

آزمایش ۳

اعضا تیم :

عسل مسکین ۴۰۱۱۰۶۵۱۱

ثنا بابایان ونستان ۴۰۱۱۰۵۶۸۹

هدف آزمایش :

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

خلاصه :

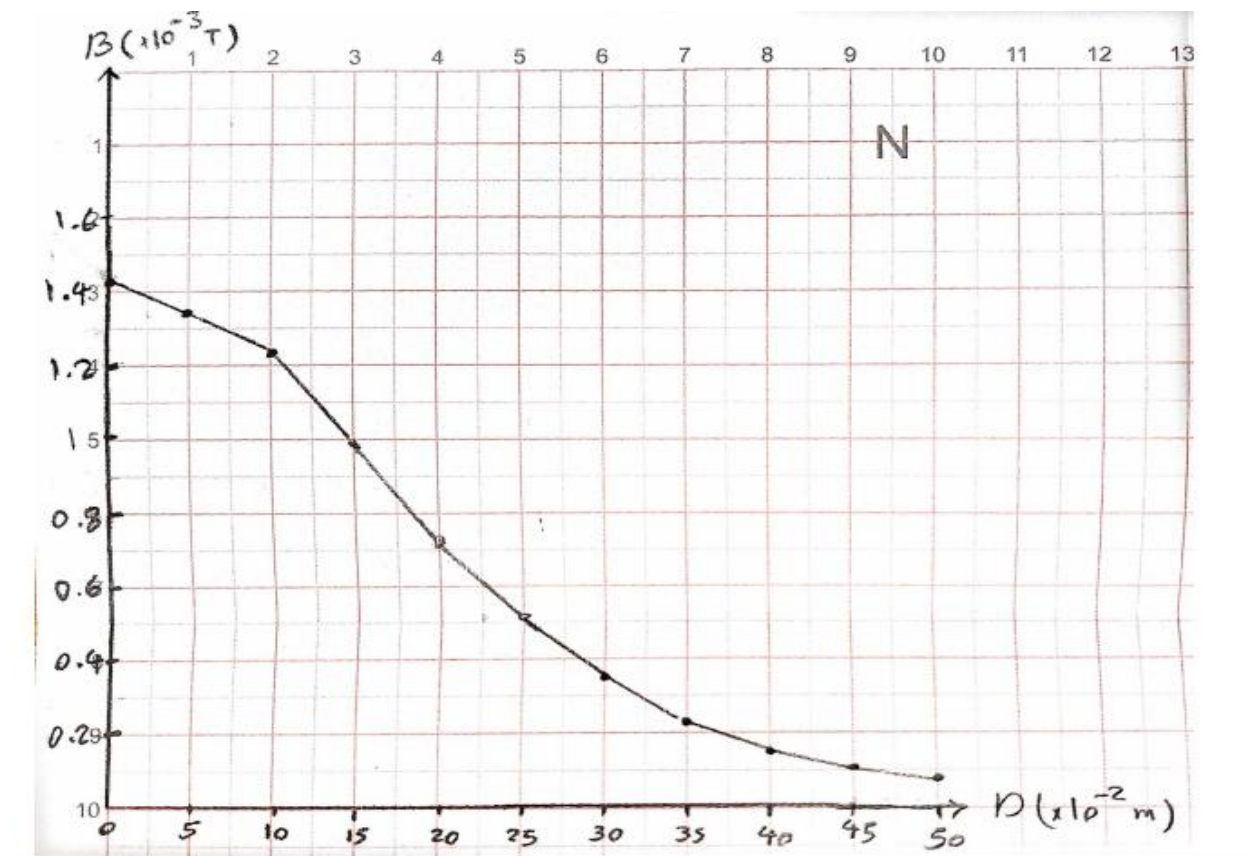
طبق قانون بیو ساوار میدان مغناطیسی یک پیچه حامل جریان از رابطه $B = \mu_0 I R^2 / 2(R^2 + Z^2)^{3/2}$ به دست می آید. پیچه های هلمهولتز از دو پیچه یکسان که در فاصله برابر با شعاعشان قرار گرفته اند تشکیل شده است. از این پیچه ها برای ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت استفاده می کنیم. در هر نقطه روی زمین می توان میدان مغناطیسی زمین را به مولفه های عمودی و افقی تقسیم کرد.

آزمایش الف :

توضیح آزمایش : پیچه ها را به صورت سری به یک مقاومت متغیر و آمپرسنج می بندیم. قبل روشن کردن منبع تغذیه مقدار میدان نشان داده شده را صفر میکنیم. منبع تغذیه را روشن کرده و ولتاژ را روی ۱۰ قرار میدهیم. به کمک ریوستا جریان را روی ۲ آمپر تنظیم میکنیم. پروب هال را جابجا میکنیم تا میدان روی بیشینه قرار گیرد. این نقطه تقریباً وسط دو پیچه است. حال با جابجا کردن پروب هال میدان را در مکان های مختلف اندازه میگیریم.

D(cm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
B(mT)	1.42	1.34	1.23	0.99	0.72	0.51	0.35	0.23	0.16	0.11	0.08

رسم نمودار :



- در فاصله های کم میدان حالت دوم بیشتر است و در فاصله های بیشتر میدان حالت دوم کمتر از میدان حالت اول میشود ولی هر دو در بینهایت به صفر میل میکنند.
- انتظار داریم کمتر باشد چون بیشترین مقدار میدان بر روی محور عمود بر صفحه های دو پیچه که از مرکز پیچه ها می گذرد.
- انتظار میرود میدان حاصل در دو طرف پیچه ها که در فاصله های یکسان از وسط پیچه ها هستند یکسان باشند.

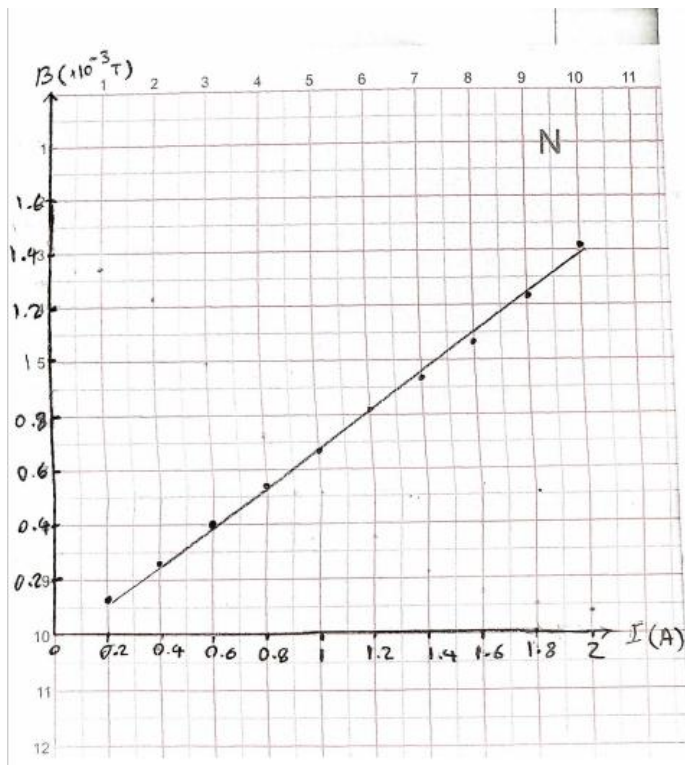
آزمایش ب :

مرحله ۱ :

توضیح آزمایش : منبع تغذیه را روی صفر تنظیم میکنیم و محور پیچه ها را طوری قرار میدهم که بر سمت شمال و جنوب مغناطیسی زمین عمود باشند. منبع تغذیه را روشن میکنیم و پروب ها را در مرکز پیچه ها قرار میدهم. ولتاژ را روی ۱۰ ولت و جریان را روی ۲ آمپر تنظیم میکنیم. با تغییر مقاومت ریوستا، جریان را تغییر میدهم و مقادیر میدان را اندازه میگیریم.

I(A)	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2
B(mT)	0.12	0.26	0.40	0.54	0.67	0.82	0.94	1.07	1.23	1.42

رسم نمودار :



$$\log I = \frac{0.2 + \dots + 2}{10} = 1.1 \quad B = kI \quad k = \frac{B}{I}$$

$$k = 10^{-3} \left(-0.9 \times 0.12 - 0.7 \times 0.26 - 0.5 \times 0.4 - 0.3 \times 0.54 - 0.1 \times 0.67 + 0.1 \times 0.82 + 0.3 \times 0.94 + 0.5 \times 1.07 + 0.7 \times 1.23 + 0.9 \times 1.42 \right) / 2(0.9^2 + 0.7^2 + 0.5^2 + 0.3^2 + 0.1^2) = 7.02 \times 10^{-4} \Rightarrow k = 7.02 \times 10^{-4}$$

$$k = \frac{B}{5\sqrt{5}} \times \frac{1}{R}$$

$$7.02 \times 10^{-4} = \frac{B}{5\sqrt{5}} \times \frac{1}{0.2}$$

$$B = 1.27 \times 10^{-6}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} = 1.25 \times 10^{-6}$$

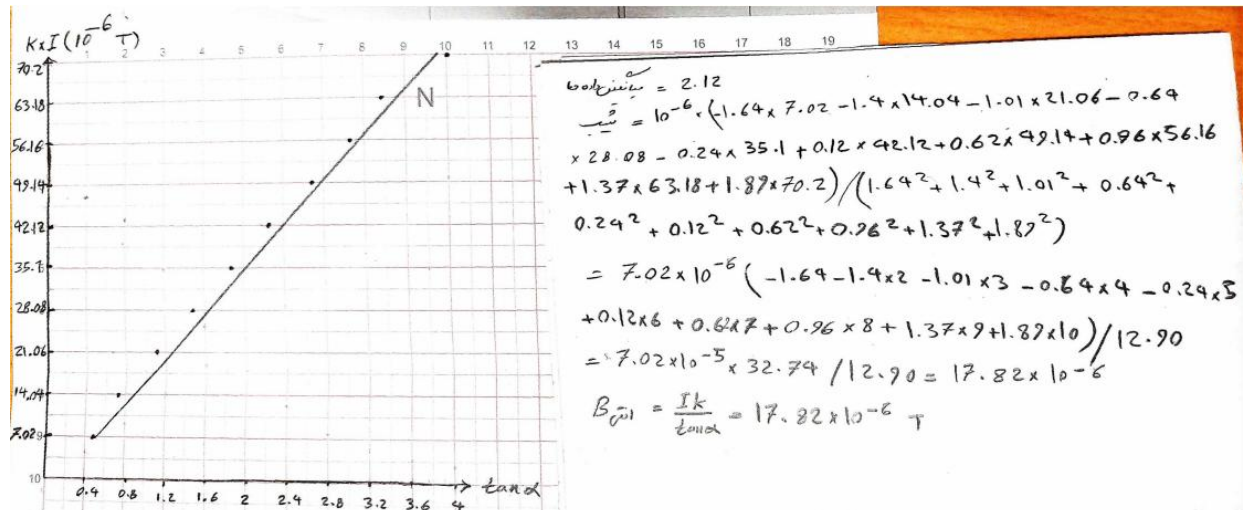
$$B = \frac{0.02 \times 100}{1.25} = 1.6 \text{ mT}$$

مرحله ۲ :

در این مرحله می‌خواهیم مولفه افقی میدان مغناطیسی زمین را به دست آوریم. مغناطیس سنج را در فاصله وسط پیچه‌ها قرار می‌دهیم. از آنجایی که تنها میدان قابل توجه اطراف میدان مغناطیسی زمین است، عقربه مغناطیس سنج قطب شمال-جنوب مغناطیسی زمین را نشان می‌دهد. مغناطیس سنج را طوری می‌چرخانیم که عدد صفر را نشان دهد. حال ولتاژ منبع تغذیه را روی ۲/۵ ولت قرار می‌دهیم و با تغییر مقاومت ریوستا در هر جریان مقدار انحراف عقربه را به دست می‌آوریم.

I (mA)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
α	26	36	48	56	62	66	70	72	74	76
Tan α	0.48	0.72	1.11	1.48	1.88	2.24	2.74	3.08	3.49	4.01

رسم نمودار :



طبق رابطه ۴ برای به وجود آمدن حالت خاص ($\varphi=90$) باید زاویه بین محور پیچه و محور مغناطیسی زمین ۹۰ درجه باشد تا بتوان طبق رابطه ۳ میدان افقی زمین را مساوی با $IK/\tan \alpha$ قرار داد.

مرحله سوم:

در این مرحله مولفه عمود میدان مغناطیسی زمین را اندازه میگیریم. مغناطیس سنج را ۹۰ درجه میچرخانیم و زاویه عقربه را یادداشت میکنیم که این مقدار حدوداً برابر ۵۳ درجه است.

$$\begin{aligned}
 B_E^v &= B_E^h \tan v = 17.82 \times 10^{-6} \times \tan 53 \\
 &= 17.82 \times 10^{-6} \times 1.33 \\
 &= 23.70 \times 10^{-6} \text{ T} \\
 |B_E| &= \sqrt{(B_E^v)^2 + (B_E^h)^2} = \sqrt{(23.70 \times 10^{-6})^2 + (17.82 \times 10^{-6})^2} \\
 &= 29.6 \times 10^{-6} \text{ T}
 \end{aligned}$$