

به نام خداوند جان و خرد

جزوه فصل سوم فیزیک یازدهم تجربی

میدان مغناطیسی: در فضای اطراف یک آهنربا خاصیتی وجود دارد که به موجب آن به عقربه مغناطیسی واقع در این فضا نیرو وارد می‌شود. به این خاصیت، میدان مغناطیسی می‌گویند. میدان مغناطیسی، کمیتی برداری و دارای اندازه و جهت است و این میدان را با خطوطی فرضی که خطوط میدان نامیده می‌شوند، نشان می‌دهند که از قطب N آهنربا خارج و به قطب S داخل می‌شوند و درون آهنربا از S به N می‌روند و حلقه بسته‌ای را تشکیل می‌دهند.

نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی: بزرگی نیروی وارد بر ذره باردار متحرک با بزرگی بار q ، تند v ، بزرگی میدان مغناطیسی (B) و سینوس زاویه بین $\vec{v}$ و $\vec{B}$ نسبت مستقیم دارد و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F = |q| v B \sin \theta$$

که در آن $|q|$ ، اندازه بار الکتریکی بر حسب کولن، v تند ذره بر حسب متر بر ثانیه، بزرگی میدان بر حسب تسلا T و F اندازه نیرو بر حسب نیوتن می‌باشد.

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان: اگر سیمی به طول ℓ و حامل جریان I در میدان مغناطیسی B قرار گیرد، از طرف میدان نیرویی به سیم وارد می‌شود که اندازه این نیرو از رابطه $F = B I \ell \sin \theta$ محاسبه می‌شود و که در آن θ زاویه بین سیم و میدان مغناطیسی است. قانون دست راست برای تعیین جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان بدین صورت است که اگر چهار انگشت دست راست را در جهت جریان I و کف دست را در جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ قرار دهیم، شست دست راست جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را نشان می‌دهد.

نکته:

تسلا یکای بزرگی است و در برخی موارد از یکای قدیمی (غیر SI) و کوچک‌تری به نام گاوس (بانماد G) استفاده می‌کنند به طوری که داریم:

$$1T = 10^4 G$$

میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست حامل جریان: با عبور جریان از سیم مستقیم و طویل، در اطراف آن میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. خطوط میدان دایره‌های هم‌مرکز هستند که راستای سیم بر سطح این دایره‌ها عمود است. برای تعیین جهت میدان به کمک

قاعده دست راست، اگر انگشت شست دست راست را در جهت جریان (I) قرار دهیم، چهار انگشت خمیده جهت میدان ($\vec{B}$) را نشان می‌دهد.

میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌لوله حامل جریان: میدان مغناطیسی داخل یک سیم‌لوله آرمانی در نقطه‌های دور از لبه‌ها یکنواخت است و اندازه آن از رابطه زیر به دست می‌آید: (در این رابطه، I جریان عبوری، ℓ طول سیم‌لوله، N تعداد دورهای سیم‌لوله و μ تراوایی مغناطیسی خلأ و برابر $4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$ می‌باشد).

$$B = \frac{\mu \cdot NI}{\ell}$$

مواد از نظر مغناطیسی:

۱. اتم‌های آن‌ها دو قطبی مغناطیسی ذاتی ندارند:

دیامغناطیسی ← مانند: مس، نقره، سرب و بیسموت

۲. اتم‌های آن‌ها دو قطبی مغناطیسی ذاتی دارند:

الف) جهت‌گیری کانوره‌ای دو قطبی‌ها:

پارامغناطیسی ← مانند: اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن

ب) جهت‌گیری حوزه‌ای دو قطبی‌ها:

فرومغناطیسی:

نرم ← مانند: آهن و نیکل

سخت ← مانند: آلیاژ آهن و آلیاژ نیکل

شار مغناطیسی: شار مغناطیسی، کمیتی نرده‌ای است و برای میدان مغناطیسی یکنواخت (B) که از پیچ‌های با مساحت معین A می‌گذرد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Phi = BA \cos \theta$$

θ زاویه بین بردار میدان مغناطیسی و نیم خط عمود بر سطح حلقه است.

قانون القای الکترومغناطیسی فاراده: قانون فاراده برای پیچه یا سیم‌لوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده است، با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

در این رابطه ε_{av} نیروی محرکه القایی متوسط بر حسب ولت و $\Delta \Phi / \Delta t$ آهنگ تغییر شار مغناطیسی بر حسب وبر بر ثانیه (Wb/s) است. اگر مقاومت پیچه یا سیم‌لوله برابر R باشد، جریان القایی متوسط در آن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$I_{av} = \frac{\varepsilon_{av}}{R} = - \frac{N \Delta \Phi}{R \Delta t}$$

قانون لنز: جریان حاصل از نیروی محرکه القایی در یک مدار یا پیچه در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن، با عامل به وجود آورنده جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی، مخالفت می‌کند.

نکته: هرگاه شار عبوری از حلقه‌ای در حال افزایش باشد، جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان خارجی ایجاد شود و هرگاه شار عبوری از حلقه‌ای در حال کاهش باشد، جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی القایی در جهت میدان خارجی ایجاد شود.

القاهر: از القاهر (سیم‌پیچ) برای تولید میدان مغناطیسی دلخواه و همچنین ذخیره انرژی در این میدان استفاده می‌شود. ویژگی‌های فیزیکی هر القاهر، توسط ضریب القاوری آن تعیین می‌شود. ضریب القاوری که با نماد L نمایش داده می‌شود به عواملی همچون تعداد دور، طول و سطح مقطع القاهر و جنس هسته‌ای که داخل آن قرار می‌گیرد بستگی دارد. یکای SI ضریب القاوری، هانری (H) نام دارد.

انرژی ذخیره شده در القاهر: مقدار انرژی ذخیره شده در میدان القاهر با ضریب القاوری L و حامل جریان I ، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

خود القاوری: با تغییر مقاومت رتوستا جریان در مدار تغییر می‌کند. تغییر جریان در مدار، سبب تغییر میدان مغناطیسی القاهر می‌شود و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از آن نیز تغییر می‌کند. این فرایند سبب القای نیروی محرکه‌ای در القاهر می‌شود که بنابر قانون لنز با تغییر جریان عبوری از آن مخالفت می‌کند. این پدیده که می‌تواند در هر القاهری (از قبیل پیچه یا سیم‌لوله) رخ دهد، اثر خود-القاوری نامیده می‌شود.

جریان متناوب: اگر پیچه‌ای در یک میدان مغناطیسی یکنواخت بچرخد و هر دور چرخش آن T ثانیه طول بکشد، شار مغناطیسی در لحظه t از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\Phi = BA \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$$

می‌توان نشان داد که جریان القا شده در پیچه از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$$

می‌بینیم که جریان القایی در پیچه، به طور سینوسی (نمودار زیر) با زمان تغییر می‌کند، به همین سبب به آن جریان متناوب می‌گویند.

نکته: در یک القاگر آرمانی (با مقاومت صفر) تنها وقتی انرژی وارد القاگر می‌شود که جریان در آن افزایش می‌یابد. این انرژی تلف نمی‌شود، بلکه در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره شده و هنگام کاهش جریان، آزاد می‌شود.

نکته: هنگام عبور جریان پایا از یک القاگر آرمانی (سیم پیچ بدون مقاومت)، انرژی به آن وارد یا از آن خارج نمی‌شود.

نکته: در نمودار سینوسی جریان متناوب، هر ربع نمودار معادل $\frac{T}{4}$ است.

نکته: زمان یک دور چرخش کامل پیچه (T) را دوره یا زمان تناوب می‌نامند.