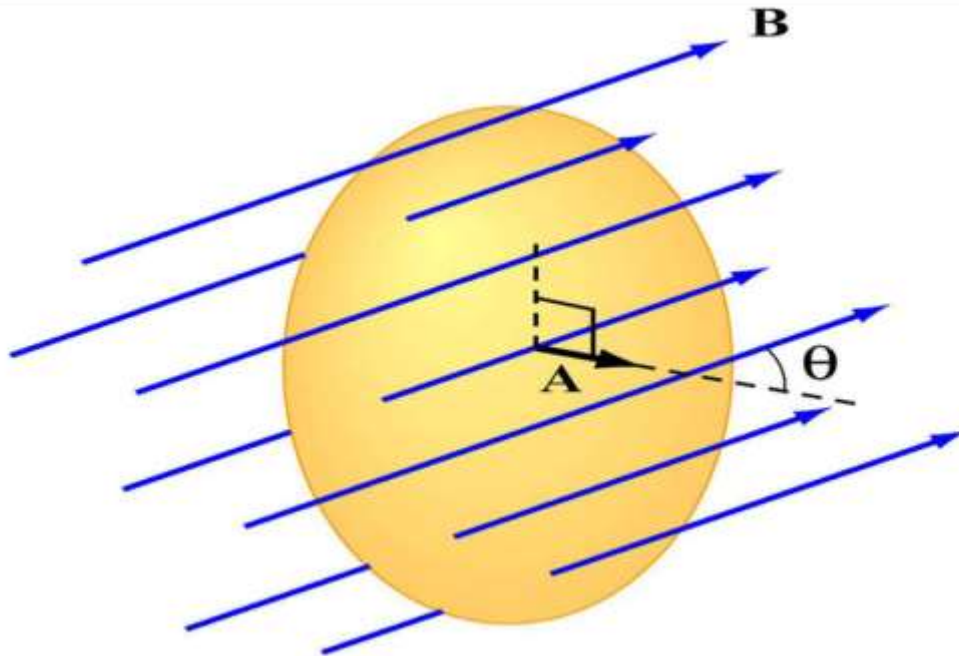


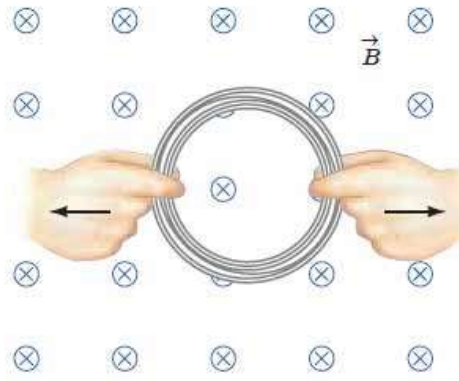
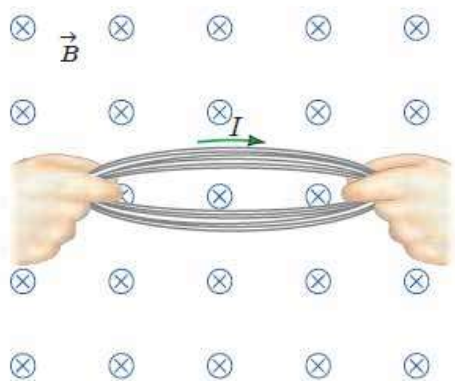
شار به معنای جا به جایی یک حجم از کمیتی جابه‌جا شونده از یک سطح خاص است. در واقع، شار عبورکننده از یک سطح دلخواه، مقدار حجمی است از یک کمیت (مانند آب، جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی و ...) که در واحد زمان، در جهت عمود بر سطح (یا مؤلفه عمودی بردار سطح) از سطح مورد نظر عبور می‌کند. حال اگر مقدار کمیتی که از سطح می‌گذرد، خطوط میدان مغناطیسی باشد، به آن شار مغناطیسی گویند.



عوامل موثر بر شار مغناطیسی

1- با تغییر اندازه میدان مغناطیسی گذرنده از سطح بسته، شار مغناطیسی تغییر می‌کند. اگر اندازه میدان مغناطیسی را افزایش دهیم، شار مغناطیسی نیز افزایش می‌یابد.

2- با تغییر مساحت سطح بسته، شار مغناطیسی تغییر می‌کند. طوری که با افزایش مساحت شار مغناطیسی افزایش می‌یابد.

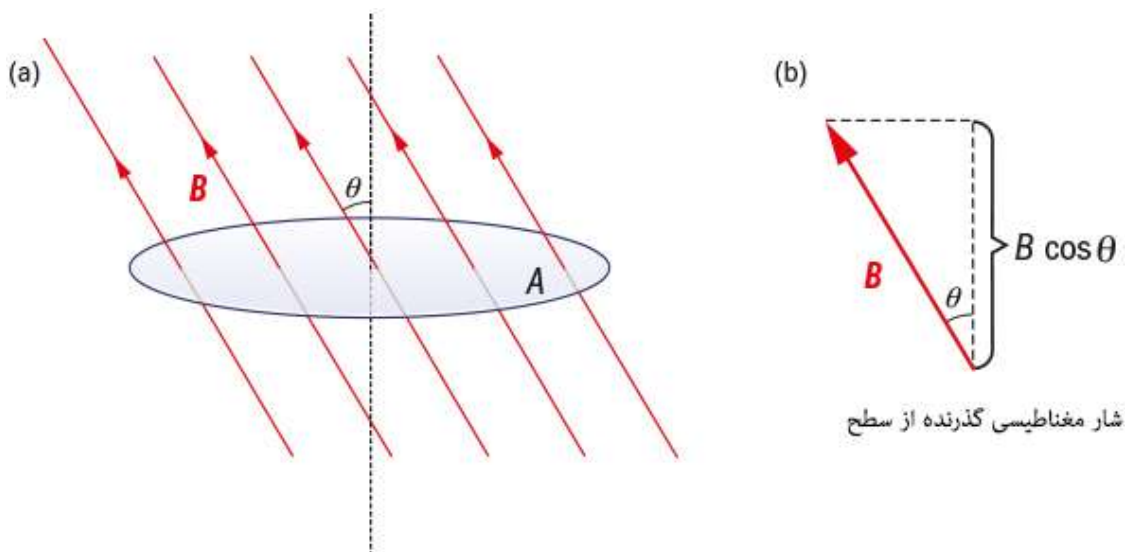


3- با چرخاندن پیچه درون میدان مغناطیسی زاویه بین میدان مغناطیسی و سطح پیچه تغییر می کند. این تغییر زاویه سبب تغییر شار مغناطیسی می شود.



محاسبه شار مغناطیسی گذرنده از سطح بسته

شار مغناطیسی از حاصلضرب مولفه عمود بر سطح میدان مغناطیسی و مساحت سطح بسته بدست می آید که مطابق شکل زیر می توان آن را به صورت زیر نوشت.



$$\phi = B_{\perp} A$$

$$\phi = (B \cos \theta) A$$

$$\phi = BA \cos \theta$$

در این رابطه θ زاویه بین میدان مغناطیسی و نیم خط عمود بر سطح می باشد. توجه داشته باشید می توان برای هر سطح دو نیم خط عمود بر سطح در دو طرف سطح رسم کرد. هر کدام را به دلخواه انتخاب کنید درست است ولی در هر مساله پس از انتخاب

یکی از آنها دیگر نباید آن را تغییر دهید. یعنی اگر نیم خط عمود بر سطح را به سمت بالا در نظر گرفتید تا پایان مساله نباید آن را تغییر داد. اگر در سوال زاویه بین میدان مغناطیسی و سطح حلقه داده شد، باید متمم آن را در رابطه قرار دهیم.

شار مغناطیسی کمیتی است نرده ای و دارای جهت نیست ولی برای محاسبه آن نیاز به جهت میدان مغناطیسی و نیم خط عمود بر سطح داریم.

اگر میدان مغناطیسی هم راستا با سطح باشد (موازی باشند) شاری از سطح عبور نمی کند و اگر میدان مغناطیسی عمود بر سطح باشد، شار بیشینه را خواهیم داشت.

یکای شار مغناطیسی در SI، وبر (Wb) است .

$$1Wb = 1T \times 1m^2$$

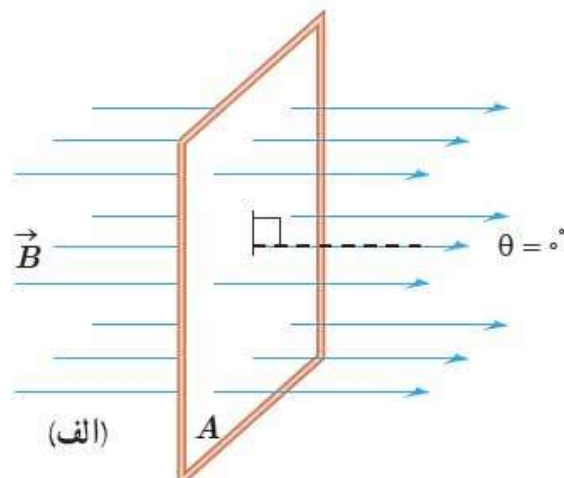
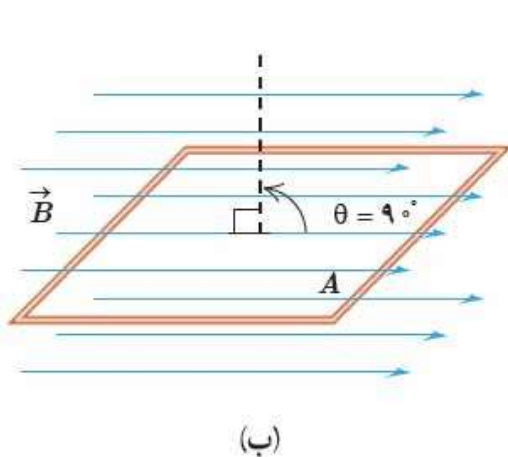
در مبحث القای الکترومغناطیسی، تغییر شار مهم است. با تغییر شار، می توان در پیچه یا سیملوله، جریان الکتریکی القا کرد.

مثال 1: الف) مطابق شکل الف، سطح حلقه رسانایی، به شکل مربع با ضلع 20 سانتی متر، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 250 گاوس قرار دارد. شار عبوری از این حلقه را بدست آورید.

ب) اگر حلقه را بچرخانیم به طوری که سطح حلقه موازی با خط های میدان مغناطیسی شود، شار مغناطیسی عبوری از آن چقدر می شود؟

پ) تغییر شار مغناطیسی عبوری از حلقه را وقتی از موقعیت شکل الف به موقعیت شکل ب می چرخد به دست آورید.

ت) اگر این تغییر شار مغناطیسی در مدت زمان 0.01 ثانیه رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار را پیدا کنید.



پاسخ مثال 1: الف)

$$\phi = BA \cos \theta = 250 \times 10^{-4} \times (20 \times 20 \times 10^{-4}) \cos 0 = 1 \times 10^{-3} Wb$$

ب) همانطوری که در شکل ب مشاهده می کنید، زاویه بین میدان مغناطیسی و نیم خط عمود بر سطح 90 درجه است. بنابراین شار گذرنده از سطح بسته در این حالت صفر است.

پ)

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 0 - 1 \times 10^{-3} = -1 \times 10^{-3} Wb = -1 mWb$$

ت)

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{-1 \times 10^{-3} Wb}{0.01 s} = -0.1 \frac{Wb}{s}$$

همانطوری که در مثال بالا مشاهده کردید، آهنگ تغییر شار را محاسبه کردیم و یکای آن وبر بر ثانیه شد. برای اینکه بدانیم آهنگ تغییر شار معادل چه کمیتی است، محاسبات یکایی زیر را انجام می دهیم.

$$\left[\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right] = \left[\frac{\Delta(BA)}{\Delta t} \right] = \frac{1T \times m^2}{s}$$

$$[B] = \left[\frac{F}{Il} \right] = 1 \frac{N}{A \cdot m} = 1T$$

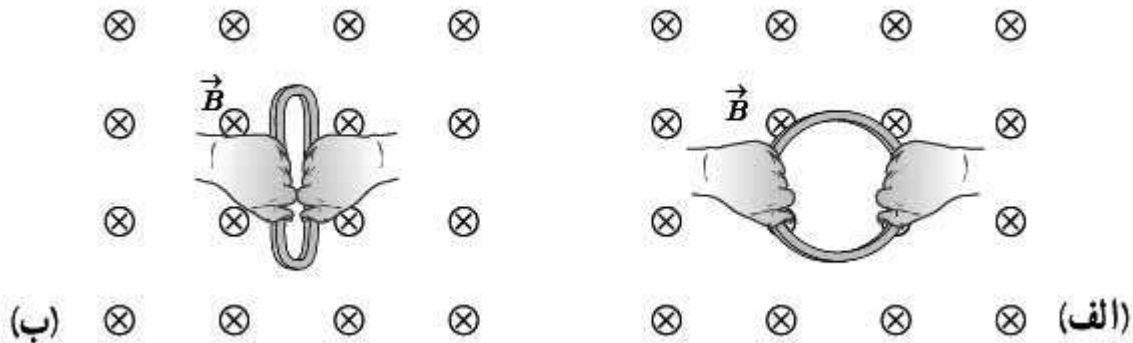
$$\left[\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right] = \frac{1 \left(\frac{N}{A \cdot m} \right) \times m^2}{s} = \frac{1 N \cdot m}{A \cdot s} = 1 \frac{J}{C} = 1V$$

در محاسبات بالا از روابط زیر استفاده شده است.

$$W = Fd \quad , \quad \Delta Q = I \Delta t \quad , \quad \Delta V = \frac{\Delta U}{Q}$$

با توجه به اثبات بالا نتیجه می گیریم آهنگ تغییر شار مغناطیسی همان اختلاف پتانسیل القایی به مدار است که جریان را در مدار القا می کند.

مثال 2: حلقه ای به مساحت 25 سانتی متر مربع درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه 0.03 تسلا قرار دارد (شکل الف). اگر در مدت زمان 0.2 ثانیه، مطابق شکل ب و بدون تغییر میدان مغناطیسی سطح حلقه را به 10 سانتی متر مربع برسانیم، آهنگ تغییر شار را حساب کنید.



پاسخ مثال 2: همانطوری که در شکل مشاهده می کنید زاویه بین میدان مغناطیسی و نیم خط عمود بر سطح صفر درجه است.

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta(BA \cos 0)}{\Delta t} = \frac{B\Delta A}{\Delta t} = \frac{0.03 \times (10 - 25) \times 10^{-4}}{0.2} = -2.25 \times 10^{-4} V$$

مثال 3: حلقه ای به قطر 50 سانتی متر در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 400 گاوس قرار دارد، به طوری که بردار میدان مغناطیسی با سطح حلقه زاویه 53 درجه می سازد. اندازه شار مغناطیسی عبوری از سطح حلقه چند میلی وبر است؟

پاسخ مثال 3: چون میدان مغناطیسی با سطح حلقه زاویه 53 درجه می سازد، پس یا نیم خط عمود بر سطح زاویه 37 درجه می سازد.

$$A = \pi r^2 = \pi \frac{d^2}{4} = \pi \times \frac{50^2}{4} = 625\pi \text{ cm}^2 = 6.25\pi \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\phi = BA \cos \theta = 400 \times 10^{-4} \times 6.25\pi \times 10^{-2} \times \cos 37 = 2\pi \text{ mWb}$$

مثال 4: سطح حلقه ای به مساحت 4 متر مربع بر خط های یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 0.5 تسلا عمود است. اگر در مدت 0.2 ثانیه حلقه را 180 درجه حول محوری منطبق بر سطح حلقه دوران دهیم، تغییر شار مغناطیسی را حساب کنید.

پاسخ مثال 4: در حالت اول اگر نیم خط عمود بر سطح را هم جهت با میدان مغناطیسی در نظر بگیریم، زاویه صفر درجه است. اگر سطح 180 درجه دور یکی از محورهایش بچرخد، نیم خط عمود بر سطح مخالف میدان مغناطیسی قرار می گیرد. یعنی زاویه در حالت دوم 180 درجه می شود.

$$\Delta\phi = \Delta(BA \cos \theta) = BA(\cos 180 - \cos 0) = BA(-1 - 1) = -2BA$$

$$\Delta\phi = -2 \times 0.5 \times 4 = -4\text{Wb}$$