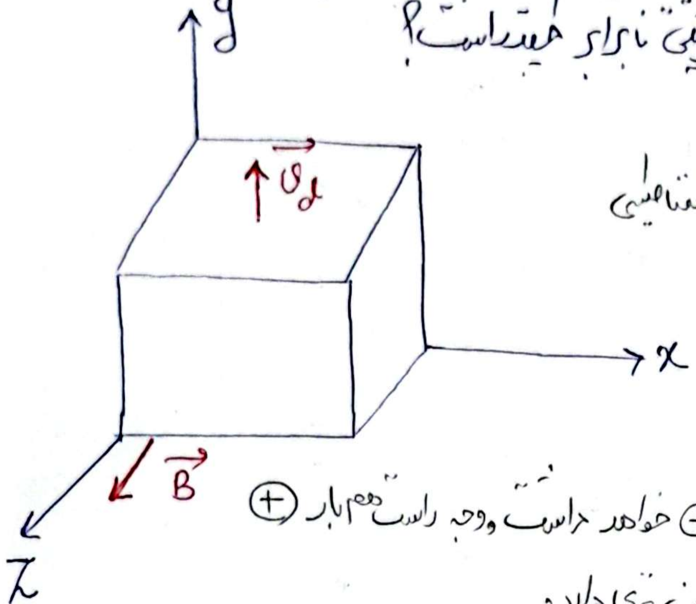
فصل ۸ فیزیک ۲ : فصل میدان‌های مغناطیسی

① یک مکعب فلزی توپر به طول ضلع $d = 1/5\,cm$ در جهت $+y$ با سرعت ثابت $v_d = 4\,m/s$ حرکت می‌کند.
حرکت مکعب در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = 0/05\,T\,\hat{a}_z$ انجام می‌گیرد.

الف) در اثر این حرکت کدام وجه مکعب پتانسیل الکتریکی پایین‌تر و کدام وجه پتانسیل الکتریکی بالاتری دارد؟

ب) اختلاف پتانسیل این دو وجه دارای پتانسیل الکتریکی نابرابر چقدر است؟



الف) ذرات باردار همان الکترون‌های هدایتی با بار ⊖ هستند.

- هرگاه یک ذره‌ی باردار از میدان مغناطیسی $\vec{B}$ عبور کند نیروی مغناطیسی بر آن اثر می‌کند: $\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$

طبق شکل ← $\vec{v}_d \times \vec{B}$ ⇐ سمت راست

چون q ← الکترون با بار ⊖ ⇐ $\vec{F}_B$ ⇐ به سمت چپ

← در نتیجه الکترون‌ها در وجه سمت چپ جمع شده‌اند و آن وجه بار ⊖ خواهد داشت و وجه راست هم بار ⊕

یعنی وجه راست ⇐ پتانسیل بالاتر و وجه چپ ⇐ پتانسیل پایین‌تری دارد.

(در واقع $\vec{F}_B$: نیروی وارد بر الکترون‌ها است که به سمت چپ وارد می‌شود یعنی تجمع الکترون‌ها در سمت چپ است)

- در واقع این مکعب فلزی دارای الکترون‌های رسانش (هدایتی) با بار ⊖ است و این بارهای ⊖ هستند که حرکت می‌کنند.

ب) با جدا شدن بارها یک میدان $\vec{E}$ از وجه سمت راست به وجه سمت چپ ایجاد می‌شود و: $\vec{F}_E = q\vec{E}$ (دارای بار ⊖ ، به سمت چپ)

← $\vec{F}_E$ (نیروی الکتریکی) به بارها به سمت راست اعمال می‌شود.

$\vec{F}_B \longleftarrow ⊖ \longrightarrow \vec{F}_E$ → در حالت تعادل: $\vec{F}_B = \vec{F}_E$

$$\longrightarrow |q|\,|\vec{v}_d \times \vec{B}| = |q|E \longrightarrow |q|v_d B = |q|E \longrightarrow v_d B = E \quad ①$$

$\theta = 90$

از طرفی: $V = Ed$ ② ①,② $\boxed{V = v_d B d}$

$$\longrightarrow V = (4\,m/s)(0/05\,T)(1/5\,cm) = \boxed{0/003\,V}$$

Scanned with CamScanner

۲) از یک حلقه‌ی سیم مسی به شعاع $8cm$ جریان $0/2A$ عبور می‌کند، بردار یکه‌ی موازی با گشتاور دوقطبی حلقه ($\hat{\mu}$) از رابطه‌ی $0/6\hat{i} - 0/8\hat{j}$ به دست می‌آید. اگر این حلقه در میدان مغناطیسی $\vec{B} = 0/25\hat{i} + 0/3\hat{k}$ (برحسب T) قرار گیرد. الف) مطلوب است گشتاور وارد بر آن (با عبارت برداری)

ب) انرژی پتانسیل مغناطیسی حلقه

پاسخ: الف)

$$\vec{\mu} = NiA \quad , \quad \vec{\mu} = \mu \underbrace{(0/6\hat{i} - 0/8\hat{j})}_{\text{بردار یکه}}$$

N: تعداد دور حلقه — i: جریان — A: مساحت سطح حلقه — $\vec{\mu}$: گشتاور دوقطبی مغناطیسی

$$N = 1,\quad R = 8cm,\quad i = 0/2A \longrightarrow |\mu| = (1)(0/2)\left(\underset{\pi\frac{64}{10000}}{\pi R^2}\right) = 4/02\times10^{-4}\ (A\cdot m^2)$$

$$\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B} = \left\{4/02\times10^{-4}(0/6\hat{i} - 0/8\hat{j})\right\}\times\left\{0/25\hat{i} + 0/3\hat{k}\right\} \Rightarrow$$

$\vec{\tau}$: گشتاور نیروی مغناطیسی

$$\vec{\tau} = -9/7\times10^{-4}\hat{i} - 7/2\times10^{-4}\hat{j} + 8\times10^{-4}\hat{k}\ (N\cdot m)$$

ب) انرژی پتانسیل مغناطیسی: $U = -\vec{\mu}\cdot\vec{B} = -4/02\times10^{-4}(0/6\hat{i} - 0/8\hat{j})\cdot(0/25\hat{i} + 0/3\hat{k})$

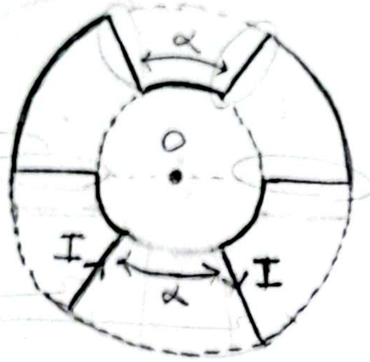
$$\longrightarrow \boxed{U = -6\times10^{-4}\ J}$$

فصل ۹ سری ۲ : میدان های مغناطیسی حاصل از جریان (قانون بیو)

① الف) مطابق شکل یک کمان دایره‌ای به شعاع R و زاویه مرکزی ϕ (برحسب رادیان) و جریان I را در نظر بگیرید. اندازه‌ی میدان مغناطیسی را در نقطه‌ی C مرکز کمان بدست آورید.

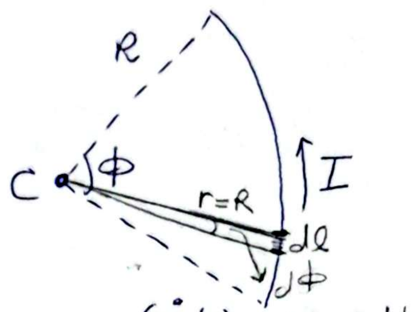
ب) چنانچه سیم حامل جریان I بوده و شعاع‌های دایره‌ها داخلی و خارجی $1m$ و $2m$ باشند و با فرض $\alpha = 45^\circ$، میدان مغناطیسی و جهت آن در مرکز جسم (نقطه‌ی O) بدست آورید.

$R_1 = 1m$
$R_2 = 2m$



o ازای ها ... میدان B حاصل می‌شه
$\theta = 0 \rightarrow \sin\theta = 0$

(ب)



(الف)

$dl = R\,d\phi$

الف) قانون بیو ساوار : $\vec{dB} = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{\vec{dl}\times\vec{r}}{r^3} = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\frac{dl\, r\sin\theta}{r^3} \Rightarrow$

$\vec{dB} = \frac{\mu_0 i\, dl \sin\theta}{4\pi r^2}$

$r =$ فاصله‌ای که می‌خواهیم از آن میدان B را

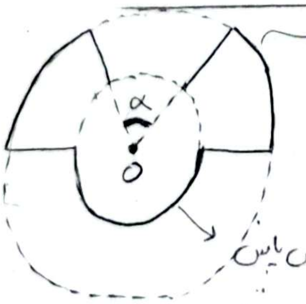
$\theta =$ زاویه‌ای که نقطه‌ای که می‌خواهیم در آن میدان B را بدست آوریم با المان سیم لسیم

$\rightarrow \vec{dB} = \frac{\mu_0 i (R\, d\phi)\sin\theta}{4\pi R^2} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R}\sin\theta\, d\phi$ ($\sin\theta \rightarrow 1$)

$\rightarrow \vec{B} = \int \vec{dB} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R}\int_0^{\phi} d\phi = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\phi$ ← برحسب Rad

← در این حالت : $\theta = 90$

ب) شکل ب را می‌توان به صورت زیر نوشت :



$B_{\text{بخش پایین}} = B_{\text{نیم دایره}} \rightarrow dB_{\text{بخش پایین}} = \frac{\mu_0 i (R_1\, d\alpha)\sin 90}{4\pi R_1^2} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R_1}d\alpha$

$\rightarrow B_{\text{بخش پایین}} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R_1}\int_0^{\pi} d\alpha = \frac{\mu_0 i}{4\pi R_1}(\pi) = \frac{\mu_0 i}{4 R_1}$

$R_1 = 1m$

$\rightarrow \boxed{B_{\text{بخش پایین}} = \frac{\mu_0 i}{4}}$

$B_{\text{بخش بالا}} = B_{\text{نیم دایره}} - B_{\text{یک کمان }45^\circ} = \frac{\mu_0 i}{4R_2} - \frac{\mu_0 i}{4\pi R_2}\int_0^{\pi/4} d\alpha = \frac{\mu_0 i}{4R_2} - \frac{\mu_0 i}{16R_2} = \frac{3\mu_0 i}{16R_2}$

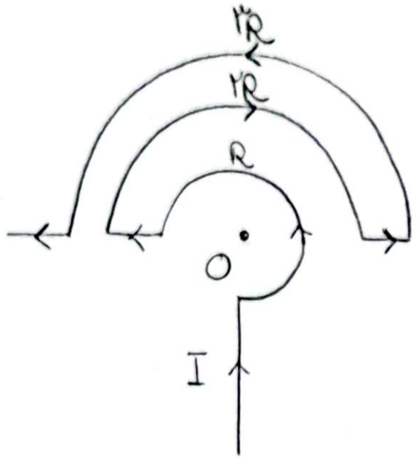
$\rightarrow B_{\text{بخش بالا}} = \frac{3\mu_0 i}{32}$

$B_{کل} = B_{\text{بالا}} + B_{\text{پایین}} = \frac{3\mu_0 i}{32} + \frac{\mu_0 i}{4} = \boxed{\frac{11\mu_0 i}{32}} \rightarrow$ داخل صفحه ⊗

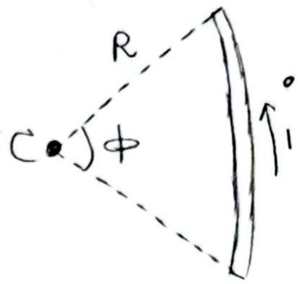
Scanned with CamScanner

② الف) مطابق شکل یک کمان دایره‌ای به شعاع R و زاویه مرکزی ϕ (برحسب رادیان) جریان i در نظر بگیرید. اندازه‌ی میدان مغناطیسی را در نقطه‌ی C مرکز کمان بدست آورید.

ب) با استفاده از نتیجه‌ی بدست آمده در بند الف) ، چنانچه سیم نشان داده شده در شکل (ب) ، حامل جریان $I = 3A$ بوده و $R = 10\,cm$ باشد. اندازه‌ی میدان مغناطیسی و جهت آن در نقطه‌ی O را بدست آورید (R و 2R و 3R ← شعاع های مربوط به ۳ بخش منحنی شکل)



(ب)



(الف)

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 i \phi}{4\pi R}}$$

الف) ← دقیقاً مشابه الف را در سؤال ① بخش الف حل کرده‌ایم ⇐

ب) با توجه به اینکه امتداد بخش های مستقیم سیم از نقطه‌ی O عبور می‌کنند ، میدان حاصل از این بخش ها صفر خواهد بود ولذا در نقطه‌ی O فقط ۳ میدان ناشی از بخش های منحنی تأثیر دارد.

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \times \frac{3\pi/2}{R} = \frac{3}{8R}\mu_0 I \quad \odot$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \times \frac{\pi}{2R} = \frac{1}{8R}\mu_0 I \quad \otimes$$

$$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \times \frac{\pi}{3R} = \frac{1}{12}\mu_0 I \quad \odot$$

قرارداد : درون سو ⇐ $\ominus$

برون سو ⇐ $\oplus$

$$B_T = \frac{\mu_0 I}{R}\left(\frac{3}{8} - \frac{1}{8} + \frac{1}{12}\right) = \frac{\mu_0 I}{3R} = 10\mu_0 \quad \odot$$ برون سو