



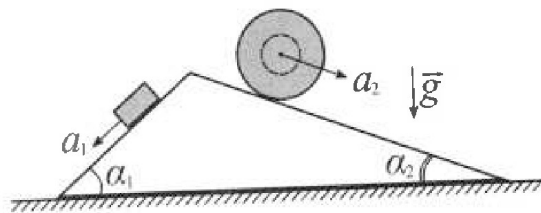
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



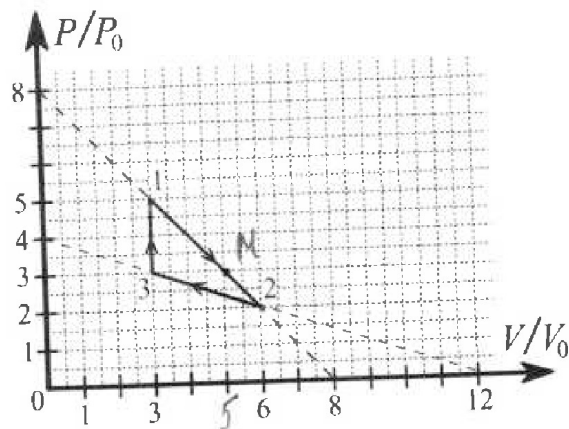
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1 = 3/5$, $\cos \alpha_1 = 4/5$) и α_2 ($\sin \alpha_2 = 8/17$, $\cos \alpha_2 = 15/17$). Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



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

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

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

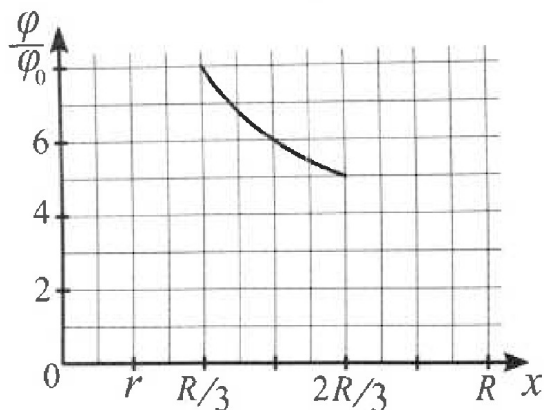
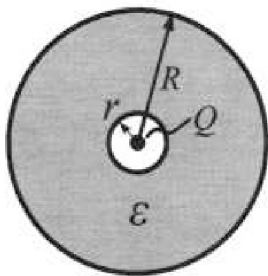


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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

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





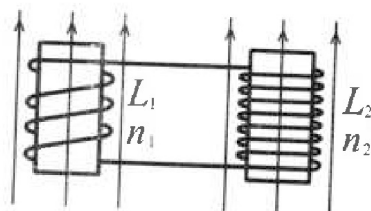
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

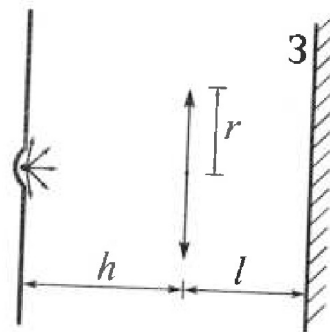


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. В начале 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 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 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

$m, 5m$

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

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

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

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

$F_1 = ?$

$F_2 = ?$

$F_3 = ?$

По двум 3-м Нормонам:

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

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

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

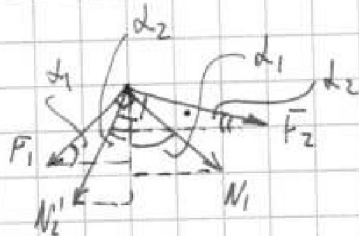
$$LOX: N_1 = m g \cos \alpha_1$$

$$\begin{aligned} F_1 &= m g \sin \alpha_1 - m a_1 \\ F_2 &= 5m g \sin \alpha_2 - 5m a_2 \end{aligned}$$

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

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

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



$$F_{3z} + N_1' \sin \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2 - F_1 \cos \alpha_1 - N_2' \sin \alpha_2 = 0$$

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

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

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 (*) и (**)



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) $\frac{T_{\max 12}}{T_2} - ?$ $V_1 = 3V_0$ $V_2 = 6V_0$ $V_3 = 3V_0$

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:

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

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (p \Delta V + V \Delta p) \quad p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T$$

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

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

При $T = T_{\max}$ будет касание изотермы $\Rightarrow \Delta U = 0$

$$-\frac{2p_0}{V_0} V + 8p_0 = 0 \Rightarrow 8p_0 = \frac{2p_0}{V_0} V$$

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

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

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

Для точки 2: $12p_0 V_0 = \nu R T_2$

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

3) Найдём до какого момента к газу подводили тепло:
Первое начало термодинамики:

$$\nu R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$$

$$p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T$$

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

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



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.



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

1, R, Q,

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

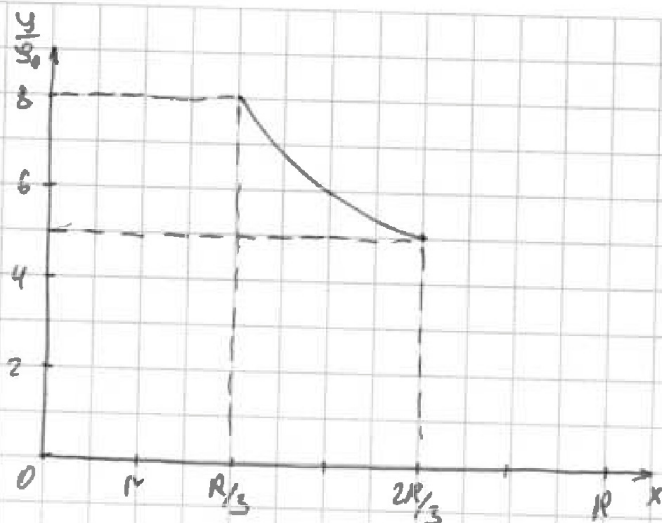
2) $\varepsilon = ?$

1) Поле внутри диэлектрика:

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

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

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



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

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

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

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

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

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



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 по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4

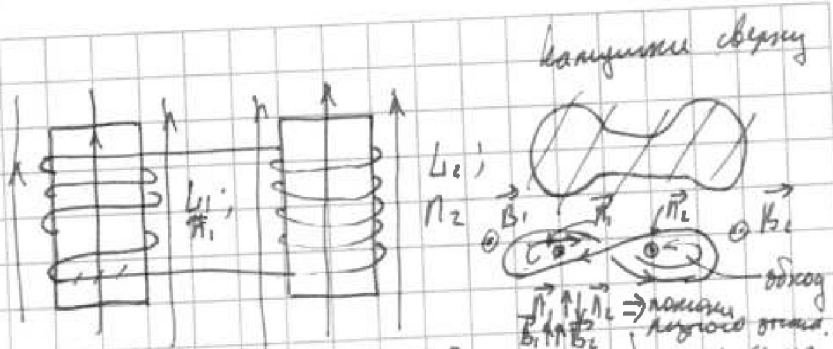
$$\begin{aligned} L_1 &= L \\ L_2 &= 9L \\ n_1 &= n \\ n_2 &= 3n \end{aligned}$$

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

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

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

$I = ?$



1) Если магнитный поток будет суммарным:

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

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

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

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

2) По ЗСМП (закону сохранения магн. потока) для контура из катушек тоже применим:

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

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

$$\Phi_{20} = 3n S \frac{B_0}{12}$$

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

поток за счет тока.

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

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

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

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

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

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.

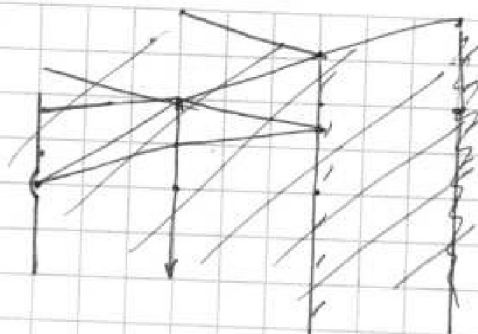
$$F = 2h$$

$$r = 2\text{ см}$$

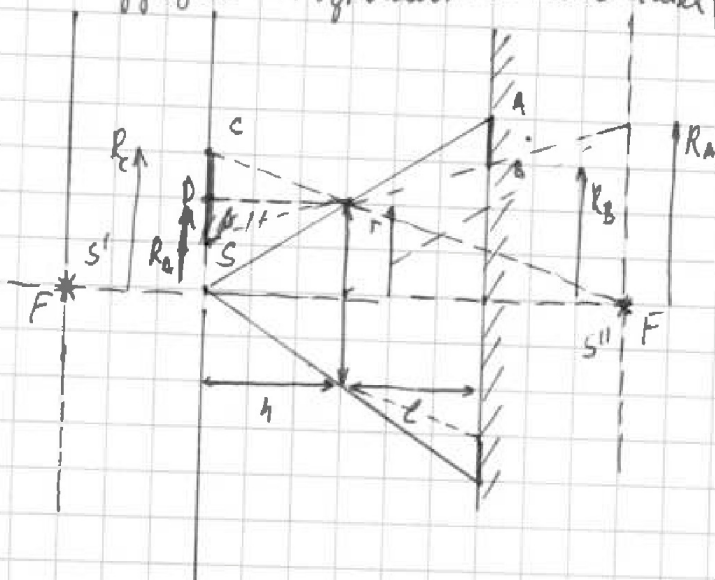
$$l = h$$

$$1) S_3 = ?$$

$$2) S_{\text{св}} = ?$$



AB - зона куда не попадают лучи, идущие от углового источника



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

R_A находится как радиус проекции луча через край линзы, а вот

R_B - радиус проекции луча через фокус линзы.

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

$$\rightarrow R_A = 2r$$

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

$$= 1,5r$$

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 оптического

$$S_3 = 1,75\pi$$

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

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

S'' - оптическое изображение S'

С этим постулатом мы уже знакомы. Один луч через край линзы точно пройдет, а второй - параллельно NO , т.е.

S'' попадет в фокус (лучи не пересеклись)

Потому что если считать радиусы R_0 и R_c

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



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!

Не подсвечиваемая ~~площадь~~ площадь на стене:

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

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

Ответ: 1) $1,75 \pi$ 2) $1,25 \pi$



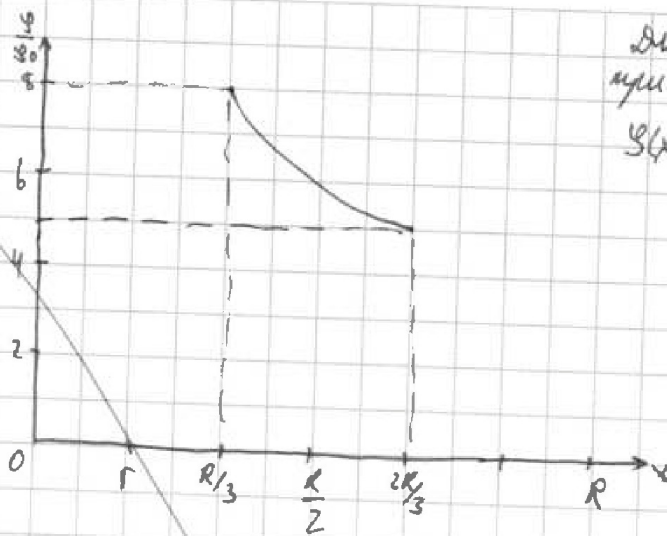
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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
E, R, Q
 $\varphi(\frac{3R}{4}) = ?$
E = ?



Для потенциала внутри диэлектрика:
 $\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x} + b$
↑
заряд
поверхности

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

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

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

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

$$\Rightarrow b = 2\varphi_0$$

Сопоставляя имеем: $\varphi(x) = \frac{kQ}{\epsilon x} + 2\varphi_0$ $\varphi(\frac{3R}{4}) = \frac{4}{3}\varphi_0$

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

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

$$\Rightarrow \epsilon = 2$$

Ответ

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

$$\frac{4}{3}\varphi_0(x) = \frac{2R}{x} + 2$$

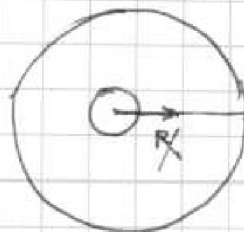
$$\frac{4}{3}\varphi_0\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{2R \cdot 4}{3R} + 2 = \frac{14}{3} \Rightarrow \varphi = \frac{14}{3}\varphi_0, \text{ при}$$

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

$$\varphi = \frac{14}{3}\varphi_0, \text{ при}$$

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

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



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

$$\frac{kQ}{\epsilon R} = 6\varphi_0$$

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

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

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



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
— 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

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

$$y_0 = 0$$

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

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

$$2) \epsilon = ?$$



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

$$E_m = \frac{kQ}{x^2}$$

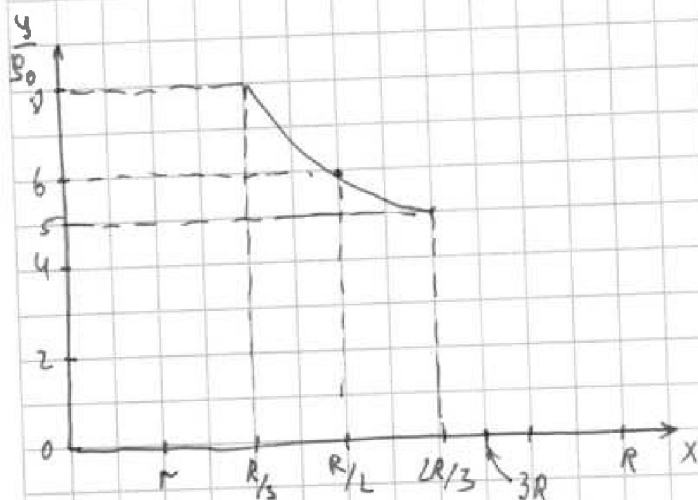
Выводим из уравнения

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

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

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

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



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

$$E'(x) = -\frac{kQ}{\epsilon} \cdot \frac{1}{x^3} \quad R_3 + R_4 = \frac{3R}{4} = \frac{R}{2}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$b = 2 y_0$$

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

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

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

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

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



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!

$$g_g = \frac{KQ}{\epsilon x} + 2g_0$$

$$g_0' = \frac{KQ}{R\epsilon} + 2g_0 = \frac{KQ}{R}$$

$$2g_0 + 2g_0 = 2g_0 \epsilon$$

$$\epsilon = 2$$

$$\begin{array}{r} 16.4 \\ 85.5 \\ \hline + 5.15 \cdot 8 \\ 17.17 \\ \hline 16.4.17.17 + 5.15 \cdot 8 \cdot 85.5 - 12 \cdot 17.17 \cdot 17.17 - 64 \cdot 15 \cdot 17.5 \\ \hline 85.17.5 \cdot 17 \end{array}$$