



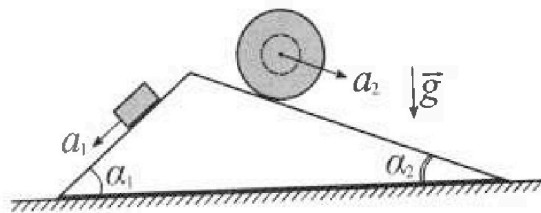
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

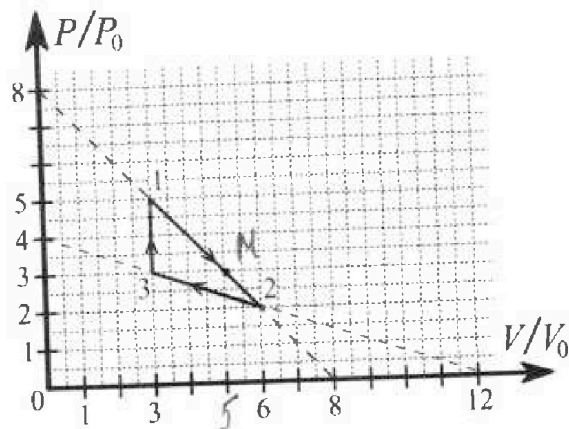
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1$  ( $\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5$ ) и  $\alpha_2$  ( $\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17$ ). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

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

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

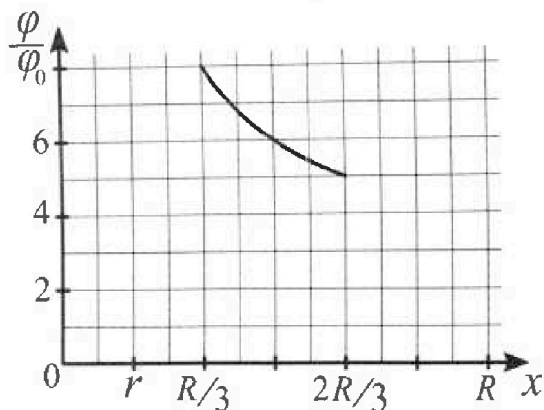
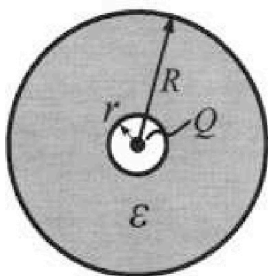


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\varphi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\varphi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r, R, Q, \epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .





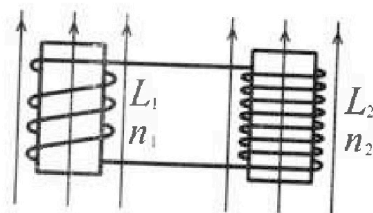
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

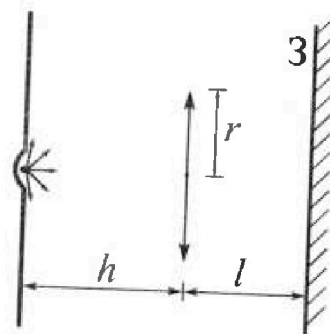


4. Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков 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  $[см^2]$  в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - 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 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!

задача 1

$m_1 = 5M$

$a_1 = \frac{7g}{17}$

$a_2 = \frac{8g}{25}$

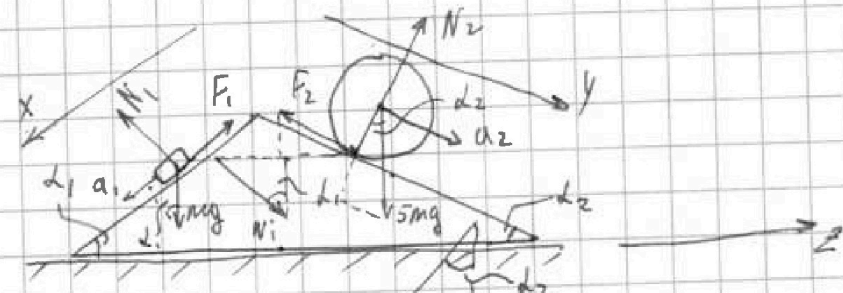
$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$

$\sin \alpha_2 = \frac{8}{17}$

$F_1 = ?$

$F_2 = ?$

$F_3 = ?$



По закону 3-го Ньютона:

$Ox: m a_1 = m g \sin \alpha_1 - F_1$

$Oy: 5m a_2 = 5m g \sin \alpha_2 - F_2$

$Oy: N_2 = 5m g \cos \alpha_2$

$Ox: N_1 = m g \cos \alpha_1$

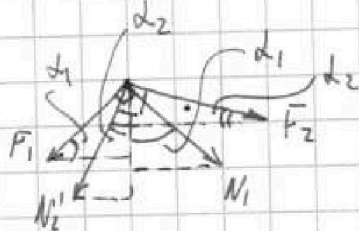
$F_1 = m g \sin \alpha_1 - m a_1$

$F_2 = 5m g \sin \alpha_2 - 5m a_2$

$F_1 = m g \frac{3}{5} - m \cdot \frac{7g}{17} = m g \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) = \frac{51 - 35}{85} m g = \frac{16}{85} m g$

$F_2 = 5m g \left( \frac{8}{17} - \frac{8}{25} \right) = 40m g \left( \frac{25 - 17}{25 \cdot 17} \right) = \frac{64}{85} m g$

По Oz клин покоится  $\Rightarrow$  сумма сил по Oz равна 0:



$F_{3z} + N_1' \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2' \sin \alpha_2 =$

$= 0$

$F_{3z} = \frac{16}{85} m g \cdot \frac{4}{5} + 5m g \frac{15}{17} \cdot \frac{8}{17} - m g \frac{1}{5} \cdot \frac{3}{5} - \frac{64}{85} m g \cdot \frac{15}{17} = m g \left( \frac{64}{425} + \frac{600}{289} - \frac{12}{25} - \frac{64 \cdot 15}{85 \cdot 17} \right)$

\*  $F_{3z} = m g \left( \frac{64}{425} + \frac{600}{289} - \frac{12}{25} - \frac{360}{1445} \right) = \dots$   
конечная формула для  $F_3$ :

\*\*  $F_{3z} = | F_1 \cos \alpha_1 + N_2' \sin \alpha_2 - N_1' \sin \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2 | = \begin{cases} |N_2'| = 5m g \cos \alpha_2 \\ |N_1'| = m g \cos \alpha_1 \end{cases}$

$= | (m g \sin \alpha_1 - m a_1) \cos \alpha_1 + 5m g \sin \alpha_2 \cos \alpha_2 - m g \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - (5m g \sin \alpha_2 - 5m a_2) \cos \alpha_2 |$

Ответ: 1)  $\frac{16}{85} m g$  2)  $\frac{64}{85} m g$  3) Выведена конечная формула (\*), (\*\*)



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!

Задача 2

1)  $\frac{\Delta U_{31}}{A_{123}} - ?$   $p_1 = 5p_0$   $p_2 = 2p_0$   $p_3 = 3p_0$   $i = 3$  (одноатом)

2)  $\frac{T_{max12}}{T_2} - ?$

3)  $\eta - ?$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{i}{2} \cdot (5p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0 \cdot 3V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} p_0 V_0 (15 - 9) = \frac{3 \cdot 6}{2} p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$A_{123} = -\frac{2p_0 + 3p_0}{2} \cdot 3V_0 + \frac{2p_0 + 5p_0}{2} \cdot 3V_0 = -\frac{15p_0 V_0}{2} + \frac{21p_0 V_0}{2} =$$

$$= 6 p_0 V_0 = 3 p_0 V_0$$

$$\frac{\Delta U_{31}}{A_{123}} = \frac{9 p_0 V_0}{3 p_0 V_0} = 3$$

2) Зависимость давления от объема в процессе 1-2:

$$p(V) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 \quad p dV + V dp = \nu R dT$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R dT = \frac{i}{2} (p dV + V dp) \quad dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \left( -\frac{p_0}{V_0} V dV + 8p_0 dV + V \cdot \frac{p_0}{V_0} dV \right)$$

$$\frac{\Delta U}{dV} = \frac{i}{2} \left( -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 + \frac{p_0}{V_0} V \right) = \frac{i}{2} \left( -\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 \right)$$

При  $T = T_{max}$  будет касание изохоры  $\Rightarrow dU = 0$

$$-\frac{p_0}{V_0} V + 8p_0 = 0 \Rightarrow 8p_0 = \frac{p_0}{V_0} V$$

$$4V_0 = V \quad p = 4p_0$$

То есть в точке  $(4V_0; 4p_0)$  температура газа максимальна.

Для данной точки:  $16 p_0 V_0 = \nu R T_{12}^{max}$

Для точки 2:  $12 p_0 V_0 = \nu R T_2$

$$\Rightarrow \frac{T_{12}^{max}}{T_2} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

3) Найдём  $q_0$  какого количества к газу подводили тепло:  
Первое начало термодинамики:

$$C \nu dT = \frac{i}{2} \nu R dT + p dV$$

$$p dV + V dp = \nu R dT$$

$$p(V) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0$$

$$dp = -\frac{p_0}{V_0} dV$$





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!

$$cVdT = \frac{i}{2} \cdot p dV + \frac{i}{2} V dp + p dV = \left(\frac{i}{2} + 1\right) p dV + \frac{i}{2} V dp$$

$$cVdT = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0\right) dV + \frac{i}{2} V \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0}\right) dV$$

$$\frac{cVdT}{dV} = \frac{5}{2} \cdot \left(-\frac{p_0}{V_0}\right) \cdot V + \frac{5}{2} 8p_0 + -\frac{3}{2} V \frac{p_0}{V_0}$$

При адиабате  $c=0$

$$0 = -\frac{5}{2} \frac{p_0}{V_0} V + 20p_0 - \frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0} V$$

$$0 = -4 \frac{p_0}{V_0} V + 20p_0$$

$$\frac{4p_0}{V_0} V = 20p_0$$

$$\Rightarrow V = 5V_0$$

$p = 3p_0$  - в данной точке тепло не подводилось. Обозначим эту точку М.

$$Q_{31}^+ = U_{31} = 9p_0 V_0$$

$$Q_{1M}^+ = A_{1M} + \Delta U_{1M} = \frac{5p_0 + 3p_0}{2} \cdot 2V_0 + \frac{i}{2} (15p_0 V_0 - 15p_0 V_0) = 8p_0 V_0$$

$$Q_{31M}^+ = 17p_0 V_0 - \text{тепло, переданное тепловой машине}$$

$$\eta = \frac{A_{123}}{Q_{31M}^+} = \frac{3p_0 V_0}{17p_0 V_0} = \frac{3}{17} \quad \boxed{\eta = \frac{3}{17}}$$

Ответ: 1) 3 2)  $\frac{4}{3}$  3)  $\frac{3}{17}$



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  
( 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!

Задача 3

$r, R, Q,$

1)  $\varphi(x) = ?$   $x = 3R/4$  (судьбы)

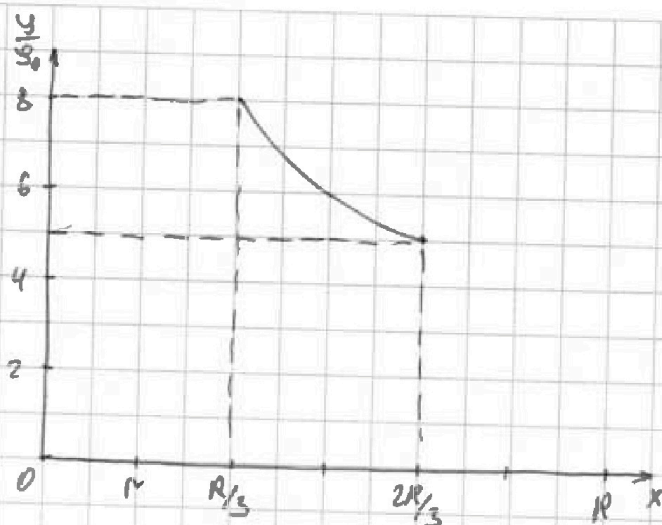
2)  $\varepsilon = ?$

1) Точка внутри диаметра:

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

$$\varphi = -(E(x))' = \frac{kQ}{\varepsilon x}$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{4}{3} \frac{kQ}{\varepsilon R}$$



2) График:  $\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon x} + b$

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = 6\varphi_0 = \frac{2kQ}{\varepsilon R} + b$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0 = \frac{3kQ}{\varepsilon R} + b$$

$$\Rightarrow \boxed{\varphi(x) = \frac{kQ}{\varepsilon x} + 2\varphi_0}$$

$$(*) \frac{kQ}{\varepsilon R} = 2\varphi_0, \quad b = 2\varphi_0$$

$$\frac{kQ}{\varepsilon R} = 2\varphi_0 \varepsilon R$$

$$\varphi(x) = \frac{2\varphi_0 R}{\varepsilon x} + 2\varphi_0$$

$$\frac{\varphi(x)}{\varphi_0} = \frac{2R}{\varepsilon x} + 2$$

$$\text{При } \frac{\varphi(x)}{\varphi_0} = 6 \text{ и } x = \frac{R}{2}$$

$$6 = \frac{4}{\varepsilon} + 2$$

$$4 = \frac{4}{\varepsilon} \quad \varepsilon = 1$$

Тогда найдем  $b$  (\*)

$$\frac{kQ}{\varepsilon R} = \frac{2kQ}{4R}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = 2$$

Ответ: 1)  $\frac{4}{3} \frac{kQ}{\varepsilon R}$  2) 2

$$\varphi(x) = \frac{2\varphi_0 R}{x} + 2\varphi_0$$

$$\boxed{\frac{\varphi(x)}{\varphi_0} = \frac{2R}{x} + 2}$$

$$\text{При } R \quad \frac{\varphi(R)}{\varphi_0} = 4$$

$$\varepsilon \text{ по условию } \varphi(R) = \frac{kQ}{\varepsilon R}$$

$$\frac{kQ}{\varepsilon R \varphi_0} = 4 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{4\varepsilon R}$$





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  
1 из 1

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

Задача 4

$$L_1 = L_2$$

$$L_2 = 9L_1$$

$$N_1 = N$$

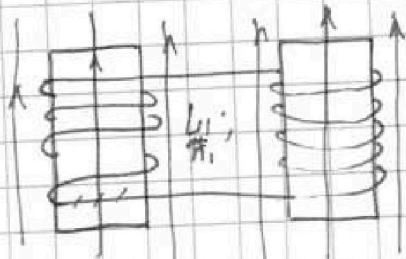
$$N_2 = 3N$$

$$1) \frac{dB}{dt} = -L \dot{I} - ?$$

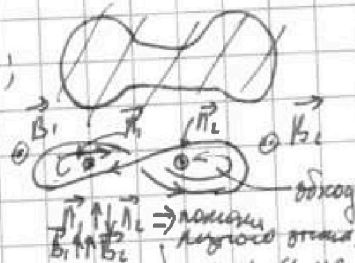
$$2) \Delta B_1 = -\frac{B_0}{3}$$

$$\Delta B_2 = \frac{B_0}{12} - \frac{B_0}{3} = -\frac{B_0}{4}$$

$I - ?$



катушки сверху



1) Если магнитный поток будет изменяться в катушке:

$$\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB S}{dt} \cdot n = n S \frac{dB}{dt} = -L n S$$

$$\frac{d\Phi_{общ}}{dt} = \frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{d\Phi_1}{dt}$$

$$(L_1 + L_2) \dot{I} = - \frac{d\Phi_{общ}}{dt} = L n S$$

$$\boxed{\dot{I} = \frac{L n S}{L_1 + L_2}}$$

2) По ЗСМП (закону сохранения магн. потока) для катушки 2 катушек тоже применимо:

$$\Phi_{10} = n S B_0$$

$$\Phi_1 = n S \frac{2B_0}{3}$$

$$\Phi_{20} = 3n S \frac{B_0}{3}$$

$$\Phi_2 = 3n S \frac{B_0}{12}$$

$$\Phi_{10} + \Phi_{20} = \Phi_1 + \Phi_2 + (L_1 + L_2) I$$

поток за счет тока.

$$(L_1 + L_2) I = |\Phi_2 - \Phi_1| = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) n S B_0 = \frac{1}{12} n S B_0$$

$$\Rightarrow I = \frac{2 n S B_0 - n S B_0 \left(\frac{8 B_0 + B_0}{12}\right)}{L_1 + L_2} = \frac{2 n S B_0 - \frac{3}{4} n S B_0}{L_1 + L_2} = \frac{5}{4} n S B_0$$

$$\boxed{I = \frac{5}{4} \frac{n S B_0}{L_1 + L_2}}$$

$$I = \frac{5}{12} \frac{n S B_0}{L_1 + L_2}$$

Ответ: 1)  $\frac{L n S}{L_1 + L_2}$  2)  $\frac{5}{12} \frac{n S B_0}{L_1 + L_2}$



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!

Задача 5.

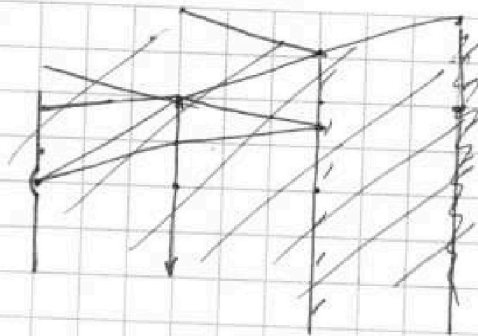
$$F = 2h$$

$$r = 2 \text{ см}$$

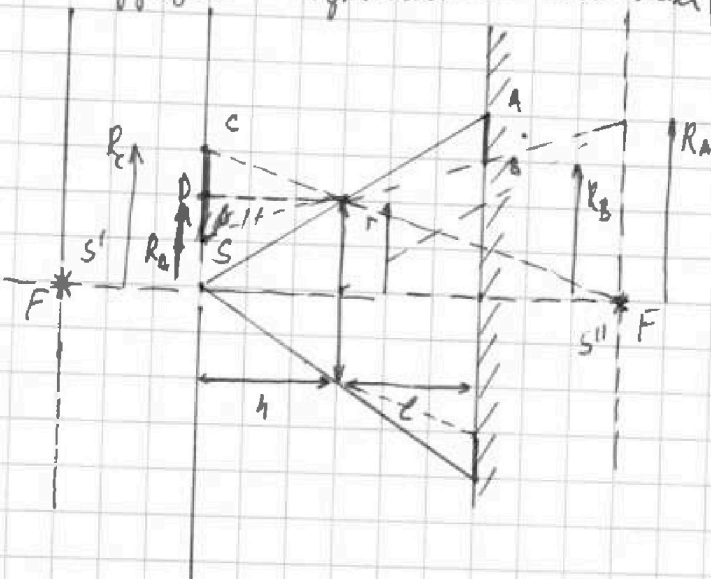
$$l = h$$

1)  $S_3 = ?$

2)  $S_{\text{св}} = ?$



AB - зона куда не попадает луч, идущий от углового источника



1) Неосвещенная часть на зеркале - кольцо, внутреннему радиус которого  $R_B$ , а внешнему  $R_A$ .

$R_A$  найдем из данных: проведем луч через край линзы, а вот

$R_B$  - приравняем к нулю луч, через фокус.

$$\frac{R_A}{r} = \frac{h+l}{h} = 2$$

$$\rightarrow R_A = 2r$$

$$R_B = r + \frac{R_A - r}{2} = \frac{R_A}{2} + \frac{r}{2} = 1,5r$$

Неосвещиваемая площадь зеркала:  $S_3 = \pi(R_A^2 - R_B^2) = \pi r^2(4 - 2,25) = \pi r^2 \cdot 1,75$

Формула дает:

$$S_3 = 1,75\pi$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{2}{F} = \frac{F-2F}{F^2} = -\frac{1}{F} \Rightarrow b = -F - S' - \text{удвоение } S$$

$S''$  - симметричное изображение  $S'$

С этим построим поле. Один луч через край линзы точно пройдет, а второй лучи параллельно  $NO$ , т.к.

$S''$  попадет в фокус (лучи не вышли)

Почему это снова кольцо с радиусами  $R_0$  и  $R_e$

$$R_0 = r \quad R_e = R_0 + \frac{r}{2} = 1,5r$$





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!

Неудовлетворительная ~~площадь~~ площадь на стене:

$$S_{\text{ст}} = \pi \cdot 1,25r^2 - \pi r^2 = 1,25\pi r^2$$

Форма ответа:  $S_{\text{ст}} = 1,25\pi$

Ответ: 1)  $1,75\pi$  2)  $1,25\pi$



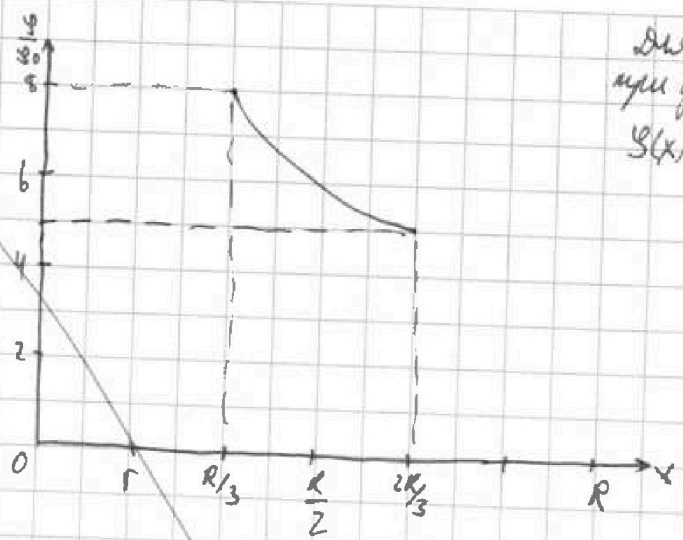
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА 1 ИЗ 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!

Задача 3  
 $\epsilon, r, R, Q$   
 $\varphi(\frac{3R}{4}) = ?$   
 $\epsilon = ?$



Для потенциала внутри диэлектрика:

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x} + b$$

↑  
радиус шара

$$\varphi\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} + b = 6\varphi_0$$

$$\frac{kQ}{\epsilon R} = 2\varphi_0$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = \frac{kQ}{\epsilon R} + b = 8\varphi_0$$

$$4\varphi_0 + b = 6\varphi_0$$

$$\Rightarrow b = 2\varphi_0$$

Сопоставляем шарики:  $\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x} + 2\varphi_0$   $\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{4kQ}{3\epsilon R} + 2\varphi_0$

$$\varphi(R) = \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{\epsilon R} + 2\varphi_0 \quad (\text{для шарика диэлектрика - воздуха})$$

$$2\varphi_0 \epsilon = 4\varphi_0$$

$$\Rightarrow \epsilon = 2$$

Решение

$$\varphi(x) = \frac{2\varphi_0 R}{x} + 2\varphi_0$$

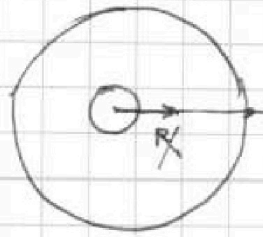
$$\frac{\varphi}{\varphi_0}(x) = \frac{2R}{x} + 2$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0}\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{2R \cdot 4}{3R} + 2 = \frac{14}{3} \Rightarrow \varphi = \frac{14}{3} \varphi_0, \text{ при}$$

$$x = \frac{3R}{4}$$

$$\varphi = \frac{14}{3} \cdot \frac{kQ}{2\epsilon R} = \frac{7}{3} \frac{kQ}{\epsilon R}$$

Ответ: 1)  $\frac{7}{3} \frac{kQ}{\epsilon R}$  2) 2



$$\frac{kQ}{d} = \varphi_0$$

$$\frac{kQ R^2}{\epsilon R^3} = 6\varphi_0$$

$$\frac{\epsilon kQ}{\epsilon R} = \frac{6kQ}{d}$$

$$\epsilon = \frac{1}{3R}$$



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



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
— ИЗ —

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

Задача 3

$$x \in [R/3; 2R/3]$$

$$y_0 = 0$$

$$r, R, Q, \epsilon$$

$$1) y(3R/4) = ?$$

$$2) \epsilon = ?$$



$$\frac{R}{3} = 2r \quad R = 6r$$

$$E_{in} = \frac{kQ}{x^2}$$

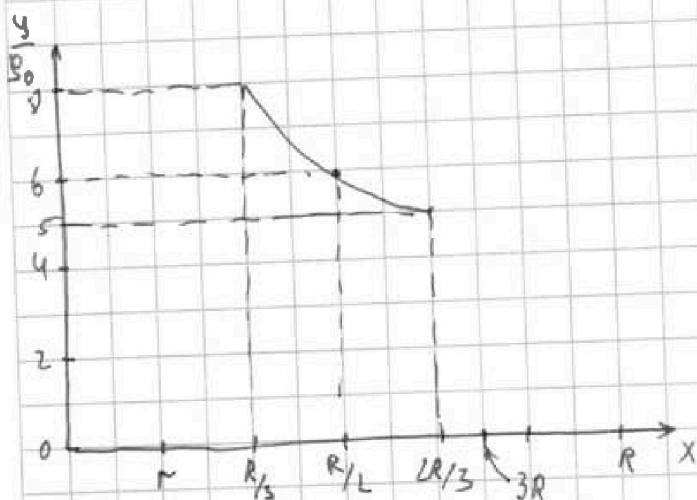
Выводим уравнение

$$E_y = \frac{kQ}{\epsilon x^2} \quad y_g = \frac{kQ}{\epsilon x} + b$$

$$E\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ \cdot 16}{\epsilon \cdot 9R^2} = \frac{16}{9} \frac{kQ}{\epsilon R^2}$$

$$E\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{16}{9} \frac{kQ}{\epsilon R^2}$$

$$\Rightarrow y\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{4}{3} \frac{kQ}{\epsilon R}$$



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

$$(x^n)' = n x^{n-1}$$

$$E'(x) = -\frac{2kQ}{\epsilon x^3} \cdot \frac{1}{x} \cdot \frac{R_3 + R_4 = 2R}{2} = \frac{k}{2}$$

$$y\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{kQ \cdot 2}{\epsilon R} = 6y_0$$

$$y\left(\frac{2R}{3}\right) = 5y_0 = \frac{kQ \cdot 3}{\epsilon 2R}$$

$$\frac{kQ}{\epsilon R} = 3y_0$$

$$\frac{kQ}{\epsilon R} = \frac{10}{3} y_0$$

$$y_g = \frac{kQ}{\epsilon x} + b$$

$$y\left(\frac{R}{2}\right) = \frac{3kQ}{\epsilon R} + b = 8y_0$$

$$y\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{5kQ}{2\epsilon R} + b = 5y_0$$

$$b = 2y_0$$

$$\frac{3kQ}{2\epsilon R} - \frac{5}{2} \frac{kQ}{\epsilon R} = 3y_0$$

$$1,5 \frac{kQ}{\epsilon R} = 3y_0$$

$$\frac{kQ}{\epsilon R} = 2y_0$$

$$y_g = \frac{kQ}{\epsilon x} + 2y_0$$

$$6y_0 = \frac{2kQ}{\epsilon R} + 2y_0 \Rightarrow 2y_0 = \frac{kQ}{\epsilon R}$$



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  
\_ 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!

$$y_g = \frac{KR}{EX} + 2y_0$$

$$y_0' = \frac{KR}{RE} + 2y_0 = \frac{KR}{R}$$

$$2y_0 + 2y_0 = 2y_0 E$$

$$E = 2$$

$$\begin{array}{r} 16.4 + 5.15 \cdot 8 - 12 - 64 \cdot 15 \\ 85 \cdot 5 - 17 \cdot 17 - 5 \cdot 5 - 85 \cdot 17 \\ \hline 16.4 \cdot 17 + 5 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 85 \cdot 5 - 12 \cdot 17 \cdot 17 \cdot 17 - 64 \cdot 15 \cdot 17 \cdot 5 \\ 85 \cdot 17 \cdot 5 \cdot 17 \end{array}$$