{2} \cdot 12 + 5 \cdot 6 \right) P_{p0} V_0 + 12 P_{p0} V_0 = \right.$$

$$= 48 P_{p0} V_0 + 12 P_{p0} V_0 = 60 P_{p0} V_0 \quad \eta = \frac{12 P_{p0} V_0}{60 P_{p0} V_0} = \frac{1}{5} = 0,2$$

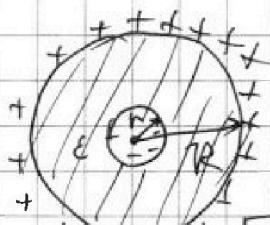


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 2

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



$$\Phi = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

$$E_Q = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

В диэлектрике имеем аналогично в Ераз:

$$E_{\Sigma} = \frac{Q}{4\pi\epsilon R^2}$$

Что в диэлектрике такой, что $E_{\Sigma} = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} E$

(т.е. $E - \frac{E}{\epsilon}$) возникает в силу перераспределения заряда

Очевидно, что заряд изменится таким образом, что

все сферы сферической заряд по зеркальной пропорции

сумм.

~~заряд~~ сферы симметрически распределен

однозначным образом:

$$\sum q = 0 \text{ - диэлектрик.}$$

На малой сфере (R)

останется $-q_{\text{чир}}$, на R чир. Принимаем ~~заряд~~ $q_p = \frac{Q - q_{\text{чир}}}{\epsilon_0}$,

$$\text{т.е. } \frac{E}{3} \cdot \frac{\pi R^2}{3} = \frac{Q - q_{\text{чир}}}{\epsilon_0} \Leftrightarrow q_{\text{чир.}} = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} Q \text{ Тогда}$$

для потенциала в точке $x = \frac{R}{12}$

$$1) \Psi_0 = \frac{k \cdot Q}{11R} - \frac{k \cdot q_{\text{чир}}}{11R} + \frac{k \cdot q_{\text{чир}}}{R} = \frac{12kQ}{11R} - \frac{12kq_{\text{чир}}}{11R} + \frac{kq_{\text{чир}}}{R}$$

$$= \left(\frac{12}{11} \frac{Q}{R} - \frac{1}{11} \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \frac{Q}{R} \right) \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot \left(12 - \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right)$$

$$\Psi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(12 - \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right).$$



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
2 ИЗ 2

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

2) Найти точки $\frac{R}{3}$:

$$\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)_{x=\frac{R}{3}} = \frac{k \cdot q_{\text{шнк}}}{R} - \frac{3kq_{\text{шнк}}}{R} + \frac{3kQ}{R} =$$

$$= \frac{3k}{R} (Q - 2 \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} Q)$$

$$\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)_{x=\frac{2R}{3}} = \frac{2k \cdot q_{\text{шнк}}}{2R} - \frac{3kq_{\text{шнк}}}{2R} + \frac{3kQ}{2R} =$$

$$= \frac{3k}{2R} \left(\frac{Q}{2} - \frac{\varepsilon-1}{2\varepsilon} Q \right)$$

$$\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)_{x=\frac{2R}{3}} = \frac{6}{5} \Leftrightarrow \frac{6}{5} = \frac{\frac{3kQ}{R} \left(1 - 2 \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \right)}{\frac{3kQ}{2R} \left(\frac{1}{2} - \frac{\varepsilon-1}{2\varepsilon} \right)} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{6}{5} = \frac{2\varepsilon - 4\varepsilon + 4}{\varepsilon - \varepsilon + 1} \Leftrightarrow 4 - 2\varepsilon = \frac{6}{5} \Leftrightarrow \varepsilon = \frac{20 - 6}{2 \cdot 5} = 1,4.$$

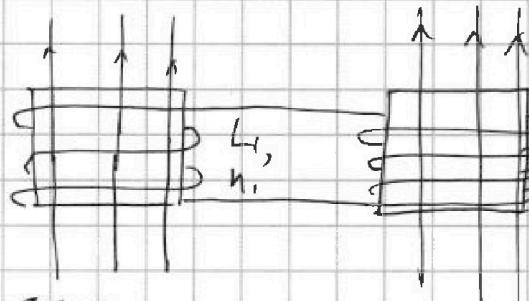


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 1

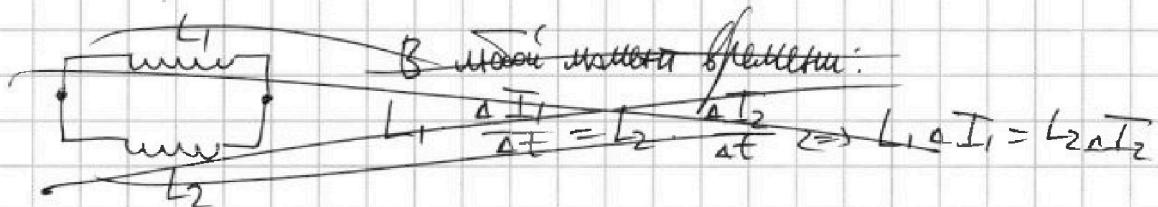
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{aligned} E_2 &= -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dB \cdot S \cdot h_2 \cos \alpha}{dt} = \\ &= -\frac{dB}{dt} \cdot S \cdot h_2 \cdot 1 = \alpha \cdot S \cdot h_2 \end{aligned}$$

~~$$E_1 = L_1 \frac{dI_1}{dt} + L_2 \frac{dI_1}{dt}, \text{ т.е. } \left| \frac{dI_1}{dt} \right| = \frac{\alpha S h_1}{L_1 + L_2} \quad \begin{cases} h_1 = h \\ h_2 = \frac{3h}{2} \end{cases}$$~~

$$\begin{aligned} 1) \quad E_1 &= -L_1 \frac{dI_1}{dt} - L_2 \frac{dI_1}{dt}, \text{ т.е. } \left| \frac{dI_1}{dt} \right| = \frac{\alpha S h_1}{L_1 + L_2} = \frac{\alpha S h}{L_1 + L_2} \\ &= \frac{\alpha S h}{L + \frac{9L}{4}} = \frac{4\alpha S h}{13L} \end{aligned}$$



2) Внешний контур будущей системы: $E_0 = E_2 - E_1$ (~~внешний контур~~)

$$\begin{aligned} E_1 &= -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{-\frac{B_0}{4} S h_1 \cos \alpha}{dt} = \frac{S h_1}{4} \cdot \frac{B_0}{dt} = \frac{S h}{4} \cdot \frac{B_0}{dt} \\ E_2 &= -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\left(8 \frac{B_0}{3} - 4B_0\right) S h_2 \cos \alpha}{dt} = \frac{4}{3} S h_2 \cdot \frac{B_0}{dt} = \frac{4}{3} S \cdot \frac{3h}{2} \frac{B_0}{dt} = \\ &= 2hS \cdot \frac{B_0}{dt} \quad E_0 = 2hS \cdot \frac{B_0}{dt} - \frac{7}{4} hS \cdot \frac{B_0}{dt} = \frac{7}{4} hS \cdot \frac{B_0}{dt} \\ E_0 &= -(L_1 + L_2) \cdot \frac{dI}{dt} \Rightarrow \cancel{L_1 \frac{dI_1}{dt}} = \frac{7}{4} hS \cdot \frac{B_0}{dt} \Rightarrow \\ (\Rightarrow) \quad A \frac{dI}{dt} &= \frac{7}{4} \frac{hS B_0}{13L} = \frac{7}{13} \frac{hS B_0}{L}, \text{ т.к. } I_0 = 0, \text{ т.о. } I_K = \frac{7hS B_0}{13L} \\ I_K &= \frac{7hS B_0}{13L} \quad \text{Отв. 1) } \frac{4\alpha S h}{13L}, \text{ 2) } \frac{7hS B_0}{13L} \end{aligned}$$

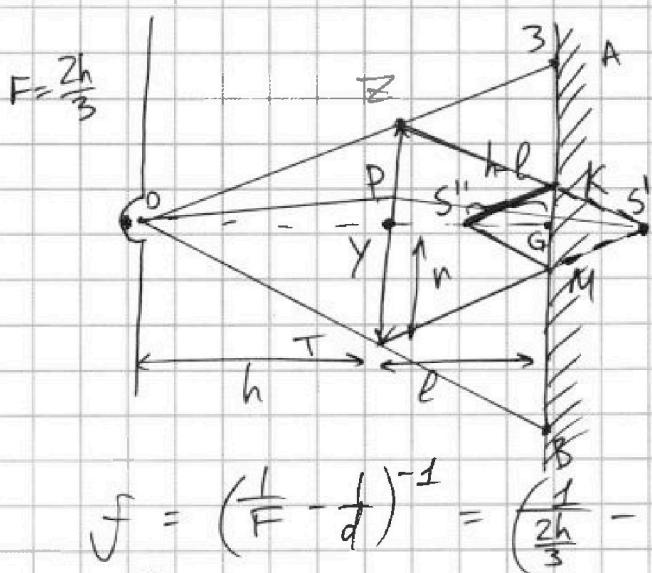


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 4

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



OA и OB не проходят
через линзу, часть зеркала
вне ~~зр~~ ~~рамки~~ (AB)
авенна.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} - \text{для тонкой
линзы, тогда}$$

$$f = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{d} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{\frac{2h}{3}} - \frac{1}{h} \right)^{-1} = \left(\frac{3}{2h} - \frac{2}{2h} \right)^{-1} = 2h.$$

Изображение ~~зр~~ «в зеркале», зеркало образует его
симметрию:

$$\begin{array}{c} h-l \\ \{ s'' : \quad \cdot s' \\ \underbrace{h}_{2h-f+l} \end{array} = h-l$$

ZK и TM - крайние лучи,

проходящие через линзу, отразившиеся

2h

от зеркала они дают изображение S''. Наряду с этим, что
(в точках K и M)

одинаковые лучи будут идти через KM, а значит

некрасивая часть - это AK и MB (из $\triangle OZB$ у $\triangle OAG$

(Y и G - точки пересечения симметрии с ~~зр~~ линзой и
зеркалом соответственно, O - источник)

$$\frac{ZY}{AG} = \frac{OY}{OG} \Leftrightarrow \frac{n}{AG} = \frac{h}{h+l} \Leftrightarrow AG = \frac{h+l}{h} n.$$



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 4

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

аналогично $GB = \frac{h+l}{h} r$ т.к. $\triangle ZYS' \sim \triangle KGS'$:

$$\frac{ZY}{KG} = \frac{YS'}{GS'}, \text{т.е. } \frac{r}{KG} = \frac{l+h-l}{h-l} \Leftrightarrow KG = \frac{h-l}{h} r$$

аналогично $GM = \frac{h-l}{h} r$

$$AK = MB = AG - GK = \frac{h+l}{h} r - \frac{h-l}{h} r = \frac{h+l-h+l}{h} r =$$

$= \frac{2l}{h} r$ Тогда вид на зеркало:



$$r = KG$$

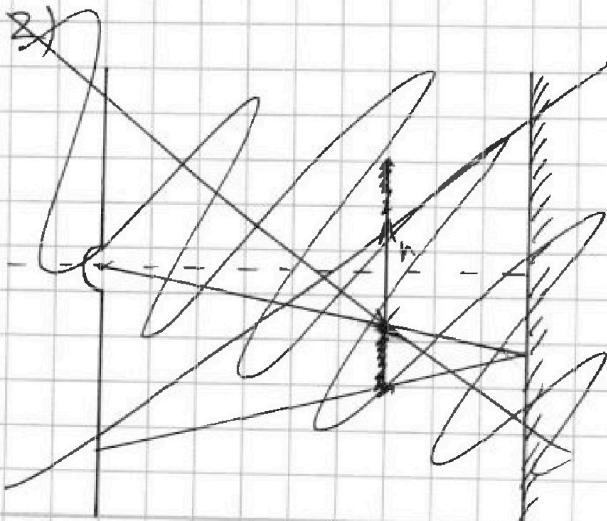
$$R = GA \quad S_{\text{shad.}} = \pi(R^2 - r^2) = \pi \cdot \left(\left(\frac{h+l}{h} r\right)^2 - \left(\frac{h-l}{h} r\right)^2 \right)$$

$$= \pi \cdot \frac{h+l-h+l}{h} r \cdot \frac{h+l+h-l}{h} r = \pi \cdot \frac{2l \cdot 2h}{h^2} r^2 =$$

$$= \pi \cdot \frac{4l}{h} r^2 \quad \cancel{S_{\text{shad.}} = \pi \cdot \frac{4 \cdot 4^2}{h} r^2} \quad l = \frac{h}{2}$$

$$S_{\text{shad.}} = \pi \cdot \frac{4 \cdot \frac{h}{2}}{h} r^2 = 2\pi r^2 \quad S_{\text{shad.}} = \pi (2 \cdot 4^2) =$$

$$= 32\pi$$



2) Рассмотрим ход лучей, отбивая их от стенок, тогда получим:

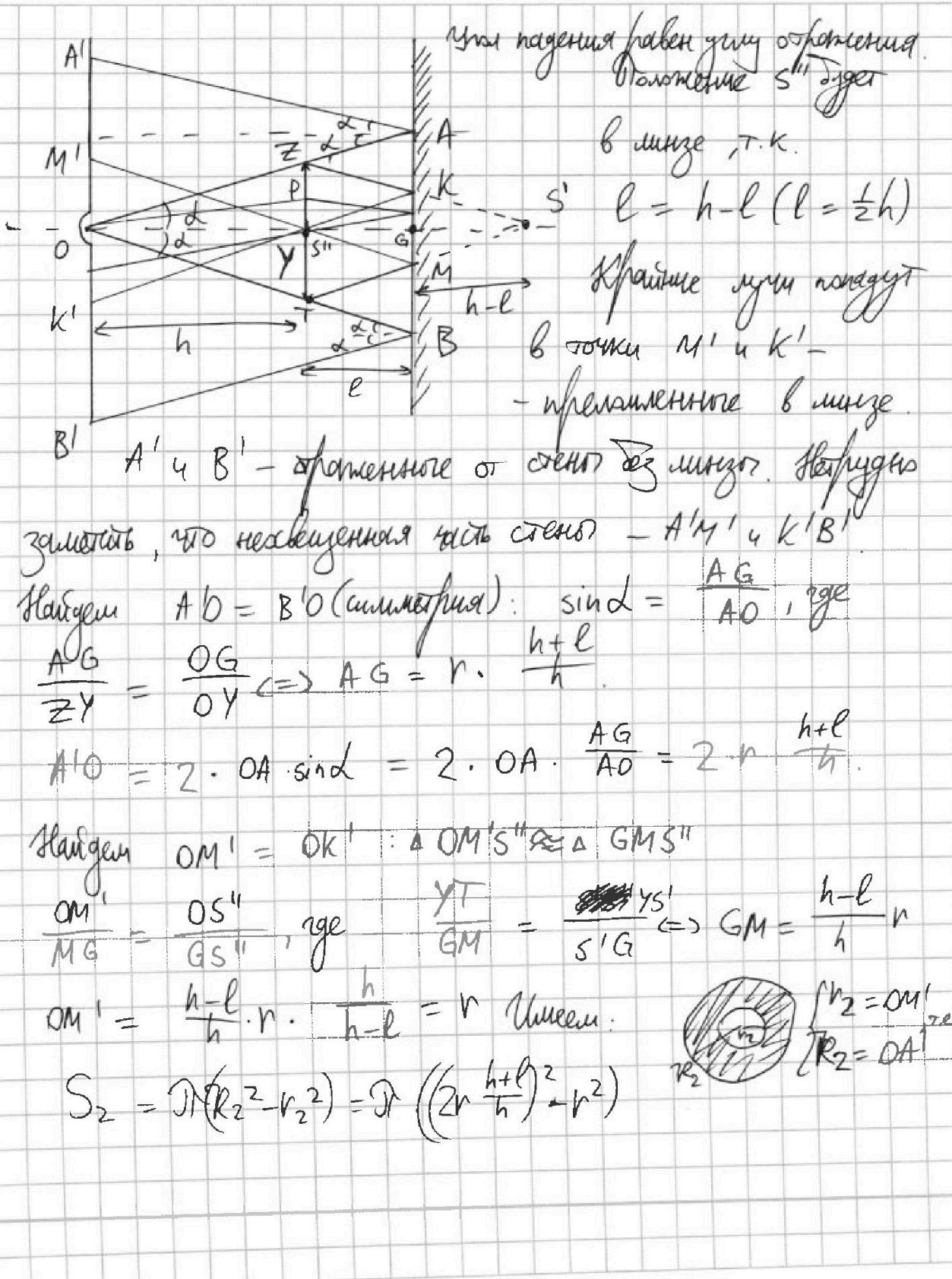


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
3 из 4

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



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 4

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

$$\begin{aligned} S_2 &= \cancel{\pi} \cdot \cancel{2h+2l} \cancel{n} \cdot \left(\frac{2h+2l}{h} n - n \right) \left(\frac{2h+2l}{h} n + n \right) = \\ &= \pi \cdot \frac{2h+2l-h}{h} n \cdot \frac{2h+2l+h}{h} n = \pi \cdot \frac{h+2l}{h} \cdot \frac{3h+2l}{h} n^2 = \\ &\cancel{\pi} \cdot \frac{h}{2} \cdot S_2 = \pi \cdot \frac{h+h}{h} \cdot \frac{3h+h}{h} n^2 = \\ &= \pi \cdot 2 \cdot 4 \cdot n^2 = 8\pi n^2 \\ S_2 &= \pi (8 \cdot 4^2) = \pi (8 \cdot 16) = 128\pi \end{aligned}$$



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 |
| X | X | X | X | X | X | X |

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!

$$\begin{aligned} & \text{Diagram showing } \frac{E-1}{E} \text{ and } \frac{6}{5} \text{ with arrows indicating } E-1 \rightarrow 6 \text{ and } E-1 \rightarrow 5. \\ & \Rightarrow 15E + 5 = 6E + 6 \\ & \Rightarrow 9E = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Diagram showing } \frac{17}{17} \text{ and } \frac{510}{510} \text{ with arrows indicating } 17 \rightarrow 510. \\ & \frac{17}{17} \\ & - \frac{510}{510} \\ & \hline 459 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Diagram showing } \frac{80}{80} \text{ and } \frac{15}{15} \text{ with arrows indicating } 80 \rightarrow 15. \\ & \frac{80}{80} \\ & - \frac{15}{15} \\ & \hline 65 \end{aligned}$$

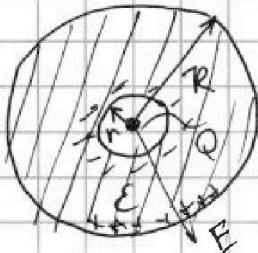
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" 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!



$$\Phi = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

Черновик

$$\Phi = E \cdot S \cdot \cos \alpha \quad \text{t.e.} \quad \Phi = \frac{Q}{\epsilon_0} \cdot \frac{S}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot 4\pi r^2}$$

В сфере радиусом R : $S = 4\pi R^2$, $\cos \alpha = 1$,

$$\text{т.е. } E \cdot 4\pi R^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \Leftrightarrow E = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0}$$

$$\text{В диэлектрике } \frac{E_g}{\epsilon} = \frac{E}{\epsilon_r} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon \epsilon_0} \quad \text{т.е. } E_g = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{\epsilon_r}{\epsilon} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{\epsilon_r}{\epsilon} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{10 \cdot 6}{10 \cdot 6} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{6}{6} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot 1 = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0}$$

$$U = E \cdot X, \text{ начиная с } R: U = \frac{Q}{4\pi R \epsilon_0}, \text{ т.е.}$$

~~если $R < \frac{R}{3}$ (из условия следует из чертежа)~~

$$F = q \sin \theta = \frac{q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{1}{2} = \frac{q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{1 - \frac{2}{3}}{2} = \frac{q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{1}{6}$$

$$1) \quad U_x = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{1}{12} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{1}{12} = \frac{3Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \quad E = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0}$$

$$2) \quad U_x = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{1}{3} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{1}{3} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{1 - \frac{2}{3}}{2} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{1}{6}$$

$$U_x = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{2}{3} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \cdot \frac{2}{3} = \frac{8Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \quad \frac{E-1}{\epsilon} \cdot E \cdot 4\pi R^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$U_x = \frac{3Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \quad \frac{E-1}{\epsilon} \cdot E \cdot 4\pi R^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad \frac{Q}{\epsilon_0} = \frac{Q(\epsilon-1)}{\epsilon} \cdot \frac{Q}{\epsilon} = \frac{Q^2}{\epsilon_0} \cdot \frac{1 - \frac{1}{\epsilon}}{\epsilon} = \frac{Q^2}{\epsilon_0} \cdot \frac{1 - \frac{1}{10}}{10} = \frac{Q^2}{\epsilon_0} \cdot \frac{9}{10}$$

$$E_{\text{нег.}} = E - \frac{E}{\epsilon} = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} E \quad U_x = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0}$$

$$U(x) = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} + \left(\frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} + \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \right) \frac{x}{R}$$

$$\frac{E}{\epsilon} = \frac{Q}{4\pi R^2 \epsilon_0} \quad \frac{Q}{\epsilon} = Q + q(x) \quad q = \frac{1-\epsilon}{\epsilon} Q$$

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"/> |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|

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!

$$\frac{9m}{4} \cdot g \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - mg \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} + \frac{26}{85} mg \cdot \frac{4}{5} + F_2 \cdot \frac{15}{17} =$$

$\vec{a}_2 = 0 \text{ m/s}^2$

$$= mg \left(\frac{3}{4} \cdot \frac{600}{1445} + \frac{3468}{1445 \cdot 5} + \frac{1768}{1445 \cdot 5} \right) + \frac{15}{17} F_2$$

$\vec{a} = \vec{a}_{\text{норм}} + \vec{a}_{\text{цент}}$

$$\begin{array}{r} 9 \\ \times 17 \\ \hline 117 \\ + 13 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ \times 5 \\ \hline 45 \\ 40 \\ \hline 1945 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 40 \\ \hline 600 \\ 229 \\ \hline 27 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 40 \\ \hline 600 \\ 229 \\ \hline 3468 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 87 \\ 255 \\ \hline 867 \\ - 202 \\ \hline 665 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ + 12 \\ \hline 5178 \\ + 289 \\ \hline 3468 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ 24 \\ \hline 8 \\ 8 \\ \hline 164 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 150 \\ \hline 2250 \\ + 45 \\ \hline 6750 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 17 \\ \hline 728 \\ 104 \\ \hline 1768 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 104 \\ \times 5 \\ \hline 520 \\ + 20 \\ \hline 2225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 445 \\ \times 5 \\ \hline 2225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 600 \cdot 5 \\ \hline 4 \end{array} =$$

$$\begin{array}{r} 150 \cdot 45 \\ \hline 150 \end{array} =$$

$$\begin{array}{r} 6750 - 3468 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6750 \\ - 3468 \\ \hline 3282 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3282 \\ + 1768 \\ \hline 5050 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5050 \\ 1010 \\ 202 \\ \hline 101 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7225 \\ 1445 \\ 289 \\ \hline 17 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5g = \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} Q \\ 244R \cdot 3R mg \cdot \frac{202}{289} = \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \cdot \frac{202}{289} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3282 \\ \varepsilon-1 \\ \hline 38 \end{array} =$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 1 \\ \hline 1 \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 1 \\ \hline 1 \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 87 \\ 17 \\ \hline 87 \\ 17 \\ \hline 15 \\ F_2 \end{array}$$

$$F_2 = \frac{87}{17 \cdot 15} F = \frac{9m}{4} \left(\frac{89}{27} + \frac{8}{9} \right) = \frac{8(17+27)}{27 \cdot 17} \cdot g \cdot \frac{9}{4} m =$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{10}{17} gm = \frac{20}{54} gm$$

$$\begin{array}{r} 3kg \\ R \\ \hline kg \\ \left(\frac{9\varepsilon}{6\varepsilon} + \frac{\varepsilon-1}{6\varepsilon} \right) = \frac{kg}{R} \cdot \frac{10\varepsilon-1}{6\varepsilon} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3kg \\ R \\ \hline kg \\ \frac{8\varepsilon+1}{6\varepsilon} + \frac{10\varepsilon-1}{6\varepsilon} = \frac{5}{6} \end{array}$$

$$48\varepsilon+6 = 50\varepsilon-5 \Rightarrow 2\varepsilon = 11 \Rightarrow \varepsilon = 5,5$$

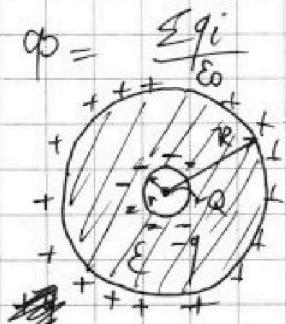


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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!



$$\phi = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

Для сферы r : $E \cdot 4\pi r^2 = -\frac{Q}{\epsilon_0}$, т.е.

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

В диэлектрике

$$E_2 = \frac{E}{\epsilon} = \frac{Q}{4\pi r^2 \epsilon_0 \epsilon} - \text{изменяется в } E \text{ раз}$$

В диэлектрике (шаре) перераспределяется заряд таким образом, чтобы уменьшить поле в E раз. $E_g = E - \frac{E}{\epsilon} =$

$$= \frac{\epsilon-1}{\epsilon} E. \quad \text{На весь шар это } \cancel{\frac{E}{\epsilon}}$$

Заряд распределится внутри шара так, что на расстоянии $\frac{R-r}{2} + r = \frac{R+r}{2}$ заряд Q (на сфере), т.е. $\phi = \frac{Q - q\epsilon}{\epsilon_0}$, т.е.

$$\frac{Q}{4\pi(\frac{R+r}{2})^2 \epsilon_0 \epsilon} \cdot 4\pi (\frac{R+r}{2})^2 = \frac{Q - q\epsilon}{\epsilon_0} \Leftrightarrow q\epsilon = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} Q.$$

Т.е. на расстояниях от r до R диэлектрик можно

заменить на заряд Q гораздо ближе точке, где $q = \cancel{Q} - \frac{\epsilon-1}{\epsilon} Q$,

$$\text{т.к. тогда } E_{\text{рез.}} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2} + \frac{q}{4\pi \epsilon_0 x^2} = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x^2}$$

$$1) \Phi = E_{\text{рез.}} \cdot x = \frac{Q}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{\pi R}{12} = \frac{3Q}{112 \pi \epsilon_0 R}.$$