

# آکادمی کنکور دانشگاه تهرانی ها

شماره تلفن : 021-88683915

آدرس:

تهران - سعادت آباد - بلوار فرهنگ - کوی فرهنگ -  
شهرک نیایش - خیابان 12 متری محمدی - پلاک 7

# کلاس کنکور

اولین

موسسه ی

کنکوری

کشور

با کادر

رتبه های تک

رقمی

و دو رقمی

کنکور

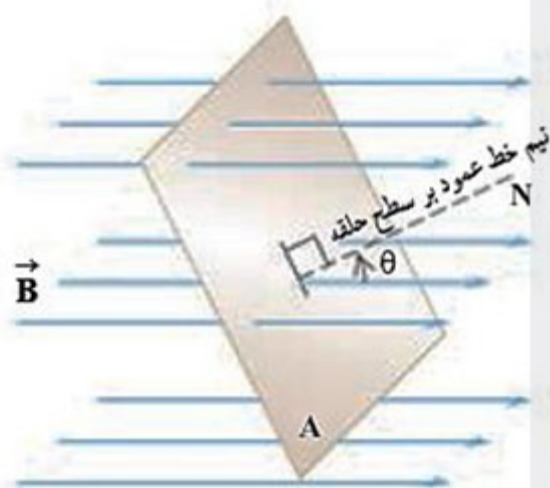
مشاوره ی حضوری ، تلفنی و آنلاین با دانشجویان دانشگاه تهران

و صنعتی شریف



### شار مغناطیسی

در اثر تغییر میدان مغناطیسی در حلقه، تغییر مساحت حلقه و یا تغییر زاویه ی بین سطح حلقه و جهت میدان مغناطیسی، جریان در پیچه القاء می شود. کمیتی به نام شار مغناطیسی این سه کمیت را در بر دارد. این کمیت نرده ای می باشد.



مساحت حلقه ( $m^2$ )  $\rightarrow$   $\Phi = AB \cos \theta$   $\rightarrow$  شار مغناطیسی ( $wb$ )

زاویه ی بین بردار مغناطیسی B و نیم خط عمود بر سطح و نیم خط عمود بر سطح  $\rightarrow$   $\Phi$  شار مغناطیسی (T)

طبق تعریف فوق شار مغناطیسی ( $\Phi$ ) معرف تعداد خطوط میدان مغناطیسی گذرنده از سطح بسته می باشد .

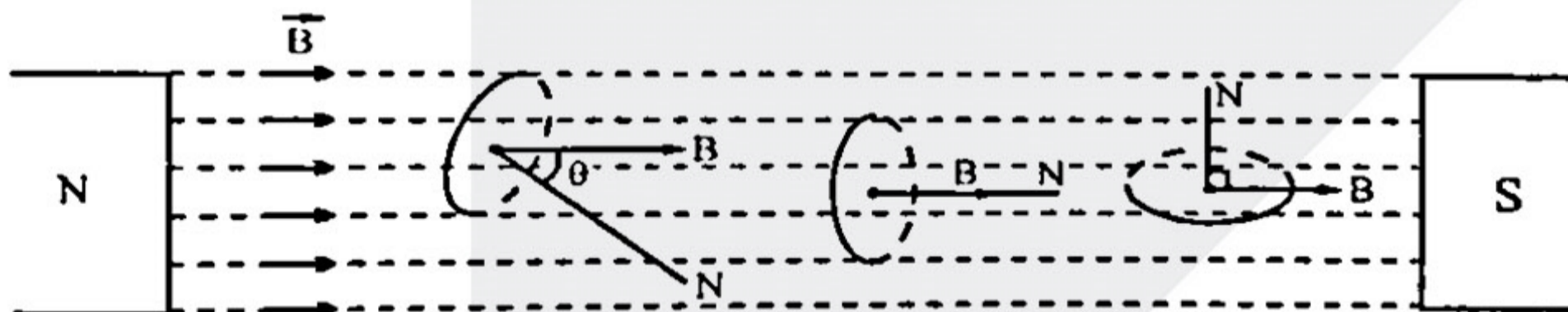
☑ نکته: هر چقدر میدان مغناطیسی (B) بیشتر باشد خطوط به هم فشرده تر هستند پس تعداد خطوط بیشتری از سطح می گذرد و شار مغناطیسی ( $\Phi$ ) بیشتر می شود.

☑ نکته: هر چقدر مساحت حلقه (A) بیشتر باشد تعداد خطوط بیشتری از سطح می گذرد و شار مغناطیسی ( $\Phi$ ) بیشتر می شود.

☑ نکته: اگر  $\theta = 90^\circ$  باشد آنگاه  $\cos \theta = 0$  و  $\Phi = 0$  خواهد شد.

☑ برداشت: در حالتی که خطوط میدان مغناطیسی بر خط عمود بر صفحه عمود باشند، با سطح حلقه موازی خواهند بود و خطی از داخل سطح بسته عبور نخواهد کرد و  $\Phi = 0$  می شود.

☑ نکته: اگر  $\theta = 0^\circ$  باشد آنگاه خطوط میدان با خطوط عمود بر صفحه موازی و در نتیجه بر سطح حلقه عمود می باشند و شار گذرنده از حلقه ماکزیمم خواهد بود.



$$\Phi = AB \cos \theta \quad \begin{cases} \theta = 0 \\ \Phi_{\max} = AB \end{cases} \quad \begin{cases} \theta = 90^\circ \\ \Phi_{\max} = 0 \end{cases}$$

☑ نکته: عوامل موثر در تغییر شار مغناطیسی به شکل زیر می باشد.

تغییر زاویه	تغییر میدان مغناطیسی	تغییر مساحت
$\Phi = AB(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)$	$\Phi = A(\Delta B) \cos \theta$	$\Phi = (\Delta A)B \cos \theta$

### قانون القای الکترومغناطیسی فارادی

بنابر قانون فارادی هرگاه شار مغناطیسی ای که از مدار بسته می گذرد تغییر کند، نیروی محرکه ای در آن القا می شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.



یعنی هرچه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیشتر باشد، نیروی محرکه القایی و در نتیجه جریان ایجاد شده در مدار بیشتر خواهد بود.

نیروی محرکه ی القایی لحظه ای	نیروی محرکه ی القایی متوسط
$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$	$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

نکته: حالت های خاص تغییر شار مغناطیسی

تغییر شار مغناطیسی ناشی از تغییر $\theta$	تغییر شار فقط ناشی از تغییر $A$	تغییر شار مغناطیسی ناشی از تغییر $B$
$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \frac{BA(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)}{\Delta t}$	$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -NB \cos\theta \frac{\Delta A}{\Delta t}$	$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -NA \frac{\Delta B \cos\theta}{\Delta t}$
	$\varepsilon = -NB \cos\theta \frac{dA}{dt}$	$\varepsilon = -NA \cos\theta \frac{dB}{dt}$

### قانون القای الکترومغناطیسی فارادی

نیروی محرکه ی القایی در پیچه (و یا حلقه) جریانی تولید می کند که به آن جریان القایی گفته می شود. اگر مقاومت پیچه برابر  $R$  باشد، جریان القا شده در آن از رابطه ی زیر محاسبه می شود:

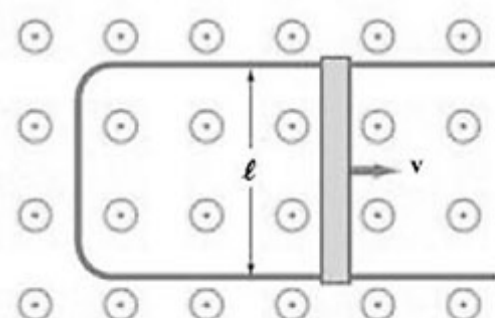
$$\begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{N}{R} \frac{d\Phi}{dt} \\ \bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = -\frac{N}{R} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \end{cases}$$

از طرفی با توجه به رابطه های  $\begin{cases} \bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \\ I = \frac{dq}{dt} \end{cases}$  در مورد بار الکتریکی جابجا شده از مقطع مدار، خواهیم داشت:

$$\begin{cases} \frac{\Delta q}{\Delta t} = -\frac{N}{R} \frac{d\Phi}{dt} \\ \frac{dq}{dt} = -\frac{N}{R} \frac{d\Phi}{dt} \end{cases}$$

### میله ی رسانای متحرک در میدان مغناطیسی

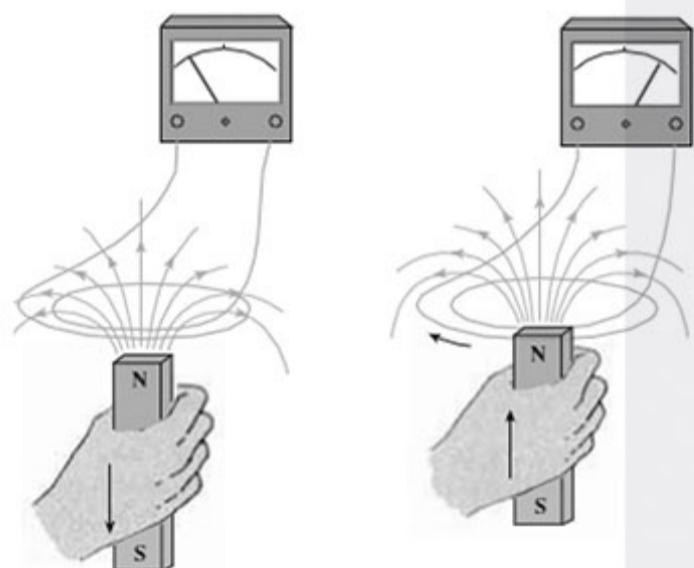
اگر سیم راستی به طول  $L$  را با سرعت  $V$  در میدان مغناطیسی  $B$  به حرکت در می آوریم (مطابق شکل زیر) در این صورت نیروی محرکه ی القایی دو سر سیم از رابطه ی زیر محاسبه می شود.



$$|\varepsilon| = BLV$$



### قانون لنز



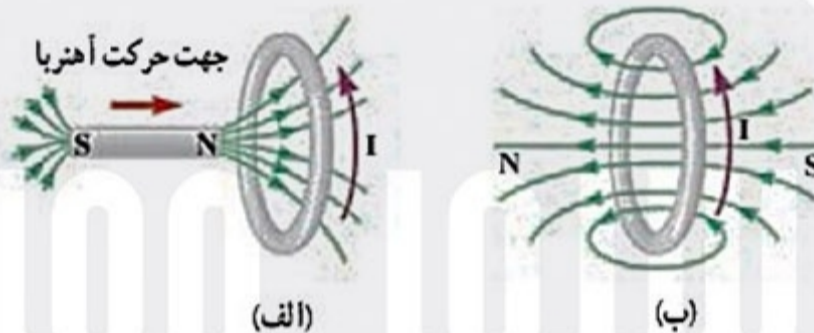
جریان القایی در مدار در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجود آورنده جریان القایی یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می کند.

علامت منفی در رابطه ی فوق نشان دهنده ی همین مخالفت است. در عمل برای به دست آوردن جهت جریان القایی در یک مدار از قانون لنز استفاده می شود.

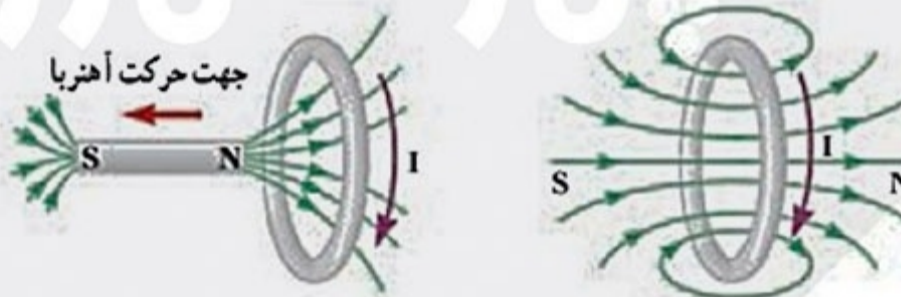
اگر قطب N یک آهنربای میله ای را به یک پیچه نزدیک کنیم، شار مغناطیسی که از پیچه می گذرد، به دلیل قوی تر شدن میدان در محل پیچه، افزایش می یابد.

جهت جریان القایی در پیچه همانطور که در شکل نشان داده شده است در جهتی است که میدان مغناطیسی حاصل از آن در خلاف جهت میدان آهنربای میله ای می باشد، تا افزایش شار مغناطیسی که از پیچه می گذرد مخالفت کند. یعنی قطب N آهنربا را عقب براند.

الف) با نزدیک شدن آهنربا به حلقه رسانا، در آن جریان القایی ایجاد می شود. ب) جریان حاصل از نیروی محرکه القایی در حلقه در جهتی است که با نزدیک شدن آهنربا مخالفت می کند. در شکل ب برای سادگی، آهنربا نشان داده نشده است.



الف) با دور شدن آهنربا از حلقه، جریانی در آن القا می شود. ب) میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی در حلقه، با دور شدن آهنربا از حلقه مخالفت می کند. در شکل ب برای سادگی، آهنربا نشان داده نشده است.



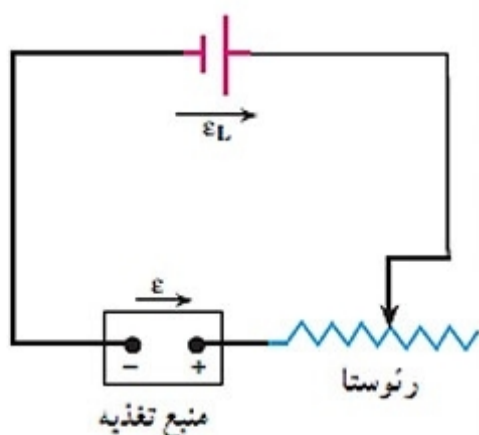
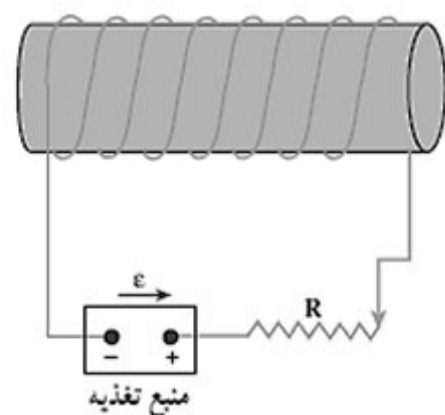
### پدیده ی خود القایی

فرض کنید که رئوستا با بیشترین مقاومت در مدار قرار گرفته و جریان ثابتی از مدار می گذرد. در نتیجه شار مغناطیسی ثابت  $\Phi$  از سیم لوله می گذرد. حال اگر مقاومت رئوستا را به تدریج کاهش دهیم جریان در لوله افزایش می یابد. در مدتی که جریان در حال افزایش است، شار مغناطیسی که از سیم لوله می گذرد افزایش پیدا می کند. بنابر قانون فارادی این تغییر شار باعث ایجاد نیروی محرکه القایی در خود مدار می شود.

روشن است به این پدیده که تغییر جریان در یک مدار باعث ایجاد نیروی محرکه ی القایی در همان مدار می شود خود القایی می گویند.

در این مثال جهت این نیروی محرکه ی القایی چنان است که می خواهد مانع افزایش شار مغناطیسی ای شود که منبع تغذیه ایجاد می کند.

افزایش شار مغناطیسی به دلیل افزایش شدت جریانی است که از مدار می گذرد. در نتیجه نیروی محرکه ی القایی در واقع در جهتی است که با افزایش شدت جریان، مقابله می کند. به عبارت





دیگر در این حالت نیروی محرکه ی القا یی معادل نیروی محرکه باتری ای عمل می کند که در جهت مخالف منبع تغذیه در مدار گرفته است.

**میکبرداشت:** هرگاه جریانی که از یک سیملوله (یا پیچه) می گذرد، تغییر کند در آن نیروی محرکه ای به وجود می آید که با عامل تغییر جریان مخالفت می کند و به آن نیروی محرکه ی خود القا یی گفته می شود. این پدیده را خود القا یی می نامند.

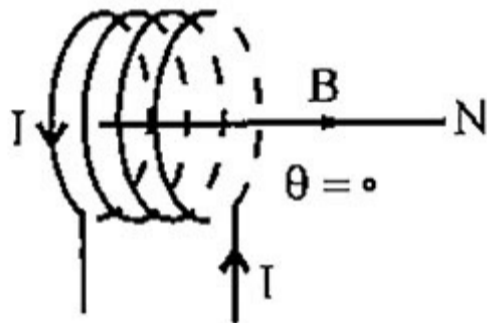
### ضریب خود القا یی

**میکبرداشت:** ضریب خود القا یی (القاییدگی):

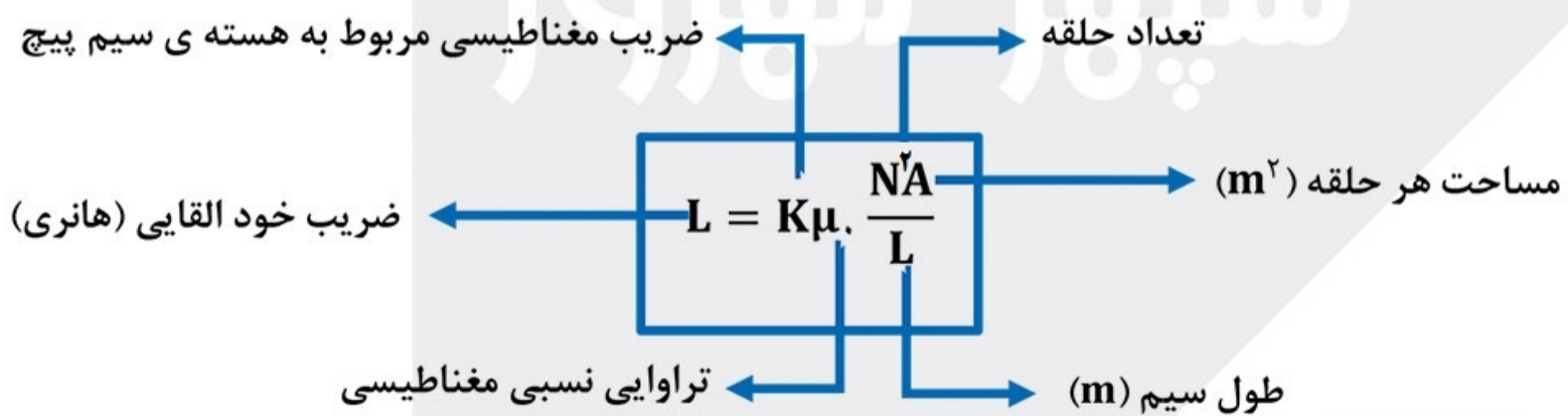
در پدیده ی خود القا یی، در اثر عبور یک جریان الکتریکی متغیر از سیملوله، میدان مغناطیسی متغیری به وجود می آید. بزرگی این میدان در هر لحظه با جریانی است که در آن لحظه از سیم لوله می گذرد. نیروی محرکه ی خود القا یی سیم لوله به صورت زیر نوشته می شود:

$$\varepsilon_L = -L \frac{dI}{dt}$$

$L$  از مشخصات ساختمانی سیم لوله است که به تعداد حلقه ها، طول سیملوله و ... بستگی دارد. و ضریب خود القا یی یا القا ییدگی سیملوله نام دارد.

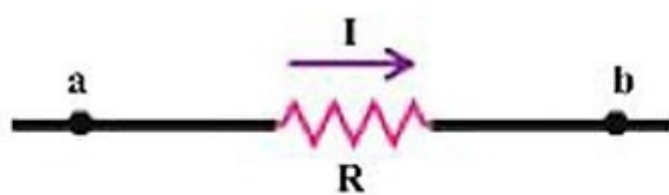


### محاسبه ضریب خود القا یی سیم لوله

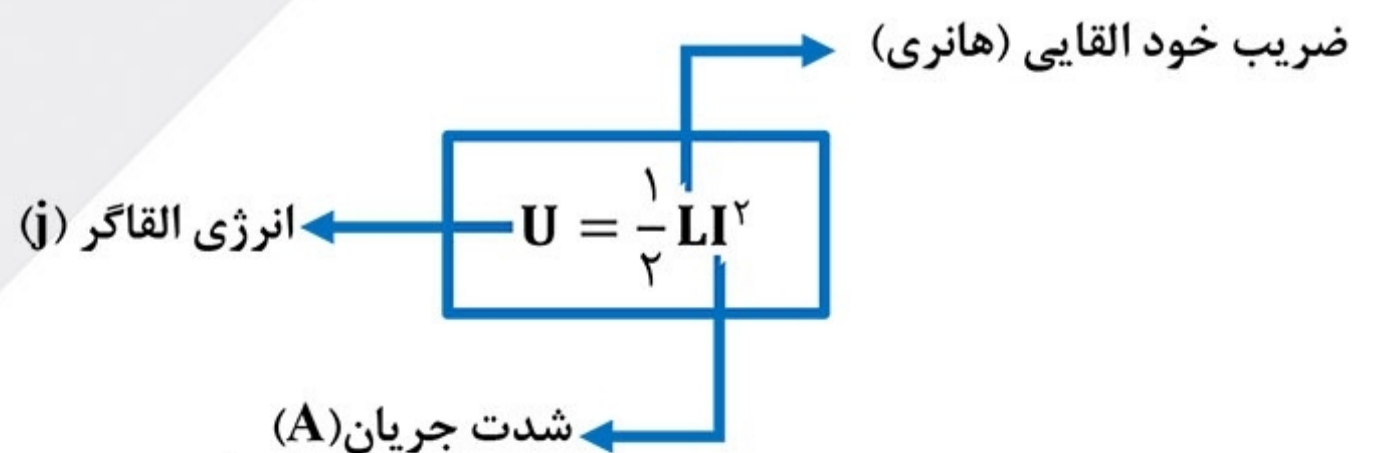
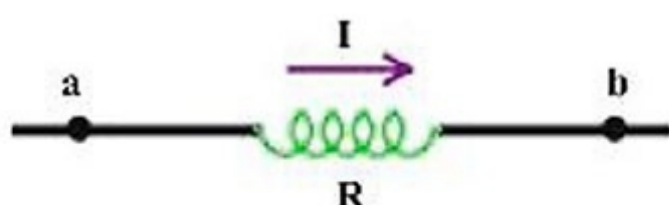


### انرژی ذخیره شده در القاگر

هنگامی که در دو سر القاگر اختلاف پتانسیل برقرار شود، از طرف مولد به القاگر انرژی داده می شود. بخشی از این انرژی در مقاومت  $R$  تلف می شود. و بقیه ی آن در میدان مغناطیسی سیملوله ذخیره می شود.



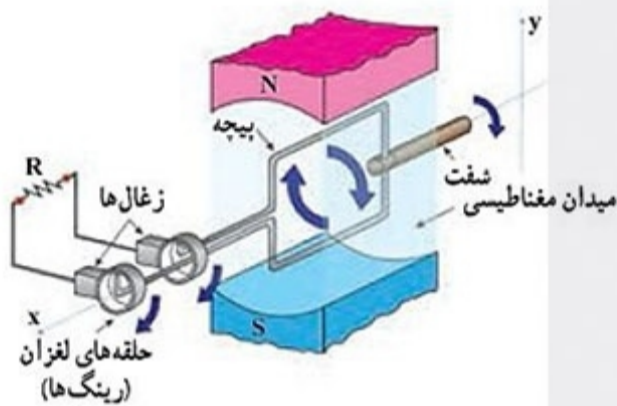
القاگر با جریان  $I$ : انرژی ذخیره شده است.





### جریان متناوب

یکی از ویژگی های مهم القاء الکترومغناطیسی تولید جریان متناوب است. برای ایجاد نیروی محرکه ی القایی باید شار عبوری از مدار تغییر کند و شار مغناطیسی ای که از یک پیچه می گذرد از رابطه ی  $\Phi = AB \cos \theta$  محاسبه می شود، که در آن  $\alpha$  زاویه ی بین نیم خط عمود بر سطح پیچه و میدان مغناطیسی است.



ساده ترین راه برای تغییر شار، تغییر زاویه ی  $\alpha$  است. به همین لحاظ متداول ترین روش تولید جریان القایی تغییر زاویه ی  $\alpha$  است.

شکل زیر پیچه ای را نشان می دهد که می تواند در میدان مغناطیسی یکنواخت حول محور X دوران کند. محور Y را منطبق بر راستای میدان مغناطیسی انتخاب کرده ایم.

اگر زمان یک دور چرخش پیچه T ثانیه باشد، پیچه در مدت t ثانیه  $\frac{t}{T}$  دور خواهد

چرخید. هر دور کامل برابر  $2\pi$  رادیان است. در نتیجه اگر پیچه در لحظه ی  $t = 0$  در وضعیت عمود بر میدان مغناطیسی ( $\alpha = 0$ ) باشد، پس از گذشت t ثانیه در وضعیت زیر خواهد بود:

$$\alpha = 2\pi \frac{t}{T}$$

T یعنی زمان چرخش یک دور کامل را ((دوره)) یا ((زمان تناوب)) می نامند.

$$\begin{cases} \omega = \frac{2\pi}{T} \\ \alpha = 2\pi \frac{t}{T} \end{cases} \rightarrow \alpha = \omega t \rightarrow \Phi = AB \cos \omega t$$

پس نیروی محرکه القایی در پیچه با توجه به قانون فارادی از رابطه ی زیر محاسبه می شود:

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} = -NAB \frac{d(\cos \omega t)}{dt} \rightarrow \varepsilon = NAB\omega \sin \omega t$$

یعنی نیروی محرکه ای که در پیچه القا می شود با زمان تغییر می کند. بیشترین مقدار این نیروی محرکه مربوط به زمانی است که  $\sin \omega t = 1$  باشد.

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin \omega t$$

این رابطه نشان می دهد که نیروی محرکه ی القا شده به طور دوره ای تغییر می کند.

اگر مقاومت مدار برابر R باشد، جریان حاصل از این نیروی محرکه از رابطه ی زیر بدست می آید.

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_m}{R} \sin \omega t$$

این رابطه نشان می دهد که جریان نیز با زمان تغییر می کند. بیش ترین مقدار جریانی که از مدار می گذرد، مربوط به زمانی است که  $\sin \omega t = 1$  باشد و برابر است با:

$$I_{\max} = \frac{\varepsilon_m}{R} \rightarrow I = I_m \sin \omega t$$

رابطه ی فوق نشان می دهد که جریان الکتریکی تولید شده در مدار پیچه به طور سینوسی تغییر می کند. به چنین جریانی، جریان متناوب می گوئیم.

