



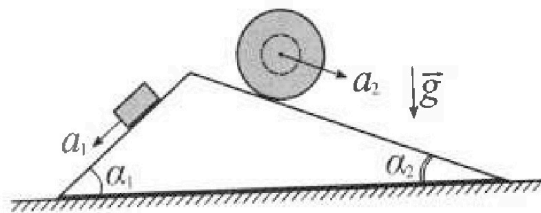
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

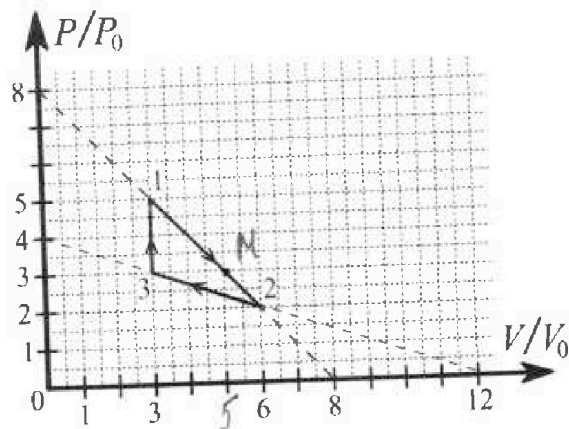
1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брусок массой m с ускорением $a_1 = 7g/17$ и скатывается без проскальзывания полый шар массой $5m$ с ускорением $a_2 = 8g/25$ (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту α_1 ($\sin \alpha_1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

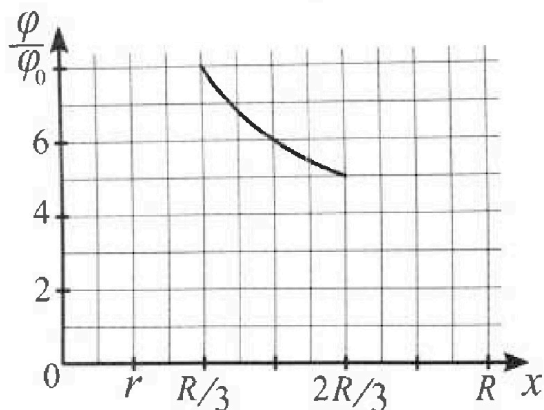
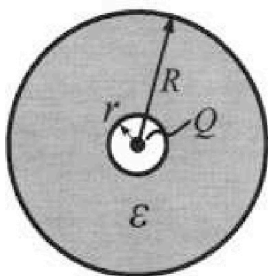


- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

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 .





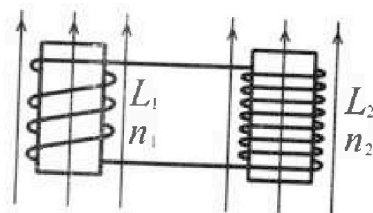
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

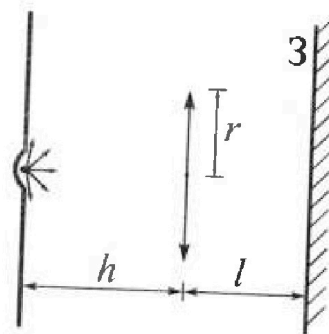


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 9L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 3n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки 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

$m_1 = 5m$

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

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

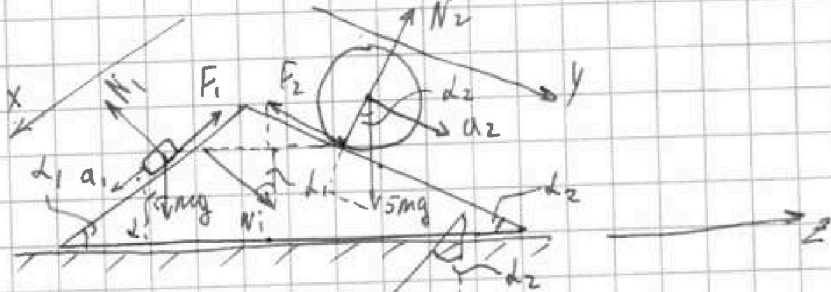
$\sin \alpha_1 = \frac{3}{5}$

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

$F_1 = ?$

$F_2 = ?$

$F_3 = ?$



По закону 3-го Ньютона:

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

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

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

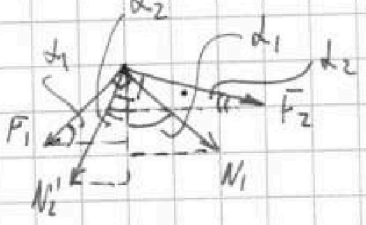
$\perp Ox: N_1 = m g \cos \alpha_1$

$F_1 = m g \sin \alpha_1 - m a_1$
 $F_2 = 5m g \sin \alpha_2 - 5m a_2$

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

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

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



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

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

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

$$\begin{aligned}
 & p_1 = 5p_0 \quad p_2 = 2p_0 \quad p_3 = 3p_0 \quad i = 3 \text{ (одноатом)} \\
 & V_1 = 3V_0 \quad V_2 = 6V_0 \quad V_3 = 3V_0 \\
 & 1) \frac{\Delta U_{31}}{A_{123}} = ? \quad \Delta U_{31} = \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{i}{2} \cdot (5p_0 \cdot 3V_0 - 3p_0 \cdot 3V_0) = \\
 & 2) \frac{T_{\max 12}}{T_2} = ? \quad = \frac{3}{2} p_0 V_0 (15 - 9) = \frac{3 \cdot 6}{2} \cdot p_0 V_0 = 9p_0 V_0 \\
 & 3) \eta = ? \quad A_{123} = -\frac{2p_0 + 3p_0}{2} \cdot 3V_0 + \frac{2p_0 + 5p_0}{2} \cdot 3V_0 = -\frac{15p_0 V_0}{2} + \frac{21p_0 V_0}{2} = \\
 & = 6p_0 V_0 = 3p_0 V_0
 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}
 p(V) &= -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0 & p dV + V dp &= \nu R dT \\
 \Delta U &= \frac{i}{2} \nu R dT = \frac{i}{2} (p dV + V dp) & dp &= -\frac{p_0}{V_0} dV \\
 \Delta U &= \frac{i}{2} \left(-\frac{p_0}{V_0} V dV + 8p_0 dV + V \cdot \frac{p_0}{V_0} dV \right)
 \end{aligned}$$

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

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.

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

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

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

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

$$\nu C_V dT = \frac{i}{2} \nu R dT + p dV \quad p(V) = -\frac{p_0}{V_0} \cdot V + 8p_0$$

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

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



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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

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

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

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

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 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

$r, R, Q,$

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

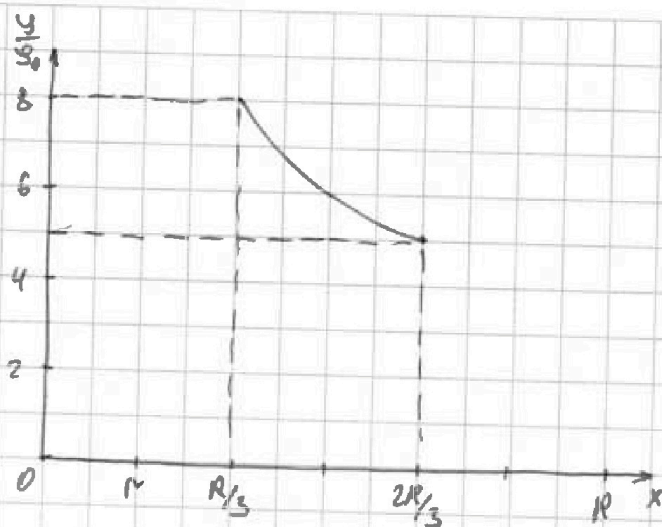
2) $\varepsilon = ?$

1) Точка внутри диаметра:

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

$$\varphi = -(E(x))' = \frac{kQ}{\varepsilon x^3}$$

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



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

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

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

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

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

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

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

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

При $\frac{\varphi(x)}{\varphi_0} = 6$ 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

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

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

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

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

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



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.

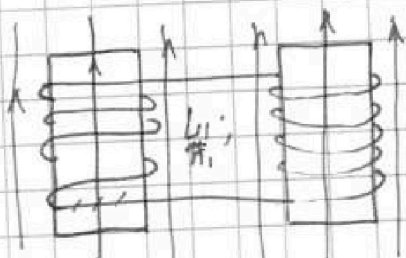
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

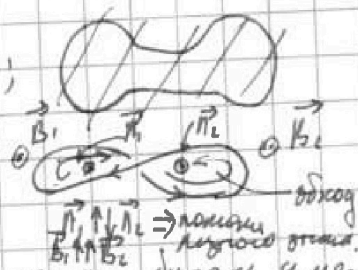
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы во каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4

$L_1 = L$
 $L_2 = 9L$
 $n_1 = n$
 $n_2 = 3n$



катушки сверху



$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\dot{\Phi}$
 $\dot{B}_1 = -\frac{\dot{B}_0}{3}$
 $\dot{B}_2 = \frac{\dot{B}_0}{12} - \frac{\dot{B}_0}{3} = -\frac{\dot{B}_0}{4}$
 $I = ?$

1) Если магнитный поток будет изменяться в катушке:

$\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{dB_1}{dt} \cdot n = nS \frac{dB}{dt} = -L n S$
 $\frac{d\Phi_{общ}}{dt} = \frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} = \frac{d\Phi_1}{dt}$
 $(L_1 + L_2) \dot{I} = -\frac{d\Phi_{общ}}{dt} = L n S$
 $I = \frac{L n S}{L_1 + L_2}$

2) По ЗСМП (закону сохранения мом. тока) для катушки из катушек тоже применимо:

$\Phi_{10} = n S B_0$
 $\Phi_{20} = 3n S \frac{B_0}{3}$
 $\Phi_1 = n S \frac{2B_0}{3}$
 $\Phi_2 = 3n S \frac{B_0}{12}$
 $\Phi_{10} + \Phi_{20} = \Phi_1 + \Phi_2 + (L_1 + L_2) I$
 $(L_1 + L_2) I = |\Phi_2 - \Phi_1| = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) n S B_0 = \frac{1}{12} n S B_0$
 $I = \frac{2 n S B_0 - n S B_0 \left(\frac{8B_0 + B_0}{12}\right)}{L_1 + L_2} = \frac{2 n S B_0 - \frac{3}{4} n S B_0}{L_1 + L_2} = \frac{5}{4} n S B_0$

~~$I = \frac{5}{4} \frac{n S B_0}{L_1 + L_2}$~~ $I = \frac{5}{12} \frac{n S B_0}{L_1 + L_2}$

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.

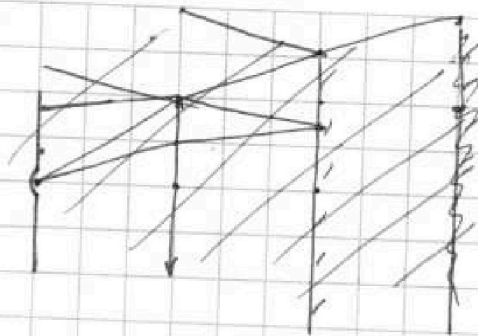
$$F = 2h$$

$$r = 2\text{ см}$$

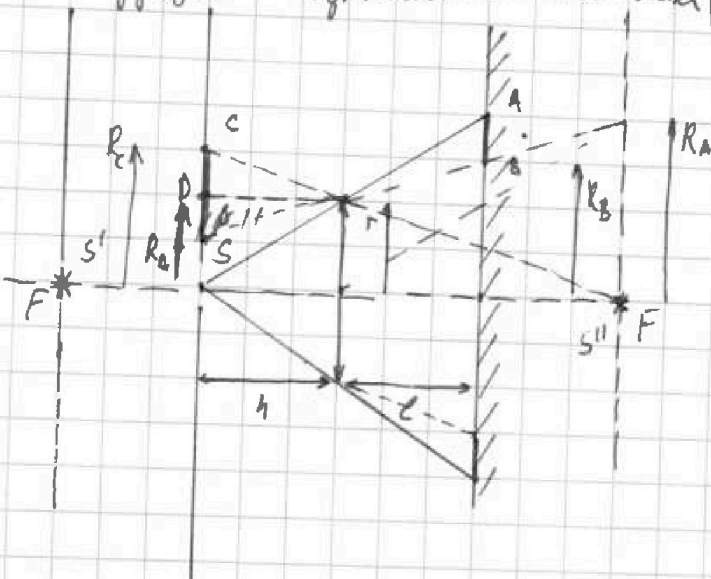
$$l = h$$

$$1) S_3 = ?$$

$$2) S_{\text{св}} = ?$$



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



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

R_A найдем из данных проделаем лучи через край линзы, а вот

R_B - приравняем к нулю лучи 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 постуем дальше. Один луч через край линзы точно пройдет, а второй лучи параллельно NO , т.е.

S'' попадет в фокус (лучи не пересеклись)

Потому что если кольцо с радиусами 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!

Неправильная 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) $1,25\pi$



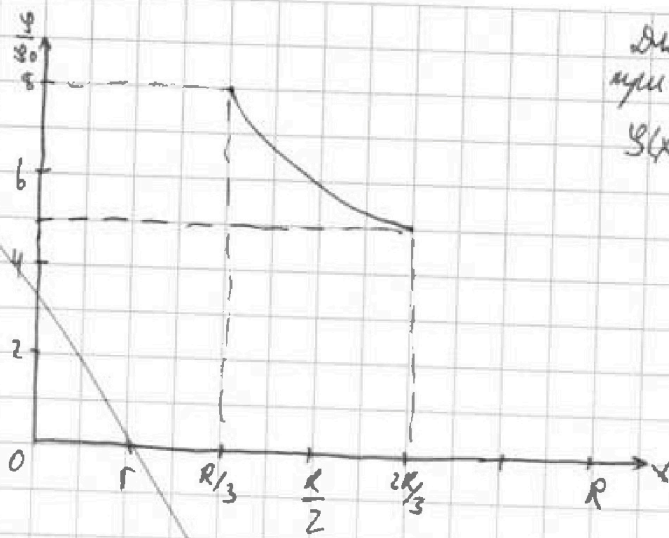
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



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

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

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

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

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

$$\Rightarrow b = 2\varphi_0$$

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

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

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

$$\Rightarrow \epsilon = 2$$

Ответ:

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

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

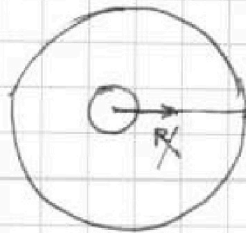
$$\frac{\varphi}{\varphi_0}\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{2R \cdot 4}{3R} + 2 = \frac{14}{3} \Rightarrow \varphi = \frac{14}{3} \varphi_0, \text{ при}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

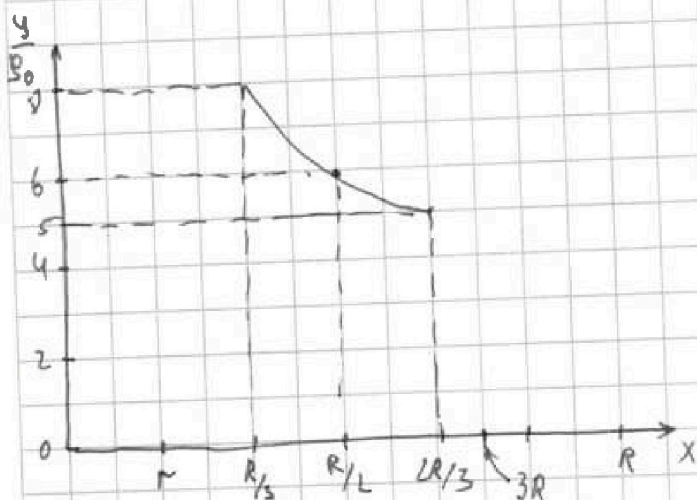
$$E_y = \frac{kQ}{\epsilon x^2} \quad y_g = \frac{kQ}{\epsilon x} + b$$

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

$$= \frac{16}{9} \frac{kQ}{\epsilon R^2}$$

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

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



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

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

$$E'(x) = -\frac{2kQ}{\epsilon x^3} \cdot \frac{1}{R/3 + R/4} = \frac{2R}{R/3 + R/4} = \frac{2R}{7R/12} = \frac{24}{7}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$b = 2y_0$$

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

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

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

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

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



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!

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

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

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

$$E = 2$$

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