

## 1 Электростатика. Постоянный ток.

- Система состоит из полусферы несущей равномерно распределённый заряд с поверхностной плотностью  $\sigma = 5 \text{ нКл}/\text{м}^2$ . Рассчитать модуль напряжённости электростатического поля, создаваемого полусферой в её центре.

**Ответ:**  $E \approx 0.14 \text{ кВ}/\text{м}$ .

- Система представляет собой область пространства заполненного зарядом с объёмной плотностью  $\rho = \rho_0 \exp(-\alpha r^3)$ , где  $\rho_0$  и  $\alpha$  – положительные постоянные, а  $r$  – расстояние от центра системы. Найти модуль напряжённости электростатического поля, как функцию  $r$ .

**Ответ:**  $E(r) = \frac{\rho_0}{3\epsilon_0 \alpha r^2} (1 - \exp(-\alpha r^3))$ .

- Система состоит из равномерно заряженного шара радиуса  $R = 20 \text{ см}$ . Рассчитать разность потенциалов между точками, лежащими на расстоянии  $r_1 = 1 \text{ см}$  и  $r_2 = 15 \text{ см}$  от центра шара. Объёмная плотность заряда  $\rho = 10 \text{ нКл}/\text{м}^3$ . Диэлектрическая проницаемость вещества из которого состоит шар  $\epsilon = 1$ .

**Ответ:**  $\Delta\varphi \approx 4.2 \text{ В}$ .

- Зазор между пластинами плоского конденсатора полностью плоская слюдяная пластина ( $\epsilon_1 = 7$ ) толщиной  $d_1 = 2 \text{ мм}$ , и слой парафина ( $\epsilon_1 = 2$ ) толщиной  $d_2 = 1 \text{ мм}$ . Рассчитать модули напряжённости электрического поля в обоих диэлектриках, если разность потенциалов между пластинами  $U = 200 \text{ В}$ .

**Ответ:**  $E_1 \approx 36 \text{ кВ}/\text{м}$ ,  $E_2 \approx 0.13 \text{ МВ}/\text{м}$ .

- На расстоянии  $l = 1.5 \text{ см}$  от проводящей плоскости расположен точечный заряд  $q = 100 \text{ мКл}$ . Рассчитайте работу, которую необходимо совершить против электрических сил, чтобы медленно удалить этот заряд от плоскости на бесконечность.

**Ответ:**  $A \approx 0.15 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ .

6. По прямому проводнику длины  $l = 400$  м течёт постоянный ток, сила которого  $I = 10$  А. Рассчитать суммарный импульс электронов в проводнике.

**Ответ:**  $p = 2.3 \cdot 10^{-8}$  Н с.

## 2 Магнитостатика. Закон электромагнитной индукции Фарадея.

1. Замкнутый контур с током имеет вид прямоугольника с диагональю  $d = 16$  см, угол между диагоналями  $\alpha = 30^\circ$ . Сила тока, протекающего по контуру  $I = 5$  А. Рассчитать модуль индукции магнитного поля в центре контура.

**Ответ:**  $B \approx 0.1$  мТл.

2. Два бесконечных прямых параллельных проводника разделены расстоянием  $d = 20$  см. По проводникам в противоположных направлениях текут токи  $I_1 = I_2 = 10$  А. Рассчитать модуль напряжённости магнитного поля в точке, равноудалённой от обоих проводников на расстояние  $a = 20$  см.

**Ответ:**  $H \approx 8$  А/м.

3. По проводу бесконечной длины, имеющего форму цилиндра радиуса  $R$  течёт постоянный ток, плотность которого зависит от расстояния до центра провода как  $\mathbf{j} = \alpha r \mathbf{e}_z$ . Рассчитать вектор магнитной индукции создаваемый током внутри и вне провода, как функцию  $r$  (магнитная проницаемость всюду равна 1).

**Ответ:**  $\mathbf{B}(r < R) = \frac{\mu_0 \alpha r^2}{3} \mathbf{e}_\varphi$ ,  $\mathbf{B}(r > R) = \frac{\mu_0 \alpha R^3}{3r} \mathbf{e}_\varphi$ .

4. В однородное магнитное поле с магнитной индукцией  $B = 0.4$  Тл перпендикулярно полю с постоянной скоростью влетает заряженная частица. В течении 6 мкс включается постоянное электрическое поле напряжённостью  $E = 300$  В/м сонаправленно магнитному полю. Рассчитать шаг винтовой траектории

частицы после выключения электрического поля.

**Ответ:**  $h = 0.28$  м.

5. Квадратная рамка со стороной  $a = 70$  см помещена в магнитное поле так, что нормаль к рамке составляет угол  $\alpha = 45^\circ$  с направлением магнитного поля. Индукция магнитного поля меняется по закону  $B = B_0 \cos \omega t$ , где  $B_0 = 0.2$  Тл,  $\omega = 6$  с<sup>-1</sup>. Рассчитать ЭДС индукции, возникающей в рамке в момент времени  $t = 3$  с.

**Ответ:**  $\varepsilon = -0.31$  В.

6. Плотность витков в катушке  $n = 25$  см<sup>-1</sup>. Рассчитать объёмную плотность энергии магнитного поля в катушке при токе  $I = 2$  А.

**Ответ:**  $w \approx 16$  Дж/м<sup>3</sup>.