صنایع آموزشی
E.E I.
EDUCATIONAL EQUIPMENT INDUSTRIES

M

راهنمای کاربری

فیزیک دانشگاهی

بررسی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواخت

RIR CERTIFICATION
REGISTERED
ISO 9001:2015
INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE
عضو انجمن مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن

شرکت صنایع آموزشی (متعلق به صندوق ذخیره فرهنگیان)

بسم الله الرحمن الرحیم

راهنمای کاربری

بررسی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواخت

فیزیک دانشگاهی

سخنی با مشتری

مشتری گرامی از اینکه شرکت صنایع آموزشی را برای تجهیز آزمایشگاه خود انتخاب کرده اید سپاسگزاریم. امید است ارائه این مجموعه بتواند در دستیابی به اهداف آموزشی شما کاربر گرامی موثر باشد.

خواهشمند است با ارائه نظرات خود از طریق روابط عمومی شرکت، در راستای نیل به اهداف آموزشی و بالا بردن کیفیت محصولات ما را یاری فرمایید.

صنایع آموزشی

ناشر:	شرکت صنایع آموزشی (متعلق به صندوق ذخیره فرهنگیان)
مؤلف:	جلیل جعفرپور- فرشته ساده
طراح جلد، صفحه آرا:	هلیا ثنایی
نوبت انتشار:	۱۳۹۸ - چاپ اول
آماده‌سازی و نظارت بر چاپ:	هلیا ثنایی
نشانی:	تهران جاده مخصوص کرج، بعد از کیلومتر ۷، بزرگراه آزادگان (به سمت جنوب)، بعد از پمپ بنزین، ورودی شهرک استقلال، بلوار دکتر عبیدی، خیابان شهید جلال
صندوق پستی:	۱۳۴۴۵-۳۷۹
تلفن واحد فروش:	(۰۲۱) ۷-۴۴۵۴۵۲۹۵
دورنگار:	(۰۲۱) ۴۴۵۴۵۲۹۴
صدای مشتری:	
روابط عمومی:	(۰۲۱) ۴۴۵۴۵۴۳۹
سایت اینترنتی:	www@eei-co.com
پست الکترونیکی:	info@eei-co.com e @eei-co.com

فهرست

مقدمه	۴
۱ - فصل یکم: معرفی و شرح اصول استفاده از محصول	۵
۱ - ۱ - تجهیزات اصلی مجموعه	۶
۱ - ۲ - ارزیابی سالم بودن وسایل و شیوه کار با دستگاه	۹
۱ - ۳ - ایمنی	۱۰
۱ - ۴ - خدمات پس از فروش	۱۰
۲ - فصل دوم: کاربرد مجموعه در فرآیند آموزش	۱۱
۲ - ۱ - تئوری نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی	۱۲
۲ - ۲ - روش انجام آزمایش های نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی	۱۸
آزمایش ۱: مشاهده اثر میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان	۱۸
آزمایش ۲: بررسی اثر شدت جریان در بزرگی نیروی وارد بر سیم حامل جریان	۱۹
آزمایش ۳: بررسی اثر طول سیم در بزرگی نیروی وارد بر سیم حامل جریان	۲۰
آزمایش ۴: بررسی اثر بزرگی میدان مغناطیسی در بزرگی نیروی وارد بر سیم حامل جریان	۲۲
آزمایش ۵: بررسی اثر زاویه میدان مغناطیسی با سیم حامل جریان در بزرگی نیروی وارد بر سیم حامل جریان	۲۳
آزمایش ۱-۶: بررسی میدان مغناطیسی ایجاد شده در اثر عبور جریان الکتریکی از یک سیم پیچ	۲۴
آزمایش ۲-۶: بررسی ارتباط شدت میدان مغناطیسی با جریان الکتریکی در سیم پیچ	۲۵
۳ - فصل سوم: روش محاسبه خطای نیروی اندازه گیری شده در آزمایش نیروی وارد بر سیم حامل	۲۸
پیوست	۲۹

پیشگفتار

تولید دانش و تبدیل آن به فناوری نمادی از رشدیافتگی کشورها است و لازمه قرار گرفتن در مسیر پیشرفت آموزش اصولی و یادگیری اساسی است. ارزیابی یک سیستم آموزشی با توانایی درک، تجزیه و تحلیل و کاربرد آموخته ها تخمین زده می شود. آموزش پویا با استفاده از وسایل آزمایشگاهی امکان پذیر می شود و منجر به تثبیت و کارآمدی یادگیری می شود.

در این راستا شرکت صنایع آموزشی با بهره گیری کارگروه های تخصصی و استفاده از تجربه اساتید دانشگاه و نویسندگان کتاب های درسی مجموعه کاملی از تجهیزات آزمایشگاهی را ارائه داده است. این مجموعه ها براساس مطالب درسی کتاب های جامع آموزش فیزیک دانشگاهی و منطبق با سرفصل های آموزشی وزارت علوم تحقیقات و فناوری طراحی و ساخته شده است.

دپارتمان فیزیک شرکت صنایع آموزشی با هدف آموزش کامل و اساسی مفاهیم علم فیزیک و با همکاری تیمی از اساتید و کارشناسان به طراحی، تحقیق و ساخت تجهیزات آزمایشگاهی فیزیک متوسطه و دانشگاهی می پردازد. تحقیق، طراحی و ساخت مجموعه آزمایش های "نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی" را دپارتمان فیزیک برعهده داشتند.

از اساتید و کاربران گرامی خواهشمندیم تجارب خود را در رابطه با بهینه سازی تجهیزات و دستورکار مجموعه با شرکت صنایع آموزشی- دپارتمان فیزیک مطرح کنند و یا به سایت شرکت صنایع آموزشی مراجعه نمایند.

در پایان از سایر همکارانی که در ساخت و تولید تجهیزات و دیگر امور همراه گروه بودند، قدردانی می کنیم.

فصل اول

معرفی و شرح استفاده از مجموعه آموزشی

۱-۱- تجهیزات اصلی مجموعه

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	تصویر
۱	پایه استوانه ای با پیچ با کلیت	جنس: اتومات	۱	
۲	گیره $DS_{۲}$	گیره با دو پیچ اهرمی	۱	
۳	میله فلزی	جنس: اتومات آبکاری شده طول: ۵۰cm قطر: ۱۰cm	۱	
۴	میله فلزی	جنس: اتومات آبکاری شده طول: ۲۵cm قطر: ۱۰cm	۱	
۵	آهنربای U شکل	آهنربای شماره ۱: ۸ ×۳× ۲.۵ cm B ≃ ۵۰۰ mT	۱	

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	تصویر
۶	آهنربای مکعب مستطیلی شکل	آهنربای شماره ۲: ۸ ×۲ × ۲ cm B ≃ ۱۳۴.۵ mT	۱	
۷	پایه نگهدارنده تسلامتر		۱	
۸	سیم با قاب مستطیلی	سیم شماره ۱: ۳۰×۱۰ cm	۱	
۹	نگهدارنده سیم با قاب مستطیلی	جنس: پلکسی	۱	
۱۰	سیم های مستطیل شکل با فیش دو سرنری	سیم شماره ۲: ۴ ×۱۰ cm (طول موثر L ≃ ۴ cm) سیم شماره ۳: ۸ ×۱۰cm (طول موثر L ≃۸cm) سیم شماره ۳: ۱۲ ×۱۰cm (طول موثر L≃۱۲cm)	۳	

ردیف	نام	مشخصات	تعداد	تصویر
۱۱	نگهدارنده سیم های حامل جریان مستطیل شکل	جنس: پلکسی	۱	
۱۲	نگهدارنده با صفحه دایره ای مدرج متصل به پیچه	جنس: پلکسی تعداد دور سیم ها در پیچه: ۱۶ دور طول موثر هر دور($L \simeq 2\ cm$)	۱	
۱۳	هسته U شکل، سیم پیچ ها, جوشن و نگهدارنده ها		۱	

برای انجام آزمایش علاوه بر وسایل بالا دستگاه ها و وسایل زیر لازم است و درصورت درخواست مشتری ارسال می گرد.

نام	تعداد	تصویر
منبع تغذیه ۰-۳۰V DC و ۰-۵A	۱	
ترازوی دیجیتالی ۵۰۰g با دقت ۰.۰۱g	۱	
تسلامتر با دقت ۰.۱ mT	۱	

۱-۲ ارزیابی سالم بودن وسایل و شیوه کار با دستگاه ها

در ادامه روش ارزیابی و شیوه کار با دستگاه ها آمده است. درصورت هر گونه اشکال در نحوه عملکرد دستگاه ها با شرکت صنایع آموزشی تماس بگیرید.

-منبع تغذیه را به یک سیم پیچ ۶۰۰ دور متصل کنید. اگر با افزایش ولوم ولتاژ، جریان افزایش می یابد دستگاه سالم است. همچنین پس از انجام آزمایش بلافاصله منبع تغذیه را خاموش کنید تا دستگاه ها در اثر گرم شدن بیش از حد آسیب نبینند

- ترازو را روشن کنید و عدد نمایش داده شده روی آن را صفر کنید. ترازو را روی واحد گرم (g) تنظیم کنید و جرم یک یا دو وزنه ۵۰ گرمی و ۱۰۰ گرمی را با آن اندازه بگیرید. اگر اندازه گیری درست و خطای آن قابل قبول است دستگاه سالم است.

پیشنهاد می شود از ترازویی استفاده شود که قاب آهنربا کاملا روی آن قرار بگیرد. در صورت در اختیار نداشتن چنین ترازویی، یک صفحه سبک و به اندازه قاب آهنربا روی ترازو قرار دهید و سپس آهنربا را روی آن بگذارید.

-برای استفاده از تسلامتر مراقب باشید بدنه، نمایشگر و پراب آن ضربه نخورد و در مجاورت دائم با آهنربا قرار نگیرد. همچنین هنگام اندازه گیری میدان مغناطیسی وسایل الکترونیکی و دیجیتالی را از تسلامتر دور نگه دارید. برای اندازه گیری میدان مغناطیسی با استفاده از پایه نگه دارنده تسلامتر، پراب را ثابت کنید بطوریکه هیچ حرکتی در هیچ جهتی نداشته باشد. همچنین توجه داشته باشید پراب تسلامتر باید عمود بر میدان مغناطیسی قرار داشته باشد دستگاه را روشن کنید و روی mT و حالت DC تنظیم کنید. اگر عددی روی نمایشگر تسلامتر نمایش داده می شود، آن را صفر کنید و با قرار دادن پراب (بصورت عمود بر خطوط میدان مغناطیسی) بین دو قطب آهنربا میدان مغناطیسی را اندازه گیری کنید.

- میدان مغناطیسی آهنربای شماره ۱ و آهنربای شماره ۲ را اندازه بگیرید. اندازه میدان مغناطیسی آهنربای شماره ۱ در وسط قطب‌های آن تقریبا ۵۰۰mT و اندازه میدان مغناطیسی آهنربای شماره ۲ تقریبا ۱۳۴.۵mT است.

آهنرباها به مرور زمان کمی ضعیف می شوند. بنابراین هنگام انجام آزمایش باید میدان مغناطیسی آن ها اندازه گیری شود.

یادآوری می کنیم که میدان مغناطیسی بین دو قطب یک آهنربا یکنواخت است و جهت آن به صورت بردارهای موازی از قطب N خارج و به قطب S می شود (درون بدنه آهنربا جهت میدان از S به N است).

- برای بررسی سالم بودن سیم های رابط، نگهدارنده ها و سیم پیچ ها از اهم متر استفاده کنید. همچنین پس از بستن مدارهای مربوط به هر آزمایش نمایشگر دستگاه ها باید اعداد مورد نظر را نمایش دهند.
- توجه: حداکثر جریان الکتریکی مجاز برای حلقه های جریان ۵ آمپر است.
- توجه: حداکثر زمان عبور از پیچه ها ۵۰ ثانیه است.

۱-۳ ایمنی

- برای جلوگیری از آسیب های احتمالی به منبع تغذیه، آنها را به مدت طولانی در مدار قرار ندهید و پس از هر آزمایش دستگاه را خاموش کنید یا فورا مدار را باز کنید.

۱-۴ خدمات پس از فروش

شرکت صنایع آموزشی به منظور رفع نیاز ها و مشکلات و نیز ارتقاء سطح رضایت مندی مشتریان محترم، خدمات پس از فروش برای محصولات خود را به شرح زیر ارائه می دهد:

- تامین قطعات و پشتیبانی پس از فروش به مدت پنج سال
- تضمین کیفیت و کارایی محصول به مدت یک سال (پس از مدت ضمانت در صورت بروز نقص در محصول هزینه تعمیر یا تعویض دریافت می شود.)

در صورت بروز هر گونه مشکل در به کارگیری محصول می توانید با واحد خدمات پس از فروش این شرکت تماس بگیرید

فصل دوم

کاربرد مجموعه

در فرایند آموزش

مفاهیم قابل بررسی در مجموعه آزمایش نیروی وارد بر سیم حامل جریان:

-بررسی رابطه نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواخت

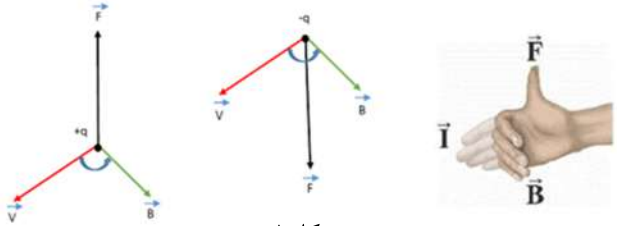
-بررسی ارتباط شدت میدان مغناطیسی با جریان الکتریکی در سیم پیچ

۲-۱ تئوری نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

اگر بار الکتریکی q در میدان مغناطیسی حرکت کند، نیرویی بر بار الکتریکی وارد می شود که از رابطه زیر محاسبه می شود ($\vec{F}$):

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \qquad (۱)$$

جهت بردار نیرو را می توان مانند شکل (۱) با استفاده از قاعده دست راست تعیین کرد



شکل ۱

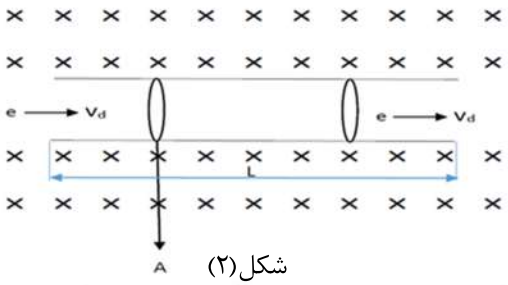
آزمایش ها نشان می دهد که اگر راستای سرعت بار با راستای بردار شدت میدان مغناطیسی یکی باشد بزرگی نیرو صفر و اگر راستای سرعت بار بر راستای شدت میدان مغناطیسی عمود باشد بزرگی نیرو بیشینه خواهد بود، پس رابطه (۱) بصورت نرداری می شود:

$$F = qvBsin\alpha$$

$$\therefore \ \alpha = \pi \ \text{یا} \ \alpha = 0 \rightarrow F = 0$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \ \text{یا} \ \alpha = \frac{3\pi}{2} \rightarrow F_{\perp} = qvb$$

فرض کنید سیمی در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد و جریان I آن عبور کند. می توان نتیجه گرفت سرعت بارهای حامل جریان با سرعت سوق (v_d) برابر است. پس می توان درنظر گرفت بارهای الکتریکی موجود در داخل سیم با سرعت سوق در حرکت می باشند. در شکل (۲) اگر چگالی حجمی بارهای سیم را n، طول سیم در میدان مغناطیسی (طول موثر)L و سطح مقطع سیم را A بگیریم می توان نوشت



شکل (۲)

$$q = nLAe$$

با استفاده از روابط بالا می توان برای سرعت سوق نوشت:

$$v_d = \frac{I}{Ane}$$

با استفاده از رابطه ۱، ۲ و ۳ می توان نوشت :

$$F = qv_d B \rightarrow F = nLAe\frac{I}{Ane}B$$

$$F = ILB \qquad (۴)$$

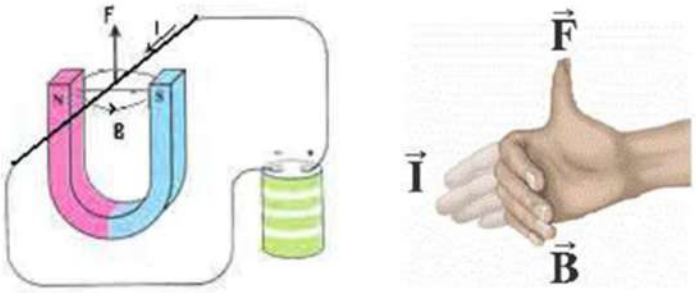
و برای هر زاویه دلخواه بین راستای میدان مغناطیسی و راستای سیم داریم

$$F = ILBsin\theta \qquad (۵)$$

در این رابطه، اگر I بر حسب آمپر، L بر حسب متر و B بر حسب تسلا باشد، F بر حسب نیوتن خواهد بود. برای صورت برداری ابطه (۵) داریم

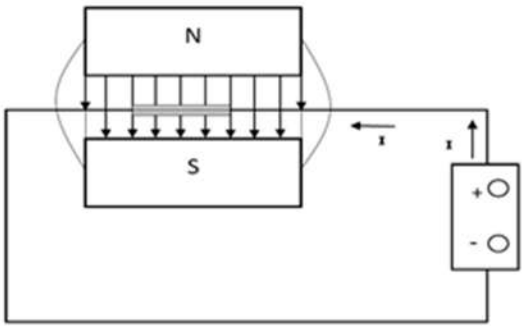
$$\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B} \qquad (۶)$$

رابطه ۶ نشان می دهد اگر یک سیم حامل جریان، عمود بر میدان مغناطیسی قرار گیرد نیرویی بر آن وارد می شود. جهت این نیرو با استفاده از قانون دست راست مشخص می گردد. مانند شکل (۳) اگر چهار انگشت در راستای سیم و در جهت جریان قرار بگیرد با بستن انگشتان در جهت میدان مغناطیسی، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را نمایش می دهد.



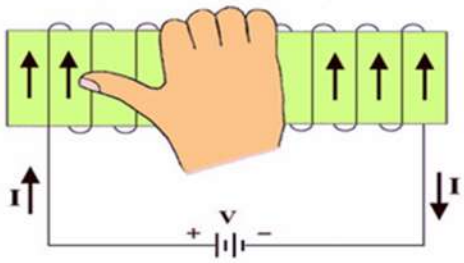
شکل۳

در این آزمایش، میدان مغناطیسی (B) به وسیله آهنربای طبیعی تامین می شود. جریان الکتریکی I را یک منبع تغذیه تامین می کند. اندازه نیروی اعمال شده بر سیم حامل جریان با یک ترازوی دیجیتالی اندازه گرفته می شود. در شکل (۴) سیم در راستای عمود بر صفحه کاغذ به سمت بالا کشیده می شود.



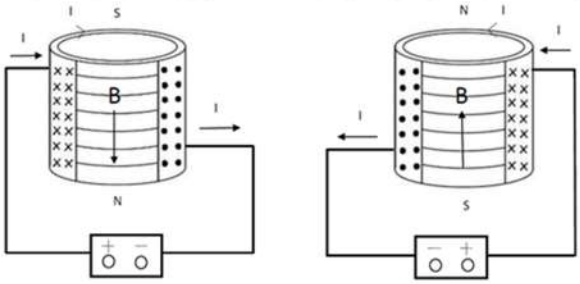
شکل۴

استفاده از سیم پیچ ها و هسته های مناسب یکی از روش های ایجاد میدان مغناطیسی است. مانند شکل (۵) اگر از سیم پیچی جریان مستقیم عبور کند، جهت میدان مغناطیسی داخل سیم پیچ از قاعده دست راست تعیین می شود به طوری که اگر انگشتان دست راست را در جهت عبور جریان از سیم خم کنیم، انگشت شست دست راست جهت میدان مغناطیسی را در داخل سیم پیچ نشان می دهد



شکل (۵)

در شکل (۶ الف) با دو سیم پیچ، دو میدان مغناطیسی غیر همسو ایجاد شده است. چنانچه هسته ای درون سیم پیچ ها قرار گیرد میدان مغناطیسی بزرگتری ایجاد می شود.



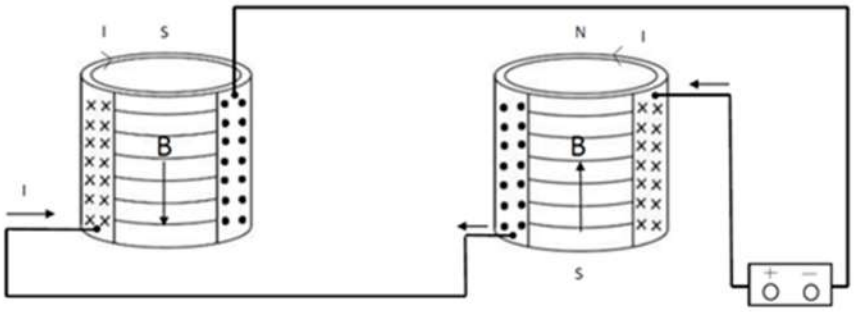
شکل (۶ الف)

- (نمایش ابتدای پیکان) نماد برون سو و به مفهوم نمایش جهت بردار به سمت بیرون صفحه است.

× (نمایش انتهای پیکان) نماد درون سو و به مفهوم نمایش جهت بردار به سمت درون صفحه است.

اگر هریک از سیم پیچ ها را روی یک طرف هسته U شکل قرار بگیرد با استفاده از اتصال سری و برقراری جریان توسط یک منبع تغذیه می توان یک آهنربای الکتریکی درست کرد. اگر سیم پیچ ها درست سری شده باشند یکی از شاخه های هسته U شکل دارای قطب N (در دید از روبرو جهت جریان پادساعتگرد) و دیگری دارای قطب S (در دید از روبرو جهت جریان ساعتگرد) خواهند شد.

اگر اتصال سیم پیچ ها به یکدیگر سری نباشد میدان مغناطیسی روی شاخه های هسته U قطب های همنام خواهند داشت و اثر میدان مغناطیسی تضعیف می شود.



شکل(۶ج)

مواردی که برای انجام آزمایش باید انجام دهید:

برای اندازه گیری میدان مغناطیسی ابتدا تسلامتر را روشن کنید و با دکمه مربوطه آن را صفر کنید. پراب تسلامتر را ثابت و عمود بر نقطه ای که میخواهید میدان مغناطیسی را انداه بگیرید قرار دهید. دقت کنید که مطابق شکل (۷) حسگر تسلامتر باید عمود بر خطوط میان مغناطیسی قرار بگیرد. بسته به شکل ظاهری پراب تسلامتر و شیوه ثابت کردن آن روی پایه استوانه ای ممکن است لازم باشد آهنربا را در ارتفاع بالاتری قرار دهید.

شکل(۷)

برای اندازه گیری نیرو ترازو را روی واحد گرم تنظیم کنید و آهنربا را روی صفحه ترازو قرار دهید. سپس عدد روی نمایشگر را با دکمه مربوطه صفر کنید. با وجود قرار داشتن آهنربا روی ترازو، عدد صفر روی ترازو به این مفهوم است که عدد نمایش داده شده هنگام انجام آزمایش، معیاری از نیروی وارد بر سیم است. ممکن است ترازو عددی مثبت یا منفی را نشان دهد. مثبت بودن عدد به معنای وارد شدن نیروی به سمت پایین و منفی بودن عدد به معنی وارد شدن نیروی به سمت بالا بر سیم است. بعد از تنظیمات اولیه، اطمینان از صحت کار و با تایید مسئول آزمایشگاه، منبع تغذیه را روشن و جریان را برقرار کنید، عددروی ترازو را بخوانید و با استفاده از رابطه $F = mg$ ، بزرگی نیرو را برحسب نیوتن اندازه گیری کنید. در این رابطه m عدد خوانده شده از روی ترازو است و در محاسبات باید آن را برحسب کیلوگرم منظورکنید. همچنین شتاب جاذبه زمین را $g = 9{,}8\,m/s^2$ را در نظر بگیرید.

۲-۲- روش انجام آزمایش های نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

آزمایش ۱: مشاهده اثر میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان

وسایل آزمایش را با کمک سیمهای رابط مطابق شکل (۸) به هم وصل کنید و به مسئول آزمایشگاه نشان دهید. درصورت صحت منبع تغذیه را روشن کنید. با افزایش جریان، حرکت سیم به وضوح قابل مشاهده است. مدار را باز کنید. آزمایش را با جابجا کردن قطب های مثبت و منفی تکرار کنید. چه اتفاقی می افتد؟ بدون تغییر جای سیم ها در مدار قطب های آهنربا را عوض کنید. چه روی می هد؟ نتایج به دست آمده را با ذکر علت در گزارش کارتان بنویسید. با توجه به جهت جریان و جهت نیرو، با استفاده از قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی آهنربا را تعیین کنید. با استفاده از تسلامتر قطب های آهنربا را مشخص کنید. آیا این دو نتایج یکسانی را دربر دارند؟ در مورد آن بحث کنید.

شکل۸

آزمایش ۲: بررسی اثر شدت جریان در بزرگی نیروی وارد بر سیم حامل جریان

به کمک مسئول آزمایشگاه، میدان مغناطیسی وسط قطبهای آهنربای شماره ۱ را با استفاده از تسلامتر اندازه گیری کنید و آن را یادداشت کنید. دقت داشته باشید پراب تسلامتر باید عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار بگیرد.

وسایل آزمایش را مطابق شکل (۹) با سیم شماره ۲ (سیم مستطیلی با طول موثر چهار سانتی متر) به هم وصل کنید. توجه داشته باشید که سیم حامل جریان مستطیلی شکل را در نقطه ای قرار دهید که میدان مغناطیسی را در آنجا تعیین کرده اید. این آزمایش را برای جریان های مختلف انجام داده و بزرگی نیروی اندازه گیری شده F را در جدولی مانند جدول (۱) یادداشت کنید. طول موثر سیم را بطور دقیق اندازه بگیرید و یادداشت کنید. نیرو را $F=ILB\sin\theta$ و با $\theta=90^\circ$ نیز محاسبه کنید و آن ها را در جدول (۱) بنویسید. در پایان خطای آزمایش را محاسبه و ثبت کنید.

F_{max} نیرویی است که بین نیروی اندازه گیری شده و نیروی فرموله شده مقدار بیشتری را دارد.

شکل ۹

$L =$ cm $B =$ mT

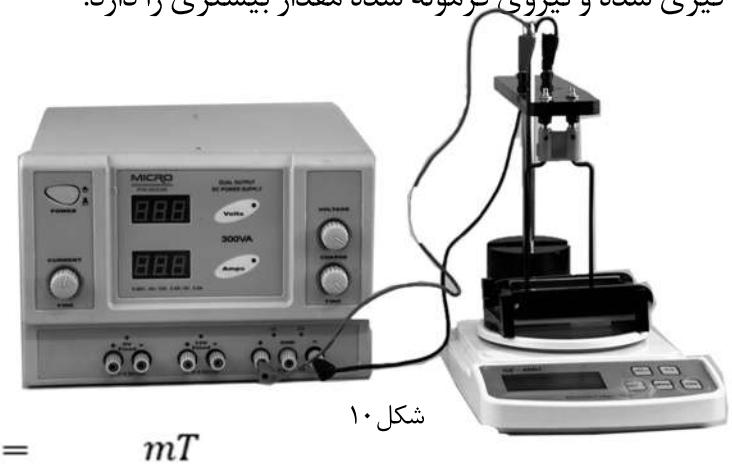
جریان (A)	$m(g)$	$m(kg)$	$F = mg$ (N)	$F = ILB$ (N)	درصد خطا $= \frac{\Delta F}{F_{max}} \times 100$
3					
4					
5					

جدول ۱

آزمایش ۳: بررسی اثر طول سیم در بزرگی نیروی وارد بر سیم حامل جریان

به کمک مسئول آزمایشگاه، میدان مغناطیسی وسط قطبهای آهنربای شماره ۱ را با استفاده از تسلامتر اندازه گیری کنید و آن را یادداشت کنید. دقت داشته باشید پراب تسلامتر باید عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار بگیرد.

وسائل آزمایش را مطابق شکل (۱۰) به هم وصل کنید. آزمایش را با آهنربای شماره ۱ و جریان ۵A یک بار با سیم شماره ۲ (سیم مستطیلی با طول موثر چهار سانتی متر) و یک بار با سیم شماره ۳ (سیم مستطیلی با طول موثر هشت سانتی متر) انجام دهید. بزرگی نیروی اندازه گیری شده F را در جدولی مانند جدول (۲) یادداشت کنید. طول موثر سیم ها را بطور دقیق اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید. نیرو را از رابطه $F=ILB\sin\theta$ و با $\theta=90^\circ$ نیز محاسبه کنید و آن ها را در جدول (۲) بنویسید. در پایان خطای آزمایش را محاسبه و ثبت کنید. F_{max} نیرویی است که بین نیروی اندازه گیری شده و نیروی فرموله شده مقدار بیشتری را دارد.



شکل ۱۰

$I = 5(A)$ $\quad B =$ $\quad mT$

$L(cm)$	$m(g)$	$m(kg)$	$F = mg$ (N)	$F = ILB$ (N)	درصد خطا $= \frac{\Delta F}{F_{max}} \times 100$

جدول ۲

آزمایش بالا را یک بار دیگر با سیم های شماره ۳ و ۴ (سیم های مستطیلی با طول موثر هشت سانتی متر و دوازده سانتی متر) انجام دهید و بزرگی نیروی اندازه گیری شده F را در جدولی مانند جدول (۳) یادداشت کنید. طول موثر سیم ها را بطور دقیق اندازه بگیرید و در جدول یادداشت کنید. نیرو را از رابطه $F=ILBsin\theta$ و با $\theta = 90^{\circ}$ نیز محاسبه کنید و آن ها را در جدول (۳) بنویسید. در پایان خطای آزمایش را محاسبه و ثبت کنید. F_{max} نیرویی است که بین نیروی اندازه گیری شده و نیروی فرموله شده مقدار بیشتری را دارد. توجه داشته باشید L قسمتی از طول حلقه است که در میدان مغناطیسی قرار می گیرد و به آن طول موثر گفته می شود.

$I = 5(A)$ $B =$ mT

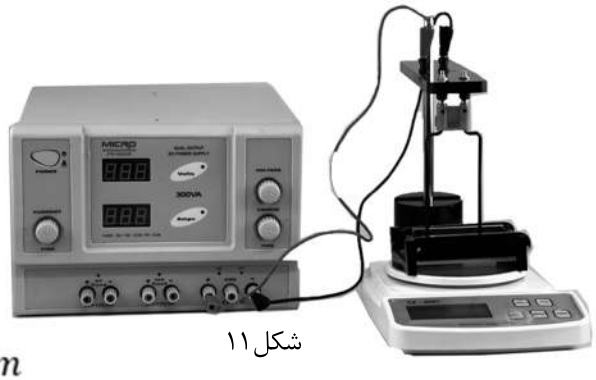
$L(cm)$	$m(g)$	$m(kg)$	$F = mg$ (N)	$F = ILB$ (N)	درصد خطا $= \frac{\Delta F}{F_{max}} \times 100$

جدول۳

آزمایش ۴: بررسی اثر بزرگی میدان مغناطیسی در بزرگی نیروی وارد بر سیم حامل جریان

به کمک مسئول آزمایشگاه، میدان مغناطیسی وسط قطبهای آهنربای شماره ۱ و ۲ را با استفاده از تسلامتر اندازه گیری کنید و آنها را یادداشت کنید. دقت داشته باشید پراب تسلامتر باید عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار بگیرد.

وسایل آزمایش را مطابق شکل (۱۱) با سیم شماره ۲ (سیم مستطیلی با طول موثر چهار سانتی متر) به هم وصل کنید. آزمایش را با آهنربای شماره ۱ و آهنربای شماره ۲ و با جریان ۵A انجام دهید. توجه داشته باشید که سیم حامل جریان مستطیلی شکل را در نقطه ای قرار دهید که میدان مغناطیسی را در آنجا تعیین کرده اید. بزرگی نیروی اندازه گیری شده F را در جدولی مانند جدول (۴) یادداشت کنید. طول موثر سیم را بطور دقیق اندازه بگیرید و یادداشت کنید. نیرو را از رابطه $F=ILB\sin\theta$ و با $\theta=90^\circ$ نیز محاسبه کنید و آن ها را در جدول (۴) بنویسید. در پایان خطای آزمایش را محاسبه و ثبت کنید. F_{max} نیرویی است که بین نیروی اندازه گیری شده و نیروی فرموله شده مقدار بیشتری را دارد.



شکل ۱۱

$I = 5(A)$ $L =$ cm

میدان مغناطیسی (mT)	$m(g)$	$m(kg)$	$(N)F = mg$	$(N)F = ILB$	درصد خطا $= \frac{\Delta F}{F_{max}} \times 100$

جدول ۴

آزمایش ۵: بررسی اثر زاویه میدان مغناطیسی با سیم حامل جریان در بزرگی نیروی وارد بر سیم حامل جریان

به کمک مسئول آزمایشگاه، میدان مغناطیسی وسط قطبهای آهنربای شماره ۲ را با استفاده از تسلامتر اندازه گیری کرده ویادداشت کنید. دقت داشته باشید پراب تسلامتر باید عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار بگیرد. وسائل آزمایش را مطابق شکل (۱۲) به هم وصل کنید. **نگهدارنده را حتما و کاملا روی میله سفت ببندید.** آزمایش را با آهنربای شماره ۲، جریان ۱.۵A و با تنظیم زوایای ۳۰، ۴۵ و ۹۰ درجه انجام دهید و بزرگی نیروی اندازه گیری شده F را در جدولی مانند جدول (۵) یادداشت کنید. توجه داشته باشید هنگامیکه پیچه در میدان مغناطیسی قرار می گیرد، در محاسبه طول موثر کل تعداد دورهای پیچه باید درنظر گرفته شود. در پیچه طراحی شده $L \simeq 2$ cm و $N=16$ است. طول موثر یک دور از پیچه را بطور دقیق اندازه بگیرید و تعداد دورها را بشمارید و یادداشت کنید. نیرو را از رابطه $F=ILB\sin\theta$ و با $\theta=90^\circ$ نیز محاسبه کنید و آن ها را در جدول (۵) بنویسید. در پایان خطای آزمایش را محاسبه و ثبت کنید. F_{max} نیرویی است که بین نیروی اندازه گیری شده و نیروی فرموله شده مقدار بیشتری را دارد.

شکل ۱۲

$I = 5(A)$ $L =$ (cm) $N =$

زاویه (درجه)	$m(g)$	$m(kg)$	$(N)F = mg$	$(N)\ F = NILB\ sin\theta$	درصد خطا $= \frac{\Delta F}{F_{max}} \times 100$
30					
45					
90					

جدول ۳

با استفاده از فصل سوم و پیوست دستورکار خطا را برای نیروی اندازه گیری شده در زاویه ۳۰ درجه به دست آورید، سپس تصحیح ارقام را (با استفاده از بیشینه خطا) انجام دهید و مقدار نیروی اندازه گیری شده را بصورت دقیق F گزارش کنید.

آزمایش ۱-۶: بررسی میدان مغناطیسی ایجاد شده در اثر عبور جریان الکتریکی از یک سیم پیچ

یکی از سیم پیچ های روی هسته U شکل قابلیت جداسازی از مجموعه را دارد. سیم پیچ را جدا کنید، به منبع تغذیه متصل کنید و جریان را برقرار نمایید. با استفاده از قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید. همچنین با توجه به جهت جریان، قطب های N و S آهنربای تشکیل شده را مشخص کنید. اکنون با استفاده از تسلامتر صحت موارد بالا را تحقیق کنید. پس از انجام این آزمایش، دوباره سیم پیچ را روی هسته U شکل ببندید.

آزمایش ۲-۶: بررسی ارتباط شدت میدان مغناطیسی با جریان الکتریکی در سیم پیچ

مطابق شکل (۱۳) دو سیم پیچ را به هم سری کنید (بسته به نوع ساخت سیم پیچ ممکن است اتصال سری واقعا سری نباشد و برخلاف انتظار شدت میدان تضعیف شود. در اینصورت اتصال را تغییر دهید و اتصال سری برقرار کنید). سپس جوشن ها را به وسیله بست ها روی هسته U شکل ببندید. در چنین سیستمی یکی از سیم پیچ ها دارای جریان پادساعتگرد و قطب N و دیگری دارای جریان ساعتگرد و قطب S هستند. بنابراین هریک از سیم پیچ ها یک آهنربا تشکیل می دهند که جهت میدان مغناطیسی از N خارج و به S وارد می شود. با قرار دادن جوشن ها یک میدان یکنواخت افقی بین آن ها ایجاد می شود. اکنون سیم پیچ ها را به منبع تغذیه وصل کرده و از آن جریان عبور دهید و میدان مغناطیسی را برای چند جریان مختلف اندازه بگیرید. .

شکل ۱۳

جوشن ها را در فاصله دو سانتی متری از یکدیگر تنظیم و محکم کنید و سپس برای چند جریان مختلف میدان مغناطیسی را اندازه بگیرید، در جدول (۶) یادداشت کنید و نمودار B-I را در اکسل رسم کنید. هنگام انجام آزمایش دقت داشته باشید که جای پراپ تسلامتر تغییر نکند و در هربار اندازه گیری میدان مغناطیسی، پراپ تسلامتر در همان موقعیت اولیه و عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار داشته باشد.

$I\ (A)$	$B\ (mT)$
0,5	
1	
1,5	
2	

جدول ۶

آزمایش را یک بار برای فاصله یک سانت متری تکرار کنید و نتایج را در جدول (۷) بنویسید و نمودار آن را در اکسل رسم کنید.

$I\ (A)$	$B\ (mT)$
0,5	
1	
1,5	
2	

جدول ۷

بست جوشن ها را کمی آزادتر کنید. چه اتفاقی می افتد؟ در حالتی که منبع تغذیه روشن است تلاش کنید جوشن ها را از یکدیگر جدا کنید. منبع تغذیه را قطع کنید و در این حالت برای جدا کردن جوشن ها تلاش کنید. آیا در این حالت جدا کردن جوشن ها امکان پذیر است؟ این آزمایش را برای جریان های خیلی کوچک انجام دهید و درباره مشاهدات خود تبادل نظر کنید.

با جدا کردن یکی از سیم پیچ ها از هسته U شکل و اتصال به منبع تغذیه با استفاده از سیم های رابط می توانید برای جریان های مختلف شدت میدان مغناطیسی درون یک سیم پیچ را با تسلامتر اندازه گیری کنید و قطب های N و S را تعیین کنید. آیا می توانید جهت جریان درون سیم پیچ را مشخص کنید؟

فصل سوم

روش محاسبه خطای نیروی اندازه گیری شده در آزمایش نیروی وارد بر سیم حامل

روش محاسبه خطای نیروی اندازه گیری شده در آزمایش نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی با استفاده از مشتقات جزئی

برای محاسبه بیشینه خطای نیروی اندازه گیری شده باید دیفرانسیل نیروdF را داشته باشید. با توجه به اینکه بین تمام پارامترهای رابطه عملیات ضرب وجود دارد، می توان ابتدا از طرفین رابطه ln بگیرید و سپس دیفرانسیل نیروdF را به دست آورید

$$F = ILBsin\theta$$

$$\ln F = \ln I + \ln L + \ln B + \ln sin\theta$$

$$\frac{dF}{F} = \frac{dI}{I} + \frac{dL}{L} + \frac{dB}{B} + \frac{\cos\theta\, d\theta}{sin\theta}$$

با توجه به اینکه در فیزیک اختلاف اندازه ها قابل اندازه گیری است، بنابراین تمام dها به Δ تبدیل می شود

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta L}{L} + \cot\theta\, \Delta\theta$$

دلتای هر کمیت خطای اندازه گیری دستگاه تعریف می شود. همچنین F را بزرگی نیروی اندازه گیری شده (با استفاده از عدد خوانده شده از روی ترازو) منظور کنید

$$\Delta F = F\left(\frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta L}{L} + \cot\theta\, \Delta\theta\right)$$

پس از انجام محاسبات برای گزارش ΔF اولین رقم غیرصفر با بیشترین ارزش را مبنا قرار دهید و ارقام بالاتر را روی آن گرد کنید و مقدار نیرو را بصورت دقیق گزارش کنید

$$\mathcal{F} = F \pm \Delta F$$

پیوست

یادآوری می شود؛

- خطای اندازه گیری هر دستگاه درجه بندی شده برابر با $\pm 1/2$ دقت دستگاه است و باید برمبنای مرتبه اعشار دقت دستگاه گرد شود.
- خطای اندازه گیری هر دستگاه رقمی یا دیجیتال برابر با مثبت و منفی دقت آن دستگاه است.
- عدد اندازه گیری شده برمبنای مرتبه اعشار خطای دستگاه گزارش می شود. به تعداد ارقام گزارش شده ارقام با معنا می گویند و به رقمی که کمترین ارزش را در عدد دارد رقم حدسی و غیرقطعی (مشکوک) می گویند.
- صفرهایی که درسمت چپ عدد قرار دارند، با معنا نیستند.
- صفرهایی که در سمت راست عدد قرار دارند بسته به نحوه گزارش عدد (گزارش عدد بصورت نماد علمی یا عادی) می توانند بامعنا باشند یا نباشند.
- تمام رقم های غیرصفر و تمام صفرهایی که بین اعداد قرار دارند، بامعنا هستند.
- در نمادگذاری های علمی فقط ارقام عدد طبیعی مبنای شمارش ارقام بامعنا است (ده به توان ها نقشی در تعداد ارقام بامعنا مبنای محاسبه ندارند).
- در جمع و تفریق محل ممیز مبنا است و حاصل برمبنای عددی گزارش می شود که کمترین تعداد ارقام اعشاری را دارد.
- در ضرب و تقسیم تعداد ارقام بامعنا اهمیت دارد و حاصل برمبنای عددی گزارش می شود که کمترین تعداد ارقام بامعنا را دارد. اگر تعداد ارقام بامعنای حاصل بیشتر از تعداد ارقام بامعنای عدد با کمترین ارقام با معنا شد، عدد برمبنای عددی گزارش می شود که کمترین تعداد ارقام اعشاری را دارد.

صنایع آموزشی

اولین دارنده‌ی گواهینامه مدیریت کیفیت ISO9001-2000
از شرکت TÜV NORD آلمان برای طراحی و تولید تجهیزات
آزمایشگاهی، آموزشی و کارگاهی در ایران ودارنده‌ی
گواهی تحقیق و توسعه از وزارت صنایع و معادن

با پشتوانه بیش از ۳۴ سال تجربه در تجهیز واحدهای آموزشی
عرضه محصولات در بیش از ۵۰ نمایندگی در سراسر ایران
۵ سال تامین قطعات یدکی و پشتیبانی پس از فروش
حداقل یکسال تضمین کیفیت و کارآیی محصول

آدرس: تهران، جاده مخصوص کرج، بعد از کیلومتر ۷، بزرگراه آزادگان (به طرف جنوب)، خیابان دهم(قبل از پمپ بنزین)،
بلوار دکتر عبیدی ،خیابان شهید جلال صندوق پستی ۳۷۹-۱۳۴۴۵
تلفن واحد فروش: ۷-۴۴۵۴۵۲۹۵ (۰۲۱)، دورنگار: ۴۴۵۴۵۲۹۴ (۰۲۱)، صدای مشتری: ۴۴۵۴۵۴۳۹ (۰۲۱)، روابط عمومی: ۴۴۵۴۵۴۸۵ (۰۲۱)
سایت اینترنتی: www.eei-co.com پست الکترونیکی: info@eei-co.com