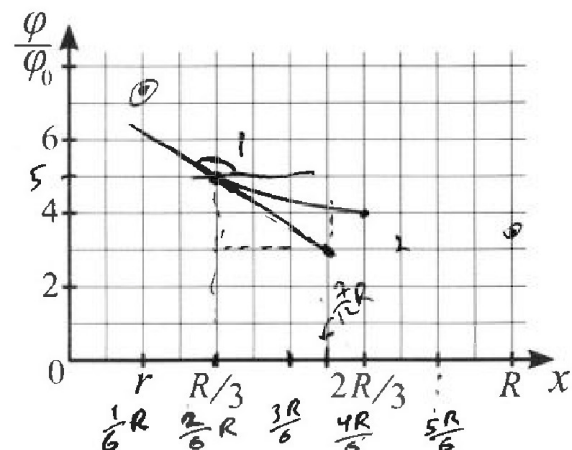






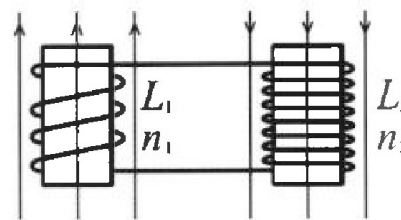
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 11-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

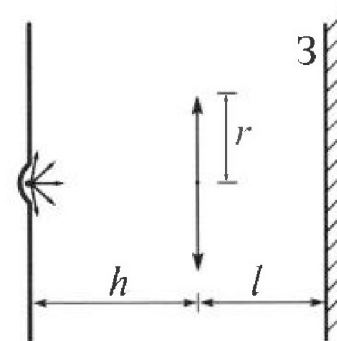


4. Две катушки с индуктивностями $L_1 = L$ и $L_2 = 16L$ и числами витков $n_1 = n$ и $n_2 = 4n$ помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки S . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек.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



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

5. В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии h расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F = h/3$. Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы $r = 5$ см. Справа от линзы на расстоянии $l = 2h/3$ расположено параллельно стене плоское зеркало 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 $[\text{см}^2]$ в виде $\gamma\pi$, где γ - целое число или простая обыкновенная дробь.



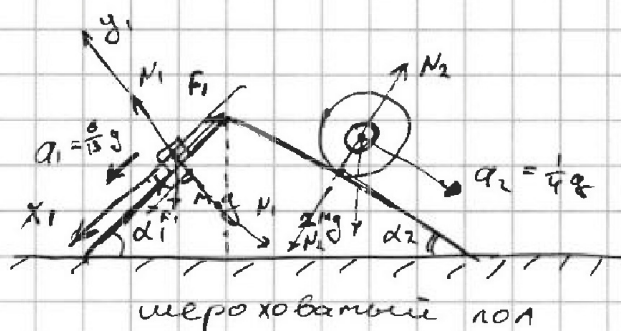
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

М1



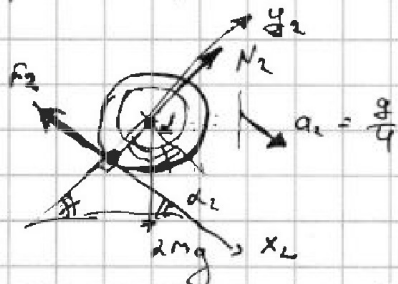
1) 2 3H для бруска: $y_1: N_1 - mg \cos \alpha_1 = 0 \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha_1$
т.к. брусок соскальзывает, то $F_1^N = -F_1$ (шла с отрицательной)

$$x_1: mg \sin \alpha_1 - F_1 = m \cdot a_1 \Rightarrow F_1 = mg \sin \alpha_1 - m a_1 =$$

$$= mg \cdot \sin \alpha_1 - m \cdot \frac{6g}{13} = mg \cdot \frac{6}{13} - mg \cdot \frac{6}{13} = mg \left(\frac{3 \cdot 13 - 5 \cdot 6}{13 \cdot 5} \right) =$$

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

2) рассмотрим цилиндр. (движение без проскальзывания)



т.к. от движения у.м. где цилиндра,

$$x_2: 2mg \sin \alpha_2 + F_{2x} = 2m a_2$$

$$F_{2x} = 2m (a_2 - g \sin \alpha_2) =$$

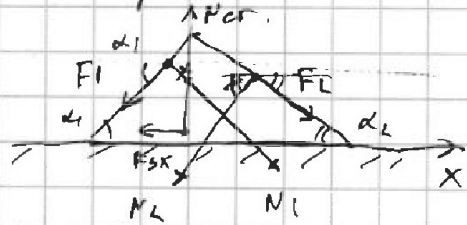
$$= 2m \left(\frac{5}{13} - g \cdot \frac{5}{13} \right) = -\frac{4}{26} mg$$

$$\Rightarrow |F_{2x}| = F_2 = \frac{4}{26} mg$$

$$y_2: N_2 = 2mg \cos \alpha_2$$

3) рассмотрим клин
3 3H: $N_1 = N_2$; F_1, F_2 действуют на клин, но в противоположном направлении.

* клин в покое $\Rightarrow \bar{a}_{кл} = 0$



т.к. о движении у.м. для клина:

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



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

1 2 3 4 5 6 7
☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
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!

№1 (продолжение)

$$\begin{aligned} F_{3x} &= F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2 = \\ &= \frac{9}{65} mg \cdot \frac{4}{5} - mg \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + mg \cdot \frac{6}{13} \cdot \frac{5}{13} - \frac{7}{26} mg \cdot \frac{12}{13} = \\ &= mg \left(\frac{36}{65 \cdot 5} - \frac{12}{25} + \frac{30}{13^2} - \frac{42}{13^2} \right) = mg \left(\frac{36}{13 \cdot 25} - \frac{12}{25} + \frac{30 - 42}{13^2} \right) = \\ &= mg \left(\frac{36 - 12 \cdot 13^2 - 12 \cdot 25}{13^2 \cdot 25} \right) = mg \left(\frac{468 - 2028 - 300}{13^2 \cdot 25} \right) = \\ &= -mg \cdot \frac{1860}{13^2 \cdot 25} = -mg \frac{372}{169 \cdot 5} = \left(-\frac{372}{845} mg \right) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow F_3 = |F_{3x}| = \frac{372}{845} mg$$

$$\begin{aligned} \text{Ответ: } F_1 &= \frac{9}{65} mg \\ F_2 &= \frac{7}{26} mg \\ F_3 &= \frac{372}{845} mg \end{aligned}$$

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

☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

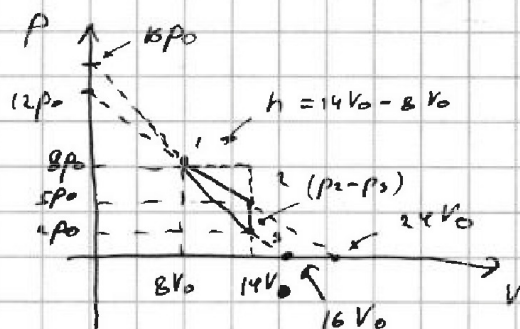


N2

$$p_1 = 8p_0; \quad V_1 = 8V_0$$

$$p_2 = 5p_0; \quad V_2 = 14V_0$$

$$p_3 = 2p_0; \quad V_3 = 14V_0$$



1) $\frac{\Delta Q_{12}}{A_z} = ?$

$$\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

Менг - КЛ

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_1 V_2 = \nu R T_2$$

$$\Rightarrow \Delta Q_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (40 - 64) p_0 V_0 = 9 p_0 V_0$$

$$A_z = S_{\text{под кривой}} = \frac{1}{2} \cdot (14V_0 - 8V_0) (5p_0 - 2p_0) = 9 p_0 V_0$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta Q_{12}}{A_z} = \frac{9 p_0 V_0}{9 p_0 V_0} = 1$$

2) $\frac{T_{\max}}{T_3} = ?$

рассмотрим процесс 1-2: $p(V) = \beta + \alpha V$

$$\Rightarrow p_2(V) = 12p_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0} \cdot V$$

$$\beta = 12p_0$$

$$\alpha = \frac{dp_1}{dV_1} = \frac{p_2 - p_1}{V_2 - V_1} = -\frac{3p_0}{6V_0} = -\frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0}$$

Менг - КЛ

$$(12p_0 - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} \cdot V) V = \nu R T \Rightarrow R \cdot T(V) = 12p_0 V - \frac{1}{2} \frac{p_0}{V_0} V^2$$

$$V^* = \frac{2 \cdot 12p_0}{1 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{p_0}{V_0}} = 12V_0 \Rightarrow \text{при таком } V^* \text{ будет } T_{\max}$$

$$\Rightarrow (12p_0 - \frac{1}{2} \cdot \frac{6p_0}{V_0} \cdot 12V_0) \cdot 12V_0 = \nu R T_{\max}$$

$$42 p_0 V_0 = \nu R T_{\max}$$

$$\text{М-КЛ где } 3: p_3 V_3 = \nu R T_3 \Rightarrow 2p_0 \cdot 14V_0 = \nu R T_3$$

$$\Rightarrow \frac{T_{\max}}{T_3} = \frac{42}{28} = \frac{15}{10}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

3) $\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}$

1-начало термодинамики

$A_i = 2S_i \log 2$ — формула

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 3\rho_0 V_0 + \frac{1}{2}(8+5)\rho_0 \cdot 6V_0 = (33+3)\rho_0 V_0 = 48\rho_0 V_0 > 0$

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_2 V_2) = \frac{3}{2}(28\rho_0 V_0 - 40\rho_0 V_0) < 0$
0, т.к. $V = const$.

$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31} = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_3 V_3) - \frac{1}{2}(10\rho_0) \cdot 6V_0 =$
 $\frac{3}{2}(64\rho_0 V_0 - 28\rho_0 V_0) - 30\rho_0 V_0 = 54\rho_0 V_0 - 30\rho_0 V_0 = 24\rho_0 V_0 > 0$

$\Rightarrow Q_H = Q_{12} + Q_{31} = (48 + 24)\rho_0 V_0 = 72\rho_0 V_0$

$\Rightarrow \eta = \frac{3\rho_0 V_0}{72\rho_0 V_0} = \frac{1}{8}$

Ответ:

- 1) $\frac{|\Delta U_{12}|}{A_{\Sigma}} = 1$
- 2) $\frac{T_{max}}{T_3} = \frac{16}{4}$
- 3) $\eta = \frac{1}{8}$



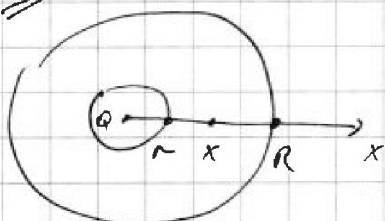
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

1) NS



$$E(x) = \begin{cases} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2}, & x \in (0; r) \cup (R; +\infty) \\ \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2}, & x \in [r, R] \end{cases}$$

$$E(x) = -\frac{d\varphi}{dx} \Rightarrow -\int d\varphi = -\int_{x_1}^x E(x) dx$$

$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi = \int_{x_1}^x \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{dx}{x^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\Rightarrow \varphi = \left(\varphi_1 - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x_1} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi(x) = C + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x} \Rightarrow \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 = C + \frac{3}{4} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 = C + \frac{3}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi_0 = \left(\frac{6-3}{8} \right) \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = \frac{3}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$C = 4\varphi_0 - \frac{3}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = \frac{4 \cdot 3}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} - \frac{3}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = \frac{9}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\Rightarrow \varphi(x) = \frac{9}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x} = \frac{Q}{\pi\epsilon_0} \left(\frac{9}{8R} + \frac{1}{4x} \right)$$

$$\varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \left(\frac{9}{8} + \frac{8 \cdot 3}{4 \cdot 5} \right) \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = \left(\frac{9}{8} + \frac{6}{5} \right) \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = \left(\frac{45+48}{40} \right) \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\Rightarrow \varphi\left(\frac{5R}{6}\right) = \frac{57}{40} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$2) \varphi(x) = 3\varphi_0 + \frac{1}{4} \frac{R^2}{3} \varphi_0 R \cdot \frac{1}{x} = \left[3\varphi_0 + \frac{2}{3} \varphi_0 \frac{R}{x} \right]$$

$$\frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = \frac{8}{3} \varphi_0 R$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 3\varphi_0 + \frac{2}{3} \varphi_0 R \cdot \frac{3}{R} = 5\varphi_0$$

$$\varphi_0 = \frac{3}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi'(x) = \frac{2}{3} \varphi_0 R \cdot -\frac{1}{x^2}$$

$\varphi'(x) = \text{tg } \angle$. проведём касательную в точке $\frac{R}{3}$



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
2 ИЗ 3

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

$\varphi_0 \rightarrow$ вне шара

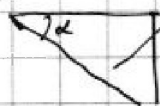
$\varphi(x) \rightarrow$ вне шара.

$\tan \alpha$

$$\tan \alpha = -\frac{2\varphi_0}{\frac{1}{4}R} = -\frac{8\varphi_0}{R}$$

$A(5\varphi_0; \frac{R}{3})$
 $B(3\varphi_0; \frac{1}{12}R)$ касательная пересекает в точке $\frac{R}{3}$

$$\frac{\Delta \varphi}{\Delta x} = \frac{-2\varphi_0}{\frac{1}{4}R} = -\frac{8\varphi_0}{R}$$



$$\tan \alpha = \frac{2}{3}$$

$$\frac{4\varphi_0}{R} = \frac{2}{3}$$

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

$$\frac{5}{6} \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 R}$$

φ_1

$$2) \frac{\varphi(\frac{R}{3})}{\varphi(\frac{R}{6})} = \frac{5}{4}$$

$$\varphi_{\text{вн}} = E\varphi$$

$$E = \frac{\varphi_{\text{вн}}(\frac{R}{6})}{\varphi(\frac{R}{6})} = \frac{6Q}{4\pi \epsilon_0 R}$$

2) $\varphi_{\text{вн}} = E\varphi$
дуга дуга

$$E = \frac{\varphi_{\text{вн}}(\frac{R}{6})}{\varphi(\frac{R}{6})} = \frac{\frac{6Q}{4\pi \epsilon_0 R}}{\frac{57Q}{40\pi \epsilon_0 R}} = \frac{6}{57} = \frac{2}{19}$$

Ответ: 1) $\varphi(x) = 3 + \frac{2}{3} \frac{R}{x}$

$$\varphi(x) = \frac{3}{8\pi \epsilon_0 R} + \frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x}$$

$$\varphi(\frac{5}{6}R) = \frac{57}{40} \frac{Q}{\pi \epsilon_0 R}$$



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

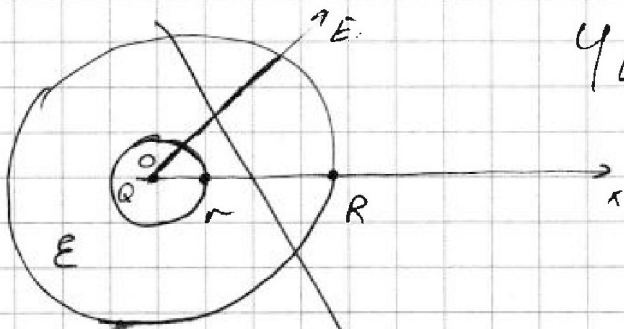
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА

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!

1)



ЧЕРНОВИК

$$E_x = -\frac{d\varphi}{dx}$$

$$-d\varphi = E_x dx$$

$$E(x) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2}, \quad x \in (0; r) \cup (R; +\infty)$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2}, \quad x \in [r; R]$$

$$-\int_{\varphi^*}^{\varphi} d\varphi = \int_{x_0}^x \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{dx}{x^2}$$

$$\Rightarrow \varphi^* - \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_{x_0}^x$$

$$\Rightarrow \varphi^* - \varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\text{из графика } \rightarrow r = \frac{1}{6} R$$

$$\varphi = -\varphi^* + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{x} \right) C$$

$$\varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 5\varphi_0 = \left(-\varphi^* + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x_0} \right) - \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 R} \quad (1)$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = 4\varphi_0 = -\varphi^* + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x_0} - \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2R} \quad (2)$$

$$(1) - (2) \rightarrow \varphi_0 = -\frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

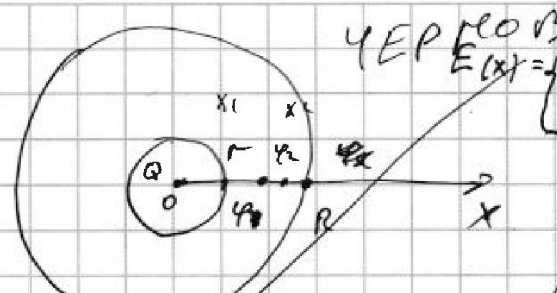


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

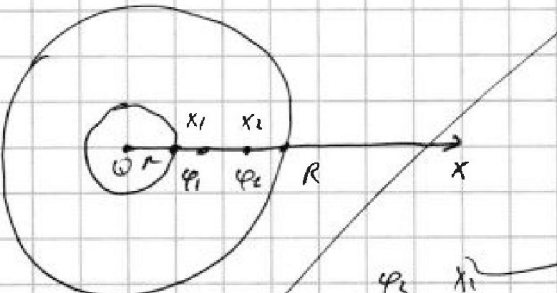
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

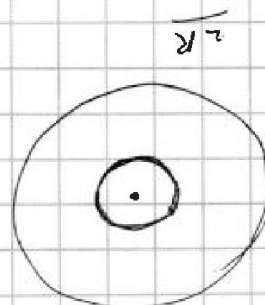
1)  ЧЕРНОВИК
$$E(x) = \begin{cases} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{x^2} & \text{при } x \in (0; r) \cup (R; +\infty) \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2} & \text{при } x \in [r; R] \end{cases}$$

$$E(x) = - \frac{d\varphi}{dx} \Rightarrow - \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi = \int_{R, x_1}^{x_2} E(x) dx \quad \text{при } x \in [r; R]$$
$$\Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right)$$

1) 
$$E(x) = \begin{cases} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}, & x \in (0; r) \cup (R; +\infty) \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{x^2}, & x \in [r; R] \end{cases}$$

$$E(x) = - \frac{d\varphi}{dx} \Rightarrow - \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi = \int_{x_1}^{x_2} E(x) dx \Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right)$$

$$\frac{b \cdot \frac{1}{5} = 8}{\frac{8}{5}} \Rightarrow \frac{b}{5} = \frac{4}{5}$$
$$\frac{8}{5} \cdot \frac{5}{8} = 1$$
$$\frac{b}{5} = \frac{4}{5} \Rightarrow b = 4$$



$$\varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{R}$$
$$\varphi_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r}$$



На одной странице можно оформить 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. Печать QR-кода недопустима!

$$5\varphi_0 = 5\left(\frac{R}{3}\right)$$

$$4\varphi_0 = 5\left(\frac{2}{3}R\right)$$

$$\varphi = f(x)$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot}$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot 5R}$$

$$5\varphi_0 = \frac{Q \cdot 3}{4\pi\epsilon_0 \cdot R}$$

$$4\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2R}$$

$$\frac{5}{4} = 2$$

$$\varphi - \varphi_2 = \varphi - \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{kQ}{R} - \varphi$$

$$\varphi - \varphi_2 = \varphi - \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi - \varphi_2 = \varphi - \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x} \quad x > R$$

$$\varphi_1 = 5\varphi_0 = \frac{5}{4} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 x}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_0$$

~~varphi~~

$$\varphi_2 = \frac{Q}{\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{kQ}{R}$$

$$\varphi - \varphi_2 = \frac{kQ}{R}$$

$$-d\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{x_2} \right)$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{x_2} \right)$$

$$\varphi_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R}$$

$$\varphi_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R}$$

$$E_2(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{x^2}$$

$$E(x) = \frac{dx}{d\varphi}$$

$$\varphi_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R}$$

$$\varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R}$$

$$\varphi =$$

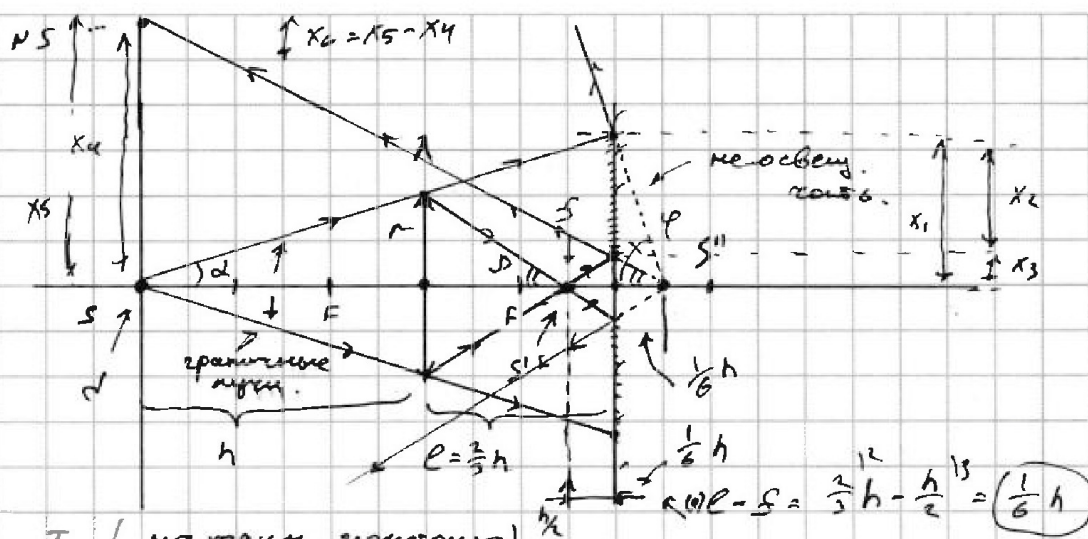


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



II. (находим диаметр)

1) $\frac{1}{h} + \frac{1}{s} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{h} + \frac{1}{s} = \frac{1}{h/3} \Rightarrow \frac{1}{s} = \frac{2}{h} \Rightarrow \boxed{s = \frac{h}{2}}$ в этой точке сходятся лучи, улавливаемые от лампы на линзу)

2) $\tan \alpha = \frac{r}{h} = \frac{x_1}{h+c} \Rightarrow \boxed{x_1 = r \frac{h+c}{h} = r \frac{h + \frac{2}{3}h}{h} = \frac{5}{3}r}$

$\tan \beta = \frac{r}{s} = \frac{x_3}{c-s} \Rightarrow x_3 = r \left(\frac{c-s}{s} \right) = r \left(\frac{\frac{2}{3}h - \frac{1}{2}h}{\frac{1}{2}h} \right) = r \frac{\frac{1}{6}h}{\frac{1}{2}h} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{x_3 = \frac{1}{3}r}$

$\Rightarrow x_2 = x_1 - x_3 = \left(\frac{5}{3} - \frac{1}{3} \right) r = \frac{4}{3}r$

$\tan \beta = \frac{x_4}{h+c+\frac{1}{6}h} = \frac{x_3}{\frac{1}{6}h} \Rightarrow \boxed{x_4 = x_3 \frac{h + \frac{2}{3}h + \frac{1}{6}h}{\frac{1}{6}h} = 11x_3 = \frac{11}{3}r}$

$\tan \varphi = \frac{x_5}{h+c+\frac{1}{6}h} = \frac{x_1}{\frac{1}{6}h} \Rightarrow \boxed{x_5 = x_1 \frac{h + \frac{2}{3}h + \frac{1}{6}h}{\frac{1}{6}h} = 11x_1 = \frac{55}{3}r}$

$x_6 = x_5 - x_4 = \left(\frac{55}{3} - \frac{11}{3} \right) r = \frac{44}{3}r$

II. (находим площадь)

1)  $S_1 = \pi(x_1^2 - x_3^2) = \pi \left(\frac{25}{9} - \frac{1}{9} \right) r^2 = \frac{24}{9} \pi r^2 = \frac{8}{3} \pi r^2 = \frac{8}{3} \cdot 25 \pi \cdot \text{см}^2 = \frac{200}{3} \pi (\text{см}^2)$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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!

15 (продолжение)

2)



$$\begin{aligned} S_2 &= \pi (r_5^2 - r_4^2) = \pi r^2 \left(\left(\frac{55}{3} \right)^2 - \left(\frac{11}{3} \right)^2 \right) = \\ &= \pi r^2 \left(\frac{55^2 - 11^2}{3} \right) = \pi r^2 \left(\frac{55^2 - 11^2}{3} \right) = \frac{368}{3} \cdot 25 \text{ см}^2 \cdot \pi = \\ &= \frac{24200}{3} \pi \text{ см}^2 \end{aligned}$$

Ответ: 1) $S_1 = \frac{300}{3} \pi \text{ см}^2$

2) $S_2 = \frac{24200}{3} \pi \text{ см}^2$

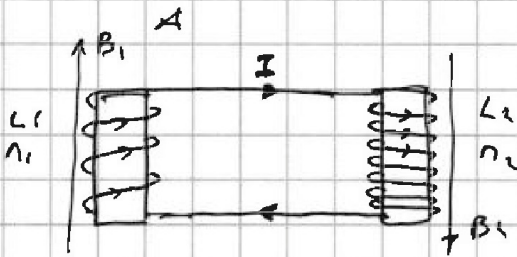


1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

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!

№ 4



1) $\dot{B}_1 = \alpha > 0$ $\dot{I} = ?$
 $\dot{B}_2 = 0$

рассмотрим лопок через один виток.
 в левой катушке. (вид сверху)



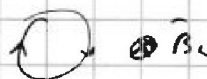
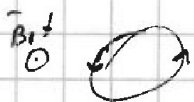
$\odot B_1 \Rightarrow \Phi_1 = L_1 I = N_1 B_1 S$

поток для катушки поток по определению

$$\Rightarrow \dot{I} = \frac{N_1 S}{L_1} \cdot \frac{dB_1}{dt} = \frac{\alpha N_1 S}{L_1} = \frac{\alpha \cdot n S}{L}$$

2) $B_1(t)$: от B_0 до $\frac{B_0}{3}$
 $B_2(t)$: от $3B_0$ до $\frac{8B_0}{3}$

рассмотрим сверху катушки. суммарный поток через обе катушки.



$\Phi = L_1 I + L_2 I = N_1 B_1 S + N_2 B_2 S$

$(L_1 + L_2) I = (N_1 B_1 + N_2 B_2) S$

и $17L I = (n B_1 + 4n B_2) S$

продифференцируем по времени (*)

$17L \dot{I} = (n S \dot{B}_1 + 4n S \dot{B}_2) \cdot \frac{1}{17}$

$17L \int dI = - \left(n S \int_{B_0}^{\frac{B_0}{3}} dB_1 + 4n S \int_{3B_0}^{\frac{8B_0}{3}} dB_2 \right) \Rightarrow 17L I = - \left(-\frac{2}{3} n B_0 S + 4n S \cdot -\frac{3}{4} \right) =$

$\Rightarrow 17L I = \frac{11}{3} n B_0 S \Rightarrow I = \frac{11}{51} \frac{n B_0 S}{L}$ ← ток в конце изменения.

Ответ: 1) $\dot{I} = \frac{\alpha n S}{L}$

2) $I_{\text{в конце}} = \frac{11}{51} \frac{n B_0 S}{L}$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$2mv^2 + mgy = \text{const}$$

$$4mv^2 + 2mgy \sin \alpha = 0$$

$$2mg \left(\frac{1}{4} - \frac{5}{13} \right) = \chi mg \left(\frac{13-20}{13 \cdot 4} \right) = -\frac{7}{26} mg$$

$$F_{2x} = F_1 \cos \alpha_1 - N_1 \sin \alpha_1 + N_2 \sin \alpha_2 - F_2 \cos \alpha_2$$

$$N_1 = mg \cdot \frac{4}{5}$$

$$N_2 = \chi mg \cdot \frac{16}{13}$$

$$F_1 = \frac{9}{25} mg$$

$$F_2 = \frac{4}{16} mg$$

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 13 \\ \hline 108 \\ 36 \\ \hline 468 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 13 \\ 13 \\ \hline 169 \\ 12 \\ \hline 338 \\ 169 \\ \hline 2028 \end{array}$$

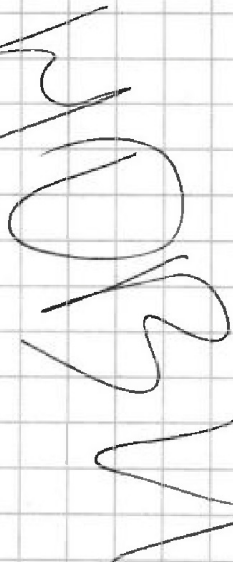
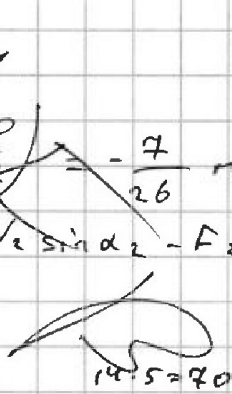
$$\begin{array}{r} 2028 \\ - 468 \\ \hline 1560 \\ + 300 \\ \hline 1860 \\ 1 - 15 \\ \hline 25 \quad 36 \\ \times 12 \quad 35 \\ \hline 50 \quad 10 \\ 25 \\ \hline 300 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 12 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ - 28 \\ \hline 36 \quad 2 \\ \times 18 \\ \hline 154 \\ 48 \\ + 14 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$\frac{42}{28} = \frac{36}{14} = \frac{18}{7}$$

$$\begin{array}{r} 42 \\ 72 \overline{) 144} \\ \underline{72} \\ 72 \end{array}$$



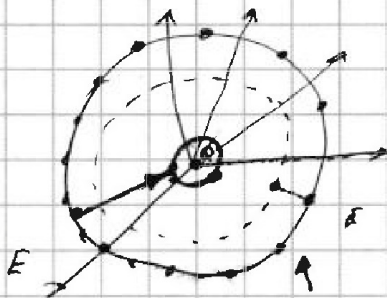


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$q = CU = CU \cdot d$$

$$W = \frac{1}{2} q \varphi = \frac{1}{2} CU^2$$

$$C = \epsilon \epsilon_0$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \cdot E^2 d = \frac{1}{2} \epsilon \epsilon_0 E^2 V$$

$$W = \frac{1}{2} q \varphi$$

$$\varphi = \frac{2W}{q} = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2 V}{Q} = \frac{\epsilon \epsilon_0}{Q} \cdot V \cdot \frac{k^2 Q^2}{x^2}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x} = \frac{2}{x}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x} = \frac{2}{x}$$

$$\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x} \right) \frac{\epsilon \epsilon_0}{Q} = \frac{1}{x} - \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{x} = \frac{1}{x} - \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{x} = \frac{1}{x} - \frac{1}{x}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\varphi = 0$$

$$E = -\frac{d\varphi}{dx}$$

$$E dx = -d\varphi$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \cdot \frac{dx}{x^2} = -d\varphi$$

$$\varphi = L \cdot I \cdot n$$

$$\int_0^L I \cdot n \cdot dx = \int_0^L S \cdot B_1 + S \cdot B_2 + S \cdot B_3$$

$$E_i = -\nabla \cdot \mathbf{I}$$

$$E_i = n \cdot L \cdot \mathbf{I} = n \cdot B \cdot S$$



$$B_1, B_2, B_3$$



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!

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$ES = \frac{\epsilon q}{\epsilon \epsilon_0}$$

$$C = \frac{q}{U}$$

$$C = \frac{q}{E \cdot X}$$

$$W = \frac{1}{2} q \Delta \varphi = \frac{1}{2} C E^2 X^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \cdot E^2 \cdot X^2$$

$$dW = \frac{1}{2} \epsilon \epsilon_0 E^2 S dx$$

$$W = \frac{1}{2} q \Delta \varphi$$

$$\Delta \varphi = \frac{2W}{q} = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2 S dx}{q}$$

$$\Delta \varphi = \epsilon \epsilon_0 \left(\frac{1}{\epsilon \epsilon_0} \right) q$$

$$\varphi = \frac{q}{4 \pi \epsilon \epsilon_0 X}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{1}{\frac{4 \pi \epsilon \epsilon_0 R}{q}}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = \frac{1}{\frac{4 \pi \epsilon \epsilon_0 R}{q}} + \frac{K}{X - X_0}$$

$$\Rightarrow \varphi = \left(3 + \frac{3R}{2X} \right) \varphi_0$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = 1$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_0} = \frac{1}{\frac{4 \pi \epsilon \epsilon_0 R}{q}} = B + \frac{K}{R - X_0}$$

$$\frac{\frac{Q}{R} \left(\frac{1}{4 \pi \epsilon \epsilon_0} \right)}{\varphi_0} = B + \frac{K}{R - X_0}$$

$$B = 5 - \frac{3}{R} \cdot \frac{2R}{3} = 3$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = 3 + \frac{2R}{3X}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = 3 + \frac{2R}{3X}$$

$$\varphi = \left(3 + \frac{3R}{2 \cdot \frac{2R}{3}} \right) \varphi_0$$

$$\left(3 + \frac{3}{2} \right) \varphi_0$$

$$B + \frac{3K}{2R} = 5$$

$$B + \frac{3K}{2R} = 4$$

$$B + \frac{3K}{R} = 5$$

$$B + \frac{3K}{2R} = 4$$

$$\frac{3K}{R} - \frac{3K}{2R} = 1$$

$$\frac{B - 3K}{2R} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} \frac{K}{R} = 1$$

$$\Rightarrow K = \frac{2R}{3}$$



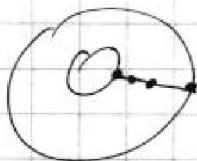
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dx}{x^2}$$



$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_R = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{x} + \frac{1}{R} \right)$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi\left(\frac{5}{6}R\right) = \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{5}{6}R} = \frac{3}{10} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\varphi\left(\frac{2R}{3}\right) = \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{2}{3}R} = \frac{9}{4} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{3}{2} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = 4$$

$$\varphi\left(\frac{1}{3}R\right) = \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 R} \varphi_0 = 5$$

$$\frac{1}{x} \Big|_{x_0} = -\frac{1}{x} + \frac{1}{x_0}$$

$$-(\varphi - \varphi_0) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\varphi_0 - \varphi$$

$$\varphi_0 - \varphi =$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi - \varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x_0} \right)$$

$$\varphi = \left(\varphi_0 - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x_0} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\varphi = C + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 x}$$

$$\frac{\varphi\left(\frac{R}{2}\right)}{\varphi_0} = 5\varphi_0 = C + \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow C = 5\varphi_0 -$$

$$\frac{Q}{\pi\epsilon_0 R} = 8\varphi_0 R$$

$$3\varphi_0 + \frac{1}{4} \cdot \frac{2Q}{R} \varphi_0 R = 3\varphi_0 + \frac{1}{2} \varphi_0 R \quad \varphi_0 = \frac{3}{8} \frac{Q}{\pi\epsilon_0 R}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$\frac{5}{4} =$$

$$\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)' = 3 + \frac{2}{3} \frac{R}{x}$$

$$\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)' = \frac{2}{3} R (x^{-1})' = \frac{2}{3} R \cdot -1 \cdot \frac{1}{x^2}$$

$$\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)' = -\frac{2}{3} \frac{R}{x^2}$$

$$\varphi' = \varphi_0 - \frac{2}{3} \frac{R}{x^2}$$

$$\frac{2\varphi_0}{12}$$

$$\frac{\frac{3}{6}R}{\frac{1}{12}}$$

$$\frac{4}{12} - \frac{1}{3} = \frac{4-4}{12} = \frac{0}{12} = 0$$

$$-\frac{2\varphi_0}{14R}$$

$$-8 \frac{\varphi_0}{R}$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$\varphi' = \frac{2}{3} \varphi_0 \left(\frac{R}{x}\right)' = -\frac{2}{3} \varphi_0 \frac{R}{x^2}$$

$$E(x) = \frac{2}{3} \frac{\varphi_0 R}{x^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{2}{3} \frac{\varphi_0 R^{\frac{x}{R}} + \frac{2}{3} = 8 \cdot 354 \cdot \frac{x^p}{d^p}$$

$$\frac{x}{R} + \frac{2}{3} = \varphi_0 \cdot 8 \cdot 354$$

$$\frac{x}{R} + \frac{2}{3} = \frac{4}{3} \frac{R}{x} \cdot 8 \cdot 354$$

$$\frac{x}{R} + \frac{2}{3} = 3 + \frac{2}{3} \frac{R}{x}$$

оде



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!

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{5} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{h} + \frac{1}{5} = \frac{3}{h}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{2}{h} \Rightarrow \left(5 = \frac{h}{2}\right)$$

$$\frac{5}{3}$$

$$\frac{44}{55-11} / \frac{55+11}{3 \cdot 2}$$

$$\frac{4}{25} \cdot \frac{25}{100}$$

$$\frac{44}{122} \cdot \frac{122}{188} = \frac{44}{3}$$

$$\frac{10}{1} + \frac{12}{3} + \frac{1}{2} = \frac{6}{2} + \frac{4}{2} + \frac{1}{2} = \frac{11}{2}$$

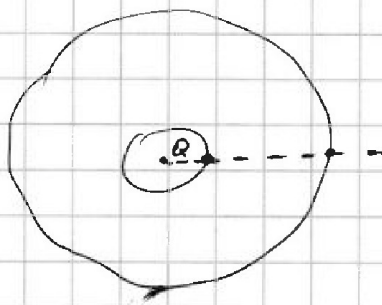
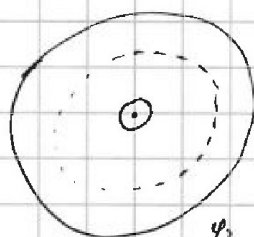
$$\frac{1}{6} \cdot \frac{24}{120} = \frac{4}{600} = \frac{1}{150}$$

$$\frac{44}{24} \cdot \frac{24}{88} = \frac{44}{968} = \frac{1}{22}$$

$$\frac{15}{8} = \frac{15}{22}$$

$$\frac{45 \cdot 50 \cdot 40}{4} = 4500$$

$$\frac{45 \cdot 50 \cdot 40}{4} = 5400$$



$$\frac{KQ}{x^2} dx = -d\varphi$$

$$KQ \left[-\frac{1}{x} \right]_{x_1}^{x_2} = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$KQ \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right) = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$KQ \left(\frac{3}{R} - \frac{3}{2R} \right) = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$KQ \left(\frac{6-3}{2R} \right)$$

$$\frac{3}{2} \frac{KQ}{R} = 540 - 440$$

$$\frac{3}{2} \frac{KQ}{R} = 40$$

$$\frac{3}{2} \frac{1}{45 \cdot 50} \frac{Q}{R} = 40$$

$$\varphi_1 = \frac{Q}{45 \cdot 50 \cdot R}$$

$$\varphi_2 = \frac{Q}{45 \cdot 50 \cdot R}$$