

দ্বাদশ শ্রেণি একাডেমিক প্রোগ্রাম ২০২০

# পদার্থবিজ্ঞান ২য় পত্র

লেকচার : P-10

অধ্যায় ৪ : তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব

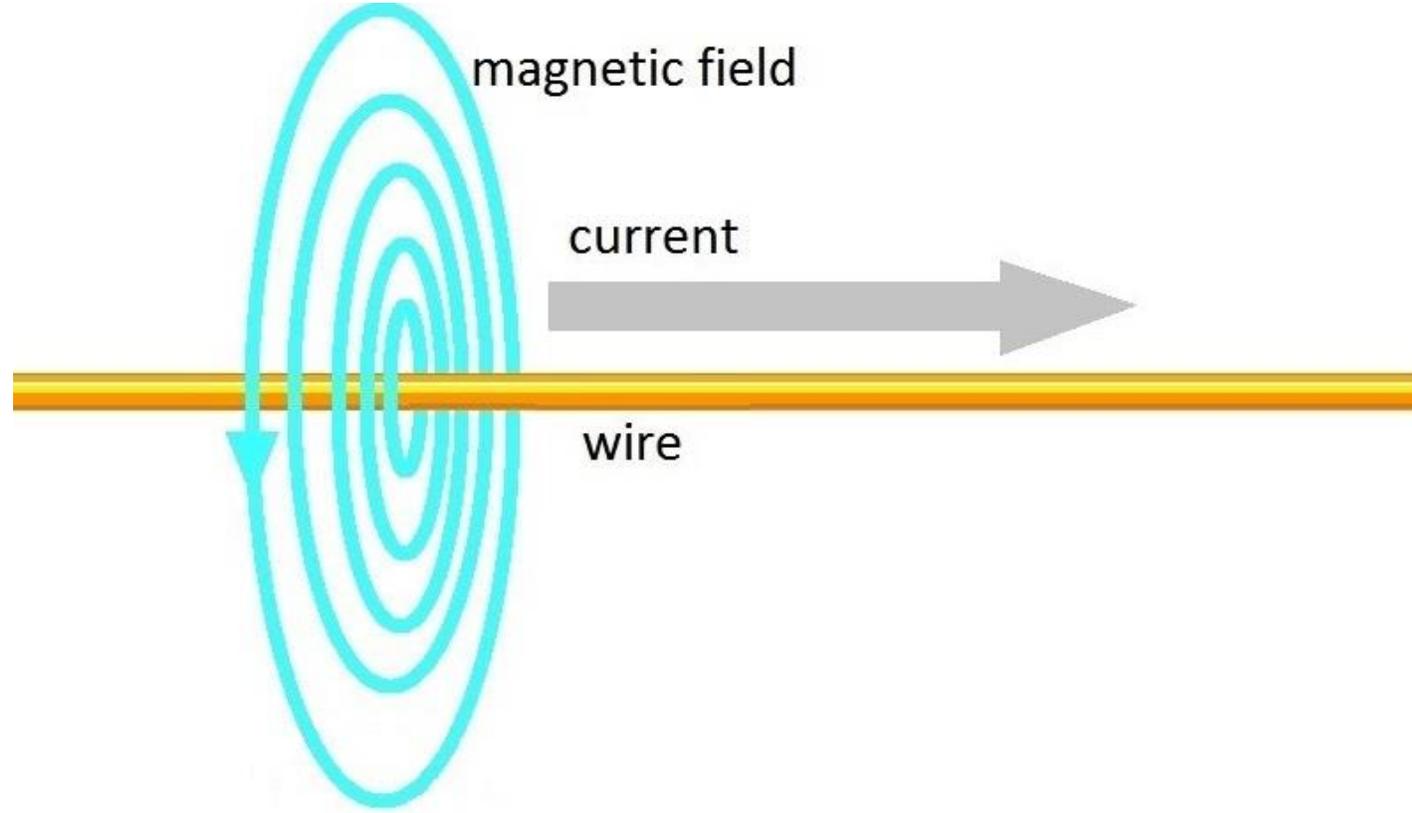


# আলোচ্য বিষয়:

- ✓ ওয়েরস্টেডের চৌম্বক ক্ষেত্রের ধারণা ও পরীক্ষা
- ✓ চৌম্বক ক্ষেত্রের মান এবং দিক নির্ণয়
- ✓ চৌম্বক ফ্লাক্স
- ✓ বায়োট-স্যাভার্ট সূত্র বা ল্যাপ্লাস এর সূত্র
- ✓ অ্যাম্পিয়ার এর সূত্র
- ✓ গতিশীল চার্জের উপর চৌম্বক বল

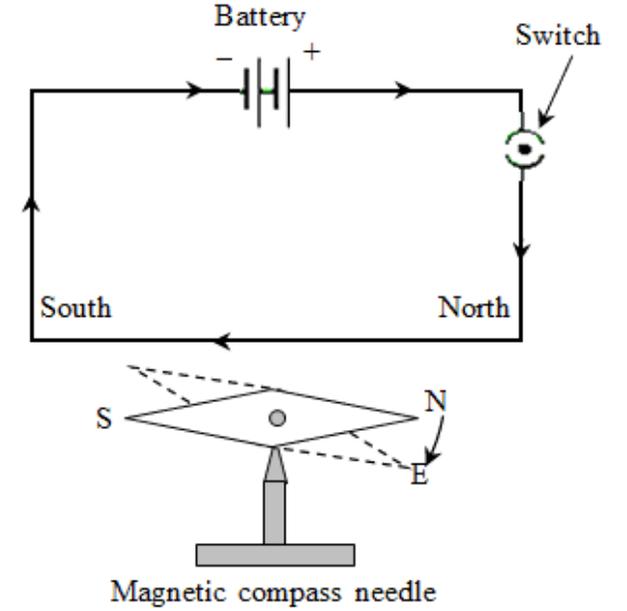
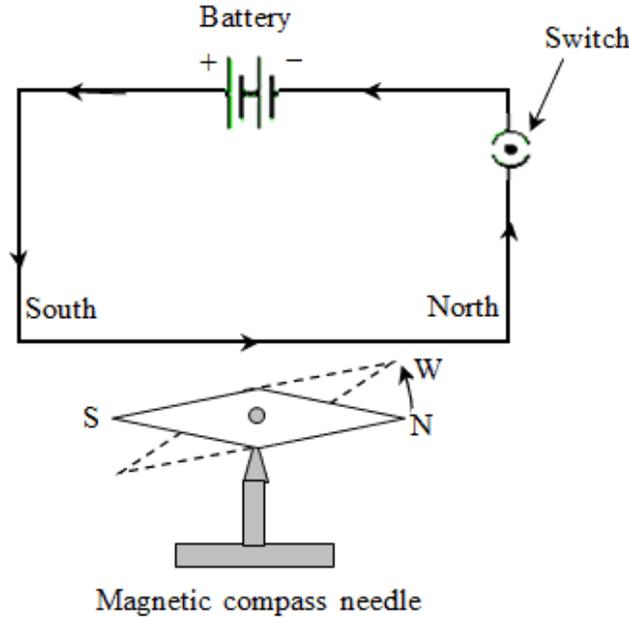
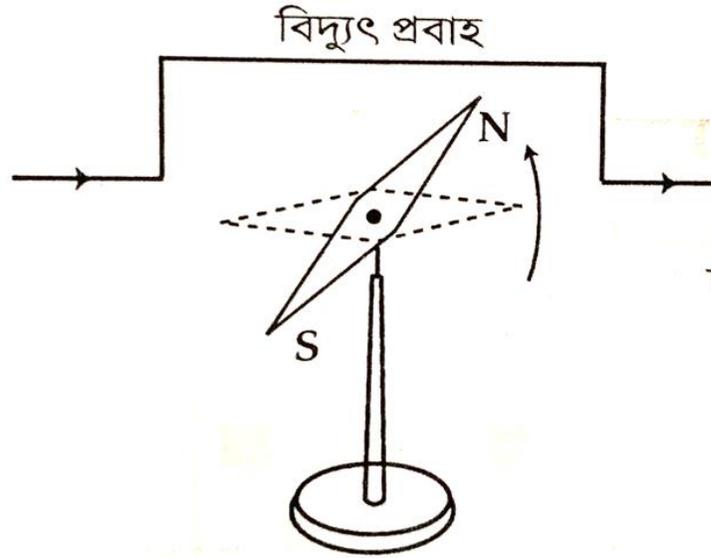
# ওয়েরস্টেডের চৌম্বক ক্ষেত্রের ধারণা ও পরীক্ষা

ড্যানিস বিজ্ঞানী হ্যান্স ক্রিস্টিয়ান ওয়েরস্টেড ১৮২০ সালে আবিষ্কার করেন যে, তড়িৎবাহী তারের আশেপাশে চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি হয়।



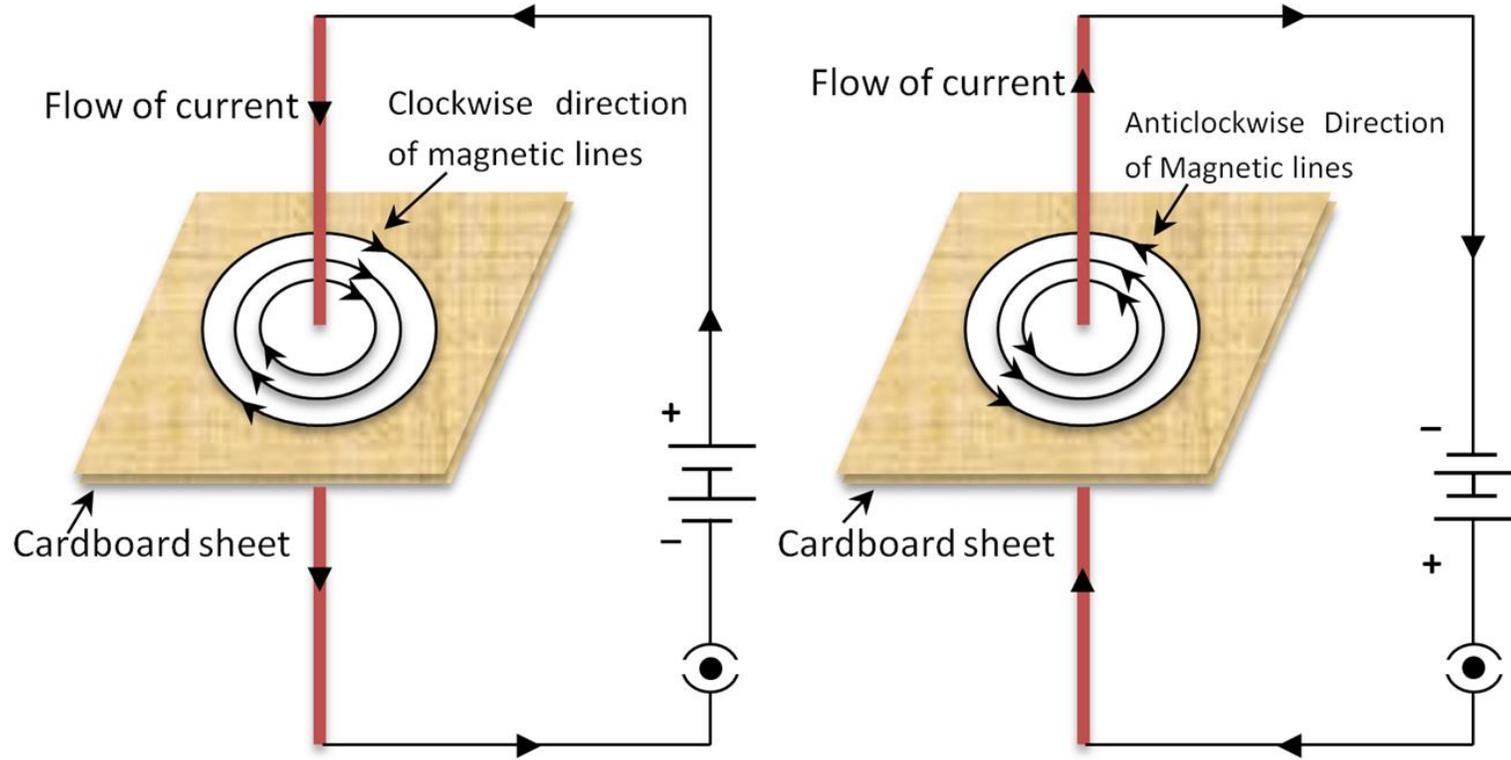
# ওয়েরস্টেডের চৌম্বক ক্ষেত্রের ধারণা ও পরীক্ষা

- পরীক্ষা লব্ধ সিদ্ধান্ত:** ক) তড়িৎ প্রবাহের মান ও দিকের সাথে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ও দিকের সম্পর্ক আছে।  
খ) প্রবাহ যতক্ষণ থাকবে ততক্ষণ চৌম্বক ক্ষেত্র থাকবে।



# ওয়েরস্টেডের চৌম্বক ক্ষেত্রের ধারণা ও পরীক্ষা

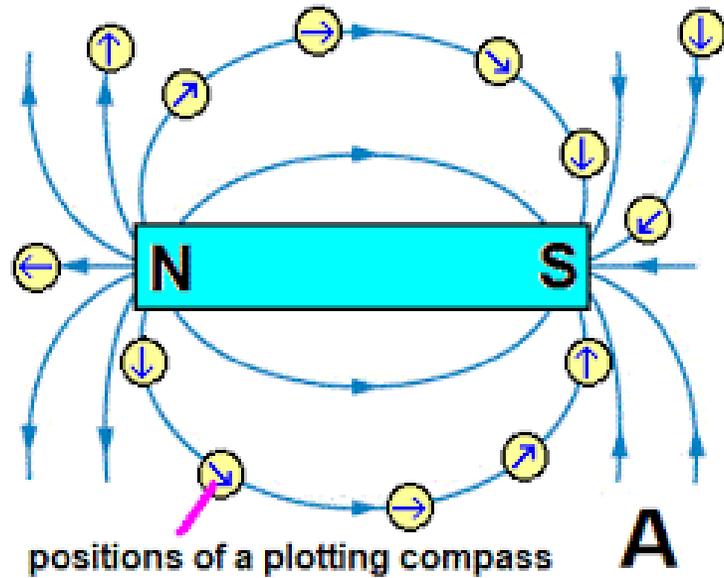
লিঙ্কঃ [https://www.youtube.com/watch?v=zv4t\\_4fHvn4](https://www.youtube.com/watch?v=zv4t_4fHvn4)



# চৌম্বক ক্ষেত্র

**চৌম্বক ক্ষেত্র:** কোন চুম্বক বা বিদ্যুৎবাহী তারের আশেপাশে যে অঞ্চল জুড়ে একটি একটি চৌম্বক শলাকা বিক্ষেপ দেখায় তাকে ওই চুম্বক বা বিদ্যুৎবাহী তারের চৌম্বক ক্ষেত্র বলে।

চৌম্বক ক্ষেত্রের একক **টেসলা (T) বা  $Wb/m^2$**  (SI)

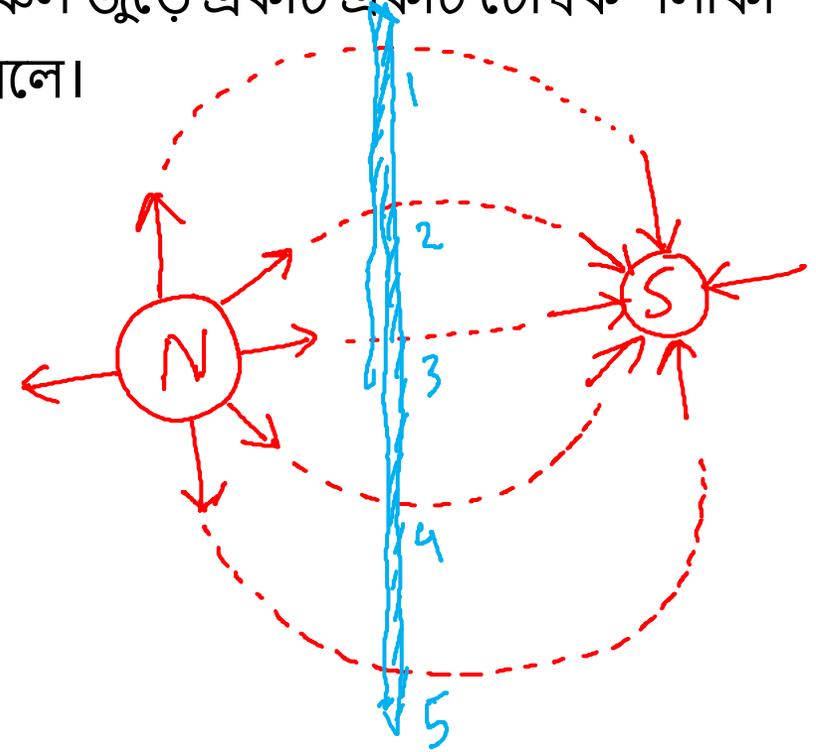


CGS

Gauss (G)

SI → Tesla (T)

$$1T = 10^4 G$$



# চৌম্বক ফ্লাক্স ( $\phi$ )

চৌম্বক ফ্লাক্স = ক্ষেত্র রেখার সংখ্যা

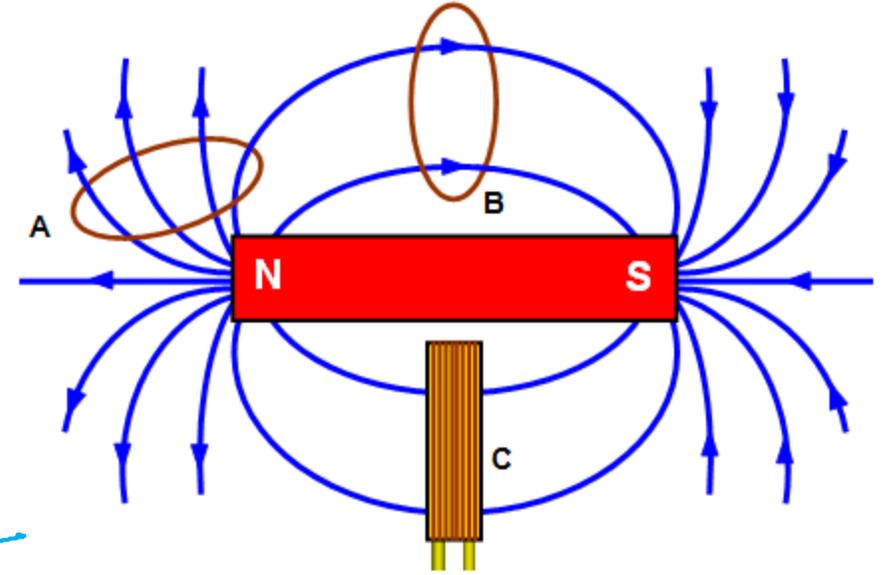
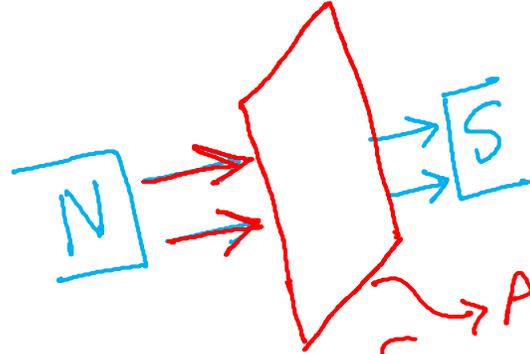
$$\Phi = AB\cos\theta = \mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$$

$B =$  চৌম্বক ক্ষেত্র = চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব = চৌম্বক আবেশ

$$T, \text{Wb/m}^2$$

$$B = \frac{\phi}{A} \rightarrow \text{Wb (ফ্লেক্স)} \rightarrow \text{m}^2$$

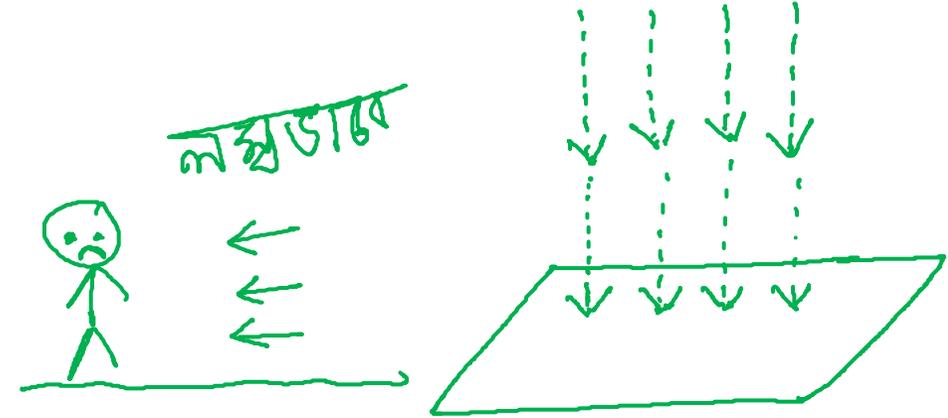
$$T = \text{Wb/m}^2$$



$$\phi = \text{flux} = \text{রেখা} = 2 \text{ টি}$$

$$\text{flux density} = \frac{\text{চৌম্বক ক্ষেত্র রেখার ঘনত্ব}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{\text{রেখা}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$$

$$B = \frac{\phi}{A} = \frac{2}{0.4} = 5 \text{ T} = 5 \text{ Wb/m}^2$$



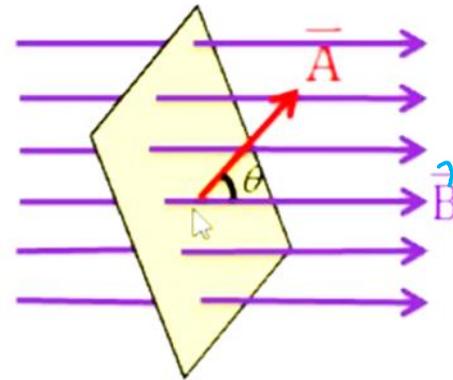
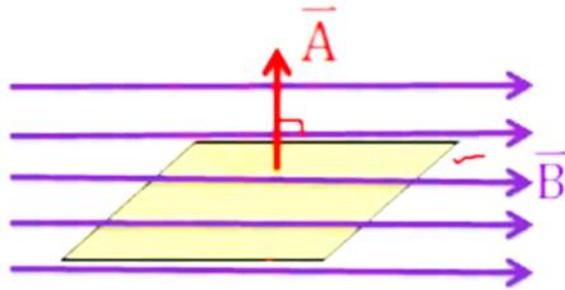
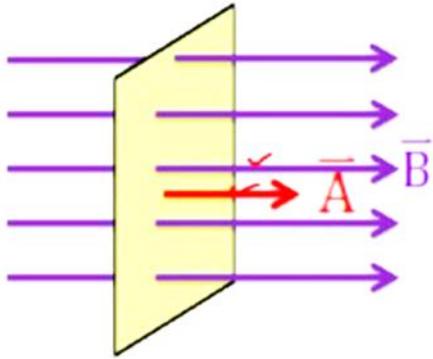
# চৌম্বক ফ্লাক্স

“Magnetic flux  $\Phi_B$  is the number of magnetic field lines passing through a certain area”

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

$$\Phi_B = BA \cos \theta$$

$\theta$  = angle between vectors  $\vec{B}$  and  $\vec{A}$



$$\Phi_B = BA \cos 0^\circ$$

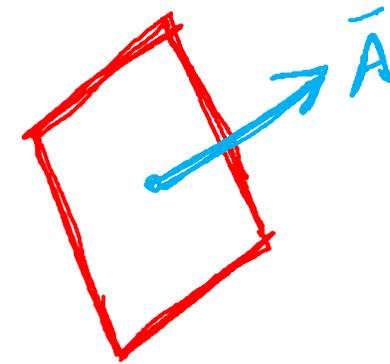
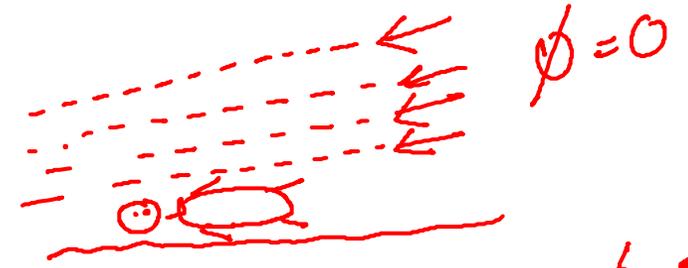
$$\Phi_B = BA$$

Maximum flux

$$\Phi_B = BA \cos 90^\circ$$

$$\Phi_B = 0$$

Minimum flux



# MATH 01

0.5m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার তলের সাথে  $5 \text{ Wb/m}^2$  ফ্লাক্স ঘনত্বের একটি চৌম্বক ক্ষেত্র  $30^\circ$  কোণে ক্রিয়া করলে চৌম্বক ফ্লাক্স কত?

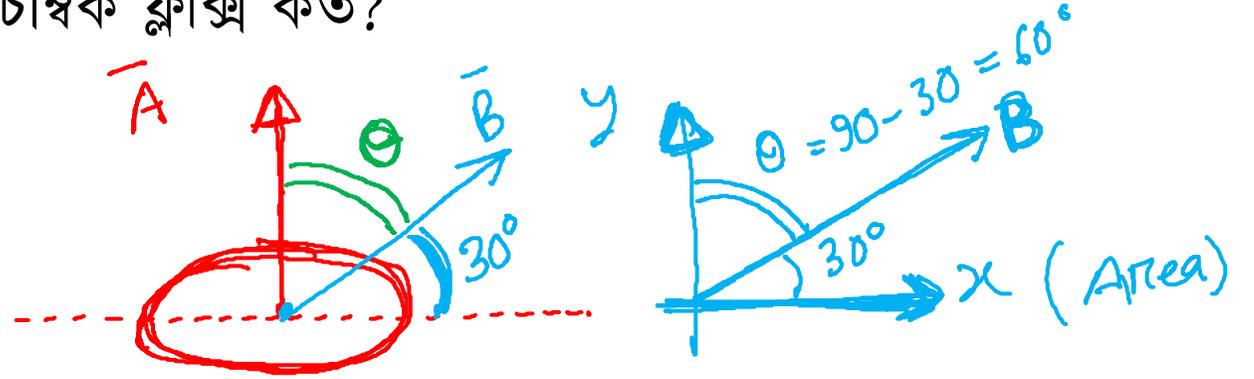
$$r = 0.5 \text{ m}$$

$$A = \pi r^2 = 0.25 \pi$$

$$B = 5 \text{ Wb/m}^2 = 5 \text{ T}$$

Flux  $\rightarrow$  মধ্যস্থিত  $\theta$

$$\theta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$



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

$$= 0.25 \pi \times 5 \times \cos 60^\circ$$

$$= 1.9$$

$$\phi \approx 2 \text{ Wb}$$

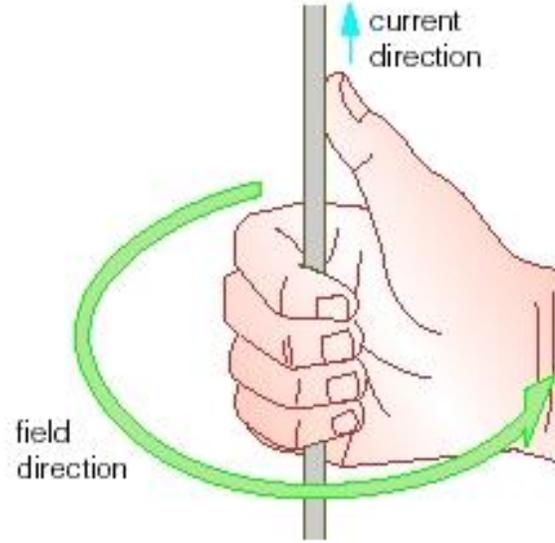
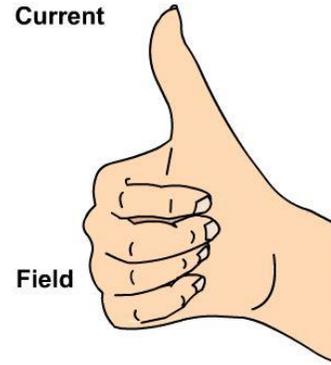
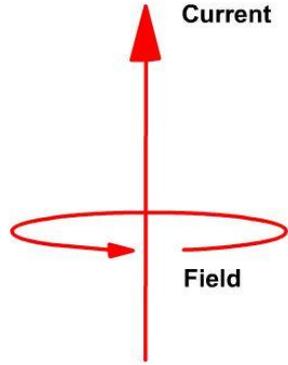
# চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ণয়

কিভাবে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ণয় করবো?

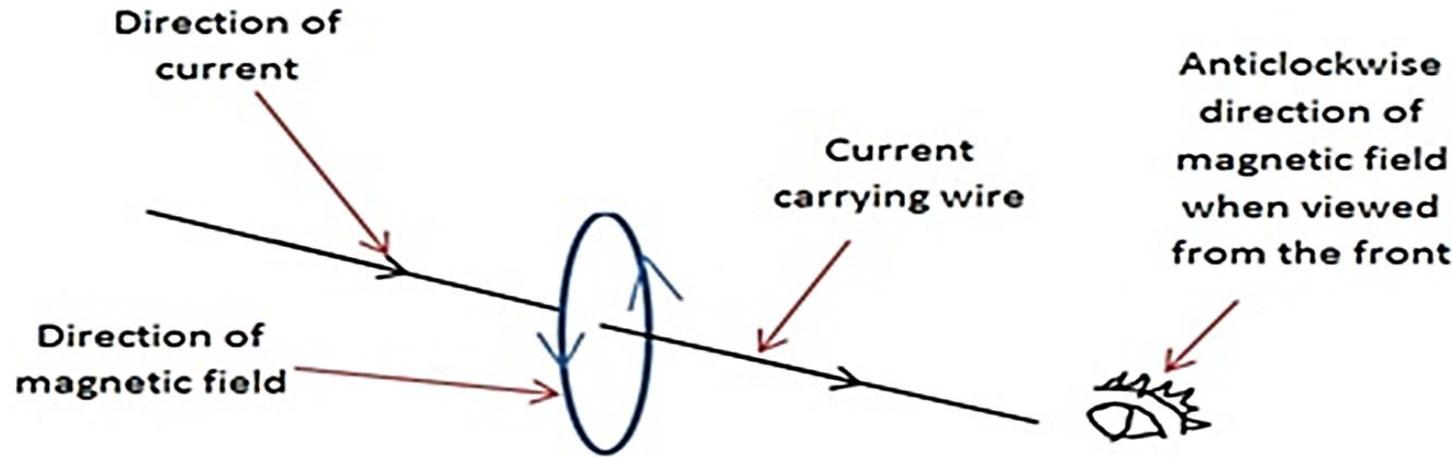
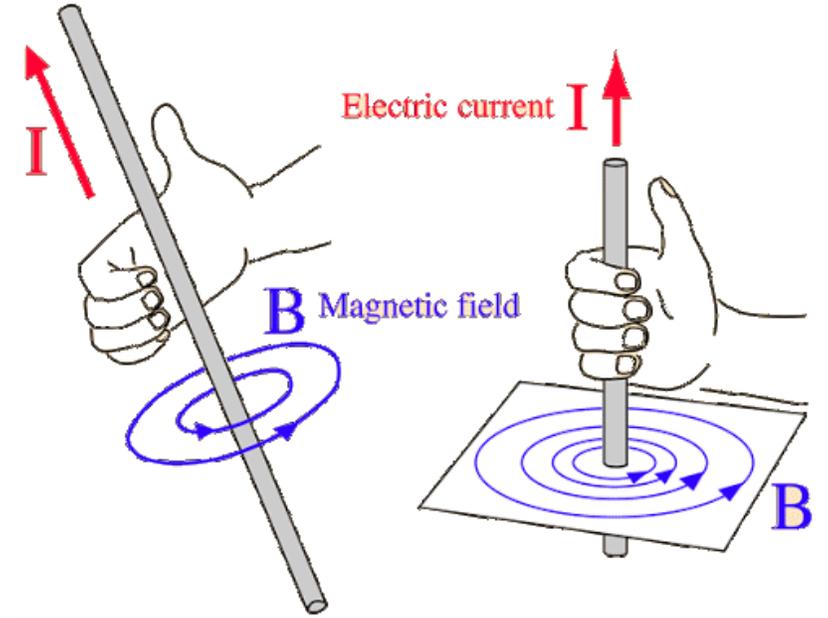
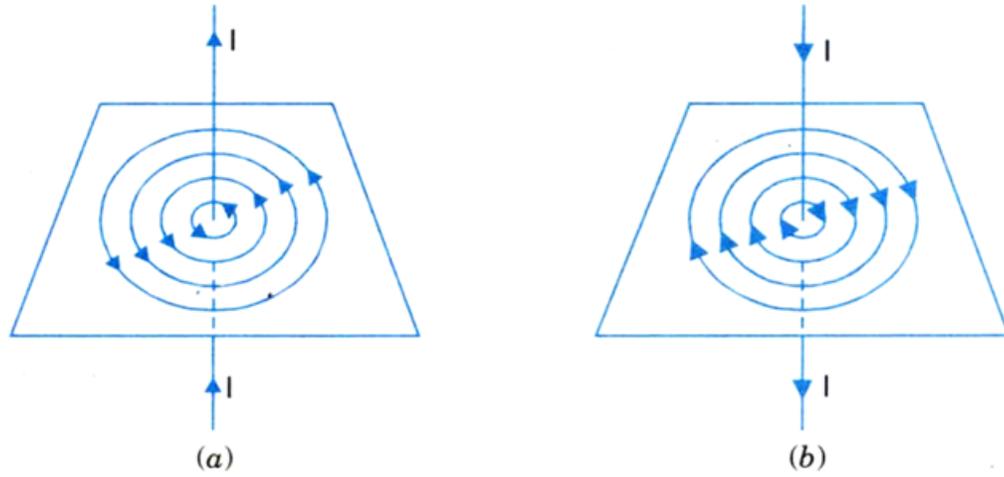
ক) ম্যাক্স ওয়েলের কর্ক স্ক্রু সূত্র

খ) ফ্লেমিং এর ডান হস্ত নিয়ম

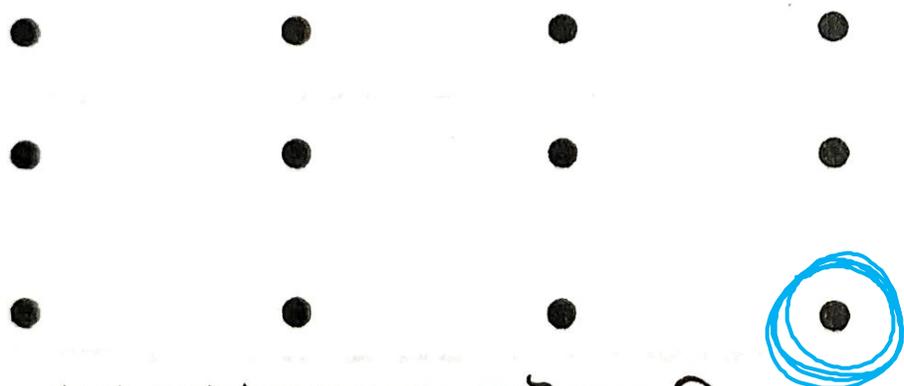
The Right Hand Grip Rule



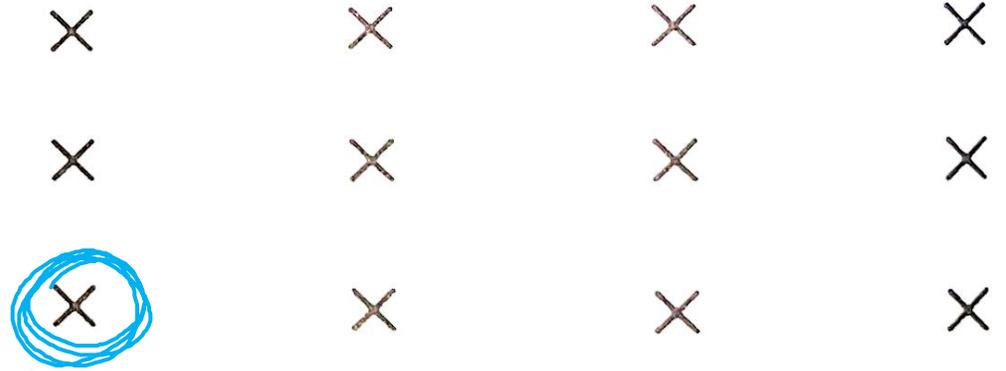
# ফ্লেমিং এর ডান হস্ত নিয়ম



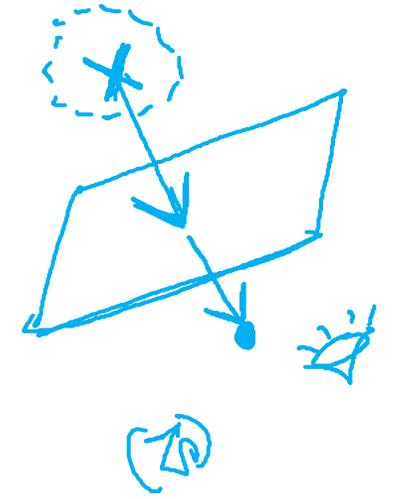
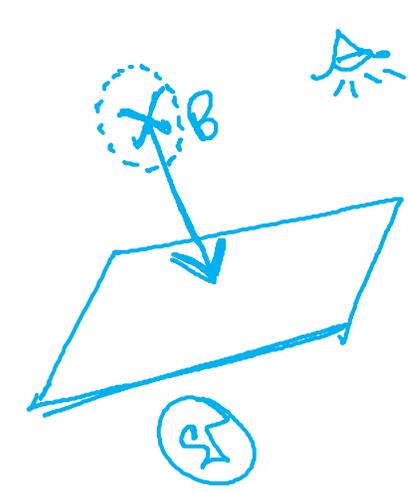
# কাগজ তলে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ণয়



(ক) কাগজ তলের বাইরের দিকে



(খ) কাগজ তলের ভেতরের দিকে



# গতিশীল চার্জের উপর চৌম্বক ক্ষেত্রের বল

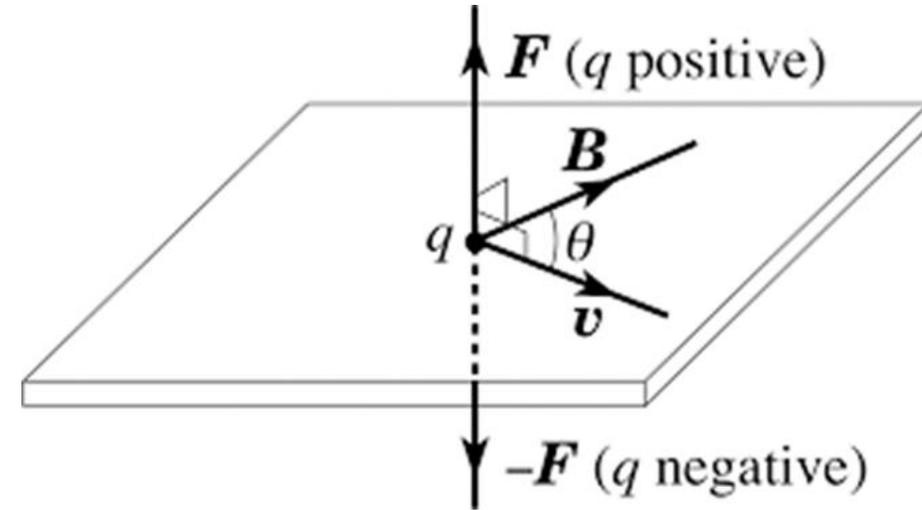
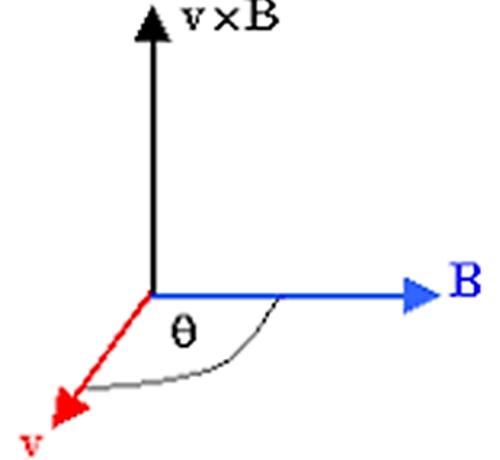
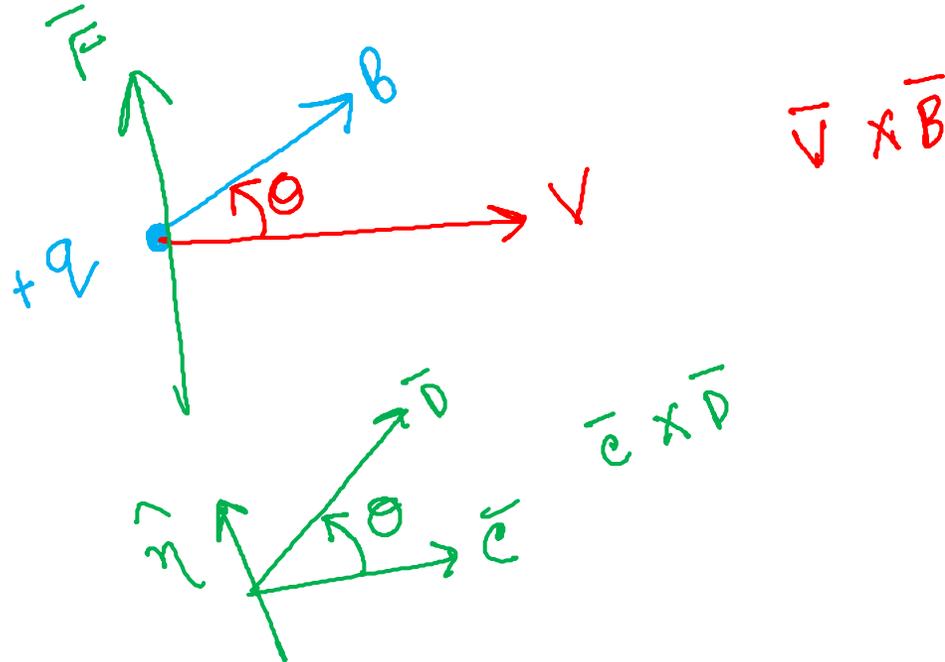
চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে কোণ করে চার্জ বা আধান (ধনাত্মক, ঋণাত্মক উভয়েই) গতিশীল হলে সেই চার্জের উপর চৌম্বক ক্ষেত্র বল প্রয়োগ করবে।

$$F = qVB\sin\theta$$

$$\rightarrow \mathbf{F} = q (\mathbf{V} \times \mathbf{B})$$

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = q\vec{E}$$



## MATH 02

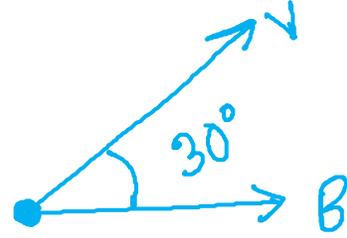
2.5 Wb/m<sup>2</sup> ফ্লাক্স ঘনত্বের একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে 30° কোণে একটি প্রোটন  
1.5X10<sup>7</sup> m/s বেগে প্রবেশ করলে কত বল অনুভব করবে?

$$B = 2.5 \text{ Wb/m}^2$$

$$B = 2.5 \text{ T}$$

$$V = 1.5 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$\theta = 30^\circ$$



$$F = qvB \sin \theta$$

$$= (1.6 \times 10^{-19}) (1.5 \times 10^7) (2.5) \sin 30^\circ$$

$$F = 3 \times 10^{-12} \text{ N}$$

### MATH 03

একটি ইলেকট্রন  $\vec{E} = (\hat{i} + 2\hat{j} - 8\hat{k}) \text{ Vm}^{-1}$  তড়িৎক্ষেত্রে ও  $\vec{B} = (2\hat{i} + 3\hat{k}) \text{ T}$  চৌম্বকক্ষেত্রে  $(2\hat{i} + 2\hat{j}) \text{ ms}^{-1}$  বেগে প্রবেশ করল। ইলেকট্রনের উপর বলের মান বের কর।

$$\left. \begin{aligned} \vec{F} &= q\vec{E} \quad \dots \textcircled{1} \\ \vec{F} &= q(\vec{v} \times \vec{B}) \quad \dots \textcircled{11} \end{aligned} \right\} \vec{F}_L = q\vec{E} + q(\vec{v} \times \vec{B}) \quad \dots \text{Lorentz সূত্র}$$
$$\therefore \vec{F}_L = q[\vec{E} + (\vec{v} \times \vec{B})] = 1.6 \times 10^{-19} [\sqrt{69} + 2\sqrt{22}]$$
$$F = 2.83 \times 10^{-18} \text{ N}$$

$$E = \sqrt{1^2 + 2^2 + (-8)^2} = \sqrt{69}$$

$$\vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 3 \end{vmatrix} = (6-0)\hat{i} - (6-0)\hat{j} + (0-4)\hat{k}$$
$$= 6\hat{i} - 6\hat{j} - 4\hat{k}$$

$$|\vec{v} \times \vec{B}| = \sqrt{36 + 36 + 16} = 2\sqrt{22}$$

## Poll Question 01

প্রোটন 5T মানের চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে সমান্তরালে 200m/s বেগে গতিশীল হলে এর উপর কত বল কার্যকর হবে?

(a)  $1.6 \times 10^{-16} N$

(b)  $1.6 \times 10^{-19} N$

~~(c) Zero~~

(d) No answer

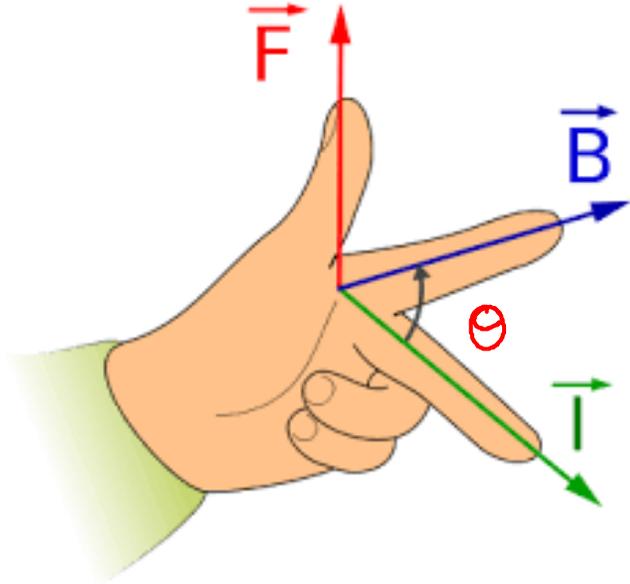
$\longrightarrow B$        $\theta = 0^\circ$   
 $\longrightarrow v$

$$F = qvB \sin \theta$$

$$\boxed{F = 0}$$

# পরিবাহীর উপর চৌম্বক ক্ষেত্রের বল

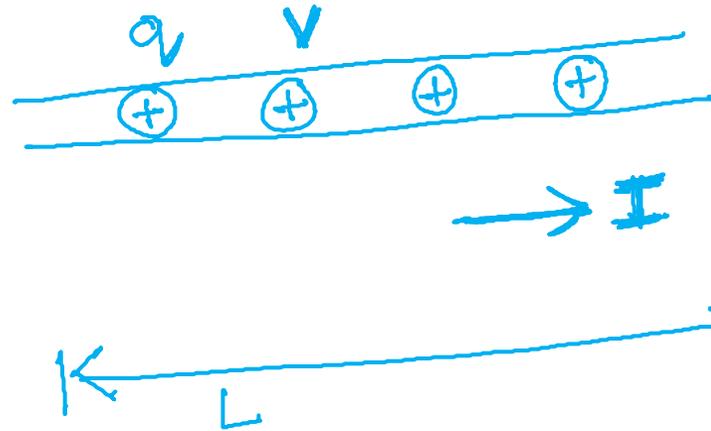
$$F = ILB \sin\theta$$



$$F = qvB \sin\theta$$

$$= (It) vB \sin\theta$$

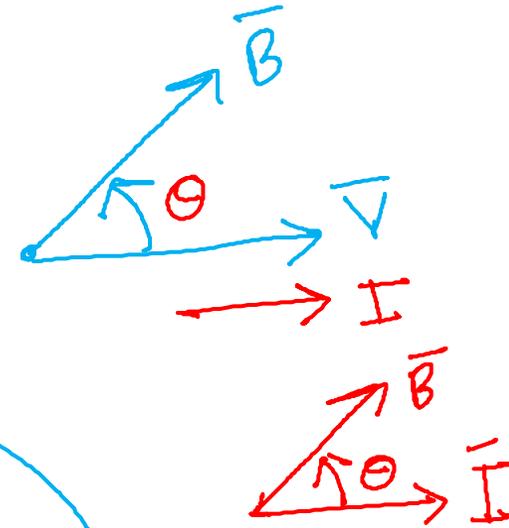
$$F = ILB \sin\theta$$



$$q = It$$

$$s = vt$$

$$L = vt$$



## MATH 04

1.5m লম্বা তারের মধ্যে 5A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। 5T মানের সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রের লম্ব দিকের সাথে তারটি  $60^\circ$  কোণ করে অবস্থিত। তারের একক দৈর্ঘ্যে প্রযুক্ত বল কত?

$$L = 1.5 \text{ m}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

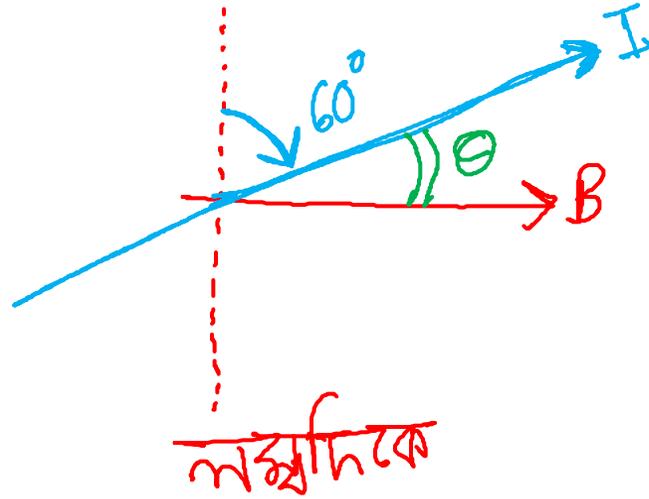
$$B = 5 \text{ T}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$F = ILB \sin \theta$$

$$\frac{F}{L} = IB \sin \theta$$

$$= 5 \times 5 \times \sin 30^\circ$$
$$F/L = 12.5 \text{ N/m}$$

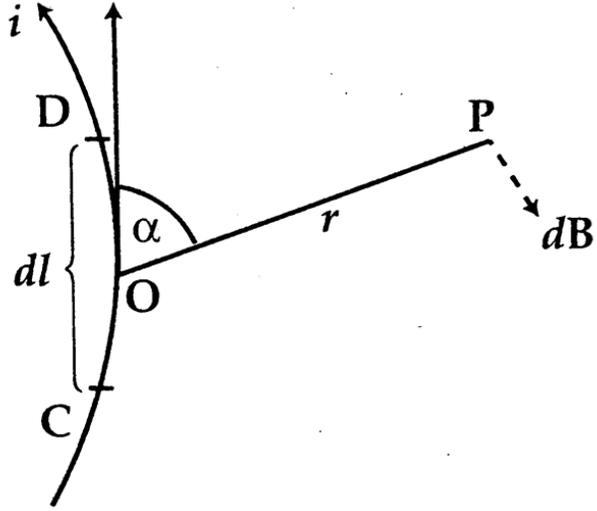


$$\theta = 90^\circ - 60^\circ$$
$$\theta = 30^\circ$$

বল (একক দৈর্ঘ্য)  $\rightarrow$  N/m  
বল  $\rightarrow$  N

# বায়োট-স্যভার্ট সূত্র বা ল্যাপ্লাস এর সূত্র

বিদ্যুৎবাহী তারের আশেপাশে চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি হয়। সেই চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয়ের জন্য বিজ্ঞানী ল্যাপ্লাস সূত্র প্রদান করেন যা পরবর্তীতে বায়োট এবং স্যভার্ট পরীক্ষামূলক প্রমাণ দেন।



$$dB \propto I$$

$$dB \propto dl$$

$$dB \propto \sin \alpha$$

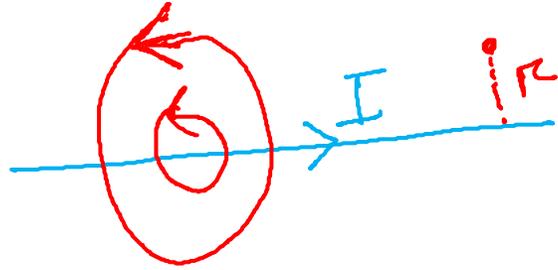
$$dB \propto \frac{1}{r^2}$$

$$dB \propto \frac{I dl \sin \theta}{r^2}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl \sin \theta}{r^2}$$

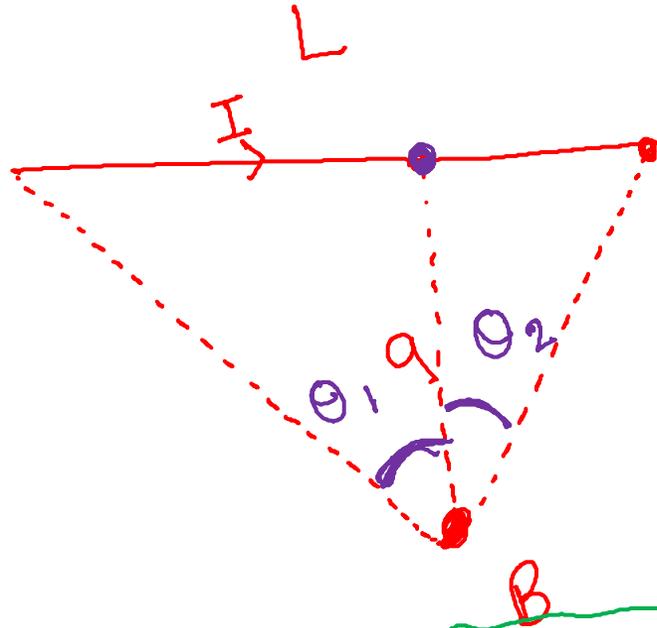
$\mu_0 =$  চৌম্বক প্ৰবেশতা

$$= 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1}$$



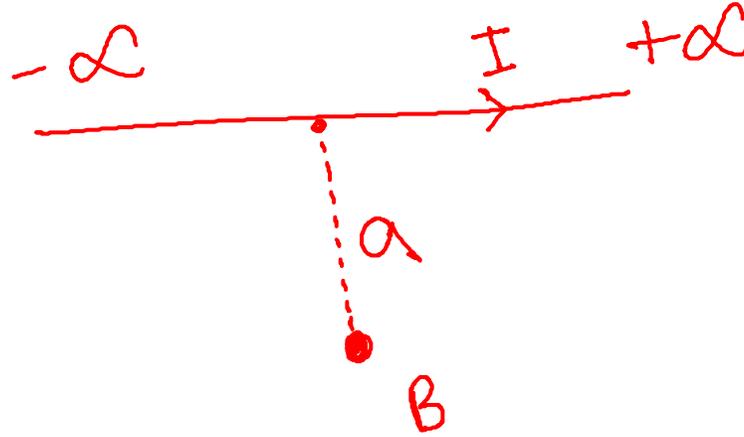
# বায়েট-স্যাভার্ট সূত্র বা ল্যাপ্লাস এর সূত্র

ক) সসীম লম্বা তারের জন্য



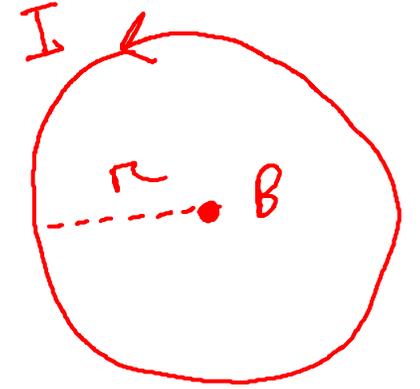
$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} [\sin\theta_1 + \sin\theta_2]$$

খ) অসীম তারের জন্য



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

গ) বৃত্তাকার কুণ্ডলীর জন্য



$$B = \frac{\mu_0 N I}{2R}$$

$N =$  শাক সংখ্যা

## MATH 05

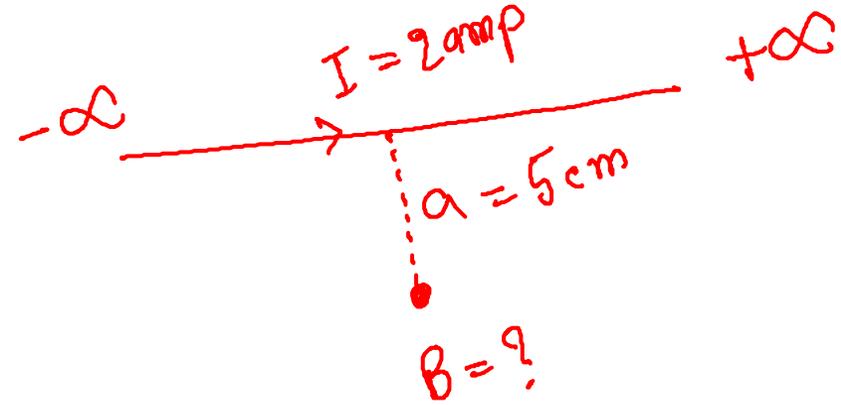
2 amp তড়িৎবাহী লম্বা তার হতে লম্বভাবে 5cm দূরে অবস্থিত কোন বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত হবে?

$$I = 2 \text{ amp}$$
$$a = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

$$B = ?$$

অক্ষীয় তার

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$
$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \cdot 2}{2\pi \times 0.05}$$
$$B = 80 \times 10^{-7} \text{ Wb/m}^2$$

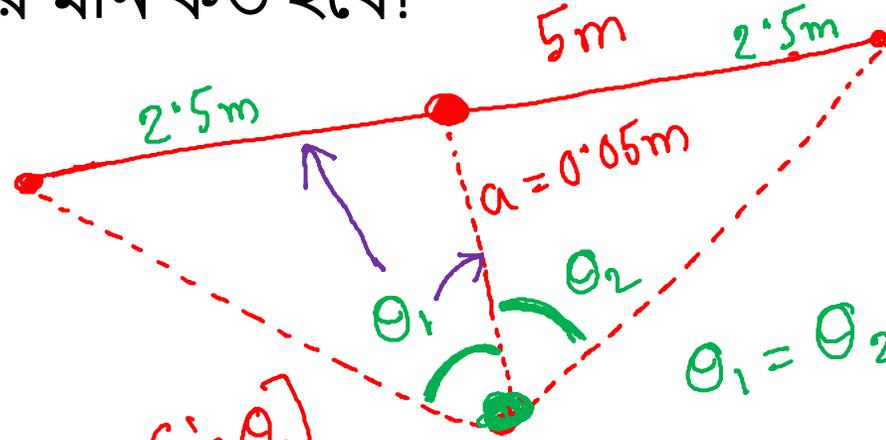


$$= 80 \times 10^{-7} \text{ T}$$
$$= 80 \times 10^{-7} \times 10^9 \text{ T}$$
$$= 80 \times 10^{-3} \text{ T} = 80 \text{ mT}$$

## MATH 06

2 amp তড়িৎবাহী 5m লম্বা তার হতে লম্বভাবে 5cm দূরে অবস্থিত কোন বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত হবে?

$$\begin{aligned} I &= 2 \text{ amp} \\ a &= 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m} \\ L &= 5 \text{ m} \\ B &= ? \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} B &= \frac{\mu_0 I}{4\pi a} [\sin\theta_1 + \sin\theta_2] \\ &= 10^{-7} \left( \frac{2}{0.05} \right) [2\sin 88.9^\circ] \\ &= 79.9 \times 10^{-7} \\ B &\approx 80 \times 10^{-7} \text{ T} \end{aligned}$$

$$\theta_1 = \theta_2 = \text{same}$$
$$\tan\theta = \frac{2.5}{a}$$

$$\theta = \theta_1 = \theta_2 = 88.9^\circ$$

## Poll Question 02

2 amp তড়িৎবাহী 5m লম্বা তার বাকিয়ে বৃত্তাকার একটি লুপ বানানো হলে কেন্দ্র বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত হবে?

~~(a)  $15.8 \times 10^{-7} T$~~

(b)  $15.8 \times 10^{-6} T$

(c) Zero

(d) No answer

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$$
$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \times (1) \times 2}{2 \times \frac{5}{2\pi}}$$

$$L = 5m \rightarrow 2\pi r = L$$
$$r = \frac{L}{2\pi}$$

না বুঝে মুখস্থ করার অভ্যাস  
প্রতিভাকে ধ্বংস করে।