@ihamkelasi Hamkelasi.ir

مغناطیس

- تک قطبی مغناطیسی نداریم، همواره دو قطبی وجود دارد
- خطوط میدان مغناطیسی در بیرون آهنربا از N به S و در داخل آهنربا از S به N است
- به سه روش مالش، القا و جریان مستقیم می‌توان آهنربا داشت
- به سه روش کوبیدن، حرارت دادن و سیم‌پیچ با دور زیاد می‌توان آهنربا را از بین برد
- مواد مغناطیس: (I) دیامثل طلا اصلاً مغناطیس نمی‌شوند (II) پارامغناطیس می‌شوند مثل Al
(III) فرومغناطیس دارای حوزه‌های مغناطیسی مجزا هستند و در اثر میدان‌ها مختلف این حوزه‌ها یکپارچه می‌شوند و در نهایت تا حداشباع مغناطیس می‌شوند.

دونوع: نرم یا موقتی مثل آهن
سخت یا دائمی ← فولاد

- آثار مغناطیسی جریان برق:

(1) اگر ذره‌ای باردار در میدان مغناطیسی به آن نیرو وارد می‌شود، اگر ذره حرکت کند و حتماً حرکت خطوط میدان را قطع کند.

$$F = qVB\sin\alpha$$

تعیین جهت از قاعده دست راست ← الزاماً بر V و بر B عمود

F سمت شست
B خمش انگشتان
V چهار انگشت باز

B واحد: $\frac{N}{C.m/s} = \frac{N}{A.m} = T = 10^4\ G$

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

② اگر سیم حامل جریان خطوط میدان را تحت زاویه α قطع کند به آن نیرو وارد می‌شود:

$$F = I l B \sin\alpha$$

- F سمت ← ۹۰
- B خمش انگشتان
- I چهار انگشت باز
- تعیین جهت از قاعده دست راست ← عمود بر B و I

③ درصورتی که از سیم جریان بگذرد اطراف آن میدان تولید می‌شود به سیم را دور می‌زند

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{I}{d}$$

- I سمت ← ۹۰
- B خمش انگشتان
- تعیین جهت از قاعده دست راست

μ_0 ضریب نفوذ‌پذیری خلا

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \ \frac{Tm}{A}$$

④ نیروی که دو سیم حامل جریان به طول l و به فاصله d از هم به یکدیگر وارد می‌کنند

$$F = 2\times 10^{-7}\ \frac{I_1 I_2}{d} l$$

- I_1, I_2 هم جهت ← F جاذبه
- I_1, I_2 خلاف جهت ← F دافعه

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

⑤ میدان در مرکز پیچه مسطح:

$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{NI}{r}$$

جهت B:
- I ساعتگرد ← B درون سو ⊗
- I پادساعتگرد ← B برون سو ⊙

$$N = \frac{l}{2\pi r} = \frac{\alpha^\circ}{360^\circ} = \frac{\alpha \text{ رادیان}}{2\pi}$$

N: تعداد حلقه

⑥ میدان درون سیملوله:

- جهت آن S به N است ←

$$B = \mu_0 n I$$

μ_0: ثابت جنسیت

$n = \frac{N}{l}$: تعداد حلقه در واحد سیملوله

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

شار مغناطیسی :

$$\phi = AB\cos\theta$$

θ : متمم زاویه قطع خطوط میدان با صفحه

واحد ϕ : $T \times m^2 = \frac{j}{A} = wb = 10^8 \, max$

قانون القای فارادی :

(I) $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ، $\varepsilon_{\text{لحظه‌ای}} = -N\frac{d\phi}{dt}$

$\bar{\varepsilon}$ ← نیروی محرکه القایی (واحد ولت)

از قانون لنز

قانون لنز : همواره جهت جریان القایی به نحوی است که با عامل بوجود آورنده‌اش مخالفت می‌کند.

خودالقایی :

(II) $\bar{\varepsilon} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ ، $\varepsilon_{\text{لحظه‌ای}} = -L\frac{dI}{dt}$

L ← ضریب خودالقایی

$L = K\mu\frac{N^2 A}{l}$ ← جنس هسته

واحد L : $\frac{Vs}{A} = \frac{j}{A^2} = H$

$U = \frac{1}{2}LI^2$ انرژی ذخیره شده در القاگر

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

- اگر یک رسانای به طول l با سرعت v در میدان مغناطیسی، خطوط میدان را قطع کند نیروی محرکه القایی تولید می‌کند.

(II) $\mathcal{E} = B l v \sin\alpha$

اگر $\theta = \omega t \longrightarrow \Phi = AB\cos\omega t$

ω: سرعت زاویه‌ای $\frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

$AB \rightarrow \Phi_m$

سپس $\mathcal{E} = -N\frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E}_m \sin\omega t$

$\mathcal{E}_m \rightarrow NAB\omega$

در نتیجه $I = I_m \sin\omega t$

$I_m \rightarrow \frac{\mathcal{E}_m}{R}$

همواره $\mathcal{E}$ و I هم‌فازند

" $\mathcal{E}$ و I به اندازه $\frac{\pi}{2}$ از Φ عقب هستند

ترانس‌ها: دو سیم‌پیچ روبروی هم

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$ ولتاژ / دور سیم‌پیچ

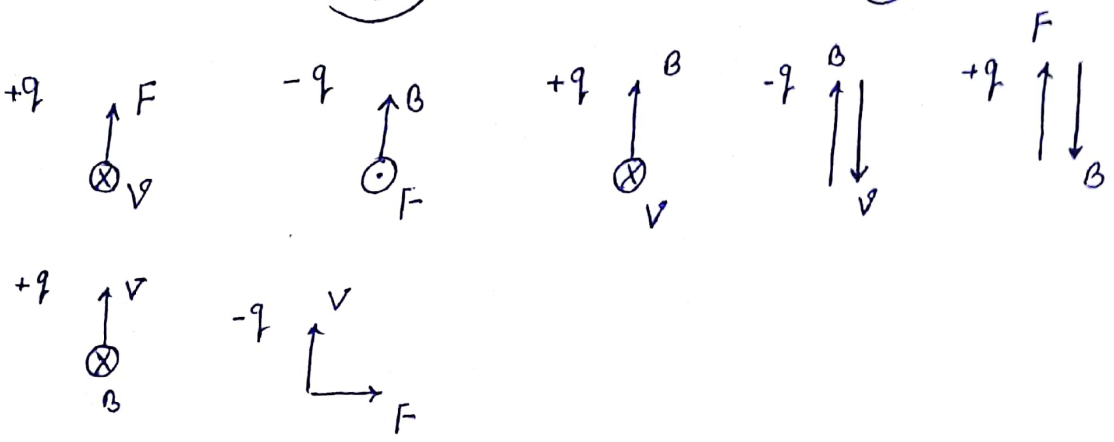
انواع: افزاینده / کاهنده

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

I) نیروی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی

۱) در نمودارهای زیر با توجه به نوع بار، بردار مجهول را مشخص کنید.



جواب:

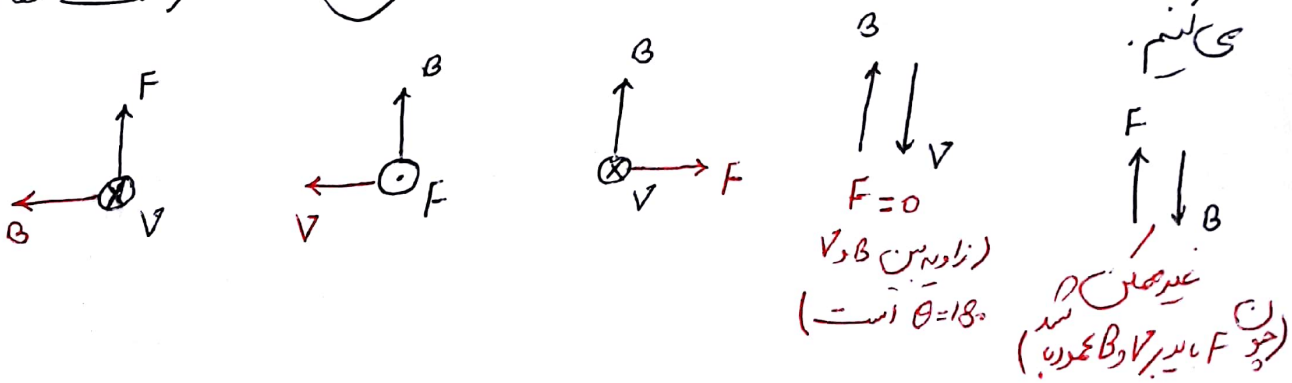
برطبق قاعده دست راست داریم:

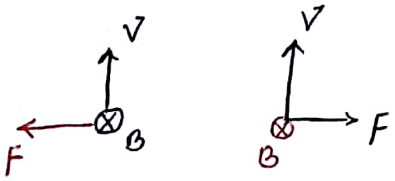
F همیشه عمود بر صفحه‌ای است که V و B در آن قرار دارند

V همیشه در صفحه‌ای است که F و B در آن قرار دارند

B همیشه در صفحه‌ای است که F و V در آن قرار دارند

در صورتی که بار منفی بود، از قاعده دست چپ یا برعکس قاعده دست راست استفاده می‌کنیم.





Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

۲) بار $-5\mu C$ با سرعت $1000\ m/s$ در میدان 10^{-3} گاوس خیابان حرکت می‌کند که خطوط میدان را تحت زاویه 37° قطع می‌کند. نیروی وارد بر آن چقدر است؟

جواب:

$q = -5\mu C = -5\times10^{-6}\ C$

$v = 1000\ m/s$

$B = 10^{-3}\ G = 10^{-3}\times10^{-4}\ T$

$\theta = 37^\circ \rightarrow \sin 37 = 0.6$

$F = ?$

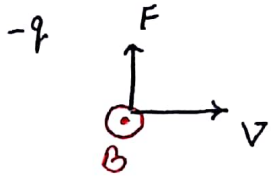
$F = qvB\sin\theta = 5\times10^{-6}\times1000\times10^{-3}\times10^{-4}\times0.6 = 3\times10^{-4}\ N$

۳) ذره‌ای به جرم $2\ gr$ و بار $-4\ mC$ با سرعت ثابت $10^5\ m/s$ از غرب به شرق در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به موازات افق حرکت می‌کند حداقل میدان و سوی آن را مشخص کنید.

جواب:

حرکت با سرعت ثابت به موازات افق: $F = mg \Rightarrow qvB\sin\theta = mg$

برای حداقل شدن: $qvB = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{qv} = \frac{2\times10^{-3}\times10}{4\times10^{-3}\times10^{5}} = 5\times10^{-5}\ T$

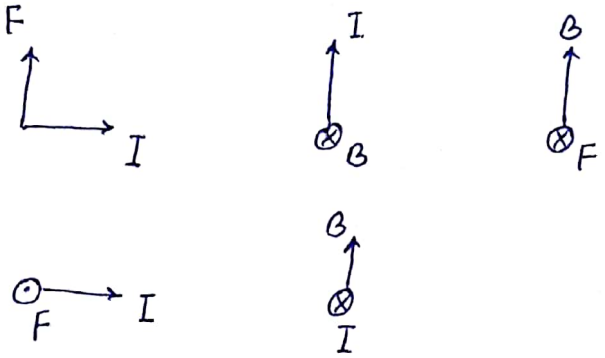


Scanned by CamScanner

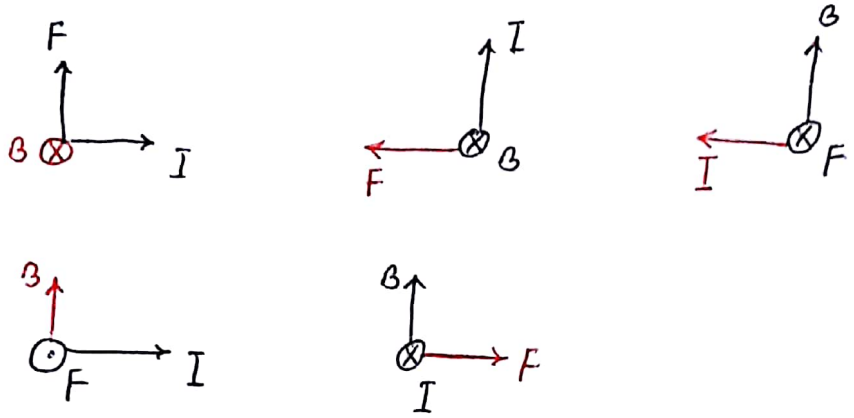
@ihamkelasi Hamkelasi.ir

Ⅱ) نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

۴) در نمودارهای روبرو که مربوط به سیم راست حامل جریان در میدان مغناطیسی است، بردار کمیت مجهول را مشخص کنید.



جواب:



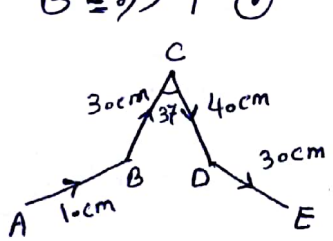
برطبق قاعده دست راست داریم:

F بسمت ؟

I چهار انگشت باز

B خم انگشتان

۵) در شکل روبرو نیروی وارد بر قطعه CD از سیم حامل جریان و جهت آن را بدست آورید.



I = 5A

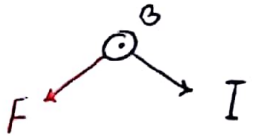
Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

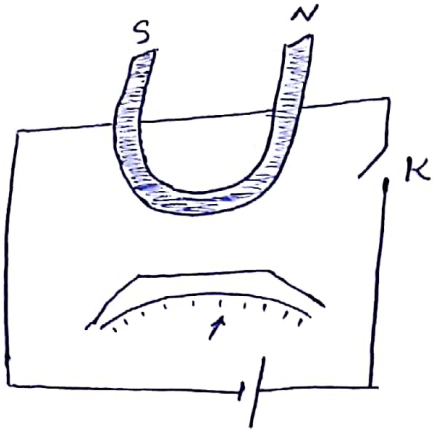
جواب :

$$F = I L B \sin\theta = 5 \times 4_0 \times 10^{-2} \times ,5 \times 1 = 1\,N$$

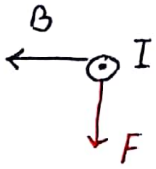
($\theta = 90$)



⑦ در شکل مقابل با وصل کلید K در عدد نیروسنج چه تغییری حاصل می شود؟



جواب :



نیروسنج عدد کمتری را نشان می دهد زیرا بر نیروسنج وارد F اگر می کند و بنابراین آهنربا را به طرف بالا می فرستد.

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

۵

③ میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله حامل جریان

⑦ سیمی به طول 200 متر را به شکل سیملوله‌ای به طول 4m و شامل 200 حلقه درآورده‌ایم و درون آن هسته‌ای به گذاشته‌ایم. اگر از آن جریان $\frac{1}{\pi}$ میلی آمپر عبور دهیم، بزرگی میدان حاصل در وسط این سیملوله چقدر است؟

جواب:

$$B = \frac{K\mu_0 NI}{L} \Rightarrow B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 200 \times \frac{1}{\pi} \times 10^{-3} \times 3000}{4} = 6 \times 10^{-5}\ T$$

$N = 200$

$I = \frac{1}{\pi}\ mA = \frac{1}{\pi} \times 10^{-3}\ A$

$K = 3000$

$L = 4m$

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

IV) مدول القای مغناطیسی

۸) ۱۰۰ حلقه مستطیل شکل ثابت به ابعاد $4\times5\ cm^2$ عمود بر خطوط میدان $0{,}4\ T$ قرار گرفته است. زاویه ۳۰ درجه قطع می‌کند. شار مغناطیسی گذرنده از آن‌ها چقدر است؟

جواب:

نکته: اگر حلقه‌ها ثابت و هم‌مرکز باشند، شاری که از هر حلقه بگذرد از همه می‌گذرد ولی اگر حلقه‌ها کنار هم در یک صفحه چیده شوند باید شار گذرنده از هر حلقه را در تعداد حلقه‌ها ضرب کنیم.

دارم $\phi = AB\cos\theta \Rightarrow \phi = 20\times10^{-4}\times0{,}4\times\frac{1}{2} = 4\times10^{-4}\ wb$

$A = 4\times5\ cm^2 = 20\times10^{-4}\ m^2$

$B = 0{,}4\ T$

$\theta = 90 - 30 = 60 \rightarrow \cos60 = \frac{1}{2}$

$\phi = ?$

۹) القاگری شامل ۱۰۰ حلقه به سطح هر حلقه $80\ cm^2$ است خطوط میدان یکنواخت $0{,}25$ تسلا را عمود قطع می‌کند اگر در $0{,}2$ ثانیه چرخنده با خطوط میدان موازی شود چه جریان القایی از آن خواهد گذشت به شرطی که مقاومت مدار بسته‌اش ۲۰۰۰ اهم باشد؟

جواب:

دارم $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -NAB\frac{\Delta\cos\theta}{\Delta t} = -100\times80\times10^{-4}\times\frac{25}{100}\times\frac{-1}{0{,}2}$

$\Delta\cos\theta = (\cos0 - \cos0) = 0 - 1 = -1$

$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = 1$ ولت از طرفی $R = \frac{\varepsilon}{I} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{1}{2000}\ A$

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

(۱۰) می‌خواهیم از القاگری به مقاومت ۲۵ Ω که ۲۰۰ حلقه دارد و سطح هر حلقه $50\,cm^2$ است و خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی با زاویه 53° قطع می‌کند، جریان القایی 4A بگیرد، میدان را با چه آهنگی تغییر دهیم؟

جواب:

$R = 25\,\Omega$

$N = 200$

$A = 50\,cm^2 = 50\times10^{-4}\,m^2$

$\theta = 90 - 53 = 37 \Rightarrow \cos 37 = 0/8$

$\frac{\Delta B}{\Delta t} = ?$

$I = 4A$

از رابطه $R = \frac{\mathcal{E}}{I} \rightarrow \mathcal{E} = RI = 25\times4 = 100$ ولت

و داریم $\mathcal{E} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}$

$\Rightarrow 100 = -200\times50\times10^{-4}\times\frac{8}{10}\times\frac{\Delta B}{\Delta t}$

$\Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{-1}{80\times10^{-4}} = -125\ T/s$

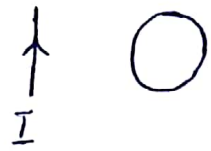
Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

۱۰) قانون لنز

۱۱) در شکل های زیر براساس قانون لنز جهت جریان القایی را مشخص کنید.

جواب:



اگر I کم شود باید جریان القایی در حلقه ها جهتی را جبران کند

بنابراین بصورت ساعتگردی می چرخد ○ و قطب S در جلوی آن باشد

ب) اگر I زیاد شود بنابراین جریان در حلقه مانع افزایش می شود و بصورت پادساعتگردی می چرخد

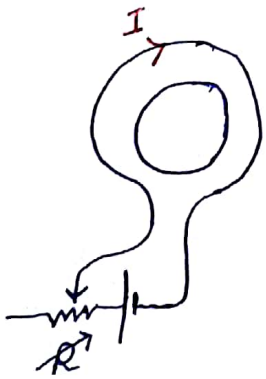
○ و قطب N در جلوی باشد

ج) اگر حلقه از سیم دور شود بنابراین باعث جهتی می شود پس جریان القایی باید جبران کند

و بصورت ساعتگردی شود (S)

د) اگر حلقه به سیم نزدیک شود باعث افزایش جریان می شود بنابراین جریان القایی باید

جهتی باید پس بصورت پادساعتگردی می شود (N)



رئوستا به خاطر وجود مقاومت متغیر در آن اگر مقاومت را زیاد کنیم

بنابراین جریان جهتی می یابد و باید جریان القایی در حلقه (اصلی) هم جهت

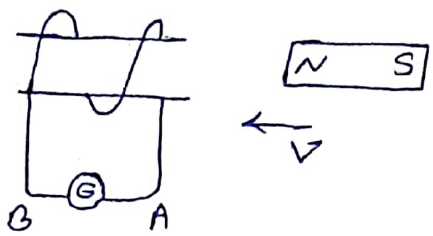
باید جهت جریان رئوستا باشد جهت جریان در رئوستا بصورت

ساعتگرد است پس جریان القایی هم ساعتگردی می شود

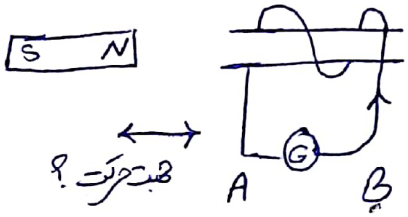
Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

۹



هنگامی که آهنربا به طرف سیملوله حرکت می کند
بنابراین باعث افزایش جریان می شود در نتیجه
باید کاری کنیم که آهنربا به عقب پرتاب شود
پس باید قطب ها همنام در کنار هم قرار بگیرند یعنی قطب N سمت راست و قطب S سمت
چپ سیملوله می باشد می دانیم جهت میدان درون سیملوله از S به N می باشد پس با قلاب
کردن دست به داخل سیملوله باید شصت ما جهت B را نشان دهد که در این صورت
جهت جریان از A به B می شود.



با توجه به شکل که جهت جریان را داده است می فهمیم که
قطب N سمت چپ و قطب S سمت راست
قرار دارد بنابراین این بدان معنی است که
آهنربا به سمت سیملوله در حال حرکت بوده است و باعث افزایش جریان
شده است قطب های همنام کنار هم قرار گرفته اند تا مانع افزایش جریان شوند.

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi
Hamkelasi.ir

(۱۲) وقتی از القاگری جریان ۰٫۵ A می‌گذرد ۵۰ mj انرژی در آن ذخیره می‌شود. ضریب خودالقایی این القاگر چقدر است؟

جواب:

می‌دانیم $U = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow 50 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} L \times (0,5)^2$

$U = 50\ mj = 50 \times 10^{-3}\ j$

$I = 0,5\ A$

$L = ?$

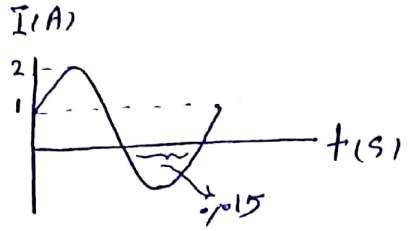
$\Rightarrow L = \frac{2 \times 50 \times 10^{-3}}{0,5 \times 0,5} = 400 \times 10^{-3} = 0,4\ H$

Scanned by CamScanner

@ihamkelasi Hamkelasi.ir

(VII) جریان متناوب

(۱۳) نمودار روبرو جریان متناوبی است که از مداری با مقاومت ۱۵۰ اهم می‌گذرد معادله جریان چگونه است؟



جواب:

می‌دانیم $I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \phi_0\right)$ (ϕ_0: فاز اولیه)

$I_m = 2A$

چون شروع از ربع اول و نصف آن است بنابراین فاز اولیه می‌شود:

$$\sin\phi_0 = \frac{I}{I_0} = \frac{1}{2} \rightarrow \phi_0 = \frac{\pi}{6}$$

زمانی را که مشخص کرده یعنی نصف دور یا ۰/۱۵ ثانیه نوشته‌ایم:

$$\frac{T}{2} = 0.15 \Rightarrow T = 0.3\ S$$

بنابراین $I = 2\sin\left(\frac{2\pi}{0.3}t + \frac{\pi}{6}\right)$

Scanned by CamScanner