অধ্যায়-০৪: তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব

Question Type-01: মৌলিক ধারণা এবং একক নির্ণয় সংক্রান্ত

যেকোন Chapter এর চেয়ে এই অধ্যায়ের একক সমূহ সর্বাপেক্ষা জটিল এবং গুরুত্বপূর্ণ। তাই একক সমূহ ভালো করে মনে রাখতে কিসের একক তার সংজ্ঞাটা ভালো করে জানা দরকার।

চৌম্বক ভ্রামকঃ

কোনো চুম্বকের যেকোনো একটি মেরুর মেরুশক্তির মান ও চৌম্বক দৈর্ঘ্যের গুণফলকে ঐ চুম্বকের চৌম্বক দ্বিপোল বা চৌম্বক ভ্রামক বলে।

$M = \Psi(2\vec{l})$

তড়িৎ কুন্ডলীর ক্ষেত্রে, একটি বৃত্তাকার কুন্ডলীর পাকসংখ্যা N; কুন্ডলীর ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ I এবং কুন্ডলীর দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রফল A হলে কুন্ডলীর চৌম্বক ভ্রামক হবে, $\vec{m} = NIA\hat{z}$

সুতরাং উপরোক্ত সম্পর্ক থেকে বলা যায় একক $= Am^2$ $\therefore$ M এর একক Am^2

চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব/আবেশঃ

চৌম্বক ক্ষেত্রে রক্ষিত কোনো চৌম্বক পদার্থের ভিতর আবেশ রেখার অভিলম্ব বরাবর একক ক্ষেত্রফলের ভিতর দিয়ে যতগুলো আবেশ রেখা অতিক্রম করে তাকে চৌম্বক আবেশ বা ফ্লাক্স ঘনত্ব বলে।

S.I পদ্ধতিতে $\vec{B}$ এর একক Tesla বা $Weber/m^2$।

আবার, C.G.S পদ্ধতিতে এর একক Gauss। 1 tesla= 10^4 Gauss.

$Weber = NA^{-1}m$ $\therefore$ সে দিক হতে $\vec{B} = \frac{NmA^{-1}}{m^2} = NA^{-1}m^{-1}$

Again, $J = Nm$ $\therefore NA^{-1}m^{-1} \times \frac{J}{m}A^{-1}m^{-1} = JA^{-1}m^{-2}$

$\therefore \vec{B} = Tesla, Gauss, Weber/m^2; NA^{-1}m^{-1}; JA^{-1}m^{-2}$।

চৌম্বক প্রাবল্য/তীব্রতাঃ

চৌম্বকক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ বা চৌম্বক ক্ষেত্র এবং চৌম্বক প্রবেশ্যতার অনুপাতকে চৌম্বক প্রাবল্য বা তীব্রতা বলে। একে $\vec{H}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}$; $H = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{Tesla}{Tesla-meter-Ampere^{-1}} = Ampere - meter^{-1}(Am^{-1})$ বা Newton/weber (NWb^{-1})

C.G.S পদ্ধতিতে H এর একক ওয়েরস্টেড। $1\ Am^{-1} = \frac{4\pi}{10^3}$ Oersted।

চৌম্বক প্রবেশ্যতাঃ

এক পদার্থ অপেক্ষা অন্য পদার্থের ভিতর দিয়ে চৌম্বক ক্ষেত্ররেখা কত সহজে যেতে পারে তাকে চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে। একে μ_0 দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$\mu_0 = \frac{B}{H} = \frac{Wbm^{-2}}{Am^{-1}} WbA^{-1}m^{-1}$

μ_0 এর একক $= Henry/meter\ (Hm^{-1}) = WeberA^{-1}m^{-1} = WbA^{-1}m^{-1}$

$\mu_0 = \frac{B}{H} = \frac{Tesla}{Am^{-1}} = Teslameter/Ampere = TmA^{-1}$ $\therefore \mu_0 = WbA^{-1}m^{-1} = TmA^{-1} = Hm^{-1}$

চুম্বকায়ন মাত্রা বা ম্যাগনেটাইজেশনঃ

চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রতি একক আয়তনের চৌম্বক ভ্রামককে উহার চুম্বকায়ন তীব্রতা বা চুম্বকায়ন মাত্রা বলে। একে I দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$I = \frac{M}{V} = \frac{Am^2}{m^3} = Am^{-1}$; $1Am^{-1} = \frac{4\pi}{10^3}$ Oersted (C.G.S পদ্ধতিতে)

<u>চৌম্বক বলরেখাঃ</u>

তড়িৎ ক্ষেত্রের ন্যায় চৌম্বকক্ষেত্রে চুম্বকের উত্তর মেরু হতে দক্ষিণ মেরু পর্যন্ত যে বদ্ধ কাল্পনিক রেখা কল্পনা করা হয় তাকে চৌম্বক বলরেখা বলে। এর একক weber বা Maxwell । একে ϕ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$\phi = BA\cos\theta = \vec{B} \cdot \vec{A}$; $Wbm^{-2} \times m^2 = Wb$ $\boxed{1wb = 10^8 \text{ maxwell.}}$

<u>চৌম্বক গ্রহীতা বা প্রবণতাঃ</u>

চৌম্বক ক্ষেত্রে অবস্থিত কোনো পদার্থের চুম্বকায়ন মাত্রা এবং চৌম্বক প্রাবল্যের তীব্রতার অনুপাতকে ঐ পদার্থের চৌম্বক গ্রহীতা বলে। $K = \frac{I}{H}$, এর কোন একক নেই। কেননা, I ও H উভয়ের একক Am^{-1}

সুতরাং এক নজরে-

রাশি	প্রতীক	একক
চৌম্বক ভ্রামক	M	Am^2
চৌম্বক আবেশ বা ফ্লাক্স ঘনত্ব	B	Tesla, Gauss, $Wbm^{-2}, NA^{-1}m^{-1}, JA^{-1}m^{-2}$
চৌম্বক প্রাবল্য/তীব্রতা	H	$Am^{-1}, N \cdot Wb^{-1}$, Oersted
চুম্বকায়ন মাত্রা/ম্যাগনেটাইজেশন	I	Am^{-1}; Oersted
চৌম্বক প্রবেশ্যতা	μ_0	$WbA^{-1}m^{-1}; Hm^{-1}; TmA^{-1}$
বলরেখা	ϕ	Weber/maxwell
চৌম্বক গ্রাহীতা/ প্রবণতা	K	নেই

Related Questions:

01. তড়িৎ প্রবাহের সাথে চৌম্বক ক্ষেত্রের সম্পর্ক নির্ণয় করে- **[Ans: a] [JU'19-20]**

(a) অ্যাম্পিয়ারের সূত্র (b) পরিবাহীতার সূত্র (c) ফেরো চুম্বক (d) কোনটিই নয়

02. কোন তলের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট তড়িৎ ফ্লাক্স সর্বাধিক হয় যদি ঐ তলের অভিলম্বের সাথে বলরেখার কোণ হয়- **[RU'19-20]**

(a) $-90°$ (b) $90°$ (c) $0°$ (d) $45°$

সমাধানঃ (c); তলের অভিলম্ব বরাবর ক্ষেত্রফল ভেক্টর $\vec{S}$ ক্রিয়াশীল হয়। আর তড়িৎ ফ্লাক্সের জন্য $\phi = \vec{E}.\vec{S}$ বা $ES\cos\theta$। $\cos\theta$ সর্বোচ্চ হলে ফ্লাক্স সর্বোচ্চ হবে। অর্থাৎ $\theta = 0°$ হতে হবে।

03. নিম্নের কোন রাশির একক μ_0/ϵ_0 এর এককের সমান? **[DU'18-19]**

(a) $(\text{বেগ})^2$ (b) $(\text{রোধ})^2$ (c) চৌম্বক ক্ষেত্র (d) বৈদ্যুতিক বিভব

সমাধানঃ (b); $C = E/B \Rightarrow BC = E \Rightarrow \frac{\mu_0 I}{2r} \times \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} = E$

$\Rightarrow \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = \frac{Er}{I} \Rightarrow \frac{1}{4}\frac{\mu_0}{\epsilon_0} = \left(\frac{V}{I}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{4}\frac{\mu_0}{\epsilon_0} = R^2$

মূলত একক মেলানোর স্বার্থে উভয়পক্ষকে বর্গ করা হয়েছে।

04. নিচের কোনটি অ্যাম্পিয়ারের সূত্র? **[Ans: c][CU'16-17]**

(a) $\vec{B} = \mu\vec{H}$ (b) $\vec{V}.\vec{B} = 0$ (c) $\oint \vec{B}.d\vec{l} = \mu_o I$ (d) $\vec{\nabla}\times\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$

05. চৌম্বক ফ্লাক্সের একক কোনটি? **[JU'09-10,11-12,JnU'14-15]**

(a) টেসলা (b) ওয়েবার (c) ভোল্ট (d) অ্যাম্পিয়ার

সমাধান: (b); চৌম্বক ফ্লাক্সের এস.আই একক হল ওয়েবার (wb) বা NmA^{-1} ।

Question Type-02: চৌম্বক ভ্রামক, চুম্বকায়ন মাত্রা, চৌম্বক গ্রহীতা, চৌম্বক প্রাবল্যের মধ্যে সম্পর্ক

If, I = চৌম্বকায়ন মাত্রা, B_0 = শূন্যস্থানে চৌম্বক ক্ষেত্র/আবেশ

K = চৌম্বক গ্রাহীতা, B = কোনো মাধ্যমে চৌম্বক ক্ষেত্র/আবেশ

μ_0 = চৌম্বক প্রবেশ্যতা, H = চৌম্বক প্রাবল্য/তীব্রতা

M = চৌম্বক ভ্রামক, V = আয়তন

Then, (i) $I = \frac{M}{V}$ (ii) $K = \frac{I}{H}$

(iii) $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$ [μ_r = আপেক্ষিক চৌম্বক প্রবেশ্যতা, μ = কোনো মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতা]

(iv) $\mu_0 = \frac{B}{H}$ (v) $B = B_0 + \mu_0 I = \mu_0 H + \mu_0 I$ (vi) $\mu = \mu_0(1 + K)$

(vii) $\mu_r = (1 + K)$ (viii) $\frac{B}{B_0} = 1 + K$ $\left[\mu_r = \frac{B}{B_0}\right]$ (ix) $\phi = \vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta$

Example: $1.6 \times 10^3 Am^{-1}(N/Wb)$ প্রাবল্যের একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে $0.2 \times 10^{-4} m^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট লোহার দন্ডে $2.4 \times 10^{-5} Wb$ চৌম্বক ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়। (i) চৌম্বক আবেশ (ii) চৌম্বক ভেদ্যতা (iii) চৌম্বক গ্রাহীতা ও (iv) চুম্বকায়ন মাত্রা নির্ণয় কর।

সমাধান: (i); মনে করি চৌম্বক আবেশ = B

Here, $\varphi = 2.4 \times 10^{-5} Wb$; $A = 0.2 \times 10^{-4} m^2$ $\therefore B = \frac{\varphi}{A} = \frac{2.4 \times 10^{-5}}{0.2 \times 10^{-4}} = 1.2\ Wbm^{-2}$

(ii) মনে করি চৌম্বক ভেদ্যতা = μ

Here, $H = 1.6 \times 10^3 Am^{-1}$ $\therefore \mu = \frac{B}{H} = \frac{1.2}{1.6 \times 10^3}\ WbA^{-1}m^{-2} = 7.5 \times 10^{-4} WbA^{-1}m^{-2}$

(iii) মনে করি চৌম্বক গ্রাহীতা = χ $\therefore$ So, $\chi = \frac{I}{H} = \frac{B}{\mu_0 H} - 1 = \frac{\mu}{\mu_0} = \frac{7.5 \times 10^{-4}}{4r \times 10^{-7}} - 1 = 596$

(iv) চুম্বকায়ন মাত্রা I হলে, $\chi = \frac{I}{H}$ $\therefore I = \chi M = 596 \times 1.6 \times 10^3 = 9.53 \times 10^5 Am^{-1}$

Related Questions:

01. তড়িৎ বর্তনীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক নির্ণয় করা যায় কোন সূত্র দ্বারা? **[Ans: d][KU'16-17]**

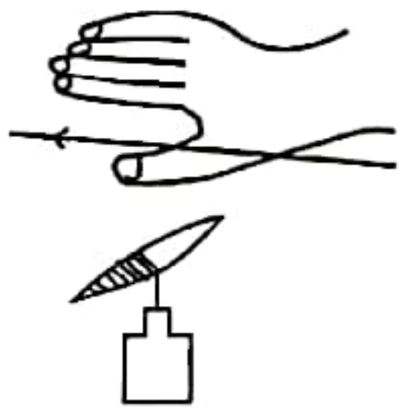
(a) ফ্যারাডের (b) নিউটনের (c) মাক্সওয়েলের (d) লেঞ্জের

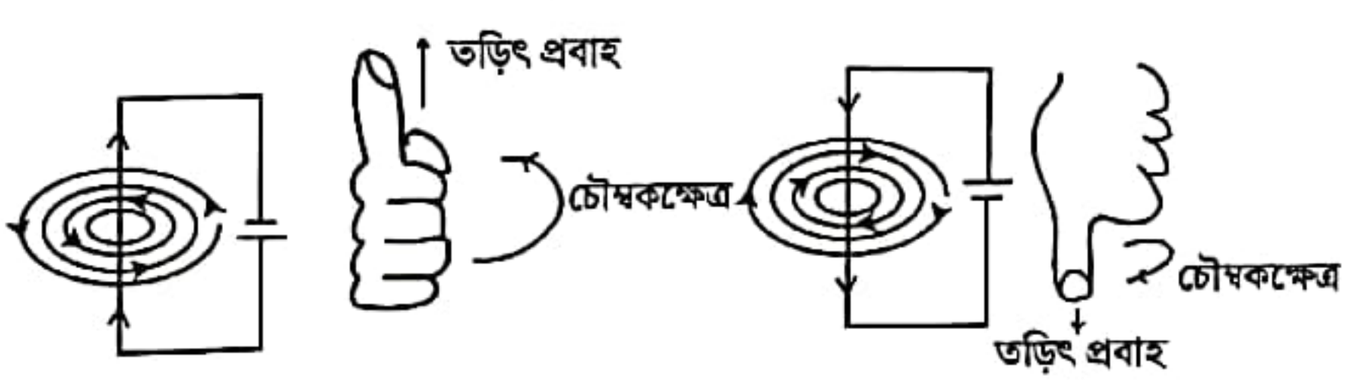
Question Type-03: Oersted's Magnetic Field

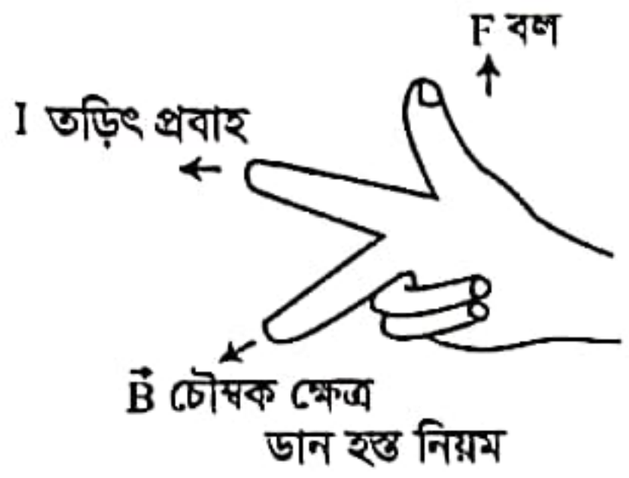
১৮২০ সালে ওয়েরস্টেড সর্বপ্রথম তড়িৎশক্তি ও চৌম্বকশক্তি কে একীভূত করেন।

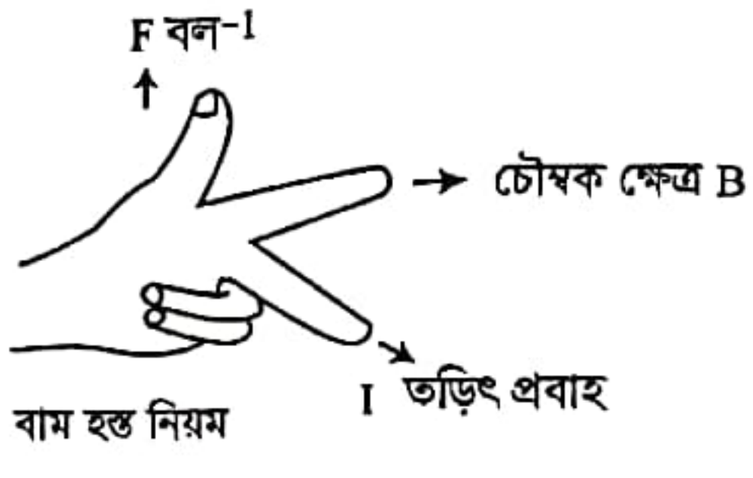
ওয়েরস্টেডের সূত্রঃ

ডান হাতের তালুকে এমনভাবে প্রসারিত কর যেন চুম্বক শলাকা ও করতলের মাঝে তড়িৎ পরিবাহী তার থাকে। বৃদ্ধাঙ্গুল ভিন্ন অন্য আঙ্গুলগুলো তড়িৎ প্রবাহের দিক নির্দেশ করলে চুম্বক শলাকার উত্তর মেরু বৃদ্ধাঙ্গুলের দিকে বিক্ষিপ্ত হবে।









Related Questions:

01. ; চিত্রের কুন্ডলীর ক্ষেত্রে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক কাগজ তলের কোন দিকে হবে? **[KU'19-20]**

(a) সমান্তরাল বরাবর বাম দিকে (b) সমান্তরাল বরাবর ডান দিকে (c) লম্ব বরাবর উপরের দিকে (d) লম্ব বরাবর নিচের দিকে

সমাধান: **(d);** ডান হস্ত নিয়ম অনুসারে।

02. কোন পরিবাহীকে চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে চালনা করলে তাতে আবিষ্ট চার্জের মোট পরিমাণ নির্ভর করে– **[KU'13-14]**

(a) চূড়ান্ত চৌম্বক বলরেখার উপর

(b) চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তনের উপর

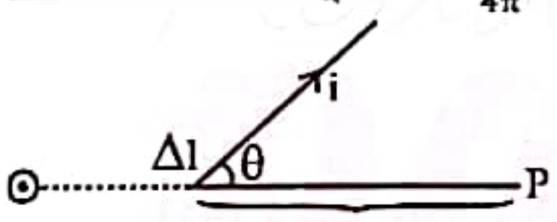
(c) প্রারম্ভিক চৌম্বক বলরেখার উপর

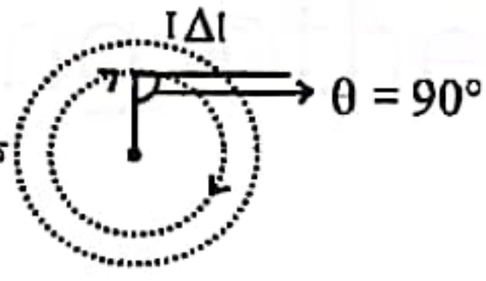
(d) যে হারে চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তন ঘটে তার উপর

সমাধান: (d); $\epsilon = \frac{d\phi}{dt}$

Question Type-04: Biot-Savart Law and its application in Circular wire and infinitely long Straight wire

বায়োট স্যাভার্টের সূত্রঃ $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\sin\theta\Delta l}{r^2}$ $\overrightarrow{\Delta B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\overrightarrow{\Delta l}\times r}{r^3}$; $|\overrightarrow{dB}| = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\sin\theta}{r^2}$; $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Weber $A^{-1}m^{-1}$

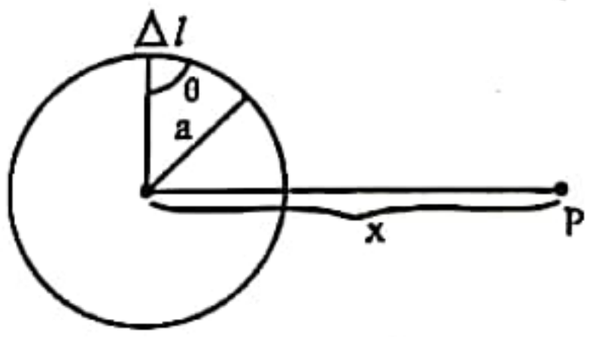


- গতিশীল চার্জের কারণে কোনো বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রে: $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{eV\sin\theta}{r^2}$
- অসীম দৈর্ঘ্যের পরিবাহীর জন্যঃ $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$
- বৃত্তাকার বর্তনীর ক্ষেত্রে বর্তনীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্যঃ N সংখ্যক পাক 

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

[N এর মান fraction (ভগ্নাংশ) হতে পারে, eg: অর্ধপাকের ক্ষেত্রে, $N = \frac{1}{2}$]

- বৃত্তাকার কুন্ডলীর কেন্দ্র অক্ষ বরাবর চৌম্বকক্ষেত্রঃ (কেন্দ্রগামী অক্ষের ওপর যেকোন বিন্দুতে)

N সংখ্যক পাক 

$B = \frac{N\mu_0 Ia^2}{2(a^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}$

কুন্ডলীর ক্ষেত্রে কেন্দ্রে, $x = 0$ $\therefore B = \frac{N\mu_0 I}{2a}$

Example: (i) $0.5m$ ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার একটি তারের মধ্য দিয়ে 0.1A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে বৃত্তের কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান কত?

সমাধান: $B = \frac{\mu_0 I}{2r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times0.1}{2\times0.5} = 1.26\times10^{-7}\text{Wbm}^{-2}$

(ii) H এর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 0.53 Å এবং এই কক্ষপথে একটি e^- $1.5\times10^6\ \text{ms}^{-1}$ বেগে ঘূর্ণায়মান আছে। এর ফলে নিউক্লিয়াসে কি পরিমাণ চৌম্বকক্ষেত্র তৈরি হবে?

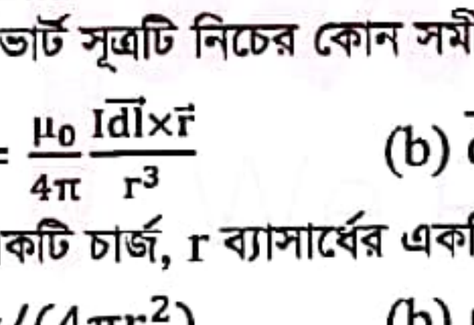
সমাধান: Process-01: $B = \frac{\mu_0 I}{2r} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times7.2\times10^{-4}}{2\times0.53\times10^{-11}} = 8.54\text{T}$

$I = fe = \frac{v}{2\pi r}e\ [v = \omega r,\ v = 2\pi rf] = \frac{1.5\times10^6\times1.6\times10^{-19}}{2\pi\times0.53\times10^{-10}} = 7.2\times10^{-4}\text{A}$

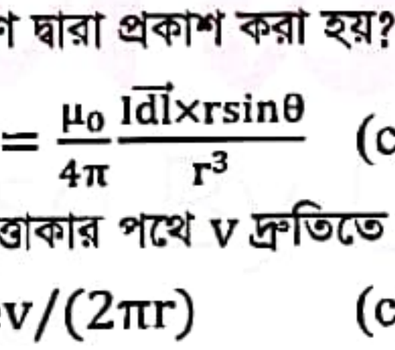
Process-02: By using the rule, $B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{ev}{r^2} = \frac{4\pi\times10^{-7}}{4\pi}\times\frac{1.60\times10^{-19}\times1.5\times10^6}{(0.53\times10^{-10})^2} = 8.54\text{T}$

AB তার হতে a মি. দূরে, তারের AB অংশের জন্য c বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র, $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$

[এই সূত্র ব্যবহার করে অনেকগুলো অনুসিদ্ধান্ত মুখস্থ রাখা থেকে বাচা যায়, যদিও সব ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যাবে না; যেমন কুন্ডলীর ক্ষেত্রে শুধুমাত্র curremt carrying line segmentএর জন্য]



আবার,



$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\sin\phi_1 + \sin\phi_2)$

Related Questions:

01. নিচের কোন সমীকরণ দ্বারা একটি বিদ্যুৎবাহী অসীম দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট সোজা তারের নিকটে যেকোনো বিন্দুতে চৌম্বক প্রাবল্য নির্ণয় করা যায়? **[Ans: a] [JU'19-20]**

(a) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ (b) $B = \frac{\mu_0}{2\pi a}$ (c) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi}$ (d) $B = \frac{\mu_0 I}{2a}$

02. বায়োট-স্যাভার্ট সূত্রটি নিচের কোন সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়? **[Ans: a] [RU'19-20]**

(a) $\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\vec{dl}\times\vec{r}}{r^3}$ (b) $\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\vec{dl}\times r\sin\theta}{r^3}$ (c) $\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl\times\vec{r}}{r^2}$ (d) $\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Idl}{r^2}$

03. e মানের একটি চার্জ, r ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে v দ্রুতিতে ঘুরছে। বৃত্তের কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান হবে- **[DU'18-19]**

(a) $\mu_0 ev/(4\pi r^2)$ (b) $\mu_0 ev/(2\pi r)$ (c) $\mu_0 ev/(\pi r^2)$ (d) $\mu_0 e/(4\pi vr)$

সমাধান: (a); $B = \frac{\mu_0 I}{2r} = \frac{\mu_0}{2r}\times\frac{ev}{2\pi r} = \frac{\mu_0 ev}{4\pi r^2}\ \left[\because I = \frac{q}{T} = \frac{ev}{2\pi r}\right]$

04. হাইড্রোজেন পরমাণুতে 5×10^{11} m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার কক্ষপথে ইলেকট্রন প্রতি সেকেন্ডে 6.8×10^{15} বার ঘুরে। কক্ষপথের কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান- **[JU'18-19]**

(a) 2.01×10^{-25}T (b) 13.67T (c) 8.54×10^{19}T (d) 12.56T

সমাধান: **(b)**; $B = \frac{\mu_0}{2r}ef = \frac{\mu_0}{2\times5\times10^{-11}}\times1.6\times10^{-19}\times6.8\times10^{15} = 13.67\text{T}$

05. 32cm ব্যাস এবং 40 পাকসংখ্যার একটি বৃত্তাকার কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহ চললে কুন্ডলীর কেন্দ্রে 10μT এর চৌম্বকক্ষেত্রের সৃষ্টি হবে? **[JU'18-19]**

(a) 0.064A (b) 6.4A (c) 4.6A (d) 46A

সমাধান: (a); $I = \frac{B\times2\times r}{N\times\mu_0} = \frac{10\times10^{-6}\times2\times\frac{32}{100\times2}}{40\times\mu_0} = 0.064\text{A}$ (প্রায়)

06. P কেন্দ্র বিশিষ্ট R ব্যাসার্ধের একপাক তার কুণ্ডলীর মধ্যে দিয়ে I বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। যদি কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ অর্ধেক ও প্রবাহমাত্রা দ্বিগুণ করা হয়, তবে কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত গুণ হবে? **[Ans: b][RU'18-19]**

(a) 2 (b) 4 (c) 8 (d) অপরিবর্তিত থাকবে

07. 2×10^{-10}m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে একটি ইলেকট্রন 3×10^{6}ms^{-1} সুষম দ্রুতিতে আবর্তিত হচ্ছে। বৃত্তাকার পথের কেন্দ্রে চৌম্বক আবেশ: **[CU'18-19]**

(a) 1.2 tesla (b) 0.12 tesla (c) 0.6 tesla (d) 0 tesla

সমাধান: **(a);** $B = \frac{\mu_o I}{2\pi} = \frac{\mu_o}{2\pi} \times \frac{e}{T}$ | $e = 1.6 \times 10^{-19}C$; $V = 3 \times 10^{6}ms^{-1}$; $r = 2 \times 10^{-10}m$

$= \frac{\mu_o}{2\pi} \times \frac{2v}{2\pi r} = \frac{\mu_o eV}{4\pi r^2} = 1.2T$

08. একটি বৃত্তাকার কুন্ডলীর ব্যাসার্ধ 20cm। এর মধ্যে 2A তড়িৎ প্রবাহ চললে 3.14×10^{-3}T এর চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি হলে কুন্ডলীর পাক সংখ্যা- **[JU'17-18]**

(a) 4 (b) 40 (c) 400 (d) 4000

সমাধান: **(blank);** $\frac{\mu_o nI}{2r} = B \therefore n = \frac{2Br}{\mu_o I} = 500$

09. বৈদ্যুতিক পাখা তৈরিতে কোন সূত্রটি ব্যবহার করা হয়েছে? **[Ans: a][CU'16-17]**

(a) বিয়ো-স্যাভার্টের সূত্র (b) গাউসের সূত্র (c) কার্শফের সূত্র (d) ওহমের সূত্র

10. একটি অনুভূমিক বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনে 70A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। লাইনের 2m নিচে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত?

(a) 2×10^{-5}T (b) 4×10^{-6}T (c) 10^{-8}T (d) 7×10^{-6}T **[DU'15-16]**

সমাধান: (d); $B = \frac{\mu_o I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 70}{2\pi \times 2} = 7 \times 10^{-6}$T

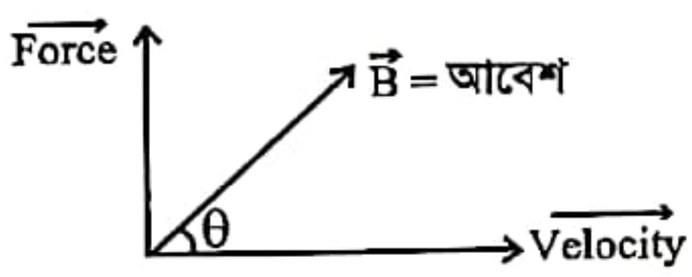
11. একটি বিদ্যুৎ পরিবাহী লম্বা সরল তারে থেকে 2cm দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান 10^{-6}T হলে তারটির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ এর পরিমাণ কত? **[DU'13-14]**

(a) 0.01A (b) 0.1A (c) 1A (d) 10A

সমাধান: (b); $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ বা, $I = \frac{2B\pi a}{\mu_0} = \frac{2 \times 10^{-6} \times \pi \times 2 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7}} = 0.1A$

Question Type-05: The force exerted by a magnetic field on a moving charge

$F = qvB\sin\theta$; q = চার্জের পরিমাণ ; v = চার্জের বেগ ; $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$; B = চৌম্বক আবেশ রেখা



$F = IlB\sin\theta$

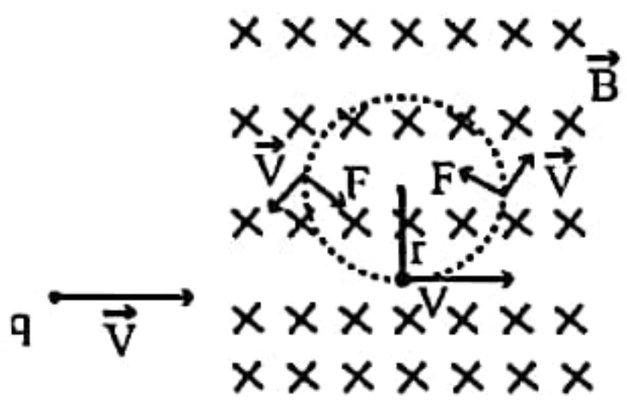
$\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B})$ I = তড়িৎ প্রবাহ

l = দৈর্ঘ্য পরিবাহীর

B = চৌম্বক ক্ষেত্র/আবেশ

For direction apply $(\vec{v} \times \vec{B})$ or FBI Rule.

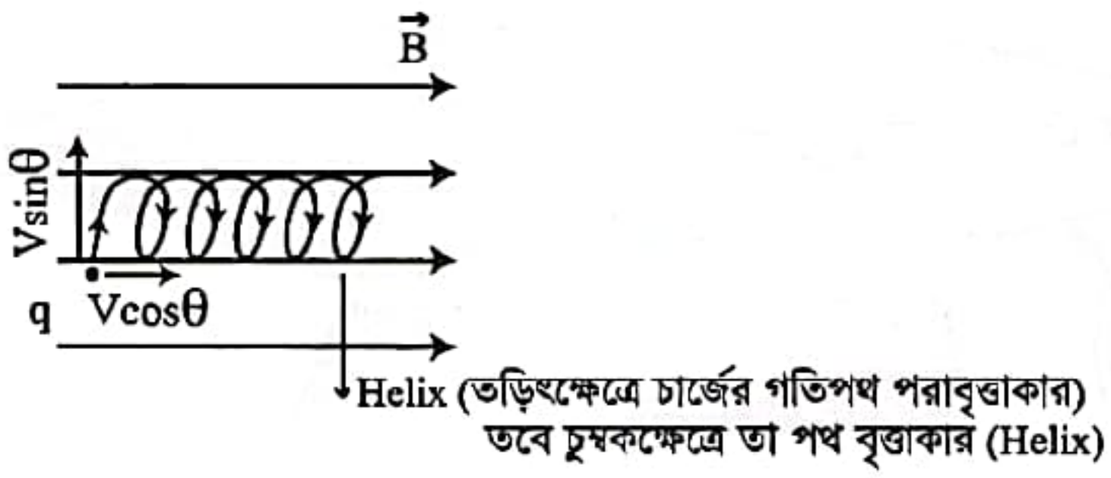
Special case



$\frac{mv^2}{r} = qvB$ [$\sin 90° = 1$; এক্ষেত্রে θ $\theta = 90°$]

$\Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$; $v = \omega r \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T} r$

চার্জের পর্যায়কাল



$V\cos\theta \times T$ = পিচের দৈর্ঘ্য = 1 টি rotation-এ যে পথ যায়। [T→ চার্জের পর্যায়কাল]

Example: (i) 1 m দীর্ঘ একটি সোজা তারের মধ্যে দিয়ে 5.0A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারটি $0.1 Wb/m^2$ ফ্লাক্স ঘনত্বের একটি সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে 30° কোণে একই তলে অবস্থান করলে কত মানের বল অনুভব হবে?

সমাধান: Here, $I = 5A$; $l = 1m$; $B = 0.1\ Wbm^{-2}$; $\theta = 30°$

$\therefore F = Il\,B \sin 30° = 5 \times 1 \times 0.1 \times \sin 30° = 0.25N$

(ii) একটি 5MeV প্রোটন খাড়া নিচের দিকে এমন একটি স্থানে গতিশীল যেখানে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র B আনুভূমিক বরাবর দক্ষিণ থেকে উত্তর দিকে বিদ্যমান। B এর মান 1.5T। প্রোটনের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান কোনটি?

[প্রোটনের ভর এবং আধান যথাক্রমে $1.7\times10^{-27}kg$ এবং $1.6\times10^{-19}C$]

সমাধান: Here, $E_k = 5MeV = 5 \times 1.60 \times 10^{-19} \times 10^6 J = 8 \times 10^{-13} J$

Again, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$, $m = 1.7 \times 10^{-27}kg$

$\therefore V = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2\times8\times10^{-3}}{1.7\times10^{-27}}} = 3.06785995 \times 10^7 ms^{-1}$

$q = 1.60 \times 10^{-19}C$; $B = 1.5T$; $\theta = 90°$

$\therefore F = qvB\sin\theta = 1.60 \times 10^{-19} \times 3.067859955 \times 10^7 \times 1.5 \times \sin 90° = 7.3628 \times 10^{-12}N$

Related Questions:

01. 2×10^{-17}C চার্জের একটি কণা 4×10^{-9} Wbm^{-2} মানের চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থির অবস্থায় কত নিউটন (N) বল অনুভব করবে? **[GST'20-21]**

(a) 8×10^{-26} (b) 5×10^{-8} (c) 2×10^{-8} (d) 0

সমাধান: (d); $F = qVB$; $V = 0 \therefore F = 0$; যেহেতু স্থির তাই $V = 0$

সুতরাং কোনো বল অনুভব করবে না।

02. q পরিমাণ আধান একটি চৌম্বক ক্ষেত্র $\vec{B}$ এর সাথে সমান্তরালে $\vec{v}$ বেগে গতিশীল। উক্ত স্থানে একটি তড়িৎক্ষেত্র $\vec{E}$ থাকলে আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল কত হবে? **[DU'19-20]**

(a) $q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$ (b) $q(\vec{E} + \vec{v}.\vec{B})$ (c) $q\vec{E}$ (d) $q(\vec{E} + \vec{B})$

সমাধান: (c); $F_B = qvB\sin0°$ [parallel] $= 0 \quad \therefore F = F_e + F_B = qE + 0 = qE$

03. চৌম্বক ক্ষেত্রে গতিশীল আধানের উপর বলের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? **[Ans: c][KU'18-19]**

(a) আধানের মানের ব্যাস্তানুপাতিক (b) আধানের বেগের ব্যাস্তানুপাতিক

(c) চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের সমানুপাতিক (d) চৌম্বক ক্ষেত্রের এক-চতুর্থাংশ

04. একই বেগে চলমান একটি ইলেকট্রন এবং একটি প্রোটনকে একটি অভিন্ন চৌম্বকক্ষেত্রের দিকের সাথে 90° কোণে প্রেরণ করা হলো। তাদের উপর প্রযুক্ত প্রারম্ভিক চৌম্বকীয় বল হবে- **[DU'17-18]**

(a) সমান এবং একই দিকে (b) সমান এবং বিপরীত দিকে (c) সমান এবং পরস্পরিক লম্বভাবে (d) ভিন্ন এবং বিপরীত দিকে

সমাধান: (b); সমান এবং বিপরীত দিকে। ফ্লেমিং-এর বামহস্ত নিয়মানুযায়ী প্রোটন যেদিকে গতিশীল হবে ইলেক্ট্রন তার সমান বেগে বিপরীত দিকে গতিশীল হবে কারণ এদের চার্জ সমান কিন্তু বিপরীতধর্মী।

05. একটি চৌম্বক ক্ষেত্র B এর মধ্যে একটি চার্জ v বেগে চললে চার্জটির উপর চৌম্বক ক্ষেত্রের বল কোন ক্ষেত্রে শূন্য হবে?

(a) v ও B এর মধ্যে কোণ 90° হলে **[RU'17-18]**

(b) v ও B এর মধ্যে কোণ শূন্য বা 180° হলে

(c) v ও B এর মধ্যে কোণের মান শূন্য বা 180° ছাড়া অন্য যে কোন মান হলে

(d) কখনই শূন্য হবে না

সমাধান: (b); $F = qvB\sin\theta = \left|q(\vec{v} \times \vec{B})\right| = qVB\sin180° = 0$

06. 10 cm দৈর্ঘ্যের 2A তড়িৎ প্রবাহ বিশিষ্ট একটি তারকে 0.2T চৌম্বকক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করা হলো। তারের উপর প্রযুক্ত বল কত? **[DU'15-16]**

(a) 4N (b) 0.04N (c) 25N (d) 40N

সমাধান: (b); $F = IlB = (2 \times 0.1 \times 0.2)N = 0.04N$

07. একটি চুম্বক ক্ষেত্রের লম্ব অভিমুখে কোন চার্জ কণা ধাবিত হলে, এর গতিপথ কি? **[Ans: c][CU'14-15]**

(a) সরল রৈখিক (b) উপবৃত্তাকার (c) বৃত্তাকার (d) হেলিকাল

08. একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের লম্ব বরাবর একটি প্রোটন (charge) একই চৌম্বক ক্ষেত্রে লম্ব বরাবর চলমান একটি আলফা কণার (charge 2e) সমান বল অনুভব করে। তাদের দ্রুতির অনুপাত v_{proton}/v_{alpha} হলো– **[DU'14-15]**

(a) 0.5 (b) 2 (c) 4 (d) 8

সমাধান: (b); $F_p = F_\alpha \therefore q_p.B_p.v_p = q_\alpha.B_\alpha.v_\alpha$ [$B_p = B_\alpha = B$, একই চৌম্বক ক্ষেত্রে গতিশীল]

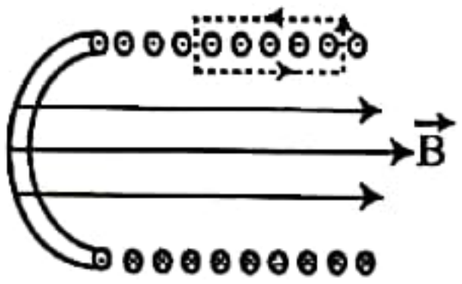
$\Rightarrow \frac{v_p}{v_\alpha} = \frac{q_\alpha}{q_p} \Rightarrow \frac{v_p}{v_\alpha} = \frac{2e}{e} = 2 \therefore v_p : v_\alpha = 2:1$

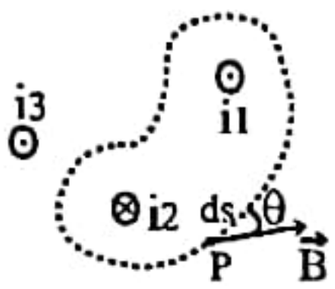
Question Type-06: Ampere's Law

কোনো বদ্ধ পথ বরাবর কোনো চৌম্বকক্ষেত্রের রৈখিক সমাকলন, পথটি দ্বারা বেষ্টিত ক্ষেত্রফলের ভেতরে প্রবাহিত মোট প্রবাহমাত্রার μ_0 গুণ।

$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$

সলিনয়ডাল ক্ষেত্রে এই সূত্র প্রয়োগ করে $\rightarrow \vec{B} = \mu_0 I \frac{N}{\ell} = \mu_0 nI$ $[\frac{N}{\ell}$ = একক দৈর্ঘ্যে পাক সংখ্যা = n]





Here, $\oint \vec{B} \cdot \overrightarrow{ds} = \mu_0(I_1 - I_2)$

Example: একটি সলিনয়েডের দৈর্ঘ্য 2m এবং গড় ব্যাস 2 সে.মি.। এর ভেতরে 10 স্তর আছে। প্রত্যেক স্তরে 1000 পাক আছে। এর মধ্য দিয়ে 5 amp বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে প্রাবল্য এবং সলিনয়েডের কেন্দ্রে ফ্লাক্স কত?

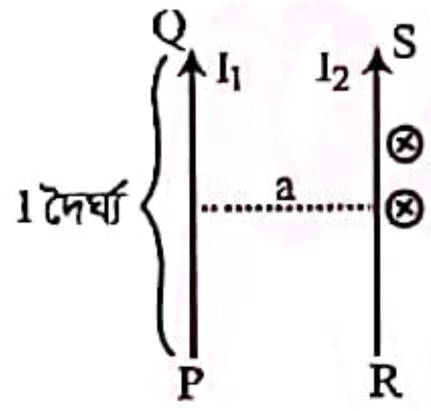
সমাধান: ১ম ক্ষেত্র, $B = \mu_0 I \times n$

Here, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} WbA^{-1} m^{-1}$

$I = 5$; $n = \frac{10 \times 1000}{2} = 5000$ পাক / মিটার। $\therefore B = 4\pi \times 10^{-7} \times 5 \times 5000 = 3.14 \times 10^{-2} Wb/m^2$

২য় ক্ষেত্র, $Q_B = B \times A = B \times \pi r^2 = 3.14 \times 10^{-2} \times 3.1416 \times \left\{\left(\frac{2}{2}\right) \times 10^{-2}\right\}^2 = 9.87 \times 10^{-6} Wb$

Question Type-07: দুটি সমান্তরাল তড়িৎবাহী তারের ওপর চৌম্বক ক্ষেত্রের বল



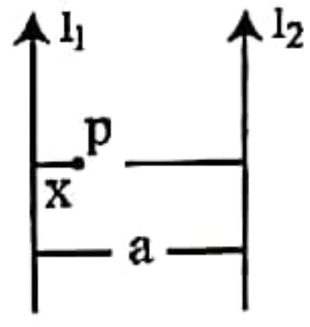
PQ এর জন্য চৌম্বকক্ষেত্র $B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a}$

$\therefore$ RS এর ওপর বল, $F = qvB\sin\theta = I_2 lB\sin\theta = \frac{I_2 \mu_0 I_1 \times l}{2\pi a}$

$\therefore$ একক দৈর্ঘ্য বল $\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 \times I_2}{2\pi a} = \frac{\mu_0 I_1 \times I_2}{2\pi a}$

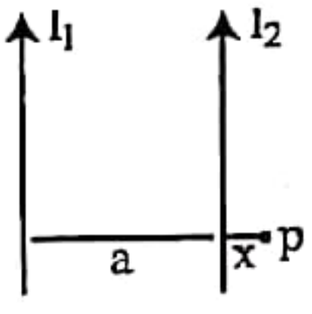
- পাশাপাশি তারে প্রবাহ একমুখী হলে পরস্পরকে আকর্ষণ করবে। বিপরীতমুখী হলে বিকর্ষণ করবে।

(a)

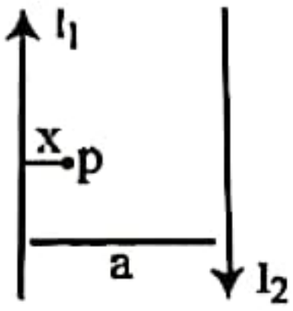


$\therefore$ p বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র, $B = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{I_1}{x} - \frac{I_2}{a-x}\right)$

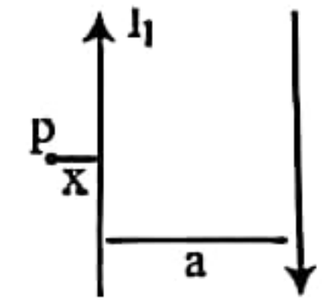
(b)



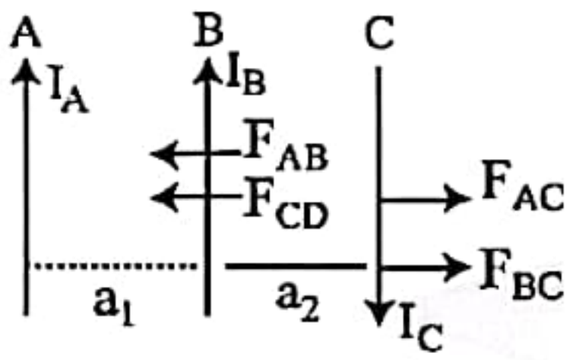
$\therefore$ p বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র, $B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{I_1}{x} + \frac{I_2}{a+x}\right)$

(c) 

∴ p বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র, $B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{I_1}{x} + \frac{I_2}{a-x}\right)$

(d) 

∴ p বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র, $B = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi}\left(\frac{I_1}{x} - \frac{I_2}{a+x}\right)$



$F_B = F_{AB} + F_{BC} = \left(\frac{\mu_0 I_A I_B}{2\pi a_1} + \frac{\mu_0 I_B I_C}{2\pi a_2}\right) \times l_B$; $F_C = F_{AC} + F_{BC} = \left(\frac{\mu_0 I_A I_C}{2\pi(a_1+a_2)} + \frac{\mu_0 I_B I_C}{2\pi a_2}\right) \times l_C$

Example: পরস্পর হতে 25×10^{-2}m ব্যবধানে অবস্থিত দুটি তারের উভয়ের মধ্য দিয়ে 100A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। উভয় তারের দৈর্ঘ্য 5m হলে এদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল কত?

সমাধান: Here, $d = 25 \times 10^{-2}$

$l = 5m$

$I_1 = I_2 = 100A$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} TmA^{-1}$ ∴ $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times (100)^2 \times 5}{2\pi \times 25 \times 10^{-2}} N = 4 \times 10^{-2} N$

Related Questions:

01. 0.5 m ব্যবধানে অবস্থিত দু'টি সমান্তরাল তারের উভয়ের মধ্য দিয়ে 10 A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। উভয় তারের দৈর্ঘ্য 0.5 m হলে এদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান কত নিউটন (N)? [$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ TmA^{-1}] **[GST'20-21]**

(a) 4×10^{-5} (b) 2×10^{-5} (c) 4×10^{-4} (d) 2×10^{-4}

সমাধান: (b); এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $l = 0.5m$

বিদ্যুৎ প্রবাহ, $I_1 = I_2 = 10A$; ব্যবধান, $r = 0.5m$

$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \times \ell = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 10}{2\pi \times 0.5} \times 0.5$ N ∴ $F = 2 \times 10^{-5}$N

02. 1m দীর্ঘ দুটি তার 10 cm দূরত্বে রাখা হলো। উভয়েই 10A বিদ্যুত একই দিকে প্রবাহিত হলে, দুটি তারের মাঝামাঝি স্থানে লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান এবং তারের উপর প্রযুক্ত বল হবে- **[JU'19-20]**

(a) 0 (b) 4×10^{-7}T এবং আকর্ষণ (c) 4×10^{-7}T এবং বিকর্ষণ বল (d) কোনটিই নয়

সমাধান: **(d);** লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান শূন্য এবং আকর্ষণ বল।

03. 10^5 TmA^{-1} চৌম্বক প্রবেশ্যতাবিশিষ্ট, 1.8×10^{-5} Am^{-1} প্রাবল্যের চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে 200 cm দীর্ঘ একটি তার লম্বভাবে অবস্থিত। তারটিতে10 A বিদ্যুৎ চালনা করলে, তারটির উপর ক্রিয়াশীল বলের মান কত? **[JU'19-20]**

(a) 28 N (b) 32 N (c) 36 N (d) 34.5 N

সমাধান: **(c);** $B = \mu H = 10^5 \times 1.8 \times 10^{-5} = 1.8T$ ∴ $F = IlB = (1.8 \times 2 \times 10)N = 36$ N

04. পাশাপাশি স্থাপিত দুটি পরিবাহী তারের মধ্যে ভিন্ন ভিন্ন উৎস হতে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহ চালালে উহারা-

(a) পরস্পরকে আকর্ষণ করবে (b) পরস্পরকে বিকর্ষণ করবে **[Ans: a][RU'12-13]**

(c) কোন বল অনুভব করবে না (d) শীতল হয়ে যাবে

Question Type-08: Lorentz Force (লরেঞ্জ বল)

কোনো গতিশীল চার্জ তড়িৎক্ষেত্র এবং চৌম্বকক্ষেত্রে একই সাথে গতিশীল থাকলে যে বল অনুভব করে তাকে লরেঞ্জ বল বলে। $\vec{E}$ তড়িৎ ক্ষেত্র এবং $\vec{B}$ চৌম্বকক্ষেত্রে q চার্জ v বেগে গতিশীল হলে লরেঞ্জ বল, $\vec{F}$ হলে– $\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{v} \times \vec{B})$

Example: $2.0\mu C$ আধানের একটি বস্তু $2.0\times10^6 m/s$ বেগে x-অক্ষ বরাবর চলছে। সেখানে একই সময়ে একটি তড়িৎক্ষেত্র $\bar{E} = 10^6 a\bar{x}\left(\frac{V}{m}\right)$ এবং একটি চৌম্বক ক্ষেত্র $\bar{B} = (0.20a\bar{y} + 0.40a\bar{z})T$ আধানটির উপর ক্রিয়াশীল হলে আধানটির উপর কত বল ক্রিয়াশীল হবে?

সমাধান: $\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{v} \times \vec{B}) = (2 \times 10^{-6} \times 10^6 a\bar{x}) + 2 \times 10^{-6}\{(2 \times 10^6 \bar{x}) \times (0.20a\bar{y} + 0.40a\bar{z})\}$

$$= 2a\bar{x} + 2 \times 10^{-6} \begin{vmatrix} \bar{x} & \bar{y} & \bar{z} \\ 2 \times 10^6 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2a & 0.4a \end{vmatrix} = 2a\bar{x} + (2 \times 10^{-6})(-2 \times 10^6 \times 0.4a\bar{y} \times 2 \times 10^6 \times 0.2a\bar{z})$$

$$= (2a\bar{x} - 1.6a\bar{y} + 0.8a\bar{z})N$$

Related Questions:

01. কোন কণার ওপর তড়িৎক্ষেত্র বা চৌম্বকক্ষেত্রের প্রভাব নেই? **[Ans: b] [RU'20-21]**

(a) ইলেকট্রন (b) নিউট্রন (c) প্রোটন (d) কোনটিই নয়

02. কোন স্থানে পশ্চিমমুখী চৌম্বকক্ষেত্রের মান 4T। ঐ স্থানে একটি ইলেকট্রনকে $2 \times 10^6 ms^{-1}$ বেগে উত্তর দিকে গতিশীল রাখতে হলে তার উপর কত তড়িৎ প্রাবল্য (NC^{-1}) আরোপ করতে হবে? **[SUST'19-20]**

(a) 8×10^6, নিম্নমুখী (b) 4×10^6, উর্ধ্বমুখী (c) 8×10^6, উর্ধ্বমুখী (d) 8×10^6, দক্ষিণমুখী (e) 8×10^6, পূর্বমুখী

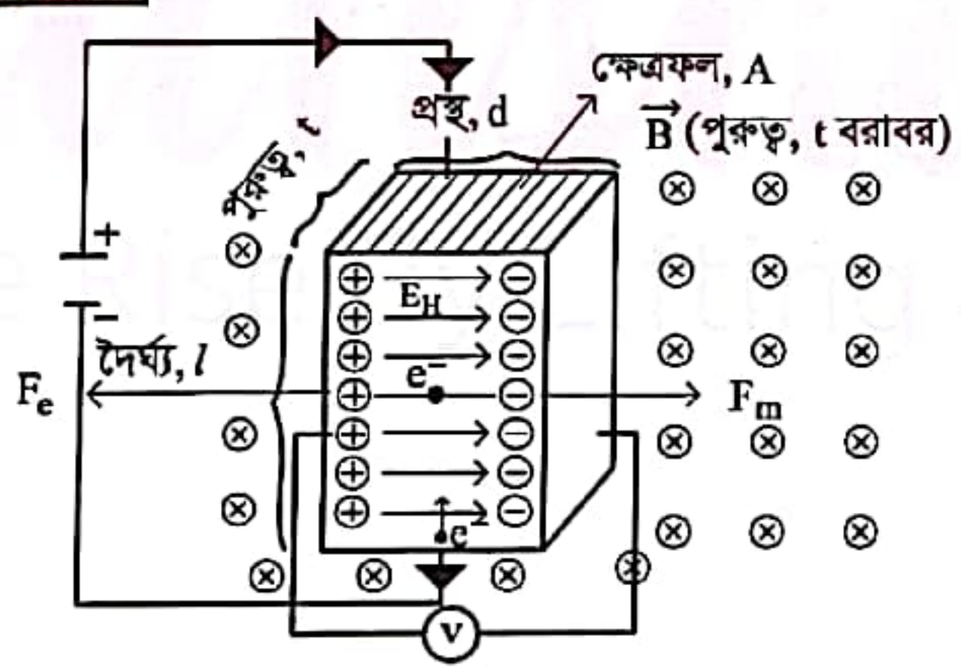
সমাধান: (a); $q\vec{E} = q\vec{v} \times \vec{B} \therefore \vec{E} = \vec{v} \times \vec{B} \therefore E = vB\sin 90^o = 4 \times 2 \times 10^6 = 8 \times 10^6 NC^{-1}$

$\vec{v} \times \vec{B}$ এর দিক উপরের দিকে, তাই উত্তর দিক বরাবর সমবেগে গতিশীল থাকতে হলে তড়িৎক্ষেত্র অবশ্যই নিচের দিকে হতে হবে।

03. একটি চার্জ $\vec{B}$ চৌম্বকক্ষেত্রে $\vec{v}$ বেগে গতিশীল হলে এর উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল- **[Ans: b] [JnU'17-18]**

(a) $\vec{F} = q\vec{E}$ (b) $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$ (c) $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$ (d) $\vec{F} = \frac{\vec{E}}{q}$

Question Type-09: হল বিভব



♦ Must remember Semi Conductor, Conductor অপেক্ষা হল বিভব বেশি প্রদর্শন করে।

কেননা, $R_{sc} < R_c \therefore V_{H_{sc}} > V_H$

সাম্যবস্থায়, $F_m = F_e \Rightarrow q(\vec{v} \times \vec{B}) = q\vec{E}_H \Rightarrow qvB\sin 90° = qE_H \Rightarrow E_H = vB \therefore \frac{V_H}{d} = vB$

$V_H = Bvd$ → প্রস্থ (যে বরাবর হল বিভব উৎপন্ন হয়

→ তাড়ন বেগ

Again, $V_H = dB\frac{1}{Ane}$ $\boxed{I = Anev}$

$\frac{BI}{net}$ ⟶ প্রস্থ (যে বরাবর হল বিভব উৎপন্ন হয়

⟶ মুক্ত ইলেকট্রন ঘনত্ব

বা প্রতি $1m^3$ আয়তনে মুক্ত e^- এর সংখ্যা

Example: 2cm চ্যাপ্টা এবং 1mm পুরু একটি রূপার পাতকে $1.5Wb/m^2$ চৌম্বক প্রাবল্যের একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে এমনভাবে স্থাপিত করা আছে যাতে পাতটির তল এবং চৌম্বক প্রাবল্যের অভিমুখ পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। পাতটির মধ্য দিয়ে 200A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে–

(i) ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ (drift velocity) v_d

(ii) হল তড়িৎ ক্ষেত্র, E_H এবং

(iii) হল বিভব পার্থক্য, V_H নির্ণয় কর। [পাতটির মধ্যে প্রতি একক আয়তনে 7.4×10^{28} মুক্ত ইলেকট্রন আছে]

সমাধান:

(i) $v_d = \frac{I}{neA}$ $\therefore v_d = \frac{(200A)}{(7.4\times10^{28}m^{-3})(1.6\times10^{-19}C)(2\times10^{-5}m)}$

$= 8.4459459\times10^{-4}ms^{-1}$

বা, $v_d \cong 8.45\times10^{-4}ms^{-1}$

(ii) $E_H = v_dB$; E_H

$= (8.45\times10^{-4}ms^{-1})(1.5wbm^2)$

$= 12.675\times10^{-4}Vm^{-1}$ বা, $E_H \cong 12.68\times10^{-4}Vm^{-1}$

দেয়া আছে, তড়িৎ প্রবাহ, $I = 200A$

ইলেকট্রনের চার্জ $e = 1.6\times10^{-19}C$

প্রতি একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা,

$n = 7.4\times10^{28}m^{-3}$

পাতের ক্ষেত্রফল,

$A = (2\times10^{-2})(1\times10^{-3})m^2 = 2\times10^{-5}m$

চৌম্বক প্রাবল্য $B = 1.5Wbm^{-2}$

(iii) $V_H = E_Hd$ $\therefore V_H = (12.68\times10^{-4}Vm^{-1})(2\times10^{-2}m) = 25.36\times10^{-6}V$ বা, $V_H = 25.36\mu V$

$\therefore$ নির্ণেয় ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ, $v_d = 8.45\times10^{-4}ms^{-1}$, হল তড়িৎ ক্ষে,ত্র $E_H = 12.68\times10^{-4}Vm^{-1}$

হল বিভব পার্থক্য, $V_H = 25.36\times10^{-6}V$

Related Questions:

01. 0.02 mপ্রস্থের একটি ধাতব পাত 5T চৌম্বক ক্ষেত্রে পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত। পাতের মধ্যে ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ কত হলে 4×10^{-4} V মানেরহল বিভব তৈরি হবে? **[JU'19-20]**

(a) $4\times10^{-2}\ ms^3$ (b) $4\times10^{-3}\ ms^{-1}$ (c) $4\times10^{-4}\ ms^4$ (d) $4\times10^{-4}\ ms^{-1}$

সমাধানঃ **(b)**; $V = Bvd \therefore v = 4\times10^{-3}\ ms^{-1}$

02. দুইটি সমান্তরাল তারের মধ্যে একই মানের তড়িৎ প্রবাহিত হয় এবং তার দুইটি প্রতি একক দৈর্ঘ্যে F বল দ্বারা একে অপরকে বিকর্ষণ করে। যদি প্রবাহিত তড়িৎ দ্বিগুণ এবং তারদ্বয়ের মধ্যে দূরত্বকে তিন গুণ করা হয় তবে প্রতি একক দৈর্ঘ্যে বলের মান হবে- **[DU'18-19]**

(a) 2F/3 (b) 4F/3 (c) 2F/9 (d) 4F/9

সমাধানঃ (b); $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0I_1I_2}{d} \Rightarrow F \propto \frac{I_1I_2}{d} \Rightarrow F_2 = \frac{2\times2}{3}F = \frac{4}{3}F$

03. হল ক্রিয়া থেকে নিচের কোনটি জানা সম্ভব নয়? **[RU'15-16]**

(a) আধান বাহকের প্রকৃতি (b) আধান বাহকের ঘনত্ব (c) চৌম্বক ক্ষেত্রের মান (d) পরিবাহির ঘনত্ব

সমাধান: **(d)** ; $V_H = \frac{BI}{ntq} = Bvd$; পরিবাহীর ঘনত্ব হল বিভব থেকে জানা সম্ভব নয়।

04. একটি ধাতব পাতের প্রস্থ 0.02m এবং পুরুত্ব 0.001m। পাতটির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের সময় ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ $8.4\times10^{-4}m/s$ । পাতটি $4wb/m^2$ চৌম্বকক্ষেত্রে অবস্থিত। হল বিভব পার্থক্য কত? **[KU'13-14]**

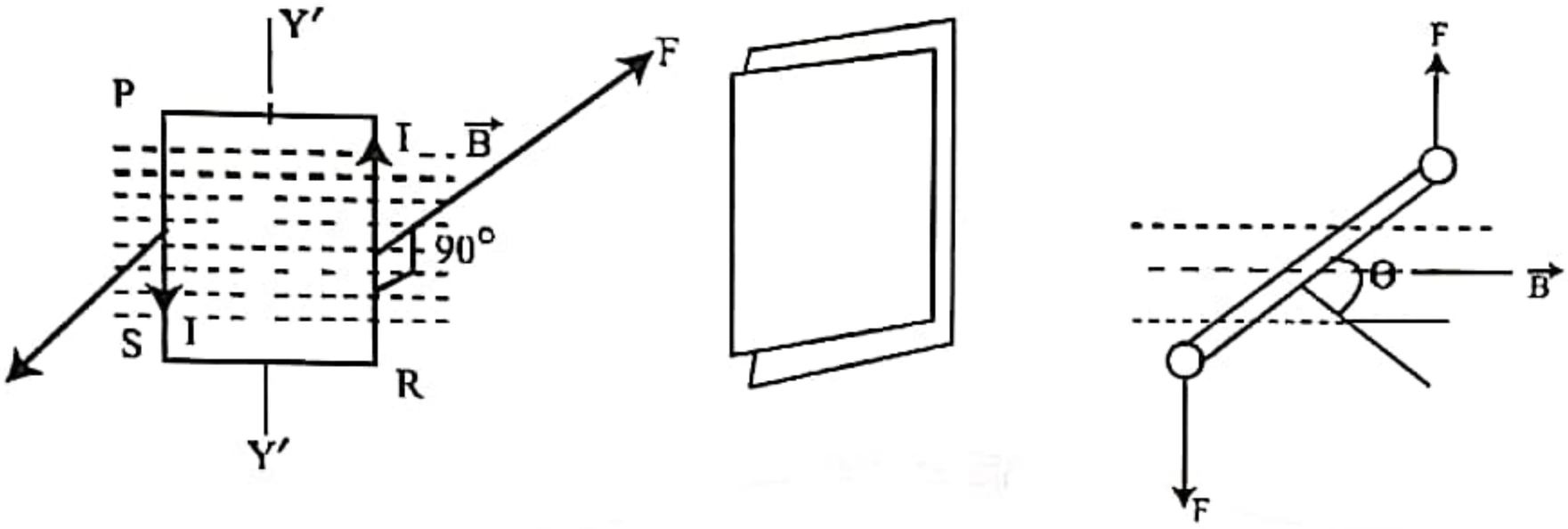
(a) 33.6×10^{-6} V (b) 3.36×10^{-6} V (c) 67.2×10^{-4} V (d) 67.2×10^{-6} V

সমাধান: **(d)**; $V_H = Bvd = (4\times(8.4\times10^{-4})\times0.02)$ V $= 67.2\times10^{-4}$ V

Question Type–10: চৌম্বক ভ্রামক এবং চৌম্বকক্ষেত্রে পরিবাহী তারে সৃষ্ট টর্ক

τ = বল × বলদ্বয়ের মধ্যে লম্ব দূরত্ব = F × b ; যখন b হল কুণ্ডলীর প্রস্থ।

= IlBN × b কিন্তু, l × b = A = কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল। θ কোণের জন্য, $\tau = BANI \sin\theta$

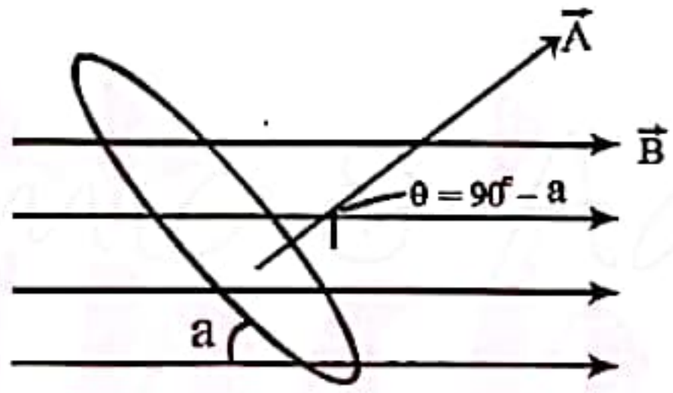


$\tau = BANi \sin\theta$ এর ANi কে চৌম্বক ভ্রামক যা M দ্বারা প্রকাশিত হয় যা প্রতিটি কুণ্ডলীর নিজস্ব বৈশিষ্ট্য।

তাই, $|\vec{\tau}| = |\vec{M} \times \vec{B}|$

Note এই ক্ষেত্রে যে θ তা অবশ্যই $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ এর মধ্যে। কয়েল ও $\vec{B}$ এর মধ্যে নয়। তাই প্রশ্নে যদি বলে যে কয়েলকে $\vec{B}$ চৌম্বক a কোণে বাকিয়ে রাখা হচ্ছে তবে অবশ্যই $90° - a = \theta$ হবে।

চিত্র হতে তা বুঝা যাবে।



Related Questions:

01. 40 cm দীর্ঘ এবং 20 cm প্রস্থ ও 100 পাক বিশিষ্ট একটি আয়তাকার কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে 10A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। কুন্ডলীটিকে 5T সুষম চৌম্বকক্ষেত্রের সমান্তরালে স্থাপন করলে এর উপর ক্রিয়াশীল টর্ক কত? **[RU'16-17]**

(a) 100Nm (b) 200Nm (c) 300Nm (d) 400Nm

সমাধান: (d); $\tau = NIAB = 100 \times 10 \times (0.4 \times 0.2) \times 5\ Nm = 400\ Nm$

কুন্ডলী চৌম্বকক্ষেত্রের সমান্তরালে, তাই $\vec{A} \wedge \vec{B} = 90°$

02. 20 পাক ও 3 cm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বৃত্তের কুন্ডলীতে 6A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে চুম্বক ভ্রামকের মান – **[JU'16-17]**

(a) $20 \times 6 \times 3 \times 10^{-4}$ (b) $20 \times 6 \times 3.14 \times 9 \times 10^{-4}$

(c) $20 \times 6 \times 3.14 \times 3 \times 10^{-4}$ (d) $20 \times 6 \times 9 \times 10^{-4}$

সমাধান: (b); $\mu = NiA = 20 \times 6A \times 3.1416 \times (10^{-2} \times 3m)^2 \approx 20 \times 6 \times 3.14 \times 10^{-4} \times 9$

03. একটি চুম্বকের মেরুশক্তি 5×10^{-4} Wb ও চুম্বকের দৈর্ঘ্য 0.25m হলে এর চৌম্বক ভ্রামকের মান কত? **[RU'13-14]**

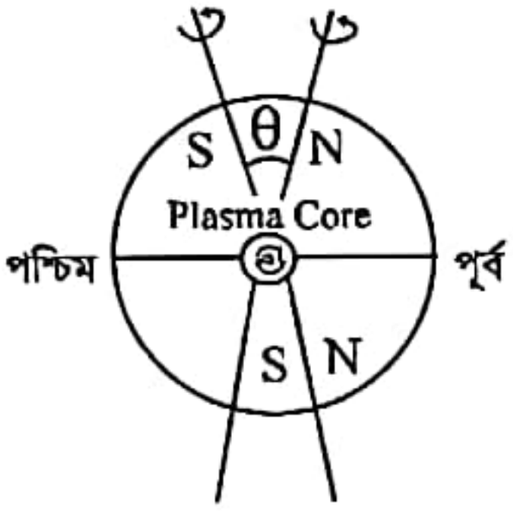
(a) 1.25×10^{-4} Wb−m (b) 2.5×10^{-4} Wb−m

(c) 1.25×10^{-5} Wb−m (d) 2.15×10^{-5} Wb−m

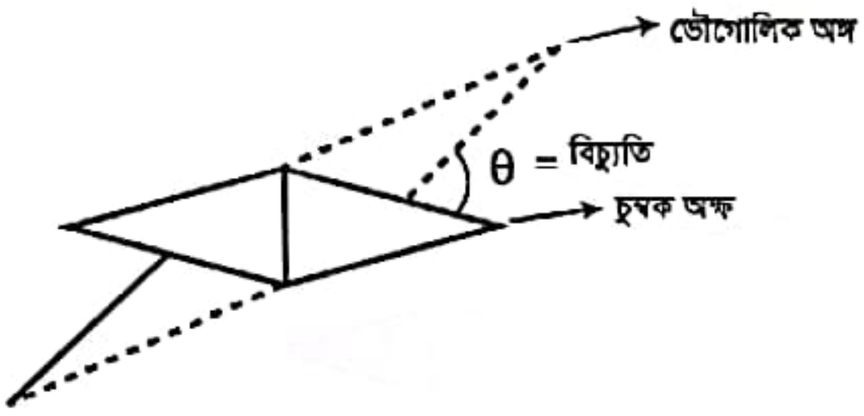
সমাধান: (a); $\Psi = 5 \times 10^{-4}$; $2l = 0.25m$;

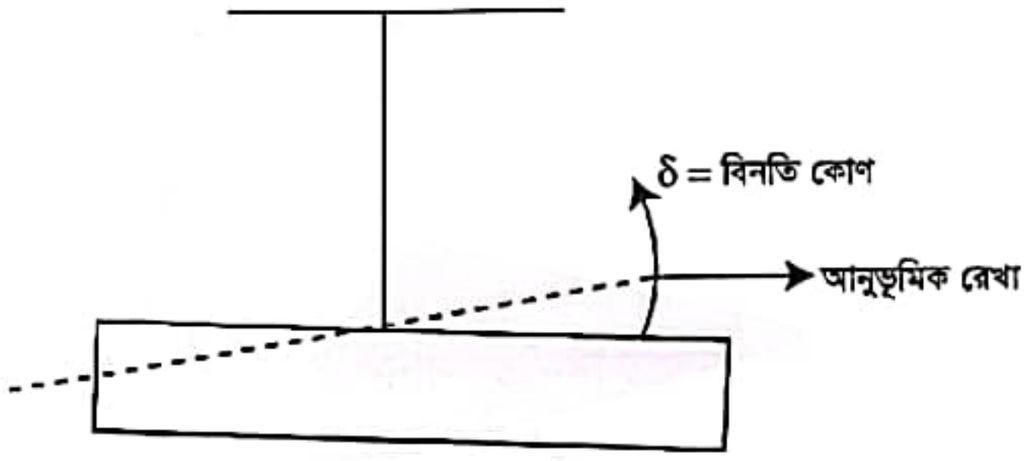
$m = \Psi(2\vec{\ell}) = 5 \times 10^{-4} \times 0.25 = 1.25 \times 10^{-4}$ wb − m

Question Type–11: ভূ চুম্বকত্ব / বিনতি বিচ্যুতি



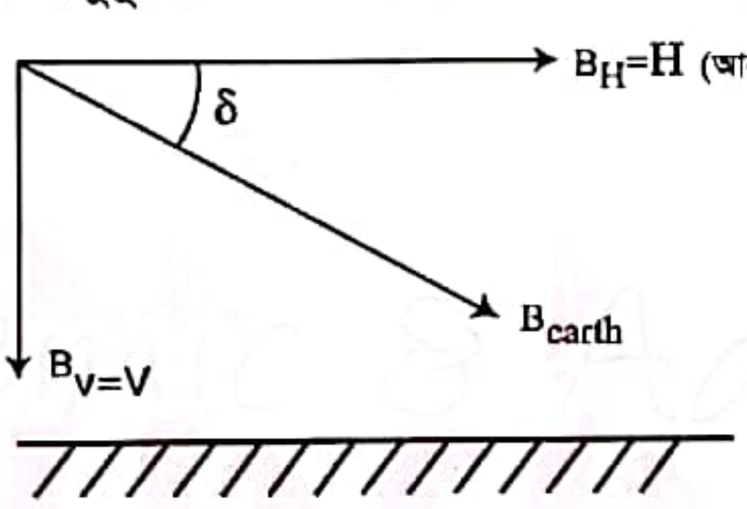
θ = বিচ্যুতি কোণ (চৌম্বক অক্ষ ও ভৌগোলিক অক্ষের মধ্যবর্তী কোণ যা প্রায় 11.5°। পৃথিবীর ভূ-চুম্বকত্ব প্রায় 0.5G।





* চৌম্বক মেরুতে বিনতি 90° এবং বিষুব অঞ্চলে বিনতি কোণ 0°

δ = বিনতি কোণ = কোন চুম্বক আনুভূমিক রেখার সাথে যে কোণ করে হেলে থাকে।



$V = B\sin\delta$ ..... (i) ; $H = B\cos\delta$ .... (ii) $\therefore \frac{V}{H} = \tan\delta$ এবং $H^2 + V^2 = B^2$

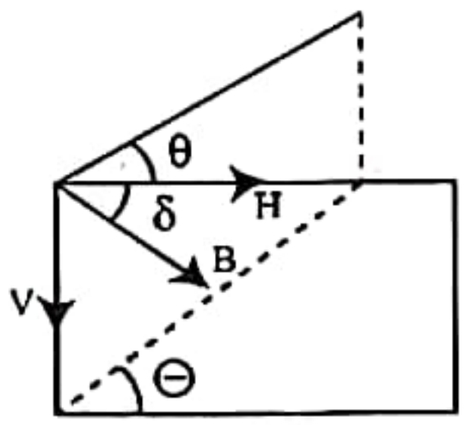
Example: একটি স্থানে ভূ-চুম্বকত্বের উল্লম্ব এবং আনুভূমিক উপাংশ যথাক্রমে $V = 0.3G$ এবং $H = 0.42G$। ঐ স্থানে চুম্বকত্বের মান কত এবং কম্পাস উল্লম্বের সাথে কত কোণে নত থাকবে?

সমাধান: $B = \sqrt{H^2 + V^2} = \sqrt{0.42^2 + 0.3^2} = 0.516\ G$

$\frac{V}{H} = \tan\delta \ \therefore \delta = \tan^{-1}\frac{0.3}{0.42} = 35.56°$।

যেহেতু উল্লম্বের সাথে কোণ চেয়েছে। তাই কোণ = $90° - 35.56° = 54.44°$।

Special Case



Example: একটি বিনতি বৃত্তকে এমনভাবে স্থাপন করা হল যেন বৃত্তের চৌম্বক শলাকা পুরোপুরি উল্লম্ব দিকে থাকে। বিনতি বৃত্তকে অতঃপর উল্লম্ব অক্ষে 30° কোণে ঘুরালে আপাত বিনতি কোণ 45° হয়। বিনতি কোণের প্রকৃত মান কত?

সমাধান: বৃত্তটিকে উল্লম্ব অক্ষে 30° কোণে ঘুরালে চৌম্বক মধ্যতল (বা মধ্যরেখা) এর সাথে এর কৌণিক ব্যবধান হয় $90°-30° = 60°$, ফলে নতুন অবস্থানের ভূ-চৌম্বকের অনুভূমিক প্রাবল্যের উপাংশ $H_1 = H\cos60°$

নতুন স্থানে আপাত বিনতি δ_1 হলে,

আমরা পাই, $\tan\delta_1 = \frac{V}{H_1} = \frac{V}{H\cos60°} = \frac{H\tan\delta}{H\cos60°} = \frac{\tan\delta}{\cos60°}$

$\therefore \tan\delta = (\tan\delta_1)(\cos60°) = (\tan45°)(\cos60°) = 1\times0.5 = 0.5$

$\therefore \delta = \tan^{-1}0.5 = 26.56°$

Related Questions:

01. পৃথিবীর উভয় চৌম্বক মেরুতে বিনতির মান- **[Ans: c] [JU'20-21]**

(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) কোনটিই নয়

02. কোন স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের মান 22.5 μ T এবং বিনতি 30°। ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশের মান- **[JU'18-19]**

(a) 91.5 μ T (b) 19.5 μ T (c) 1.95 μ T (d) 2.95 μ T

সমাধান: (b); $H = 22.5 \times \cos(30°) = 19.48 \approx 19.5$

03. কোন স্থানের ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের মান $50\mu T$। বিনতি 30° হলে ঐ স্থানের ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের উলম্ব উপাংশের মান কত?

(a) 43.3μT (b) 45μT (c) 25μT (d) 35μT **[JnU'17-18]**

সমাধান: (c); $H = B\sin\delta = 50 \times \sin 30° = 25\mu T$

04. কোন স্থানে বিনতি কোণ ও ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের মোট প্রাবল্যের মান যথাক্রমে 60° এবং $48Am^{-1}$ হলে ভূ চৌম্বক ক্ষেত্রের আনুভূমিক প্রাবল্যের মান কত? **[JU'14-15]**

(a) $12Am^{-1}$ (b) $24\sqrt{3}\ Am^{-1}$ (c) $24Am^{-1}$ (d) $12\sqrt{3}\ Am^{-1}$

সমাধান: (c); $H = B\cos(\delta) = 48 \times \cos(60°) = 24Am^{-1}$

05. কোন স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ $10\ Am^{-1}$ এবং বিনতি 60°। ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের মোট প্রাবল্যের মান কত? **[RU'14-15]**

(a) $20\ Am^{-1}$ (b) $10\ Am^{-1}$ (c) $5\ Am^{-1}$ (d) $11.55\ Am^{-1}$

সমাধান: (a); $H = 10Am^{-1}, \delta = 60°,\ H = B\cos\delta$

$\therefore B = \frac{H}{\cos(\delta)} = \frac{10}{\cos(60°)} = 20\ Am^{-1}$

06. কোন স্থানের ভূচৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক ও উল্লম্ব প্রাবল্যের মান সমান হলে ঐ স্থানের বিনতি কোণের মান কত হবে?

(a) 30° (b) 45° (c) 60° (d) 75°

সমাধান: (b); $\tan\delta = \frac{V}{H} = \frac{V}{V} = 1 \ \therefore\ \delta = 45°$ **[RU'08-09JU'11-12,RU'11-12,RU'14-15]**

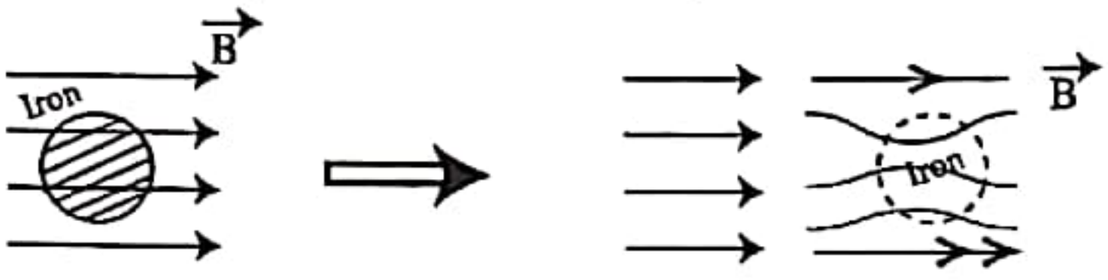
07. কোন স্থানের ভৌগোলিক মধ্যতল ও চৌম্বক মধ্যতলের মধ্যবর্তী কোণকে বলা হয়- **[Ans: c][CU'13-14]**

(a) বিনতি (b) চৌম্বক অক্ষ (c) বিচ্যুতি (d) চৌম্বক মেরু

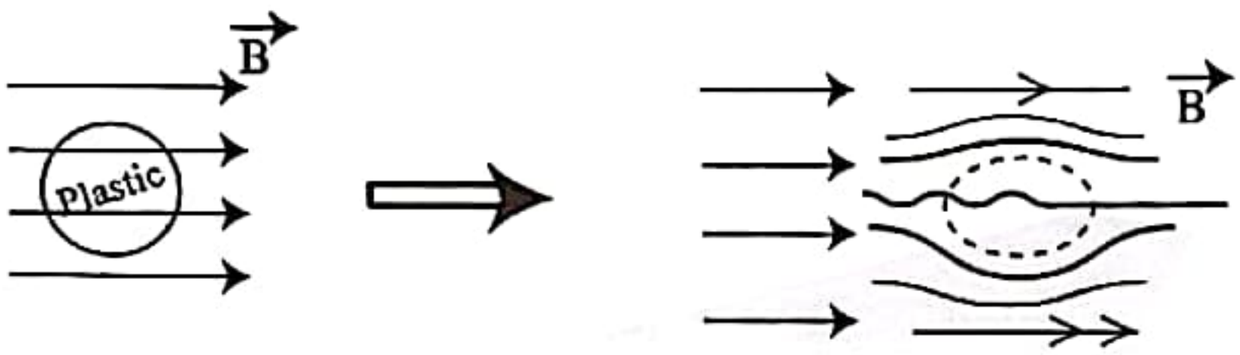
Question Type–12: Properties of Magnet and Magnetism

Magnetic Materials 3 প্রকার:

(i) Dia Magnetic Materials (ii) Para Magnetic Materials (iii) Fero Magnetic Materials



$\mu_{Iron} >> \mu_{air}$



$\mu_{plastic} < \mu_{air}$

$\mu_r(\text{iron}) \approx 2900 \left(\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}\right)$

(i) $\mu_r(\text{Fero}) \gg 1 \rightarrow \text{Fe, Co, Ni}$

(ii) $\mu_r(\text{Para}) > 1 \rightarrow \text{Cu}, H_2, O_2, N_2 \ldots$

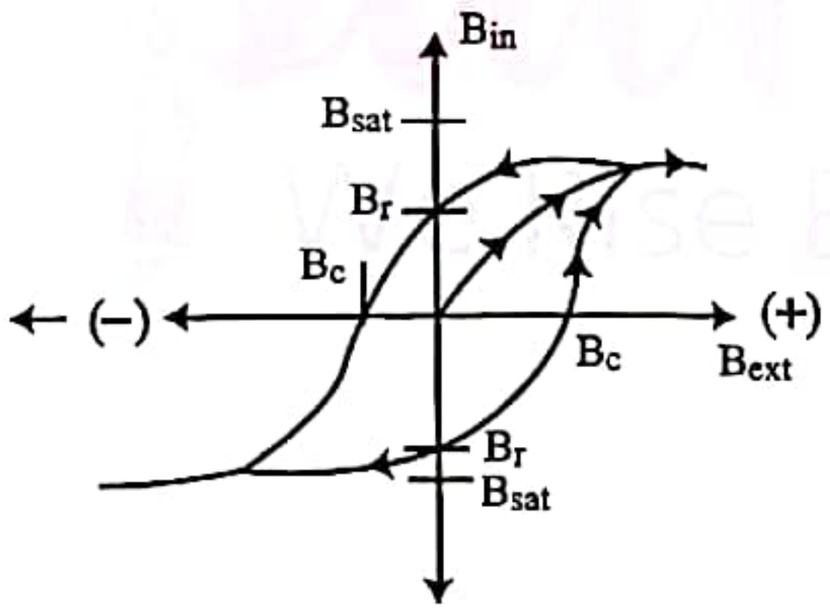
(iii) $\mu_r(\text{Dia}) < 1 \rightarrow (\text{Plastic, Rubber})$

* যে কোন চুম্বক এর অভ্যন্তরে অসংখ্যা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র চুম্বক এলাকা তৈরি হয় যাকে ডোমেইন বলে।

* বাহ্যিক চৌম্বকক্ষেত্রের প্রভাবে একটি Fero চৌম্বক পদার্থের মধ্যে অভ্যন্তরীণ চৌম্বকক্ষেত্রে এর পরিবর্তন কেমন হবে তার Pattern কে Hysteresis বলে। এটি কেবল Fero চৌম্বক পদার্থের বৈশিষ্ট্য।

❑ যে তাপমাত্রায় কোন ফেরো চুম্বকের চুম্বকত্ব নষ্ট হয় তাকে কুরি তাপমাত্রা বলে।

লোহা, Ni ও Co এর কুরি তাপমাত্রা যথাক্রমে 770°C, 400°C ও 1100°C

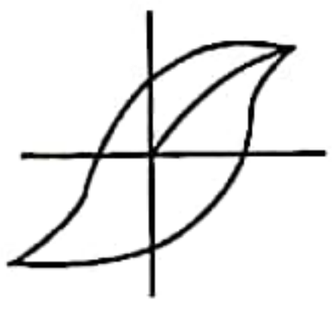


$B_{sat} \rightarrow$ Saturation

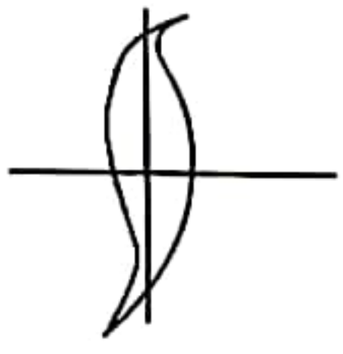
$B_r \rightarrow$ Remainance

$B_c \rightarrow$ Coersive Force

Hysteresis Loop



ইস্পাত



কাঁচা লোহা

❑ Hysteresis Loop এর ক্ষেত্রফল Hysteresis Loss এর সমানুপাতিক।

- কোন Fero-magnetic পদার্থের Remqinance কে Heat এবং Vibration এর মাধ্যমে Vanish করা যায়।
- Remainance কে Vanish করতে যে পরিমাণ Reverse Magnetic Field দরকার তাকে Coercive Force বলে।
- কোন Fero-Magnetic পদার্থকে বারবার চুম্বকায়িত ও বি-চুম্বকায়িত করলে এর Domain গুলি Oscillation করে ফলে Heat উৎপন্ন হয় যোকে Hysteresis Loss বলে।

Related Questions:

01. নিচের কোন ধাতুটির চৌম্বক প্রবণতা (Magnetic susceptibility) সবচেয়ে বেশী? **[Ans: d][JnU'15-16]**
(a) কোবাল্ট (b) শক্ত লোহা (c) নিকেল (d) নরম লোহা

02. একটি পদার্থের ম্যাগনেটাইজেশনের মান চৌম্বক প্রাবল্যের সাপেক্ষে ঋণাত্মক। পদার্থটি– **[Ans: b][RU'15-16]**
(a) প্যারাচৌম্বক (b) ডায়াচৌম্বক (c) ফেরোচৌম্বক (d) ফেরিচৌম্বক

03. অসম চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে কোন ধরনের চৌম্বক পদার্থ সবলতর অঞ্চল থেকে দুর্বলতর অঞ্চলের দিকে ধাবিত হয়?
(a) প্যারাচৌম্বক (b) ডায়াচৌম্বক (c) ফেরোচৌম্বক (d) কোনটিই নয় **[Ans: b] [RU'14-15]**

04. প্যারাচৌম্বক পদার্থের আপেক্ষিক চৌম্বক প্রবেশ্যতার মান- **[Ans: b][RU'14-15]**
(a) 1–এর সমান (b) 1–এর চেয়ে সামান্য বড় (c) 1–এর চেয়ে সামান্য ছোট (d) 1–এর চেয়ে অনেক ছোট

05. যে তাপমাত্রায় ফেরোচৌম্বক পদার্থ প্যারাচৌম্বক পদার্থে পরিণত হয় তাকে কি বলে? **[Ans: a][KU'14-15]**
(a) কুরী তাপমাত্রা (b) নিরপেক্ষ তাপমাত্রা (c) সংকট তাপমাত্রা (d) চরম তাপমাত্রা

06. যে তাপমাত্রায় কোন ফেরো-চৌম্বক পদার্থের চুম্বকত্ব শূন্য হয়, সে তাপমাত্রাকে বলা হয়– **[Ans: b][CU'13-14]**
(a) পরম তাপমাত্রা (b) কুরি তাপমাত্রা (c) রৈখিক তাপমাত্রা (d) স্বাভাবিক তাপমাত্রা

Question Type –13:

- Magnetic Equipments: কম্পন ম্যাগনেটোমিটারে দোলনকাল T নির্ণয়ের সূত্র: $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{MH}}$

  Here, T = দোলনকাল ; I = জড়তার ভ্রামক ; H = ভূ-চুম্বকত্বের আনুভূমিক উপাংশ ; M = চৌম্বক ভ্রামক

  চুম্বক, আয়তাকার হলে $I = \frac{1}{12}(a^2 + b^2) \times m$ [a = দৈর্ঘ্য, b = প্রস্থ]

  চোঙাকৃতি হলে $I = \left(\frac{a^2}{12} + \frac{r^2}{4}\right) \times m$ [a = উচ্চতা, r = ব্যাস]
- গ্যালভানোমিটার এমন যন্ত্র যা দিয়ে বর্তনীতে তড়িৎ এর উপস্থিতি তড়িৎ প্রবাহ, ভোল্ট সবই মাপা যায়। এর সংযোগ ভোল্ট মিটার এর ন্যায়।
- ভোল্টমিটারকে বর্তনীতে সমান্তরালে যুক্ত করতে হয় তবে এর অভ্যন্তরে প্রায় অসীম মানের রোধের তার সিরিজে যুক্ত থাকে।
- অ্যামিটারকে বর্তনীতে সিরিজে যুক্ত করতে হয় তবে এর অভ্যন্তরে প্রায় শূন্য মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত।
- গ্যালভানোমিটারে মোমেন্ট: $C_2 = \tau\theta$; $C_1 = nIAB$

  $\therefore C_1 = C_2$ বলে, $nIAB = \tau\theta$ or, $I = \frac{\tau}{nAB}\theta$

  or, $I = k\theta$ or, $I \propto \theta$ Here, $k = \frac{\tau}{nAB}$

Related Questions:

01. কোনটিতে অস্থায়ী চুম্বকের ব্যবহার হয় না? **[Ans: a][JU'16-17]**
(a) সার্কিট ব্রেকার (b) ট্রান্সফরমার (c) বৈদ্যুতিক বেল (d) গ্যালভানোমিটার