

Титульный лист

Направление ☐ анализ данных ☐ информатика ☐ история
☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык
☒ физика ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия Н Е Д В Е Ц К И Й

Имя В Я Ч Е С Л А В

Отчество С Е Р Г Е Е В И Ч

Дата рождения 1 8 0 2 2 0 0 8

Город участия Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

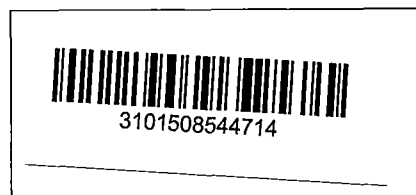
Аудитория 3

Дата 3 1 0 1 2 0 2 6

Подпись

Пример
заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление ☐ анализ данных ☐ информатика ☐ история
☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык
☒ физика ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Город участия Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Заполняется организаторами

Количество доп. листов Количество черновиков к проверке

Время выхода с до

Протокол проверки

Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	0	0	25	0						
Балл члена жюри №2	0	0	25	0						

Итоговый балл 25

Подпись
члена жюри №1

Подпись
члена жюри №2

Пример
заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Линия отреза

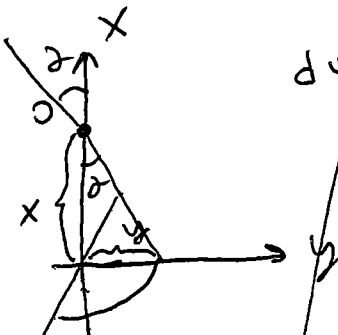
Бланк ответов

ЗАДАЧА №3



конус с высотой H и радиусом основания R
 ρ - объемная плотность заряда

найдём потенциал в т. O φ



$$d\varphi = \frac{k dq}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \quad dq = \rho dV = \rho \cdot 2\pi y dx dy$$

$$d\varphi = \frac{k \cdot \rho \cdot 2\pi y \cdot dx dy}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

$$\varphi = k \rho 2\pi \int_0^H dx \int_0^{\frac{xR}{H}} \frac{y dy}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

$$t = x^2 + y^2 \quad \frac{dt}{dy} = 2y$$

$$(*) \int_0^{\frac{xR}{H}} \frac{y dy}{(x^2 + y^2)^{3/2}} = \left| \frac{t = x^2 + y^2}{\frac{dt}{dy} = 2y} \right| = \int_{x^2}^{x^2 + \frac{x^2 R^2}{H^2}} \frac{1}{2} \frac{dt}{t^{3/2}} = \frac{1}{2} \left[-\frac{1}{\sqrt{t}} \right]_{x^2}^{x^2 + \frac{x^2 R^2}{H^2}} = \frac{1}{x} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{H^2}}} \right]$$

$$\varphi = k \rho 2\pi \int_0^H \frac{1}{x} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{H^2}}} \right] dx =$$

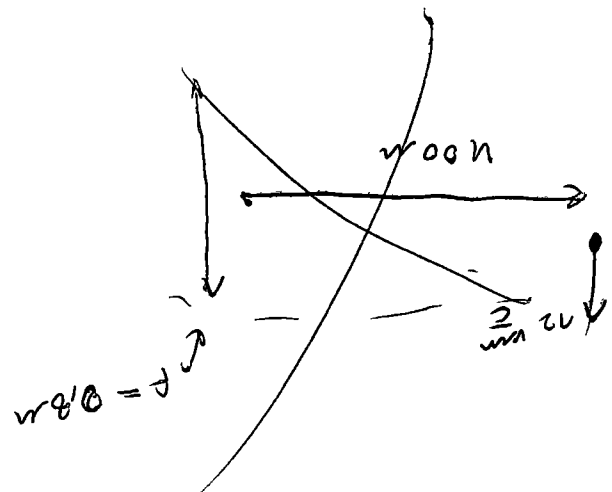
$$\psi = k \rho 2\pi \int_0^H dx \int_0^{\frac{xR}{H}} \frac{y dy}{x^2 + y^2}$$

(*)

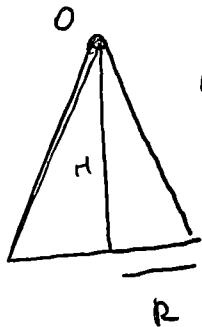
$$(*) \int_0^{\frac{xR}{H}} \frac{y dy}{x^2 + y^2} = \left| \begin{array}{l} t = x^2 + y^2 \\ \frac{dt}{dy} = 2y \end{array} \right| = \frac{1}{2} \int_{x^2}^{x^2 + \frac{x^2 R^2}{H^2}} \frac{dt}{t} =$$

$$= \frac{1}{2} \ln \left(\frac{x^2 + \frac{x^2 R^2}{H^2}}{x^2} \right) = \frac{1}{2} \ln \left(1 + \frac{R^2}{H^2} \right)$$

$$\psi = k \rho 2\pi \int_0^H \frac{1}{2} \ln \left(1 + \frac{R^2}{H^2} \right)$$

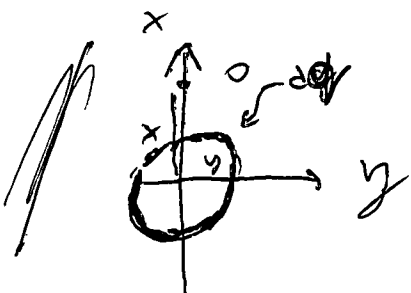


ЗАДАЧА N3



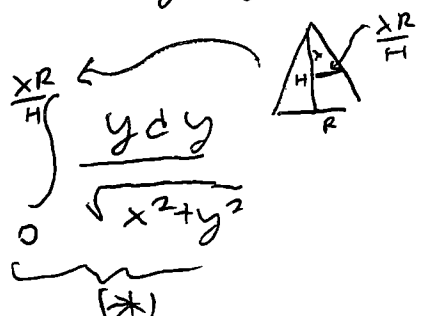
конус с высотой h и радиусом R
 ρ - объем
 плотность зарядов

Найдем потенциал в O



$$d\rho = \frac{k dq}{\sqrt{x^2 + y^2}}, \quad dq = \rho \, dx \, 2\pi y \, dy$$

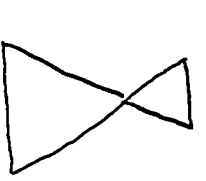
$$\varphi = k 2\pi \rho \int_0^h dx$$



$$(*) \int_0^{\frac{xR}{H}} \frac{y \, dy}{\sqrt{x^2 + y^2}} = \left| \frac{dt}{dy} = 2y \right| = \int_{x^2}^{x^2 + \left(\frac{xR}{H}\right)^2} \frac{1}{2} \frac{dt}{\sqrt{t}} =$$

$$= \frac{1}{2} \int_{x^2}^{x^2(1 + \frac{R^2}{H^2})} t^{-\frac{1}{2}} dt = \frac{1}{2} \cdot 2 \left[\sqrt{x^2(1 + \frac{R^2}{H^2})} - \sqrt{x^2} \right] = x \left(\frac{\sqrt{H^2 + R^2}}{H} - 1 \right)$$

$$\varphi = k 2\pi \rho \left(\frac{\sqrt{H^2 + R^2}}{H} - 1 \right) \int_0^H x \, dx = k 2\pi \rho \left(\frac{\sqrt{H^2 + R^2}}{H} - 1 \right) \cdot \frac{H^2}{2} = \varphi_1$$



полюс
притягивания

$\rho = \rho_1$
 $\frac{1}{2} H \pi R^2 \rho_1 = \rho_2 \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{H}{2} \cdot \frac{R^2}{4} \cdot \pi + \frac{1}{2} H \pi R^2 \right)$
 в центре заряда

$$\Rightarrow \rho_1 = \rho_2 \left(\frac{1}{8} + 1 \right) = \frac{9}{8} \rho_2$$

$$\varphi_2 = \frac{8}{9} \varphi_1 + \frac{8}{9} \rho_1 k 2\pi \left(\frac{\sqrt{H^2 + R^2}}{H} - 1 \right) \frac{H^2}{2} = \frac{8}{9} \varphi_1 + \frac{2}{9} \varphi_1 = \frac{10}{9} \varphi_1$$

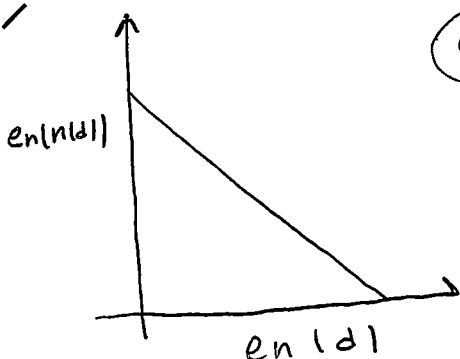
$$\varphi_2 = \frac{8}{9} \varphi_1 + \frac{8}{9} \rho_1 k 2\pi \left(\frac{\sqrt{H^2 + R^2}}{H} - 1 \right) \frac{H^2}{4} = \frac{8}{9} \varphi_1 + \frac{2}{9} \varphi_1 = \frac{10}{9} \varphi_1$$

Ответ: потенциал увеличился в $\frac{10}{9}$ раз

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{10}{9}$$

ЗАРЯНА №

Задача N 1



$$en(hd) = 1,5 - \frac{1,5}{3} en(d)$$

$$en(hd) = 0 + A en(d)$$

$$en(hd) \mid en(d)$$

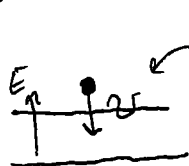
$$\begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ 1,6 & -3 \end{array}$$

$$0 = 0 + 0 \Rightarrow 0 = 0$$

$$1,6 = A(-3) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = -\frac{1,6}{3}$$

$$en(hd) = -\frac{1,6}{3} en(d)$$



путь, выходящий
в конденсатор
 $Eq = ma \Rightarrow a = \frac{Eq}{m} = \omega^2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow d = \frac{v^2}{2a}$ ← путь пройден
частицей до
отражения

Путь N - расстояние
путь

$$N = \frac{N^*}{V}, \text{ где } V - \text{объем конденсатора}, N^* - \text{число электронов}$$

$$h(d) = e^{-\frac{1,6}{3} en(d)} = d^{-\frac{1,6}{3}} \Rightarrow h = d^{-\frac{1,6}{3}}$$

поле
путь

разделение
до от

$$N = \frac{N^*}{V} d^{-\frac{1,6}{3}} = \frac{N^*}{V} \left(\frac{v^2}{2a} \right)^{-\frac{1,6}{3}}$$

$$N = \frac{N^*}{V} (2a)^{\frac{1,6}{3}} \frac{1}{v^{\frac{3,2}{3}}}, \quad \frac{3,2}{3} \approx 1 \Rightarrow$$

$$N \sim \frac{1}{v}$$

Отв количество частиц обратно пропорционально
скорости

ЗАРЯДА №2

