

گزارشکار آزمایشگاه فیزیک عمومی دو

مگنومتر

ساعت و تاریخ: 13 تا 15، 1404/2/8

استاد: دکتر شیرین زاده

مؤلف: معراج لطفی

همکاران: علیرضا الفت، امیر محمد عبدالله پور

هدف از انجام آزمایش

بررسی چگونگی مغناطیس شدن هسته آهنی، اندازه گیری میدان مغناطیسی و ضریب نفوذ پذیری مغناطیسی آن

وسایل مورد نیاز

حلقه روالند، منبع تغذیه جریان مستقیم، رُوستا، جعبه مقاومت، گالوانومتر بالستیک، سیم پیچ استاندارد، آمپر متر ، مترونم، سیم های رابط، کلید چاقویی دابل

تئوری

مواد در طبیعت به لحاظ خواص مغناطیسی به سه دسته دیامغناطیس، پارامغناطیس و فرومغناطیس تقسیم می شوند. مواد مغناطیسی شامل دو قطبیهایی مغناطیسی می باشند. این دو قطبیها به طور کاتوره ای در حوزه های مغناطیسی ماده قرار گرفته اند. هرگاه دو قطبی ها تحت تاثیر میدان مغناطیسی مناسب همراستای میدان شوند، ماده مغناطیده می شود.

در این آزمایش قصد داریم میزان مغناطش هسته آهنی داخل حلقه روالند را با استفاده از قانون القاء فاراده اندازه گیری نماییم. حلقه روالند عبارت است از چنبره ای که داخل آن هسته آهنی قرار گرفته است. هرگاه از داخل چنبره و در غیاب هسته آهنی جریان عبور داده شود، شدت میدان مغناطیسی ایجاد شده در داخل چنبره از رابطه زیر به دست می آید:

$$H = \frac{NI}{2\pi r}$$

حال اگر هسته آهنی را داخل سیم پیچ قرار دهیم، با عبور جریان از داخل سیم پیچ و ایجاد میدان مغناطیسی در داخل آن، دو قطبی های داخل هسته تحت تاثیر میدان مغناطیسی خارجی با یکدیگر همراستا شده و هسته آهنی خود تبدیل به یک آهن ربا می شود. می توان چگالی میدان مغناطیسی ایجاد شده را به صورت رابطه زیر بیان کرد:

$$B = \mu_0(M + H) = \mu_0\left(1 + \frac{M}{H}\right)H = \mu(H)H$$

عبارت $\mu(H)$ "ضریب تراوایی" یا "ضریب نفوذپذیری مغناطیسی" ماده نامیده می شود. این ضریب میزان مغناطیده شدن مواد تحت تاثیر میدان H را بیان میکند. نسبت بدون بعد M/H پذیرفتاری مغناطیسی نام دارد. این نسبت در مواد پارامغناطیس و دیامغناطیس ثابت و به ترتیب دارای مقادیر مثبت و منفی است. در مواد فرومغناطیس این نسبت ثابت نبوده و میزان مغناطش مواد فرو مغناطیس تحت تاثیر مقدار جریان متغیر خواهد بود. حال اگر جریان I را داخل سیم پیچ اولیه حلقه روالند برقرار نماییم، میدان مغناطیسی H در آن تولید می شود. با تغییر جهت جریان

از I_+ به I_- میدان مغناطیسی نیز از H_+ به H_- تغییر کرده و چگالی میدان مغناطیسی B نیز تغییر می نماید. در اثر این تغییرات نیروی محرکه القایی در سیم پیچ ثانویه ایجاد می گردد:

$$\begin{aligned}\varphi &= N' \vec{B} \cdot \vec{A} = N' B A \cos \theta \\ \Delta \varphi &= N' B A (\cos \pi - \cos 0) = -2 N' B A \\ \varepsilon &= - \frac{d\varphi}{dt} = -N' A \frac{dB}{dt} = N' A \frac{2B}{\Delta t}\end{aligned}$$

حال اگر جریان القایی ایجاد شده در سیم پیچ ثانویه را به داخل گالوانومتر بالستیک هدایت نماییم، می توانیم انحراف لکه روشن را مشاهده و بزرگی نیروی محرکه القایی را اندازه گیری نماییم:

$$\varepsilon = K \theta$$

ثابت تناسب K به مشخصات گالوانومتر و مقدار مقاومت مدار ثانویه بستگی دارد. می توان مقدار K را به طریق تجربی اندازه گیری نمود.

با محاسبه K و سایر مقادیر، میدان مغناطیسی از رابطه زیر محاسبه میشود:

$$N' A \frac{2B}{\Delta t} = K \theta \Rightarrow B = \frac{K \Delta t}{2 N' A} \theta$$

برای اندازه گیری K از سیم پیچ استاندارد استفاده میکنیم. این سیم پیچ بدون هسته آهنی و دارای تعداد دورهای اولیه و ثانویه برابر میباشد. با قرار دادن سیم پیچ در مدار و اعمال جریان مشخص در مدت زمان t و اندازه گیری تتا صفر، مقدار K به دست می آید.

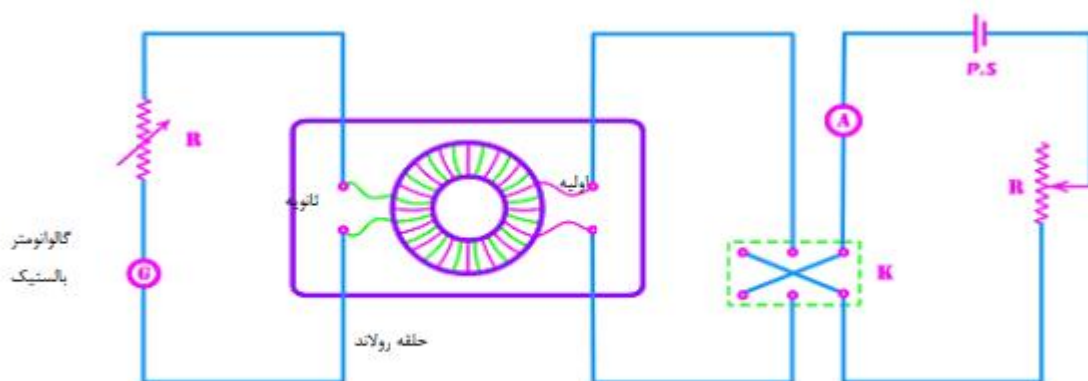
$$\varepsilon = -M \frac{dI}{dt} = \frac{2MI_0}{\Delta t}$$

$$K \theta_0 = \frac{2MI_0}{\Delta t} \Rightarrow K = \frac{2MI_0}{\Delta t \theta_0}$$

$$B = \frac{MI_0}{N' A \theta_0} \theta = \lambda \theta$$

مقدار λ پس از مدرج کردن گالوانومتر، ضریب ثابتی میباشد.

روش انجام آزمایش



ابتدا مدار بالا را می‌بینیم. دقت کنید که جهت ورود جریان به داخل آمپرتر از سر مثبت آن باشد. مقاومت متغیر رُوستا را در بیشترین مقدار قرار داده و جریان را به وسیله کلید چاقویی دویل در سیملوله اولیه برقرار نمایید.

ولوم منبع تغذیه را تا آخرین حد آن قرار دهید. به تدریج مقاومت رُوستا را کاهش داده تا آمپرتر جریان 1.5 آمپر را نشان دهد.

با تغییر حالت کلید، جریان القایی ایجاد شده را به داخل گالوانومتر بالستیک هدایت کرده و مقدار انحراف آن را بررسی در مدار ثانویه، انحراف لکه را کنترل نموده R نمایید. در صورتی که لکه نورانی از صفحه خارج شد با افزایش مقاومت تا در داخل محدوده مدرج قرار گیرد. این تنظیمات اولیه دستگاه می‌باشد و باید تا آخر آزمایش بدون تغییر باقی بماند.

حال با کاهش ولوم منبع تغذیه مقادیر جریان را مطابق جدول قرار دهید. متروم را فعال کرده و کلید را همزمان با تناوب صدای متروم دائماً تغییر جهت دهید.

به ازای هر یک از مقادیر جریان، مقدار انحراف لکه گالوانومتر را بر حسب میلیمتر یادداشت نمایید.

مدرج کردن گالوانومتر بالستیک

برای مدرج کردن گالوانومتر بالستیک و اندازه گیری ضریب K از سیم پیچ استاندارد استفاده می‌نماییم. جریان را بر روی 0.2 آمپر تنظیم نموده و تتا صفر را به دست می‌آوریم.

با استفاده از مشخصات سیم پیچ ثانویه، مقدار ضریب ثابت لاندا را محاسبه کرده و میدان مغناطیسی را به دست می‌آوریم.

جدول ها

$$M = 0.01H, I_0 = 0.2 \text{ A}, N' = 25, \theta_0 = 7, A = 75 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\lambda = \frac{MI_0}{N'A\theta_0} = \frac{0.01 \times 0.2}{75 \times 10^{-6} \times 7 \times 25} = 0.15$$

I	θ	H	$B = \lambda\theta$	$M = \frac{B}{H}$
1.5	18	1574	2.7	0.001715
1.4	16	1469	2.4	0.001634
1.3	15	1364	2.25	0.001650
1.2	15	1259	2.25	0.001787
1.1	14	1154	2.1	0.001820
1.0	14	1049	2.1	0.002002
0.9	13	944	1.95	0.002066
0.8	12.5	839	1.875	0.002235
0.7	11.5	734	1.725	0.002350
0.6	11	629	1.65	0.002623
0.5	9	525	1.35	0.002571
0.45	8.5	472	1.275	0.002701
0.40	7	419	1.05	0.002506
0.35	6	367	0.9	0.002452
0.30	4.5	314	0.675	0.002150
0.25	3	262	0.45	0.001718
0.20	1.5	210	0.225	0.001071
0.15	0.5	157	0.075	0.000478
0.10	0.3	105	0.045	0.000429
0.05	0.1	52	0.015	0.000288