القای مغناطیس ← بودجه مصوبه در کنکور 1 سئت دارد!

شار مغناطیسی ← مجموع خطوط میدان مغناطیسی گذرنده از سطح قاب سیم را شار مغناطیسی گویند.

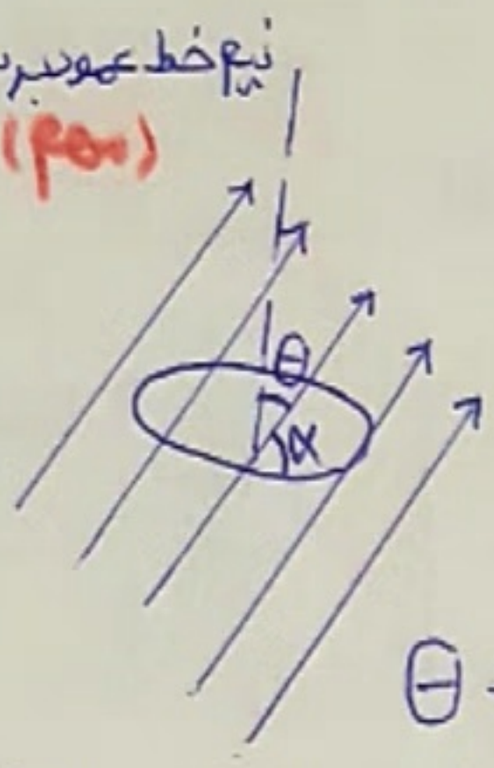
$\Phi = BA\cos\theta$ → شار (وب)

زاویه بین نیم خط عمود بر سطح حلقه با خطوط میدان

بزرگی میدان (T)

مساحت (m^2)

نیم خط عمود بر سطح حلقه (مهم)

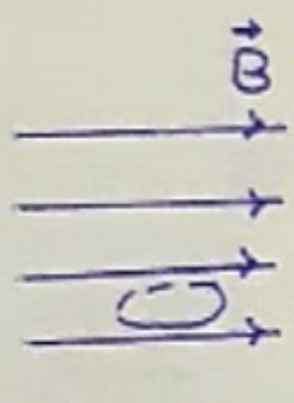


$\theta + \alpha = 90^\circ$

↳ زاویه سطح حلقه با خطوط میدان

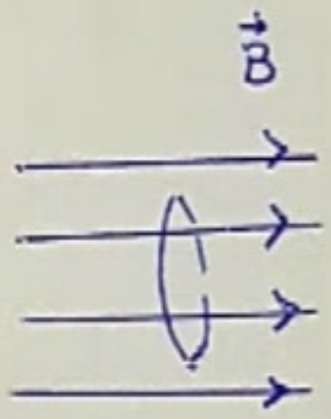
دام امتحانی

طراحان معمولاً α را گذارش می‌کنند!



$\Phi_{min} = 0$

$\alpha = 0,\ \theta = 90$



$\Phi_{max} = BA$

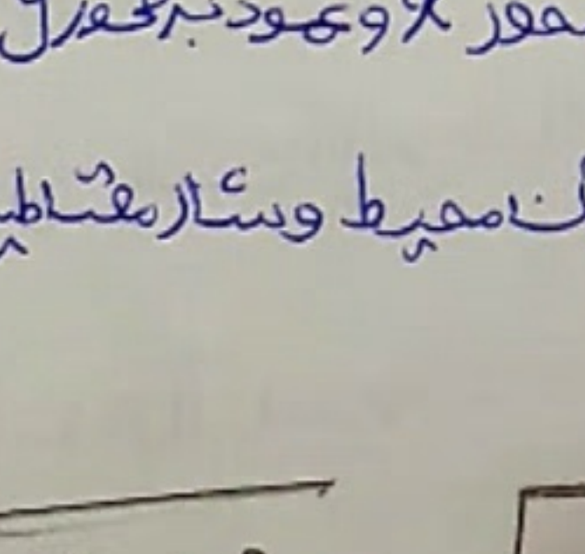
$\alpha = 90,\ \theta = 0$

نکته اگر حلقه بیش از یک دور بود در رابطه با N را جایگذاری می‌کردیم!

سراسری ریاضی 92 اگر بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B} = 0.3\vec{i} + 0.4\vec{j}$ باشد و حلقه‌ای به مساحت $200cm^2$ که سطح آن موازی با محور x و عمود بر محور y است، در این میدان قرار داشته باشد. بزرگی شار میدان مغناطیسی در آن محیط و شار مغناطیسی عبوری از حلقه در SI از راست به چپ کدام است؟

$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{(0.3)^2 + (0.4)^2} = 0.5$

1) صفر ـ صفر
2) 6×10^{-3} ـ 0.5
3) 8×10^{-3} ـ 0.7
4) 8×10^{-3} ـ 0.5



$\Phi = AB_y\cos\alpha$

$= 200\times10^{-4} \times 0.4 \times 1 = 80\times10^{-4}$ wb

$\Phi = \Phi_{max}$ → شار ... B_y ...

قانون القای الکترومغناطیس فاراده

$$\Phi = BA\cos\theta \rightarrow \begin{cases} \Delta\Phi = \Delta B A\cos\theta \\ \Delta\Phi = B\Delta A\cos\theta \\ \Delta\Phi = BA(\cos\theta_2 - \cos\theta_1) \end{cases}$$

قانون لنز

I: شدت و جهت جریان القایی

مستقل از شار / نسبت به زمان

$$\varepsilon = \left| -N\frac{d\Phi}{dt} \right|$$

نیروی محرکه القایی لحظه‌ای

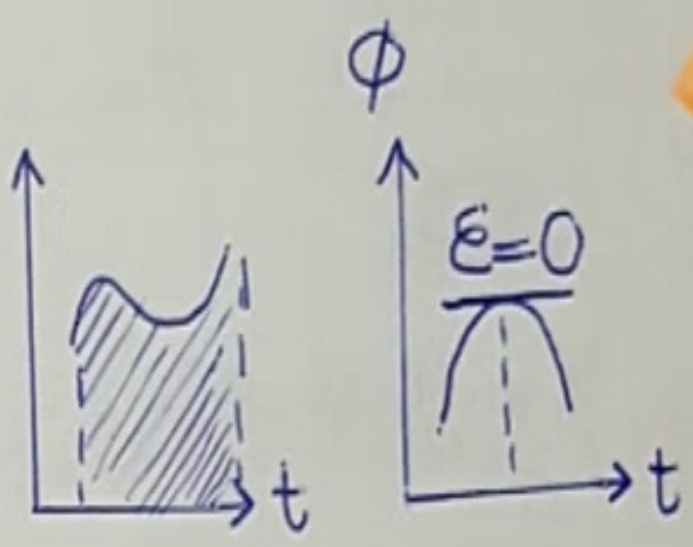
$$\varepsilon = N\frac{d\Phi}{dt} \rightsquigarrow \varepsilon = \left| -N\frac{d\Phi}{dt} \right| \quad (\text{قانون فاراده}) \; \varepsilon = \frac{d\Phi}{dt}$$

نفی

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

نیروی محرکه القایی متوسط

نکته



$$\frac{d\Phi}{dt} = 0 \rightarrow \varepsilon = 0$$

$$\begin{cases} I = \dfrac{\varepsilon}{R} \rightarrow \underset{\text{لحظه‌ای}}{I} = \left| -\dfrac{N}{R}\dfrac{d\Phi}{dt} \right| \\ \bar{I} = \dfrac{\bar{\varepsilon}}{R} \rightarrow \underset{\text{متوسط}}{I} = \left| -\dfrac{N}{R}\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \end{cases}$$

نفی

مقدار بار القا شده در مدت زمان Δt : $\Delta q = \bar{I}\Delta t \rightsquigarrow \Delta q = \dfrac{-N}{R}\Delta\Phi$

تعریف قانون القای الکترومغناطیس فاراده: هرگاه شار عبوری در حلقه یک مدار بسته ای تغییر کند در آن نیروی محرکه ای به وجود می آید که با تغییر شار آن متناسب است.

تذکر مقدار بار شارش شده مستقل از زمان است اما سریع و آهسته بر زمان دارد.

مسئله‌ی تجربی 91 شار مغناطیسی که از یک پیچه 200 حلقه‌ای عبور می‌کند در SI به صورت $\phi = 0.08\sin(100\pi t$ است. اگر مقاومت الکتریکی آن $40\,\Omega$ باشد بیشینه‌ی جریان القایی چند آمپر است؟

$$I_{max} = \frac{\mathcal{E}_{max}}{R} = \frac{160\pi}{40} = 4\pi\ A$$

$$\mathcal{E}_{max} = \left| -N\frac{d\Phi}{dt} \right|$$

$$\hookrightarrow 0.008 \times 100\pi \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) = 0.8\pi\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$$

$$\mathcal{E} = \left| \underbrace{-200 \times 0.8\pi}_{-160\pi} \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \right| = 160\pi$$

تابع کسینوسی و سینوسی در حالت max ضریب $\cos$ یا $\sin$ برابر 1 است. ($0 \leq \sin\alpha, \cos\alpha \leq 1$ ← تابع کسینوسی و سینوسی در حالت max ضریب $\cos$ یا $\sin$ برابر 1 است.)

مسئله‌ی تجربی خارج سیملوله‌ای با 500 دور سیم و مقاومت $10\,\Omega$ و مساحت سطح مقطع $25\,cm^2$، درون میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد، برای آنکه جریان القایی در سیملوله‌ای $10^{-3}\,A$ ایجاد شود، تغییر میدان مغناطیسی باید چند میلی تسلا بر ثانیه باشد؟ (سطح مقطع سیملوله با جهت میدان مغناطیسی عمود است)

$\theta = 0 \rightarrow \cos\theta = 1$ ← آهنگ تغییر میدان مغناطیسی

$$I = \left| -\frac{N}{R}\frac{d\Phi}{dt} \right| = \left| -\frac{N}{R}\frac{d(BA\cos\theta)}{dt} \right|$$

$$I = \left| -\frac{N}{R} A \frac{dB}{dt} \right| \rightarrow 10^{-3} = \left| -\frac{500}{10} \times 25 \times 10^{-4} \times \frac{dB}{dt} \right|$$

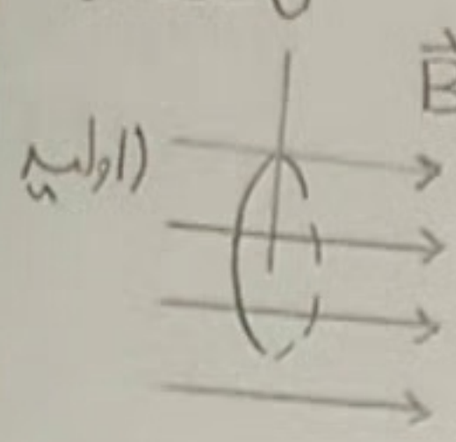
$$= \frac{1}{125}\ T/S \rightarrow 8\ mT/S$$

4 (1
$4\pi(2$
0.02 (3
$0.02\pi(4$
0.811
812 ✓
8×10^{-3}
8×10^{-4}

آهنگ تغییر میدان مغناطیسی

سراسری ریاضی خارج از کشور پیچه تختی با مساحت $40cm^2$ دارای 100 حلقه است، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با بزرگی 100 گاوس که در جهت محور x است قرار دارد، اگر پیچه در مدت 10^{-4} از وضعیتی که محور در محور x است به وضعیتی که سطح حلقه با محور x زاویه 30 درجه می‌سازد تغییر حالت دهد، نیروی محرکه متوسط القا شده در پیچه چقدر است؟

θ = صفر



$$\bar{\varepsilon} = \left| -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

$$= \left| -N\frac{\Delta(BA\cos\theta)}{\Delta t} \right|$$

$$= \left| -N\times\frac{BA}{\Delta t}\times(\cos\theta_2 - \cos\theta - 1) \right|$$

$$20V = \left| -100\times\frac{10^{-2}\times 40\times10^{-4}}{10^{-4}}\times\left(\frac{1}{2}-1\right) \right|$$

2001
4002
402
2014

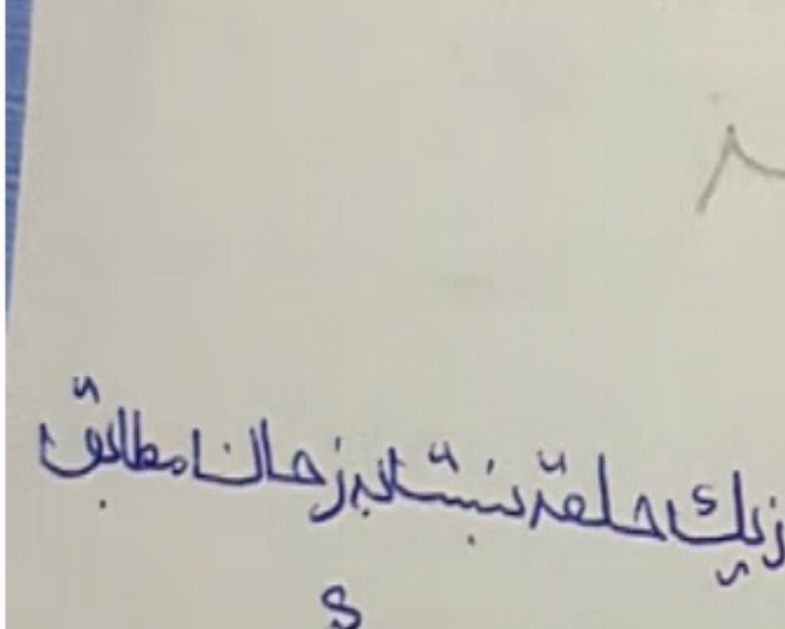
سنجش 92 شار مغناطیسی که از یک حلقه می‌گذرد 0.2 wb کاهش پیدا کرده است. اگر مقاومت الکتریکی حلقه 0.4 اهم باشد در مدت این تغییر شار چند کولن بار الکتریکی در حلقه شارش پیدا می‌کند؟

$$\Delta q = \left| -N\frac{\Delta\Phi}{R} \right| = \left| -1\times\frac{-0.2}{0.4} \right| = 0.5\,C$$

نقض

1) 5
2) 0.5
3) 2
4) 20

سراسری ریاضی 89 نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه نسبت به زمان مطابق شکل است، در لحظه t' بزرگی نیروی محرکه القایی در حلقه چند ولت است؟



$$\bar{\varepsilon} = \left| -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|, \quad \varepsilon_{\text{لحظه‌ای}} = \left| -N\frac{d\Phi}{dt} \right|$$

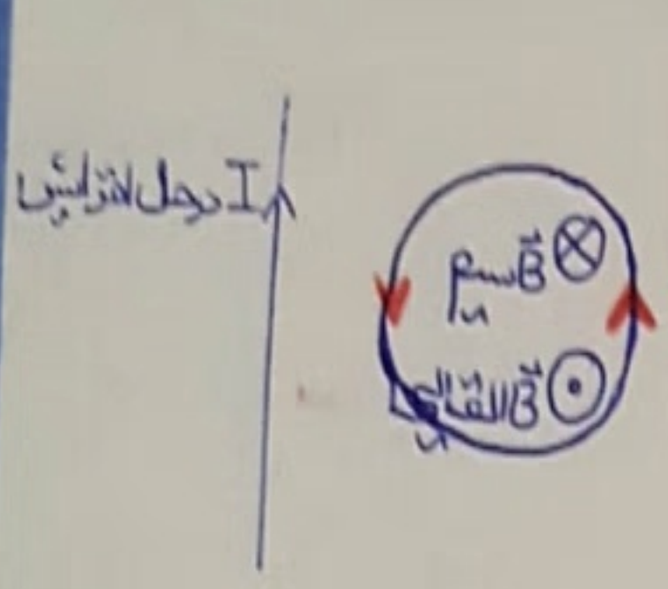
شیب خط کامل

شیب خط ماس

$$\varepsilon_{t'} = \bar{\varepsilon}_{(4\to16)} = \left| -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| -1\times\frac{-4}{12} \right| = \frac{1}{3}$$

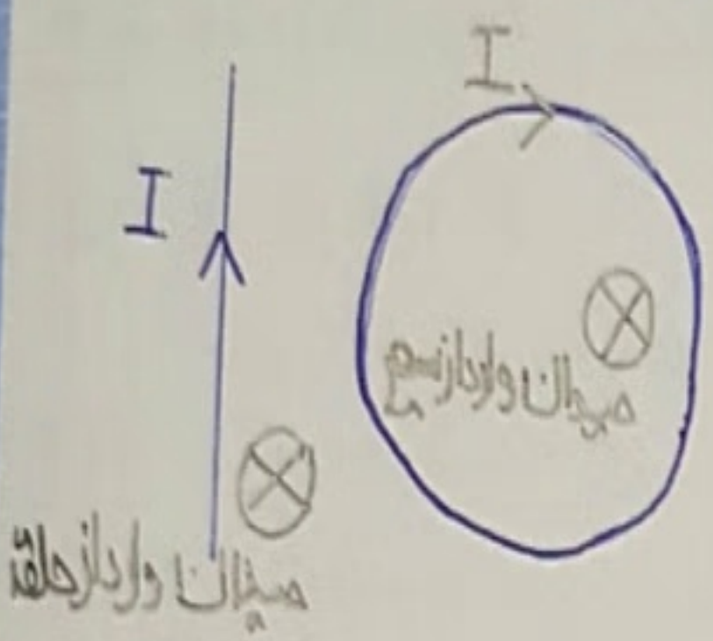
1) صفر
2) 2
3) $\frac{1}{2}$
4) $\frac{1}{3}$

قانون لنز



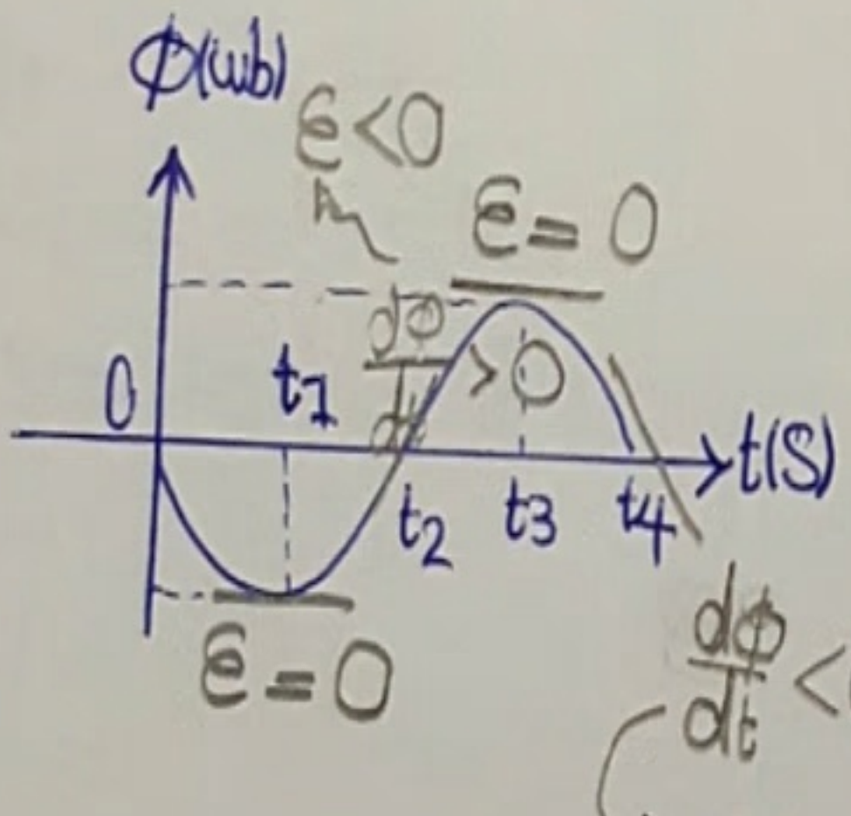
☑ بالعکس حالات بالا به میدان القایی درون سو نیاز دارند!

سراسری تجربی 93 در شکل زیر حلقه‌ی کاغذی و سیم راست در یک صفحه قرار دارند، اگر ساعتگرد خود را بدون حرکت انتقالی حول قطر حلقه بچرخانیم، جریان القایی در حلقه ساعتگرد خواهد بود.



1) از سیم دور کنیم ـ کاهش دهیم ✓
2) از سیم دور کنیم ـ افزایش دهیم
3) به سیم نزدیک کنیم ـ کاهش دهیم
4) به سیم نزدیک کنیم ـ افزایش دهیم

سراسری تجربی 94 خارج از کشور نمودار تغییرات شار مغناطیسی که از یک سطح بسته می‌گذرد، به صورت شکل مقابل است. در کدام لحظه‌ها لحظه‌های زیر، نیروی محرکه القایی صفر و مقدار آن بیشینه است؟

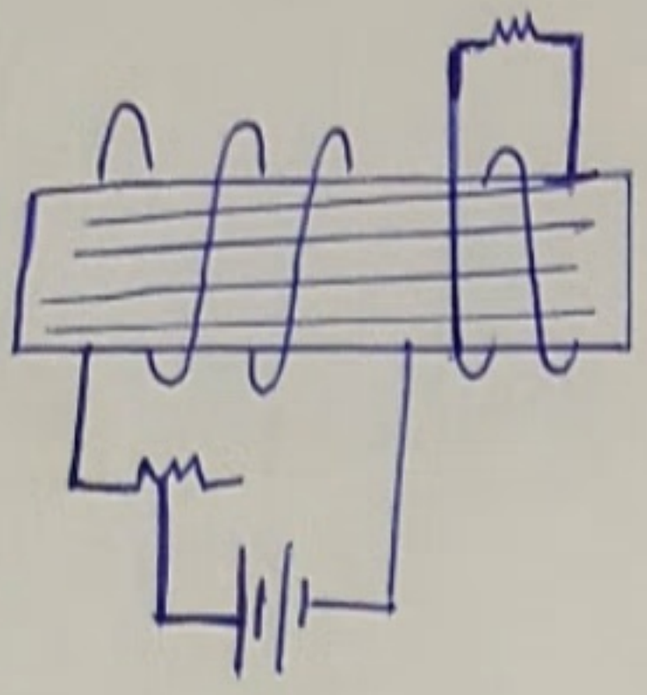


$$\varepsilon = \left| -N \frac{d\Phi}{dt} \right|$$

شیب خط مماس بر نمودار $\Phi-t$

t_2 (1 ✓
t_3 (2
t_4 و t_1 (3
t_4 صفر (4

سراسری ریاضی 94 خارج کشور در شکل زیر دو سیملوله روی یک هسته آهنی و جدا از هم پیچیده شده اند. القاکننده در کدام حالت جریان القایی عبوری از مقاومت R قبل از حرکت لغزنده I_1 و حین حرکت لغزنده I_2 باشد، I_1 و I_2 به ترتیب چگونه اند؟



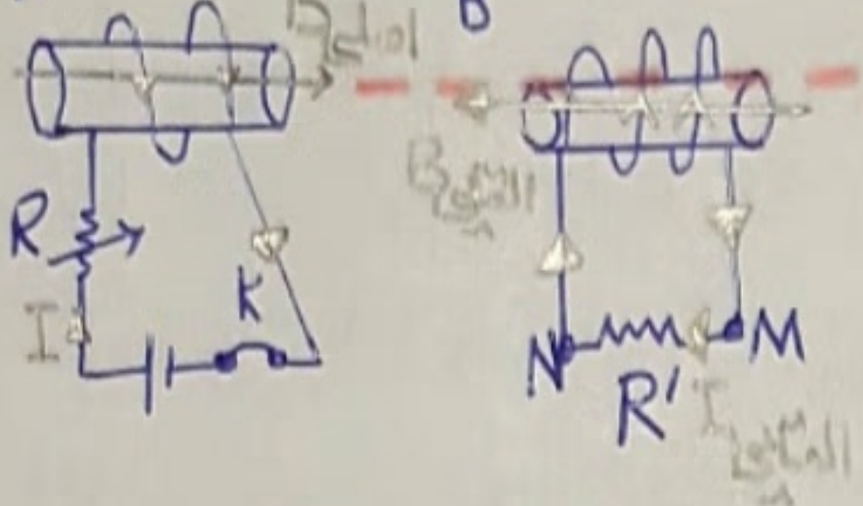
1) $I_1=0$ و I_2 در جهت N به M

2) $I_1=0$ و I_2 در جهت M به N

3) I_1 مقدار ثابت و در جهت M به N و I_2 هم جهت با I_1 و بیشتر از آن

4) I_1 مقدار ثابت و در جهت N به M و I_2 خلاف جهت I_1 و کمتر از آن

سراسری ریاضی 90 در کدام حالت جریان القایی در R از M به N است؟



1) لحظه قطع کلید K ← I ← I القایی ✗

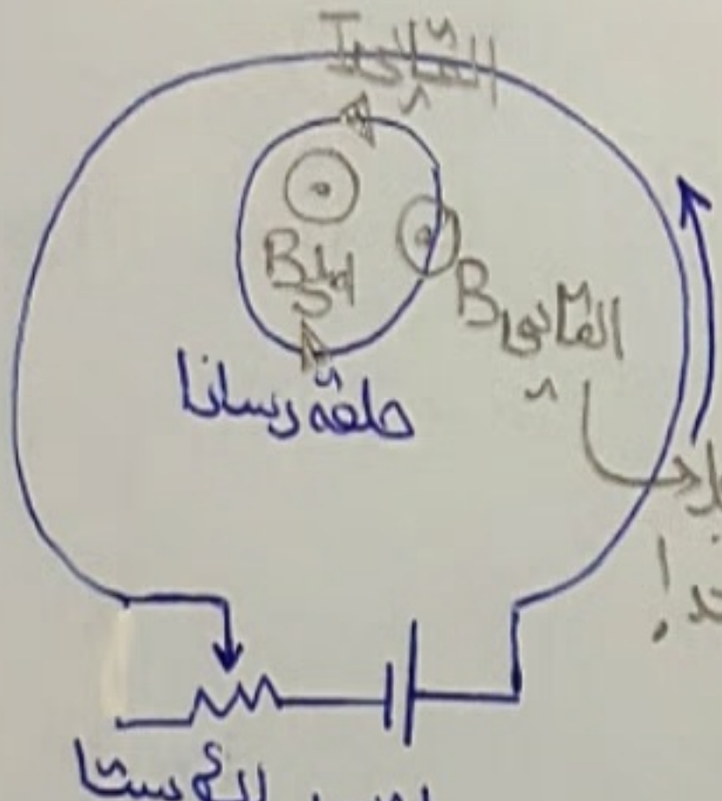
2) وقتی مقاومت رئوستا در حال افزایش است.

3) وقتی سیملوله B به سمت راست حرکت می کند ✓

4) وقتی سیملوله B به سمت راست حرکت می کند

(تغییر اندازه رئوستا، قطع و وصل کلید، تغییر فاصله دو سیملوله)

سراسری ریاضی 96 خارج کشور در شکل روبه رو که لحظه‌ای حلقه رسانا در حال حرکت به سمت چپ است، جریان I القایی (تغییر اندازه رئوستا، قطع و وصل کلید، تغییر فاصله دو سیملوله) در حلقه رسانا در کدام جهت خواهد بود؟



جریان I چگونه تغییر کند و جهت جریان القایی در حلقه رسانا در کدام جهت خواهد بود؟

1) افزایش - ساعتگرد

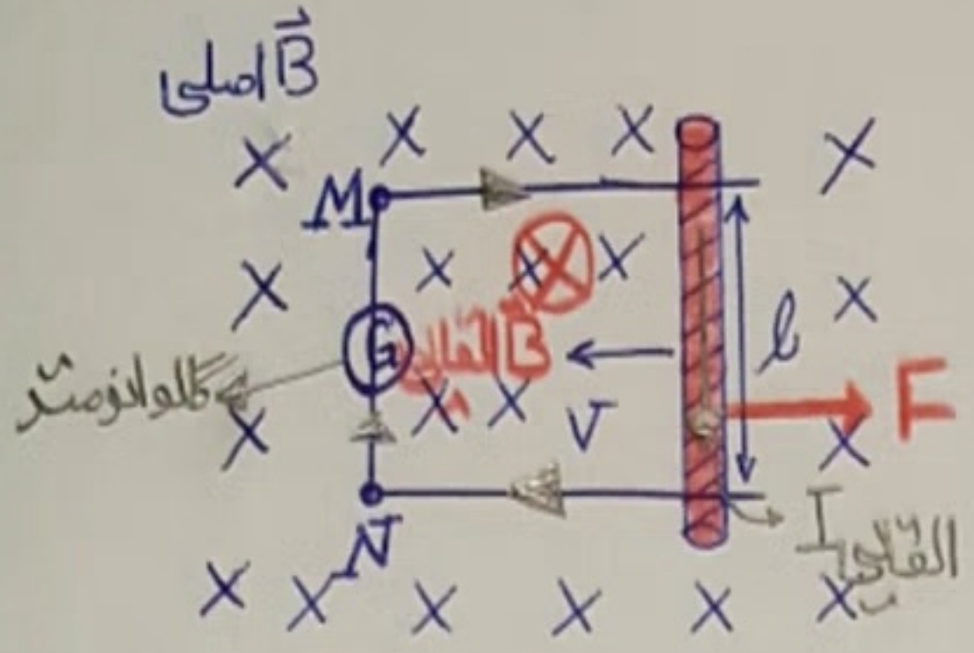
2) کاهش - ساعتگرد

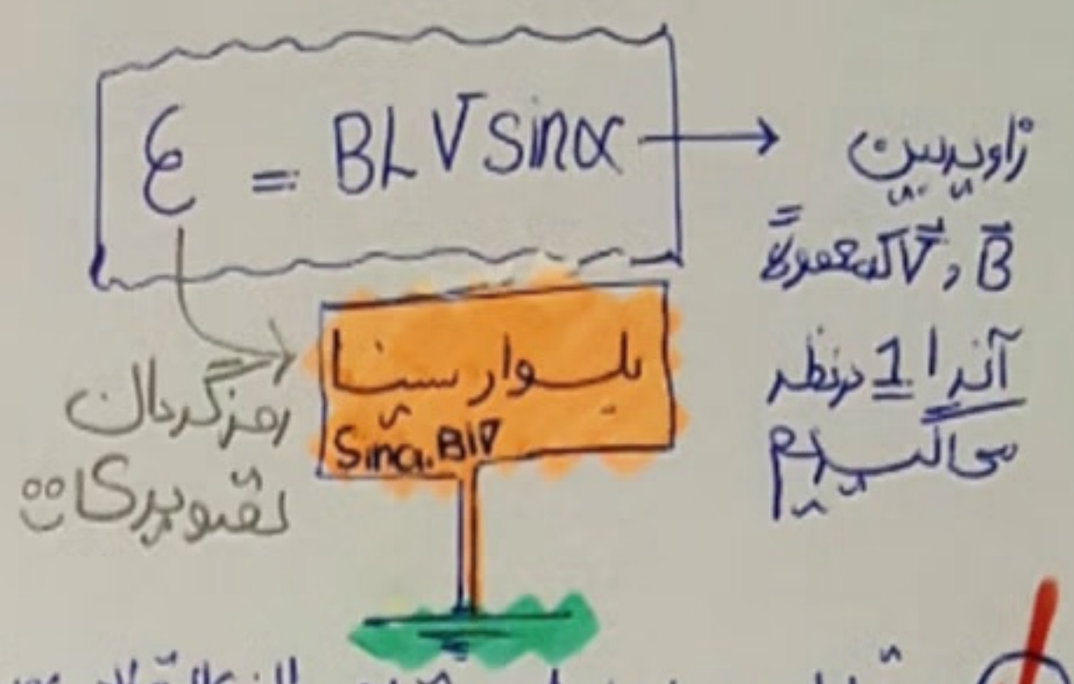
3) افزایش - پادساعتگرد

4) کاهش - پادساعتگرد ✓

باید هم جهت باشند تا در مقابل کاهش جریان مقاومت کند!

با حرکت لغزنده به سمت چپ طول مؤثر افزایش یافته و تبع آن مقاومت افزایش و جریان کاهش خواهد یافت.





✓ دو تحلیل در رابطه با جهت جریان القایی و نیروی وارد بر میله:

1 میله با حرکت به سمت چپ سیدان داخل خاب را تضعیف می کند و طبق قانون لنز باید با این کاهش مقابله کند پس مغناطیس مصنوعی باید سیدان القایی هم جهت با سیدان اصلی جا بگیرد و به این منظور طبق قاعده دست راست با انتخاب جهت ↓ برای جریان القایی این کار را عملی می کنیم!

2 میله با حرکت به سمت چپ از میدان اصلی جدا می شود؛

پس به سمت راست من دارم تضعیف می کنم ☹

بنابراین F هم سمت راست است و با قاعده دست راست جهت جریان القایی را تعیین می کنیم!

سراسری تجربی 95 خارج از کشور

یک میله فلزی به طول 30 سانتی متر در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت 2 m/s در راستای عمود بر خطوط میدان حرکت می کند و میله نیز بر خطوط میدان عمود است. اگر اندازه میدان مغناطیسی 0.05 تسلا باشد نیروی محرکه القا شده در این میله چند میلی ولت است؟ پاسخ بلوار ☺

$\mathcal{E} = BlV$

$\mathcal{E} = 0.05 \times 0.3 \times 2$

$= 5 \times 10^{-2} \times 6 \times 10^{-1}$

$= 30 \times 10^{-3}\ V = 30\ mV$ ✓

لـ برگرفته از کنکور تجربی

15 (1
✓30 (2
45 (3
60 (4

نکته مهم

تغییرات شار ← القا ← اما

تغییرات جریان ← خود القایی

از ماست که بر ماست

$$\varepsilon = \left| -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \right|$$

ε: نیروی محرکه متوسط

$\frac{\Delta I}{\Delta t}$: شیب نمودار جریان

L: ضریب خود القایی

$$\varepsilon = \left| -L \frac{dI}{dt} \right|$$

ε: نیروی محرکه خود القایی لحظه‌ای

$\frac{dI}{dt}$: شیب مماس جریان

L: ضریب خود القایی

بازگذاشتن K

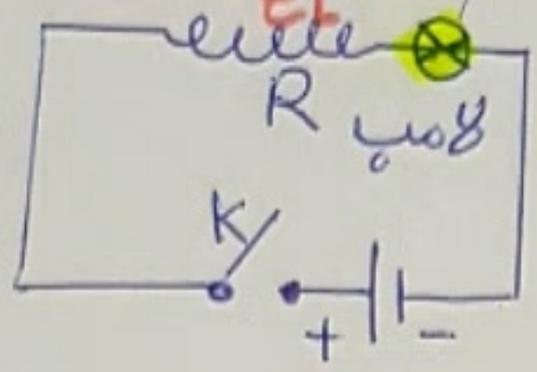
بستن K

ε

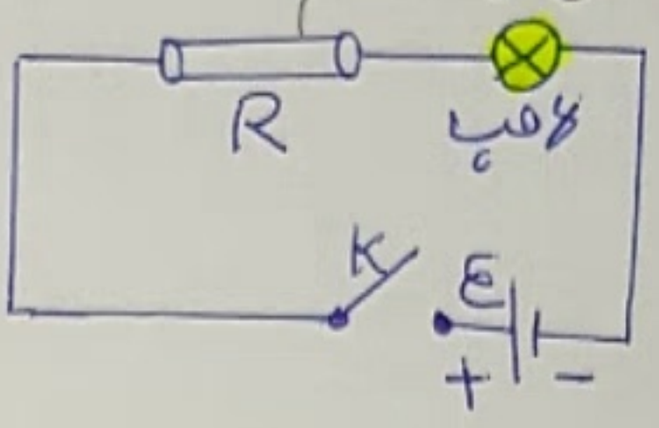
آهسته‌تر روشن می‌شود

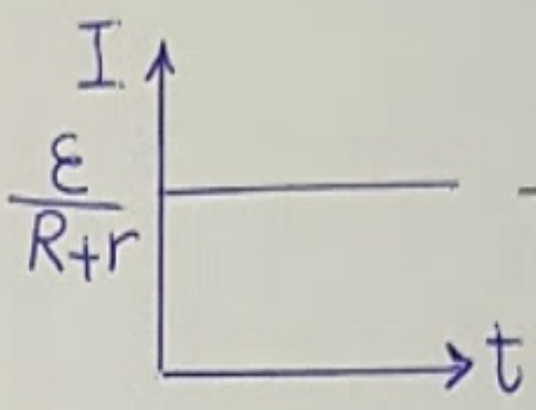
همان سلولهٔ به صورت راست

#1

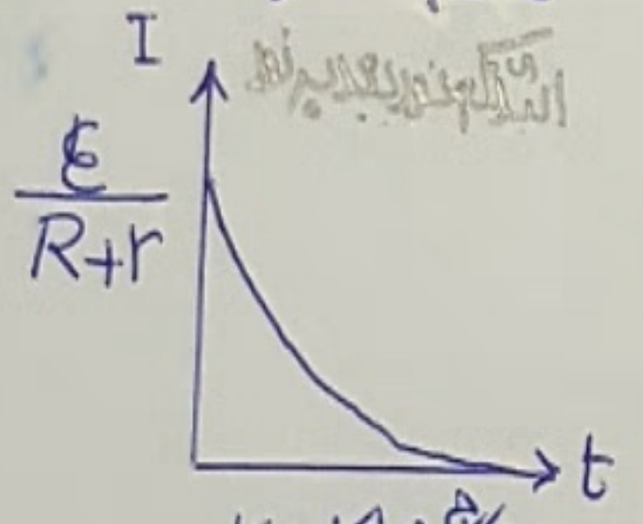


#2





جریان به صورت آنی به max خود می‌رسد!

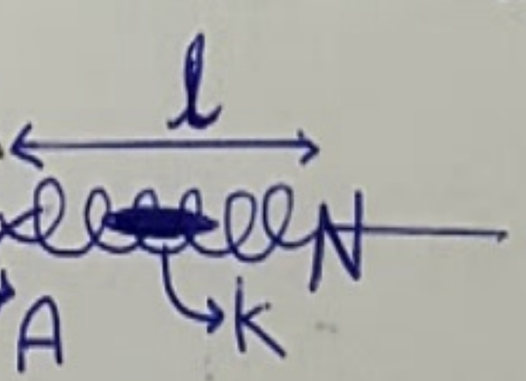


ایندایی نوسان جریان صفر

یادآوری $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$

۴) ضریب خود القایی یا القایندگی (L):

سیملوله‌ای با جریان ثابت



مدار خود القا می‌گوییم

مساحت هر حلقه

$$L = \frac{K\mu_0 A N^2}{l} \quad (\text{هانری } H)$$

تعداد حلقه‌ها → N^2 ← تعداد دورها

ضریب هندسه

طول → l

← فقط موارد بالا در تغییرات I نقش دارند!

↳ جریان نقشی ندارد!

۹ تحلیل نمودارهای باک:

چون با بستن کلید K تغییرات شار در مدار ایجاد می‌شود یک جریان القایی طبق قانون لنز لحظه‌ای تولید می‌شود و سعی می‌کند با جریان ایجاد شده در مدار مقابله کند تا از افزایش شار جلوگیری کند به همین دلیل جریان به صورت آنی به حالت max خود می‌رسد!

(انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی القایی)

$$\checkmark U = \frac{1}{2} L I^2$$

$$\checkmark U \propto L I^2$$

مثال: سیملوله بدون هسته ای با 100 حلقه است. طول سیم لوله 25cm و شعاع حلقه های آن 10cm است. اگر در مدت 0.02 ثانیه جریان الکتریکی آن به طور منظم از 30 آمپر به صفر برسد نیروی محرکه خود القایی آن چند ولت است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tm}{A}$)

$$\varepsilon_L = \left| -L \frac{dI}{dt} \right|$$

$$\xrightarrow{1} L = \frac{k\mu A N^2}{l} = \frac{1 \times 4\pi \times 10^{-7} \times \pi \times 10^{-2} \times 100}{25 \times 10^{-2}} = 16\pi^2 \times 10^{-5} H$$

$$\xrightarrow{2} \varepsilon_L = \left| -16\pi^2 \times 10^{-5} \times \frac{0-30}{2 \times 10^{-2}} \right| = \left| -240 \times 10^{-3} \right| = 0.24\pi^2$$

✓ $0.24\pi^2$ (1

$0.48\pi^2$ (2

2.4π (3

4.8π (4

Alaa → Sanati Sharif

مدرس دانشگاه پیام نور طلوعی

@physicsss100

منبع فیزیک شریف

(۱۳۹۵)