Electromagnetics Se Dr.Rajayi

میدانهای مغناطیسی ساکن:

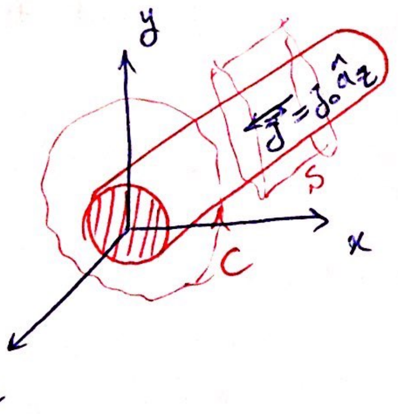
$$F = q\vec{E} + q\,\vec{v} \times \vec{B}$$

① $\oint_S \vec{J}\cdot d\vec{s} = 0$

② $\oint_S \vec{B}\cdot d\vec{s} = 0$ ⟵ قانون صفر شدن شار سطح بسته در میدان مغناطیسی

③ $\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I$ ⟵ اگر یک مسیر بسته در فضا داشته باشیم که بخواهیم از این رابطه استفاده کنیم هر سطح دلخواهی را بخواهیم می‌توانیم در نظر بگیریم به شرطی که مرز آن همان مسیر بسته باشد. جهت بردار عمود بر سطح آن نسبت به جهت مسیر با بردار قانون دست راست پیروی کند.

مثال:



روی مسیر C $\quad d\vec{l} = r\,d\varphi\,\hat{\varphi}$

$$\Rightarrow \oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \oint_0^{2\pi} B_\varphi\, r\, d\varphi =$$

$$2\pi r B_\varphi = \mu_0 \underbrace{J_0 \times \pi a^2}_{I}$$

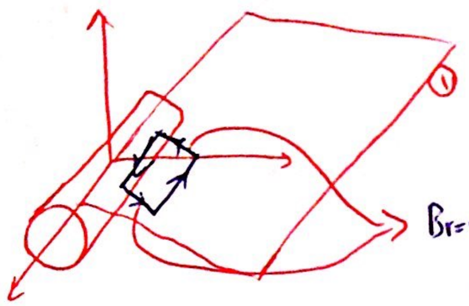
$$\Rightarrow \boxed{B_\varphi = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}}$$ ⟵ مؤلفه‌ی B در راستای φ

← حال می‌خواهیم نشان دهیم در راستاهای دیگر B چه مقداری دارد.

← سطح S را در نظر بگیرید اگر انتگرال دو را برای این سطح بنویسیم داریم:

$$B_r \times 2\pi r h = 0 \Rightarrow \boxed{B_r = 0}$$

← می‌خواهیم نشان دهیم B_z نیز صفر است. سطح ① و مسیر را روی آن انتخاب می‌کنیم.



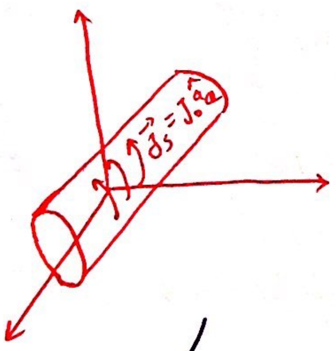
چون $B_r=0$ ← انتگرال روی این دو خط صفر می‌شود. روی دو خط دیگر:

$$B_z(r_1)l - B_z(r_2)l \Rightarrow \boxed{B_z(r_1) = B_z(r_2)}$$

← پس B_z در همه‌ی نقاط یکسان است. بعداً نشان خواهیم داد B_z اگر $r\to\infty$ آنگاه به سمت صفر میل می‌کند و چون مقدارش همه‌جا ثابت است پس $B_z=0$.

* لذا این دلیل می‌گوییم B_z تنها تابعی از r است که اگر به جای سطح ① هر صفحه‌ی دلخواه دیگری با هر زاویه‌ای در نظر می‌گرفتیم و به جای مسیر هر مسیر دلخواه دیگر را روی سطح در نظر می‌گرفتیم باز هم شرایط ل تفاوتی نمی‌کرد. پس B_z تنها می‌تواند تابعی از r باشد.

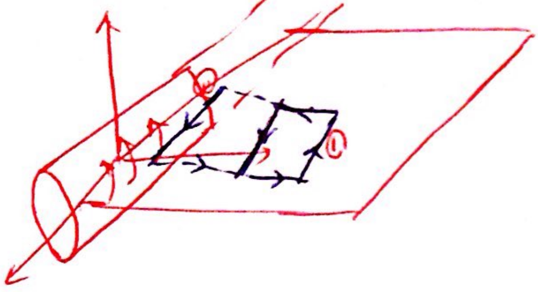
مثال:



مانند قبلی با در نظر گرفتن سطح گاوسی $\boxed{B_r=0}$ همچنین اگر از انتگرال سوم استفاده کنیم برای حلقه دور استوانه داریم:

$$2\pi r B_\varphi = 0 \Rightarrow \boxed{B_\varphi = 0}$$

← حال می‌خواهیم B_z را بدست آوریم. دقیقاً مانند مثال قبل رفتار می‌کنیم و صفحه‌ای مانند مثال قبل و مسیری روی آن انتخاب می‌کنیم.



← دو مسیر ① و ② را در نظر بگیرید.

روی مسیر اول داریم $B_z(r_1) = B_z(r_2)$ ← مثال قبل

که چون $r \to \infty$ نتیجه می‌دهد $B_z \to 0$ پس

$\boxed{B_z = 0 \text{ در خارج}}$

← اگر کل مسیر را درداخل استوانه می‌گرفتیم داشتیم ← $\boxed{B_z(r_1) = B_z(r_2)}$

← حال روی مسیر ۲ داریم:

$$B_z(r_1)\,\Delta l = \mu_0 J_0\,\Delta l$$

$$\Rightarrow B_z(r_1) = \mu_0 J_0 \Rightarrow \boxed{B_z = \mu_0 J_0}$$ → درداخل استوانه

* برای محاسبه‌ی جریان گذرنده از یک خط باید بردار عمود بر خط را در نظر بگیریم نه $\vec{dl}$ را.

* همانطور که جریان عبوری از یک سطح از $J \cdot ds$ حجمی استفاده کردیم برای جریان عبوری از یک خط از $J \cdot d\vec{c}$ سطحی استفاده می‌کنیم که $d\vec{c}$ = بردار عمود (واحد) بر خط × اندازه‌ی المان خط می‌باشد.

← روابط انتگرالی را به نوع دیگر هم می‌توان نوشت:

$$\vec{\nabla}\cdot\vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla}\times\vec{B} = \mu_0\vec{J} \Longrightarrow \int_S (\vec{\nabla}\times\vec{B})\, d\vec{S} = \mu_0 \int_S \vec{J}\cdot d\vec{S}$$

→ مانند قبل باید در اینجا J حجمی وارد شود.