

دستور کار میدان مغناطیسی پیچه های تک دوری (قانون بیوساوار)

هدف آزمایش

۱- اندازه گیری میدان مغناطیسی در وسط حلقه های سیمی مختلف توسط میله جستجو (تسلا متر) و بررسی وابستگی آن به شعاع و تعداد دورها

۲- اندازه گیری میدان مغناطیسی در امتداد محور سیم پیچ های طویل و مقایسه آن با مقادیر تئوری

وسایل آزمایش

پک کامل پرتهای آزما یشگاهی - منبع تغذیه DC 7A - تسلا متر و حسگر و پایه مربوطه - ست حلقه های تک دوری ۵ نوع ، سه پایه رومیزی کوچک ۱ عدد ، ستون با قطر ۱۰ و طول ۶۰۰ میلی متر - ست سیم پیچ القایی (در ۷ نوع) - جک آزمایشگاهی - متر - مولتی متر دستی دیجیتال

تئوری آزمایش

شکل روبرو یک حلقه دایره ای به شعاع R را نشان می دهد که حامل جریان i است.

طبق قانون آمپر:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = i \quad (1)$$

که B شدت میدان مغناطیسی است، i جریانی است که در سرتاسر حلقه شارش می کند.

برای عنصر جریان از قانون بیوساوار داریم:

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{d\vec{\ell} \times \vec{r}}{r^3} \quad (2)$$

بردار $d\vec{\ell}$ عمود بر بردار \vec{r} است. \vec{r} و dB در صفحه رسم قرار دارند بطوریکه داریم:

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi r^2} dl = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \cdot \frac{dl}{R^2 + x^2} \quad (3)$$

x فاصله مرکز حلقه تا نقطه P است.

dB می تواند به یک مؤلفه شعاعی dB_{\perp} و یک مؤلفه محوری dB_{\parallel} تجزیه شود. مؤلفه های dB_{\parallel} جهت یکسانی برای همه

المان های رسانا ($d\vec{\ell}$) دارند، در نتیجه مستقیماً باهم جمع می شوند و در میدان مغناطیسی کل B در نقطه P دخالت دارند.

جفت مؤلفه های dB_{\perp} یکدیگر را حذف می کنند.

بنابراین:

$$dB_{\perp}(x) = 0 \quad (4)$$

$$B(x) = B_{\parallel}(x) = \frac{\mu_0 i}{2} \cdot \frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (5)$$

که $\mu_0 = 1.2566 \times 10^{-6} T.M/A$ ثابت میدان مغناطیسی است.

اگر تعداد کمی از حلقه های همانند، نزدیک به یکدیگر وجود داشته باشد، شدت میدان مغناطیسی در تعداد دورها (n) ضرب می شود در مرکز حلقه چون $x=0$ است داریم:

$$B(0) = \frac{\mu_0 . n . i}{2R} \quad (۶)$$

روش آزمایش

مطابق شکل، وسایل آزمایش را نصب کنید، منبع تغذیه را به عنوان یک منبع جریان مستقیم به کار اندازید. میدان مغناطیسی حلقه ها را در امتداد محور حلقه با استفاده از میله جستجو اندازه گیری کنید.

میدان های تداخلی و نامتقارن در این آزمایش را نادیده بگیرید. منبع تغذیه را روشن کنید و تغییرات نسبی در میدان را اندازه گیری کنید. جهت جریان را معکوس کنید و دوباره تغییرات را اندازه گیری کنید.

(۱) میدان مغناطیسی را در مرکز یک حلقه رسانا محاسبه کنید سپس با استفاده از رساناهای دایره وار تک دور با شعاع های مختلف این آزمایش را تکرار نمایید، وابستگی میدان مغناطیسی به شعاع را مورد بررسی قرار دهید. نمودار میدان مغناطیسی را برحسب تابعی از شعاع رسم کنید.

(۲) میدان مغناطیسی را در مرکز یک سیم پیچ n دوری اندازه گیری کنید. این آزمایش را برای چند سیم پیچ با تعداد دور مختلف و شعاع ثابت تکرار نمایید. جدول (۱) را کامل کنید. نمودار میدان مغناطیسی را برحسب تعداد دور رسم نمایید.

| شماره آزمایش | N | d(mm) | B(mT) |
|--------------|-----|-------|-------|
| 1 | 300 | 40mm | |
| 2 | 200 | 40mm | |
| 3 | 100 | 40mm | |

جدول (۱)

(۳) با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده در قسمتهای ۱ و ۲ و معادله (۶) مقدار متوسط زیر را برای ثابت میدان مغناطیسی بدست آورید:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} mTA^{-1}$$

(۴) برای یک پیچ یکنواخت با طول l و تعداد دور n ، میدان مغناطیسی یک حلقه را در $(\frac{n}{l})$ تعداد دور در واحد طول ضرب می کنیم و برروی طول سیم انتگرال گیری می کنیم.

$$B(x) = \frac{\mu_0 i . n}{2l} \left(\frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}} - \frac{b}{\sqrt{R^2 + b^2}} \right)$$

$$a = x + \frac{l}{2}, \quad b = x - \frac{l}{2} \quad \text{که:}$$

برای تعدادی سیم پیچ مختلف که ابعاد آنها در جدول (۲) آمده است. میدان مغناطیسی را محاسبه کنید. اثر طول در یک سیم پیچ با شعاع ثابت و تعداد دور در واحد طول $(\frac{n}{\ell})$ ثابت را مورد بررسی قرار دهید. مقادیر اندازه گیری شده میدان را با مقادیر محاسبه شده در مرکز سیم پیچ مقایسه کنید.

| n | $\ell(mm)$ | $R(mm)$ | $B(0) \quad mT$ | |
|-----|------------|---------|-----------------|--------|
| | | | اندازه گیری | محاسبه |
| 75 | 160 | 13 | | |
| 150 | 160 | 13 | | |
| 300 | 160 | 13 | | |
| 100 | 53 | 20 | | |
| 200 | 105 | 20 | | |
| 300 | 160 | 20 | | |
| 300 | 160 | 16 | | |

جدول (۲)