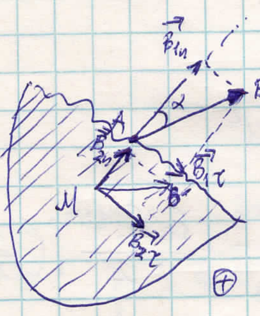
2.293, Индукция магнитного поля в вакууме вблизи плоской поверхности однородного изотропного магнетика равна B, причем вектор B составляет угол α с нормалью к поверхности. Магнитная проницаемость магнетика μ. Найти индукцию B' магнитного поля в магнетике вблизи поверхности.



Решение:

Имеем: $\vec{B}_{2n}$ – нормальной составляющий

$\vec{B}_{2\tau}$ – тангенциальной составляющий

$$B' = \sqrt{B_{2n}^2 + B_{2\tau}^2}.$$

$\oplus$ $H_{2\tau} = H_{1\tau}$; $\oplus$ $B_{1\tau} = \mu_0 H_{1\tau}$.

$\oplus$ $B_{2n} = B_{1n} = B\cos\alpha$

$\oplus$ $B_{2\tau} = \mu\mu_0 \cdot H_{2\tau} = \mu_0\mu_0 H_{1\tau} =$

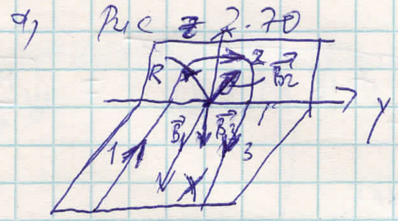
$= \mu \cdot B_{1\tau} = \mu \cdot B \cdot \sin\alpha.$

$$\Rightarrow \quad B' = B\sqrt{\cos^2\alpha + \mu^2 \cdot \sin^2\alpha}.$$

2.239. Найти магнитную индукцию в точке О, если проводник с током $I = 8$ А имеет вид, показанный: а) на рис 2.70 ; б) на рис 2.71
Радиус изогнутой части проводника $R = 100$ мм, прямолинейные участки проводника очень длинные.

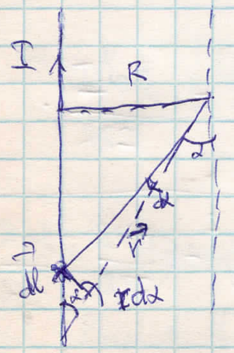
Дано
$I = 8$ А
$R = 100$ мм
B_0 – ?

а) Рис 2.70



Решение: По правилу правой руки, определяется направление $\vec{B_1}$, $\vec{B_2}$, $\vec{B_3}$.

$$d\vec{B_1} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot I \cdot \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}$$



$$\frac{R}{r} = \sin\alpha, \qquad \frac{r\,d\alpha}{dl} = \sin\alpha$$

$$r = \frac{R}{\sin\alpha} \qquad dl = \frac{r\,d\alpha}{\sin\alpha} = \frac{R\,d\alpha}{\sin^2\alpha}$$

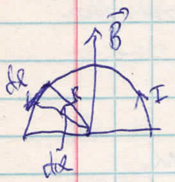
$$\Rightarrow dB_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{R\,d\alpha \cdot \sin^2\alpha \cdot \sin\alpha}{\sin^2\alpha \cdot R^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \cdot \sin\alpha\, d\alpha = dB_1$$

$$\Rightarrow B_1 = \int dB_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \cdot \int_0^{\pi} \sin\alpha\, d\alpha = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}.$$

$$B_3 = B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

$d\vec{B}_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot I \cdot \frac{[\vec{dl}, \vec{r}]}{R^3} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{d\varphi \cdot R^2}{R^3}$

$\langle dl = R\,d\varphi \rangle$



$dl = R\,d\alpha.$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\, d\varphi$$

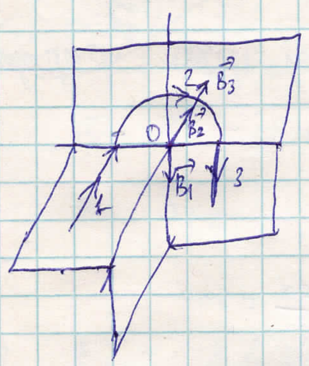
$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \int_0^{\pi} d\varphi = \frac{\mu_0 I}{4R}.$$

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$$

$$\Rightarrow B = \sqrt{B_2^2 + (B_1 + B_3)^2} = \sqrt{\left(\frac{\mu_0 I}{4R}\right)^2 + \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \cdot 2\right)^2}$$

$$= 30 \text{ мкТ}.$$

Нора2.71:



$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4R}, \quad B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

$$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \int_0^{\pi} \sin\alpha\, d\alpha = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \cdot 2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}.$$

$$\Rightarrow B = \sqrt{B_1^2 + (B_2 + B_3)^2} = \sqrt{\left(\frac{\mu_0 I}{2\pi R}\right)^2 + \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi R} + \frac{\mu_0 I}{4R}\right)^2}$$

$$= 34 \text{ мкТ}.$$

2258

спира

рси

Вн

. Кай

нумре

Да

N=

I

а)

B

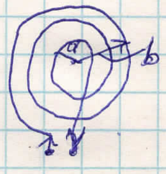
b)

2.258) Тонкий провод (с изоляцией) образует плоскую спираль из $N=100$ плотно расположенных витков, по которому течет ток $I = 8$ мА. Радиусы внутреннего и внешнего витков ~~(рис...)~~. равны $a = 50$ мм $b = 100$ мм. Найти: а) индукцию В магнитного поля в центре спирали.

b) магнитный момент при данном токе.

Дано
$N=100$
$I = 0{,}008A$
$a = 0{,}05$ м; $b = 0{,}1$ м

Найти: а) B-? ; b) $P_m = ?$



а) магнитная индукция одного витка (окружности)

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2r}.$$

$$\frac{dN}{N} = \frac{dr}{b-a} \Rightarrow dN = \frac{N}{b-a}\, dr$$

$$\Rightarrow B = \int B_1\, dN = \int B_1 \frac{N}{b-a} dr = \frac{N}{b-a}\int \frac{\mu_0 I}{2r}\cdot dr = \frac{N}{b-a}\frac{\mu_0 I}{2}\ln r\Big|_a^b$$

$$\approx 7 \text{ мкТ}.$$

b) Магнитный момент одного витка.

$$P_{m1} = I \cdot S = I \cdot \pi r^2$$

$$P_m = \int P_{m1}\, dN = \int I \pi r^2 \cdot \frac{N}{b-a}\cdot dr =$$

$$= I \cdot \pi \cdot \frac{N}{b-a} \cdot \int_a^b r^2 \, dr = I \pi \cdot \frac{N}{b-a} \cdot \frac{r^3}{3} \Big|_a^b$$

$$= 0{,}088 \cdot \pi \cdot \frac{100}{0{,}1 - 0{,}05} \cdot \frac{1}{3} (0{,}1^3 - 0{,}05^3)$$

$$= 0{,}015 \ (A \cdot m^2).$$