

### Задача 6, Вправа 43 (Бар'яхтар)

6. Дві маленькі кульки, заряди яких однакові за модулем, перебуваючи в трансформаторному мастилі на відстані 50 см одна від одної, взаємодіють із силою 2,2 мН. Визначте модуль заряду кожної кульки. Діелектрична проникність трансформаторного мастила 2,2.

$$q_1 = q_2 = q$$

$$r = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$F = 2,2 \text{ мН} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

$$\varepsilon = 2,2$$

$$q - ?$$

**Розв'язування.** Це звичайна задача на кулонівську взаємодію, але оскільки вона відбувається в діелектричному середовищі з проникністю  $\varepsilon$ , то слід використати таку формулу:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q \cdot q}{\varepsilon r^2} = k \frac{q \cdot q}{\varepsilon r^2} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{F\varepsilon r^2}{k}} = r \sqrt{\frac{F\varepsilon}{k}}$$

Отже, обчислюємо:

$$q = 0,5 \text{ м} \sqrt{\frac{2,2 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot 2,2}{9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{Кл}^2}} \approx 3,67 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

### Задача 7, Вправа 43 (Бар'яхтар)

7. Заряджена металева кулька масою 40 г і об'ємом 4,2 см<sup>3</sup> лежить на дні посудини з мастилом. Після того як систему помістили в однорідне електростатичне поле напруженістю 4,0 МВ/м, кулька спливла. Знайдіть мінімальний заряд кульки. Густина мастила 800 кг/м<sup>3</sup>, діелектрична проникність — 5.

$$m = 40 \text{ г} = 0,040 \text{ кг}$$

$$V = 4,2 \text{ см}^3 = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$E = 4,0 \text{ МВ} / \text{м} = 4 \cdot 10^6 \text{ В} / \text{м}$$

$$\varepsilon_m = 5$$

$$\rho_m = 800 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$q - ?$$

**Розв'язування.** Щоби кулька спливла вертикально, очевидно, що поле повинно бути також вертикально напрямлене. В такому разі на кульку діють сила тяжіння  $F_T = mg$ , спрямована вниз та дві сили, спрямовані догори: виштовхувальна сила Архімеда:

$$F_A = \rho_m g V$$

і сила електростатичної взаємодії зарядженої кульки з полем:

$$F_{ел} = \frac{E \cdot q}{\varepsilon_m}$$

Тут враховано, що поле всередині масла (діелектрика) в  $\varepsilon_m$  разів слабше, ніж у вакуумі. Отже,

$$F_T = F_A + F_{ел} \Rightarrow mg = \rho_m g V + \frac{E \cdot q}{\varepsilon_m} \Rightarrow q = g\varepsilon_m \cdot \frac{m - \rho_m V}{E}$$

Обчислюємо:

$$q = 9,8 \text{ Н} / \text{кг} \cdot 5 \cdot \frac{0,04 \text{ кг} - 800 \text{ кг} / \text{м}^3 \cdot 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{4 \cdot 10^6 \text{ В} / \text{м}} \approx 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$