بررسی مبحث شار و قانون القای فاراده فیزیک (۲) پایهٔ یازدهم

یوسف مظهری خیاوی
پژوهش‌سرای دانش‌آموزی دکتر حسابی مشکین‌شهر

اشاره

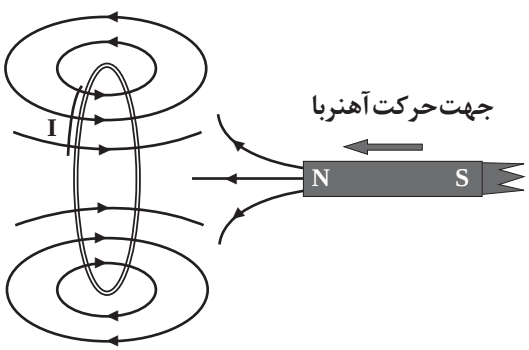
هدف از این نوشته ارائه بحثی کامل‌تر در مورد شار و قانون القای فاراده و قانون لنز است که در کتاب فیزیک(۲) پایهٔ یازدهم آورده شده است. امید است نوشته زیر که در سطح کتاب فیزیک یازدهم است ولی براساس کتاب‌های پایهٔ فیزیک دانشگاهی نگارش شده، بتواند مورد استفاده قرار گیرد.

حلقه‌ای مسطح را در میدان مغناطیسی یکنواختی در نظر می‌گیریم. اگر خط‌های میدان مغناطیسی از وجهی وارد حلقه شوند، از وجه دیگر خارج می‌شوند. در این حالت برای وجهی که خط‌های میدان مغناطیسی از آن خارج می‌شوند، نیم‌خط عمود بر این وجه و بردار میدان با یکدیگر زاویهٔ حاده $(0 \le \theta < \frac{\pi}{2})$ و برای وجهی که خط‌های میدان مغناطیسی به آن وارد می‌شوند، نیم‌خط عمود بر این وجه و بردار میدان با یکدیگر زاویهٔ منفرجه $(\frac{\pi}{2} < \theta \le \pi)$ می‌سازند. بنابراین بنا به فرمول محاسبهٔ شار مغناطیسی $\Phi = BA\cos\theta$، علامت شار مغناطیسی برای وجهی که خط‌های میدان مغناطیسی به آن وارد می‌شوند مثبت و برای وجه دیگر منفی است. بنابراین در محاسبه شار مغناطیسی بهتر است بیان شود که شار کدام وجه مدنظر است.

برای محاسبه تغییر شار مغناطیسی هم باید بیان شود که این تغییر شار برای کدام وجه محاسبه می‌شود. زیرا اگر علامت $\Delta\Phi$ برای وجهی مثبت باشد، برای وجه دیگر منفی خواهد بود.

مقدار نیروی محرکه القا شده متوسط بنا به قانون القای فاراده در یک حلقه برابر است با $\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. حال به معنای علامت منفی در این فرمول می‌پردازیم. برای درک معنای علامت منفی ابتدا باید جهت مثبت را برای حلقه تعریف کنیم. اگر انگشت شست دست راست را در جهت نیم‌خط عمود بگیریم، جهت بسته شدن چهار انگشت دیگر، جهت مثبت را نشان می‌دهد. بنابراین بنا به قاعدهٔ بالا اگر مقدار محاسبه‌شده برای ε مثبت باشد جهت نیروی محرکهٔ القایی و جریان القایی در جهت بسته شدن چهار انگشت (یعنی پادساعتگرد) است و اگر مقدار محاسبه‌شده برای ε منفی باشد جهت نیروی محرکه القایی و جریان القایی در خلاف جهت بسته شدن چهار انگشت (یعنی ساعتگرد) است که جهت جریان القایی و جریان القایی به‌دست آمده طبق این قاعده در تطابق با قانون لنز است. یعنی اگر جهت جریان القایی را با استفاده از قانون لنز به دست بیاوریم به نتیجه یکسانی می‌رسیم.

موردی را به‌عنوان مثال مطابق شکل زیر درنظر می‌گیریم. برای این شکل، علامت تغییر شار در وجه سمت راست منفی و بنابراین علامت نیروی محرکه القایی طبق فرمول $\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، مثبت است. بنابراین، بنا به قاعده دست راست ذکر شده، وقتی از سمت راست به حلقه نگاه می‌کنیم نیروی محرکهٔ القایی و جریان القایی پادساعتگرد است. همچنین علامت تغییر شار در وجه سمت چپ مثبت و بنابراین علامت نیروی محرکه القایی طبق فرمول $\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، منفی است. بنابراین وقتی از سمت چپ به حلقه نگاه می‌کنیم جهت نیروی محرکهٔ القایی و جریان القایی ساعتگرد است که نشان می‌دهد فرمول $\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ در سازگاری با قانون لنز است.



نکته دیگری که باید یادآور شد این است که رابطه $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ وقتی برقرار است که تغییر شار $\Delta\Phi$ برای هر N حلقه یکسان باشد.