

دستورکار 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 پیچهای طویل و مقایسه آن با مقادیر تئوری

وسایل آزمایش :

ست سیم پیچ های القایی - رساناهای دایره وار - تسلا متر و حسگر - منبع تغذیه AC-DC - متر - مولتی متر دیجیتال - پایه - میله - گیره - جک آزمایشگاهی - پروبها - فیش دوسوخته

تئوری آزمایش :

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

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

که B شدت میدان مغناطیسی است ، i جریانی است که در سرتاسر حلقه شارش می کند . برای عنصر جریان از قانون بیوساوار داریم :

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

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

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

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 المانهای 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 :

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

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

که $\mu_o = 1.2566 \times 10^{-6} \text{ T.M/A}$ 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 :

$$B(0) = \frac{\mu_o . n . i}{2R} \quad (6)$$

روش آزمایش :

مطابق شکل ، وسایل آزمایش را نصب کنید ، منبع تغذیه را به عنوان يك منبع جریان مستقیم به کار اندازید . میدان مغناطیسی حلقه ها را در امتداد محور حلقه با استفاده از میله جستجو اندازه گیری کنید . میدانهای 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 يك حلقه رسانا محاسبه کنید سپس با استفاده از رسانا های دایره وار تك 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 يك 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 نماید .

شماره آزمایش	N	d(mm)	B(mT)
۱	۳۰۰	۴۰ mm	
۲	۲۰۰	۴۰ mm	
۳	۱۰۰	۴۰ mm	

جدول (۱)

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

$$\mu_o = (1.28 \pm 0.01) \times 10^6 \quad mT/A$$

(۴) برای يك پیچه یکنواخت با طول ℓ و تعداد دور n ، میدان مغناطیسی يك حلقه را در $(\frac{n}{\ell})$ تعداد دور در واحد طول ضرب می کنیم و بر روی طول سیم انتگرال گیری می کنیم .

$$B(x) = \frac{\mu_o i n}{2\ell} \left(\frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}} - \frac{b}{\sqrt{R^2 + b^2}} \right) \quad \text{که} \quad a = x + \frac{\ell}{2}, \quad b = x - \frac{\ell}{2}$$

برای تعدادی سیم پیچ مختلف که ابعاد آنها در جدول (۲) آمده است . میدان مغناطیسی را محاسبه کنید . اثر طول در يك 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(°) mT	
			اندازه گیری	محاسبه
۷۵	۱۶۰	۱۳		
۱۵۰	۱۶۰	۱۳		
۳۰۰	۱۶۰	۱۳		
۱۰۰	۵۳	۲۰		
۲۰۰	۱۰۵	۲۰		
۳۰۰	۱۶۰	۲۰		
۳۰۰	۱۶۰	۱۶		

جدول (۲)