



آزمایشگاه فیزیک عمومی ۲

دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

دستیار آموزشی: سرکار خانم صدری

پاییز ۱۴۰۲



دوشنبه صبح - گروه A۴

معین آعلی - ۴۰۱۱۰۵۵۶۱

امیرحسین صوری - ۴۰۱۱۰۶۱۸۲

فهرست عناوین

۱. عنوان آزمایش: ۲
۲. هدف آزمایش: ۲
۳. وسایل مورد نیاز برای آزمایش: ۲
۴. نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار گیرند: ۲
۵. شرح آزمایش: ۳

تاریخ انجام آزمایش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۸

۱. عنوان آزمایش:

اندازه گیری میدان مغناطیسی زمین، ضریب تراوایی مغناطیسی خلا و بررسی توزیع میدان مغناطیسی پیچه های هلمهولتز.

۲. هدف آزمایش:

در این آزمایش ما طی مراحل مختلف تلاش کردیم که به کمک محاسبه یک میدان خارجی، میدان مغناطیسی زمین را اندازه گیری کرده و جهت آن را مشخص کنیم. همچنین با استفاده از پیچه های هلمهولتز میدان مغناطیسی یکنواختی ایجاد کرده و آن را محاسبه کردیم.

۳. وسایل مورد نیاز برای آزمایش:

- یک جفت پیچه هلمهولتز
- منبع تغذیه
- رئوستا
- تسلامتر دیجیتالی
- پروب هال
- آمپر متر
- مغناطیس سنج
- خط کش و گیره و سیم و...

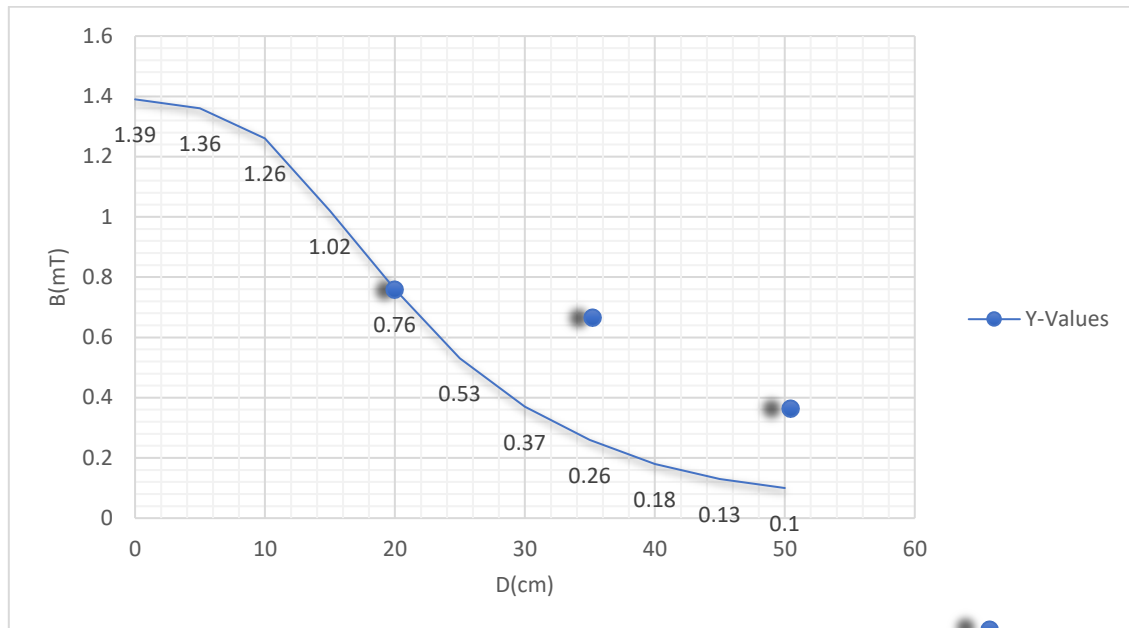
۴. نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار گیرند:

- حتما خط کش ها با یکدیگر موازی باشند.
- از درست بودن مدار مطمئن شویم.
- صبر کنیم تا مغناطیس سنج به تعادل برسد سپس آن را تراز کنیم.
- مغناطیس سنج را دقیقاً وسط پروب هال قرار دهیم.

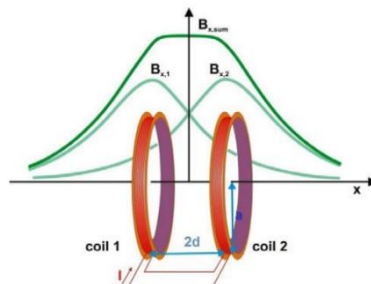
۵. شرح آزمایش:

۵/۱. اندازه گیری میدان مغناطیسی دو پیچه در راستای محوری در حالت $R = \alpha$:

$D(cm)$	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰
$B_H(mT)$	۱.۳۹	۱.۳۶	۱.۲۶	۱.۰۲	۰.۷۶	۰.۵۳	۰.۳۷	۰.۲۶	۰.۱۸	۰.۱۳	۰.۱۰



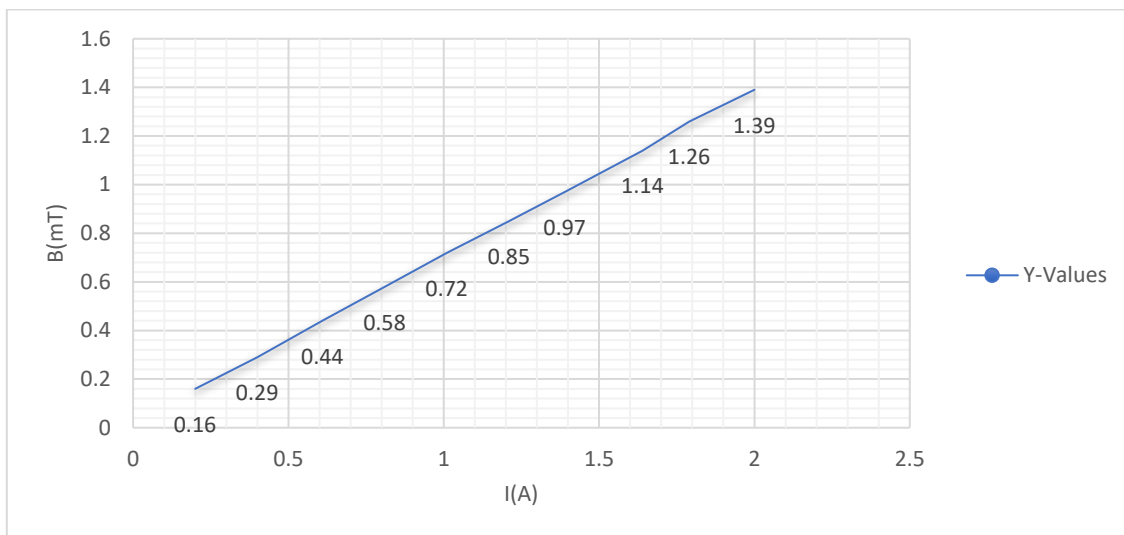
$$B(z) = \frac{\mu_0 N I R^2}{2(R^2 + Z^2)^{\frac{3}{2}}}$$



- در فاصله های کم میدان حالت دوم بیشتر است و در فاصله های بیشتر میدان حالت دوم کمتر از میدان حالت اول می شود ولی هر دو در بینهایت به صفر میل میکنند .
- با توجه به رابطه بیوساوار، انتظار می رود که در راستای شعاعی r ، با دور شدن از حلقه ها از دو طرف کاهش و با نزدیک شدن به آنها افزایش پیدا کند. در وسط دو حلقه نیز این مقدار بیشینه است.
- با توجه به تقارن شکل، اینکه حلقه ها یکسان هستند و جریان یکسان از آنها می گذرد، توقع داریم که در جهت منفی هم نتایج مشابه حالتی که بررسی کردیم باشد. در واقع قدر مطلق فاصله از وسط دو حلقه است که مهم است نه جهت آن.

۵/۲. به دست آوردن ثابت k و ضریب تراوایی مغناطیسی:

$I(A)$	۰.۲	۰.۴	۰.۶۱	۰.۸۱	۱.۰۱	۱.۲۱	۱.۳۹	۱.۶۴	۱.۷۹	۲
$B_H(mT)$	۰.۱۶	۰.۲۹	۰.۴۴	۰.۵۸	۰.۷۲	۰.۸۵	۰.۹۷	۱.۱۴	۱.۲۶	۱.۳۹



۵/۲/۱. محاسبه ضریب با استفاده از رابطه:

$$B = \frac{16}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 N}{R} = KI \xrightarrow{I=2^A} K = \frac{8}{5\sqrt{5}} \frac{\mu_0 N}{R}$$

شیب نمودار برابر با ضریب K است.

حال با استفاده از روش کمترین مربعات، شیب نمودار را از روی داده‌های فوق می‌یابیم:

$$\bar{x} = \frac{0.2 + 0.4 + 0.61 + 0.81 + 1.01 + 1.21 + 1.39 + 1.64 + 1.79 + 2}{10} = \frac{11.06}{10} \approx 1.11$$

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2} = \frac{(-0.91) \times (0.16) + (-0.71) \times (0.29) + (-0.50) \times (0.44) + (-0.30) \times (0.58) + (-0.10) \times (0.72) + (0.10) \times (0.85) + (0.28) \times (0.97) + (0.53) \times (1.14) + (0.68) \times (1.26) + (0.89) \times (1.39)}{0.82 + 0.50 + 0.25 + 0.09 + 0.01 + 0.01 + 0.08 + 0.29 + 0.47 + 0.80} = 0.69$$

$$K = 6.9 \times 10^{-4} T/A$$

۵/۲/۲. محاسبه μ_0 :

با فرض این که $R = 20^{cm}$, $N = 154$ است:

$$\mu_0 = \frac{5\sqrt{5}KR}{5N} \approx 2 \times 10^{-6} H/m$$

درواقع μ_0 برابر است با:

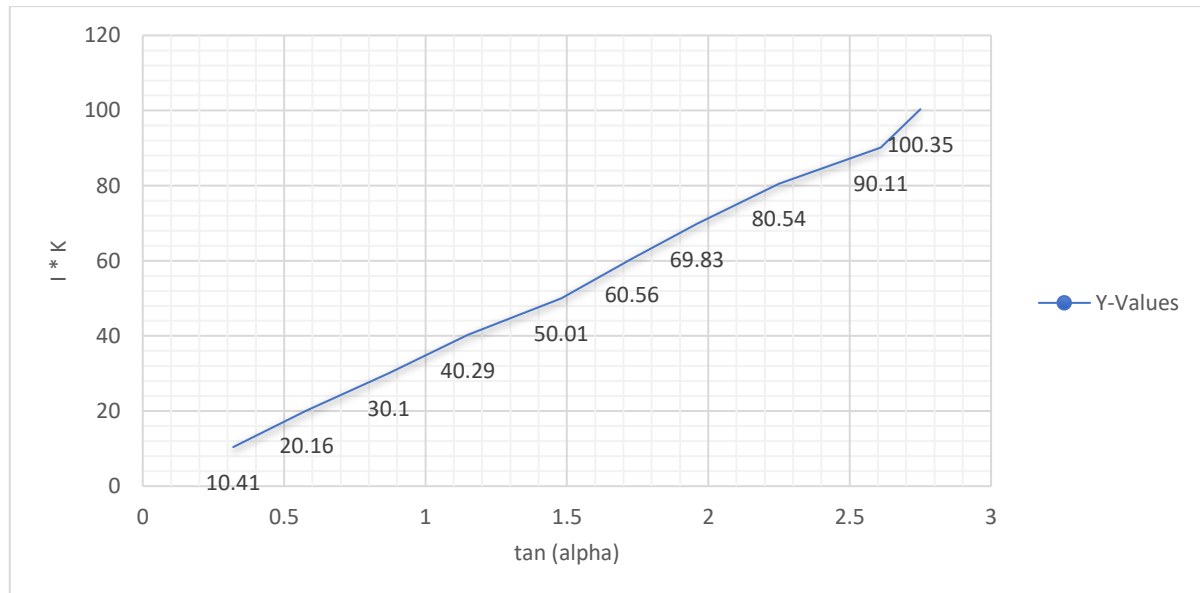
$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m$$

۵/۲/۳. محاسبه درصد خطا:

$$= \frac{\Delta \mu_0}{\mu_0} \times 100 \approx 74\%$$

۵/۳. به دست آوردن مولفه افقی میدان مغناطیسی زمین

$I_H (mA)$	۱۰.۴۱	۲۰.۱۶	۳۰.۱۰	۴۰.۲۹	۵۰.۰۱	۶۰.۵۶	۶۹.۸۳	۸۰.۵۴	۹۰.۱۱	۱۰۰.۳۵
α	۱۸	۳۰	۴۱	۴۹	۵۶	۶۰	۶۳	۶۶	۶۹	۷۰
$\tan \alpha$	۰.۳۲	۰.۵۸	۰.۸۷	۱.۱۵	۱.۴۸	۱.۷۳	۱.۹۶	۲.۲۵	۲.۶۱	۲.۷۵

نمودار $I \times K$ را بر حسب $\tan \alpha$ رسم می‌کنیم:

۵/۳/۱. محاسبه ضریب با استفاده از روش کمترین مربعات:

رابطه $B_E^h \tan \alpha = IK$ برقرار است، حالا از روش کمترین مربعات برای یافتن B_E^h استفاده می‌کنیم:

$$\bar{x} = \frac{0.32 + 0.58 + 0.87 + 1.15 + 1.48 + 1.73 + 1.96 + 2.25 + 2.61 + 2.75}{10} = 1.57$$

$$B_E^h = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{228.35}{6.33} \times 10^{-6} = 3.6 \times 10^{-5}$$

سوال: چرا در این حالت محور پیچ‌ها باید عمود بر محور مغناطیسی زمین باشد؟
 برای این که صرفاً با یکی از مولفه‌های میدان مغناطیسی سر و کار داشته باشیم، تا هم محاسبات ساده‌تر شده و هم احتمال خطا کاهش یابد و دقت محاسبات بیشتر شود.

۵/۴. به دست آوردن مولفه عمودی میدان مغناطیسی زمین

زاویه زیر به دست آمده است:

$$v = 64^\circ \rightarrow \tan v = 2.05$$

مطابق با رابطه $B_E^v = B_E^h \tan v$ می‌توان نتیجه گرفت:

$$B_E^v = 3.6 \times 10^{-5} \times 2.05 = 7.38 \times 10^{-5}$$

طبق رابطه $|B_E| = \sqrt{B_h^2 + B_v^2}$ نتیجه می‌گیریم:

$$|B_E| = \sqrt{(3.6 \times 10^{-5})^2 + (7.38 \times 10^{-5})^2} = 8.21 \times 10^{-5}$$