

11.12. По двум длинным параллельным проводам текут в противоположных направлениях токи $I_1 = 10$ А и $I_2 = 15$ А. Расстояние между проводами $d = 10$ см. Определить напряжённость H магнитного поля в точке, удалённой от первого провода на $r_1 = 15$ см и от второго на $r_2 = 10$ см.

Дано:

$$I_1 = 10 \text{ А}$$

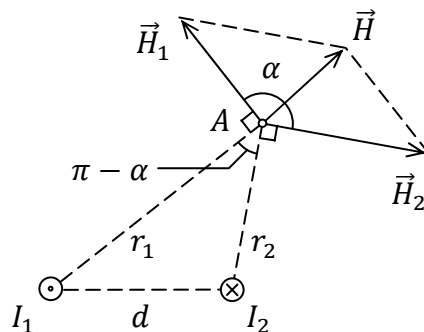
$$I_2 = 15 \text{ А}$$

$$d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$r_1 = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$$

$$r_2 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$H = ?$$



Решение.

В соответствии с принципом суперпозиции:

$$\vec{H} = \vec{H}_1 + \vec{H}_2, \quad (1)$$

где \vec{H}_1 и \vec{H}_2 – напряжённости полей, создаваемых в точке A токами I_1 и I_2 соответственно.

Возводя равенство (1) в квадрат, получим:

$$H^2 = H_1^2 + H_2^2 + 2H_1H_2 \cos \alpha,$$

где α – угол между векторами \vec{H}_1 и \vec{H}_2 .

Откуда:

$$H = \sqrt{H_1^2 + H_2^2 + 2H_1H_2 \cos \alpha}. \quad (2)$$

Значения H_1 и H_2 найдём по формуле напряжённости поля прямого тока:

$$H_1 = \frac{I_1}{2\pi r_1}, \quad H_2 = \frac{I_2}{2\pi r_2}.$$

По теореме косинусов:

$$d^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos(\pi - \alpha).$$

Так как $\cos(\pi - \alpha) = -\cos \alpha$, то:

$$d^2 = r_1^2 + r_2^2 + 2r_1r_2 \cos \alpha,$$

откуда:

$$\cos \alpha = \frac{d^2 - r_1^2 - r_2^2}{2r_1r_2}.$$

Подставляя выражения H_1 , H_2 и $\cos \alpha$ в формулу (2), получим:

$$H = \sqrt{\frac{I_1^2}{4\pi^2 r_1^2} + \frac{I_2^2}{4\pi^2 r_2^2} + 2 \frac{I_1}{2\pi r_1} \frac{I_2}{2\pi r_2} \frac{d^2 - r_1^2 - r_2^2}{2r_1 r_2}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{I_1^2}{r_1^2} + \frac{I_2^2}{r_2^2} + \frac{I_1 I_2 (d^2 - r_1^2 - r_2^2)}{r_1^2 r_2^2}}.$$

Подставляя числовые значения, находим:

$$H = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{10^2}{0,15^2} + \frac{15^2}{0,1^2} + \frac{10 \cdot 15 \cdot (0,1^2 - 0,15^2 - 0,1^2)}{0,15^2 \cdot 0,1^2}} = 17,4 \text{ А/м.}$$

Ответ: $H = 17,4 \text{ А/м.}$