

۱۰.۳.۷ - ۸.۳.۰ در شنبه  
 زمان انجام آزمایش ۴، ۸، ۲۶  
 شماره دانشجویی ۴۳۱۰۵۷۹۳  
 شماره دانشجویی ۴۰۳۷۰۶۰۵۷  
 گروه و زیر گروه C  
 نام و نام خانوادگی آرین بیان اصل  
 نام و نام خانوادگی محمد امیر حسینی

### جدول های آزمایش شماره ۵

جدول ۱

$$m_0 = ۴۸,۳۱$$

$Im = 2A$ ، $i = 4A$				
L(cm)	۱/۲۵	۲/۵	۵	۱.
F(mN)	$\Delta m = ۰/۱$	$\Delta m = ۱,۴$	$\Delta m = ۲,۷$	$\Delta m = ۶,۴$
$m_0 = ۴۸,۳۱$	$m_1 = ۴۷,۹۱$	$m_2 = ۴۹,۷۱$	$m_3 = ۴۹,۹۲$	$m_4 = ۴۹,۹۴$
$m = ۴۹,۱۱$	$m = ۴۸,۸۱$	$m = ۴۹,۱۱$	$m = ۴۹,۹۳$	$m = ۴۸,۱۱$
جدول ۱				

$Im = 2A$ ، $L = 10cm$				
i(A)	۱	۲	۳	۴
F(mN)	$\Delta m = ۱,۴۱$	$\Delta m = ۲,۶۴$	$\Delta m = ۳,۹۱$	$\Delta m = ۶,۴۴$
$m_0 = ۴۸,۹۴$	$m = ۴۷,۴۴$	$m = ۴۹,۱۶$	$m = ۴۹,۱۶$	$m = ۴۸,۱۶$
$m = ۴۸,۱۱$	جدول ۲			

$i = 4A$ ، $L = 10cm$				
Im(A)	۰/۵	۱	۱/۵	۲
F(mN)	$\Delta m = ۱,۴۱$	$\Delta m = ۲,۶۴$	$\Delta m = ۳,۹۱$	$\Delta m = ۶,۴۴$
$m_0 = ۴۸,۹۴$	$m_1 = ۴۷,۴۴$	$m_2 = ۴۹,۱۶$	$m_3 = ۴۹,۹۴$	$m_4 = ۴۸,۹۴$
$m = ۴۸,۱۱$	$m = ۴۷,۶۱$	$m = ۴۹,۳۳$	$m = ۴۹,۱۱$	$m = ۴۸,۱۱$

$$\begin{aligned}
 m_0 &= ۴۸,۹۴ & m_1 &= ۴۷,۴۴ & m_2 &= ۴۹,۱۶ & m_3 &= ۴۹,۹۴ & m_4 &= ۴۸,۹۴ \\
 m &= ۴۸,۱۱ & m &= ۴۷,۶۱ & m &= ۴۹,۳۳ & m &= ۴۹,۱۱ & m &= ۴۸,۱۱
 \end{aligned}$$

## آزمایشگاه فیزیک پایه ۲

### گزارش کار آزمایش پنجم: نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

#### زیرگروه C

#### اعضاي گروه:

آروین بقال اصل - شماره دانشجویی: ۴۰۳۱۰۵۷۹۳

محمدامین زینلیان - شماره دانشجویی: ۴۰۳۱۰۶۰۵۷

#### بخش اول بستگی نیروی F به زاویه بین سیم حامل جریان A و میدان مغناطیسی B

طبق خواسته سوال، شکاف بین قطب ها را  $4\text{cm}$  تنظیم کردیم و جریان عبوری از سیم را صفر می کنیم. حال حلقه سیم را طوری در میدان مغناطیسی قرار می دهیم تا ضلع افقی آن هم راستا با میدان مغناطیسی باشد. حال ترازو را در حالت تعادل قرار می دهیم و جریان عبوری از سیم را افزایش می دهیم. در این صورت ترازو از حالت تعادل خارج نخواهد شد. زیرا طبق معادله زیر، چون زاویه بین حلقه سیم و راستای میدان ۰ درجه است، میدان نیرویی به حلقه سیم وارد نخواهد کرد.

$$F = iL \times B = iLB\sin(\theta)$$

همینطور با افزایش جریان عبوری از سیم پیچ ها، ترازو از حالت تعادل خارج نمی شود. زیرا افزایش جریان سیم پیچ ها فقط میدان مغناطیسی را تقویت می کند. اما زاویه همچنان صفر درجه خواهد ماند و ضرب خارجی این دو کمیت صفر می شود پس نیرویی وارد نمی شود.

اما با تغییر هسته U شکل حول محور قائم، مشاهده می کنیم که هر چقدر زاویه حلقه سیم و خط عمود بر میدان مغناطیسی کمتر می شود، نیرو بیشتری از طرف میدان وارد می شود و ترازو دچار تغییرات بیشتری می شود. نیروی بین میدان مغناطیسی و حلقه سیم حامل جریان وقتی ماکزیمم می شود که زاویه بین حلقه سیم و راستای میدان مغناطیسی  $90^\circ$  درجه شود. زیرا در این حالت سینوس زاویه بین آنها (که برای ضرب خارجی استفاده می شود) برابر با مقدار ماکزیمم خود، یعنی ۱ می شود.

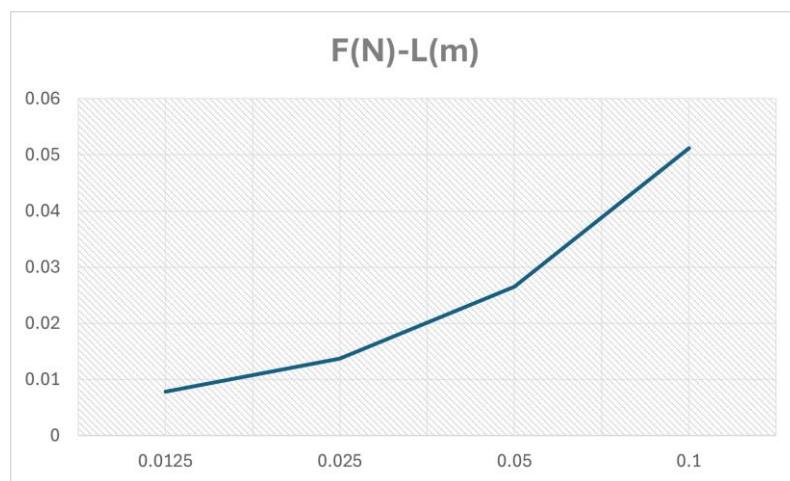
### جدول ۱ - بستگی نیروی F به طول سیم L

در این آزمایش قصد داریم نتیجه تغییر طول حلقه سیم حاوی جریان بر نیروی که بر آن وارد می‌شود را اندازه گیری کنیم. دقت می‌کنیم حلقه سیم عمود بر میدان مغناطیسی باشد.

- جدول داده شده بر اساس داده‌های به دست آمده در کلاس اینگونه تکمیل می‌شود:

$Im = 2A, i = 4A$				
L(cm)	1.25	2.5	5	10
F(mN)	7.84	13.72	26.55	51.15
$\Delta m$	0.8	1.4	2.71	5.22
$m_0$	38.31	37.01	42.92	42.94
m	39.11	38.41	45.63	48.16

- ابتدا کمیت‌ها را به SI تبدیل می‌کنیم، منحنی نمایش تغییرات F بر حسب طول حلقه سیم را رسم می‌کنیم:



- حالا با استفاده از روش کمترین مربعات شبیه گذرنده را محاسبه می‌کنیم تا بتوانیم میدان مغناطیسی را حساب کنیم:

$$a = \frac{\sum (xi - \bar{x})yi}{\sum (xi - \bar{x})^2} = \frac{0.00223103}{0.00449219} = 0.49665 \frac{N}{m} = 4.9665 \times 10^{-1} \frac{N}{m}$$

- حال با استفاده از شب نمودار میدان مغناطیسی را محاسبه می‌کنیم. می‌دانیم که جریان (i) ۴ آمپر و زاویه ( $\theta$ ) ۹۰ درجه است.

$$a = \frac{F}{L} = i B \sin\theta \rightarrow B = \frac{0.49665 \text{ N/M}}{4 A} = 0.1241 = 1.241 \times 10^{-1} \text{ T}$$

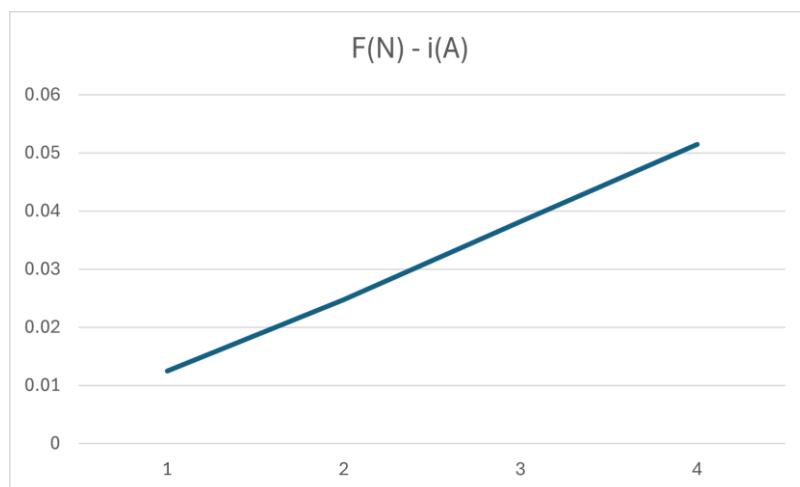
### جدول ۲ - بستگی نیروی F به جریان i

در این بخش طول سیم را ثابت نگه میداریم و سعی می‌کنیم تاثیر جریان گذرا از سیم بر نیروی مغناطیسی را بررسی کنیم.

- جدول داده شده طبق داده‌های به دست آمده در کلاس به صورت زیر پر می‌شود.

$l_m = 2A \text{ & } L = 10\text{cm}$				
i(A)	1	2	3	4
F(mN)	12.45	24.69	38.32	51.16
$\Delta m$	1.27	2.52	3.91	5.22
m <sub>0</sub>	42.94	42.94	42.94	42.94
m	44.21	45.46	46.85	48.16

- نمودار تغییرات F(N) بر حسب (A) i اینگونه می‌شود:



- حال برای به دست آوردن میدان مغناطیسی، نیاز است که شبیب بهترین خط گذرنده را محاسبه کنیم:

$$a = \frac{\sum (xi - \bar{x})yi}{\sum (xi - \bar{x})^2} = \frac{0.06522}{5} \simeq 0.01298 \frac{N}{A} = 12.98 \times 10^{-3} \frac{N}{A}$$

پش طبق رابطه شبیب خط به دست آمده، میدان مغناطیسی برابر است با:

$$a = \frac{F}{i} = BLSin\theta \rightarrow B = 12.98 \times 10^{-2} T = 1.298 \times 10^{-1} T$$

دقت کنیم که طول حلقه سیم (L) ثابت و برابر با ۰.۱ متر و زاویه ۹۰ درجه است.

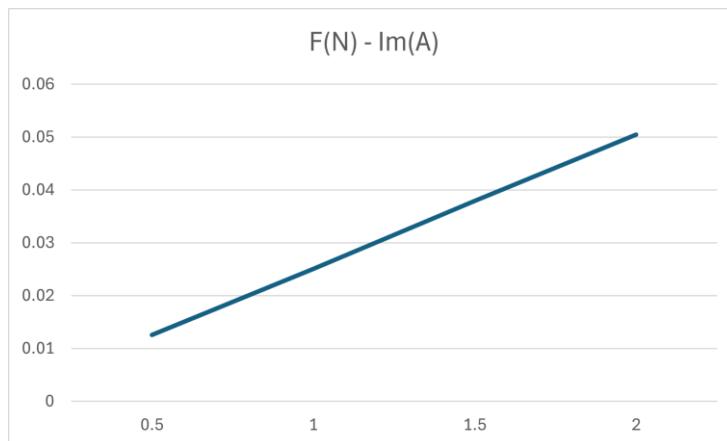
### جدول ۳ - بستگی نیروی F به $Im$

این بار جریان گذرا از حلقه سیم و طول حلقه سیم را ثابت نگه می‌داریم و تاثیر جریان  $Im$  بر میدان و نیروی مغناطیسی را بررسی می‌کنیم.

- جدول داده شده با توجه به داده‌ها اینگونه تکمیل می‌شود:

$i = 4A$ & $L = 10cm$				
$Im(A)$	0.5	1	1.5	2
$F(mN)$	12.54	25.08	37.92	50.47
$\Delta m$	1.28	2.56	3.87	5.15
$m_0$	42.94	42.95	42.96	42.97
$m$	44.22	45.51	46.83	48.12

- با توجه به داده‌هایی که در آزمایش به دست آورده ایم، نمودار تغییرات  $F(N)$  بر حسب  $Im(A)$  را رسم می‌کنیم:



- در اینجا  $A$  و  $L$  ثابت بوده اند. پس  $F$  رابطه مستقیم و خطی با  $B$  دارد. از آنجایی که رابطه  $B$  در یک سیم با است برابر پیچ

$$B = \mu_0 n I_m$$

و سایر کمیت ها به جز  $lM$  ثابت هستند، پس میدان مغناطیسی رابطه مستقیم و خطی با  $lM$  دارد. پس از آنجایی که میدان مغناطیسی رابطه مستقیمی با  $lM$  دارد و نیروی مغناطیسی هم رابطه مستقیم و خطی با  $lM$  دارد، می توانیم نتیجه بگیریم که نیروی مغناطیسی رابطه مستقیم و خطی با میدان مغناطیسی دارد. این نتیجه از نمودار تقریبا مشهود است.

## پرسش ها -

- چرا در این آزمایش، از سیم های مسی بدون روکش و قابل انعطاف برای اتصال منبع جریان به حلقه سیم استفاده شده است؟

اگر از سیم های ضخیم یا چند لایه استفاده می شد، باعث ایجاد میدان های اضافی و ناشناخته می شد که روی نتایج آزمایش تاثیر داشتند. اما سیم مسی بدون روکش و نازک میدان اضافی خیلی کمی ایجاد می کند که تاثیر زیادی نمی تواند بر نتیجه آزمایش بگذارد.

از طرفی سیم مسی لخت سطح تماس خوبی دارد که باعث می شود مقاومت کمی ایجاد کند و جریان در سیم دقیقا همان مقداری باشد که تنظیم کرده ایم.

اگر سیم سفت باشد باعث می شود سیم مسی هنگام حرکت حلقه سیم به سمت پایین، به ترازو نیرو وارد کند و باعث ایجاد نیروی اضافی شود.

- چرا باید جهت نیروی مغناطیسی، به طرف پایین باشد تا نتایج آزمایش قابل قبول تر باشد؟

در این آزمایش ترازو تغییر وزن موثر را اندازه می گیرد. اگر نیروی مغناطیسی حلقه را به بالا هل بدهد، ترازو وزن کمتری نشان می دهد. اگر نیرو به پایین باشد، ترازو وزن بیشتری می بیند. در اینجا برای ساده تر شدن اندازه گیری و دقیق تر شدن نتایج جهت نیرو را به سمت پایین میگیریم.

- چرا سیم های مسی بدون روکش و قابل انعطاف باید اندکی شکم داشته باشند و نباید حالت کشیده داشته باشند؟ اگر زیادی شل و یا زیادی کشیده باشند چه اتفاقی میافتد.

اگر سیم زیادی کشیده باشد، سیم مانند یک میله سفت عمل می کند و نیرو به ترازو منتقل می شود. با کوچیک ترین حرکت حلقه، سیم نیروی اضافی ایجاد می کند و نتایج آزمایش را تغییر می دهد.

اگر سیم زیادی شل باشد ممکن است جریان نوسان کند یا با هسته یا ترازو تماس ایجاد کند. ممکن است جریان مسیر متغیر شود. یا ممکن است نیروی اضافی ایجاد شود.

بهترین حالت، حالتی است که سیم کمی شل باشد. اینگونه هیچ نیرویی به ترازو وارد نمی شود و حلقه سیم آزادانه حرکت می کند و فقط نیروی مغناطیسی اندازه گیری می شود و اینگونه سیم عمل فنری از خودش نشان نمی دهد.