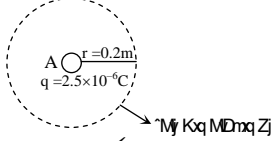


## প্রশ্ন ১



A বিন্দুতে  $q = 2.5 \times 10^{-6} \text{C}$  চার্জ স্থাপন করা হলো।

[ভিকারনিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- বৈদ্যুতিক বিভবের সংজ্ঞা দাও। ১
- গ্যাসের সম আয়তন প্রক্রিয়ায় কোন কাজ হয় না- ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের A বিন্দু হতে r দূরত্বে বৈদ্যুতিক বিভব কত? ৩
- উদ্দীপকে A-কে কেন্দ্র করে r ব্যাসার্ধের একটা গাউসীয় তল কল্পনা করে উক্ত তলে তড়িৎ ফ্লাক্সের মান কত হবে নির্ণয় কর। ৪

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** অসীম দূরত্ব হতে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একক ধনাত্মক চার্জ আনতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় তাকে ঐ বিন্দুর বৈদ্যুতিক বিভব বলে।

**খ** গ্যাসের সমআয়তন প্রক্রিয়ায় কোনো কাজ হয় না। এর কারণ হলো, এ সময় গ্যাসের আয়তনের পরিবর্তন ঘটে না, ফলে চাপ ও বল প্রযুক্ত হওয়া সত্ত্বেও বলের প্রয়োগবিন্দুর সরণ ঘটে না। তাই  $W = Fx$  ( $F =$  প্রযুক্তবল,  $x =$  বলের দিকে সরণ) সূত্রানুসারে  $x = 0$  হওয়ায় সমআয়তন প্রক্রিয়ায় গ্যাস কোনো কাজ করে না এবং এর ওপর বহিঃস্থ এজেন্ট দ্বারাও কোনো কাজ করা হয় না।

**গ** দেওয়া আছে,

চার্জের মান,  $q = 2.5 \times 10^{-6} \text{C}$

চার্জের অবস্থান হতে বিবেচনাধীন বিন্দুর দূরত্ব,  $r = 0.2 \text{m}$

জানা আছে, কুলম্বের ধ্রুবক,  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

বের করতে হবে, বৈদ্যুতিক বিভব,  $V = ?$

আমরা জানি,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{2.5 \times 10^{-6} \text{C}}{0.2 \text{m}}$$

$$= 1.125 \times 10^5 \text{ Volt (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে, উদ্দীপকে বর্ণিত A অবস্থান বা বিন্দুকে কেন্দ্র করে r ব্যাসার্ধের একটা গাউসীয় তল কল্পনা করে উক্ততলে তড়িৎ ফ্লাক্সের মান বের করতে হবে।

গাউসের সূত্রানুসারে,

$$\text{সর্বমোট তড়িৎফ্লাক্স, } \phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} (4\pi r^2)$$

[গোলকের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল  $= 4\pi r^2$ ]

$$\text{বা, } \phi_E = \frac{q}{\epsilon_0}$$

উদ্দীপক মতে, আবদ্ধ চার্জ,  $q = 2.5 \times 10^{-6} \text{C}$

জানা আছে,

শূন্যস্থানের তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$

$$\therefore \text{নির্ণেয় তড়িৎফ্লাক্স, } \phi_E = \frac{2.5 \times 10^{-6} \text{C}}{8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}}$$

$$= 2.8236 \times 10^5 \text{ Nm}^2\text{C}^{-1}$$

$$= 2.8236 \times 10^5 \text{ Nm.C}^{-1}\text{m}$$

$$= 2.8236 \times 10^5 \text{ JC}^{-1}\text{.m}$$

$$= 2.8236 \times 10^5 \text{ Vm}$$

**প্রশ্ন ২** একটি চৌম্বক ক্ষেত্র  $\vec{B} = 5\hat{i}$  Tesla. উক্ত ক্ষেত্রে একটি

খোলা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল  $(\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \text{ cm}^2$

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

- কার্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত কর। ১
- কোনো পরিবাহীতে সৃষ্ট তাপ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ২
- উদ্দীপকে বর্ণিত পৃষ্ঠের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স নির্ণয় কর। ৩
- যদি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ  $30^\circ$  হতো তবে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হতো কিনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কার্শফের ২য় সূত্রটি হলো- তড়িৎ বর্তনীতে কোনো বদ্ধ লুপ বরাবর বিভব পতনসমূহের বীজগাণিতিক যোগফল ঐ লুপের কার্যকর তড়িচ্চালক শক্তির সমান।

**খ** কোনো পরিবাহীর রোধ R, এর মধ্যদিয়ে i মানের তড়িৎ প্রবাহ t সময় ধরে প্রবাহিত হলে এতে উৎপন্ন তাপের মান,  $H = i^2 R t$  সূত্রাং কোনো পরিবাহীতে সৃষ্ট তাপ নিম্নলিখিত বিষয়সমূহের ওপর নির্ভর করে:-

- তড়িৎ প্রবাহের মান, i
- পরিবাহীর রোধ, R
- তড়িৎ প্রবাহের সময় কাল, t

**গ** দেওয়া আছে,

চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্র,  $\vec{B} = 5\hat{i}$  Tesla

ক্ষেত্রফল ভেক্টর,  $\vec{A} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \text{ cm}^2$

$$= (2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$\therefore$  উদ্দীপকের বর্ণিত পৃষ্ঠের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স,

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = (5\hat{i} \text{ T}) \cdot \{(2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \times 10^{-4} \text{ m}^2\}$$

$$= 5 \times 2 \times 10^{-4} \text{ Tm}^2$$

$$= 10 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$= 10^{-3} \text{ Wb (Ans.)}$$

**ঘ** পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফলের মান,  $A = |\vec{A}|$

$$= |2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}| \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$= \sqrt{2^2 + 3^2 + (-\sqrt{3})^2} \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$= 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = |\vec{B}| = |5\hat{i} \text{ Tesla}|$

$$= 5 \text{ Tesla}$$

পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ  $30^\circ$  হলে এ ক্ষেত্রে তল দ্বারা ছেদকৃত চৌম্বক ফ্লাক্স,

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = AB \cos\theta$$

$$= 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 5 \text{ Tesla} \times \cos 30^\circ$$

$$= 1.732 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\neq 10^{-3} \text{ Wb (চৌম্বক ফ্লাক্সের পূর্বোক্ত মান)}$$

সুতরাং, যদি পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোন  $30^\circ$  হতো তবে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হতো।

**প্রশ্ন ৩** জয় ও শুভ ঢাকা কলেজের দ্বাদশ শ্রেণির মেধাবী ছাত্র। শুভ পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগারে 4m দীর্ঘ সোজা পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে 10A তড়িৎ প্রবাহিত করে এর নিকটে 25cm দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় করল। জয় ঐ তারটি পেচিয়ে 25cm ব্যাসার্ধের কুণ্ডলী তৈরী করে কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় করল।

[ঢাকা কলেজ]

- ক. লরেঞ্জ বল কী? ১  
খ. হিস্টেরেসিস কী? ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. শুভর পরীক্ষায় চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. কোন ক্ষেত্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান বেশি হবে? গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি চার্জের সাপেক্ষে অপর একটি চার্জ গতিশীল থাকলে প্রতিটি চার্জ যুগপৎভাবে তড়িৎবল ও চৌম্বক বল অনুভব করে। এ বলদ্বয়ের ভেক্টর যোগফলকে লরেঞ্জ বল বলে।

**খ** ফেরোম্যাগনেটিক পদার্থের চুম্বকন চক্র বা হিস্টেরেসিস লুপ পর্যালোচনা করলে দেখা যায় যে, প্রযুক্ত বাহ্যিক চৌম্বক ক্ষেত্রের (H) যে কোনো মানের জন্য, বিচুম্বকায়নের সময় I (অবশিষ্ট চুম্বকত্ব) এর মান, চুম্বকায়নের সময় I এর মানের চেয়ে বেশি। অর্থাৎ, পদার্থটি বিচুম্বকায়িত হতে শৈথিল্য দেখায়। চৌম্বক পদার্থের এ ধর্মকে হিস্টেরেসিস বলে।

**গ** 4m বা 400cm এর তুলনায় 25cm নগন্য দূরত্ব। তাই এক্ষেত্রে  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$  সূত্রটি প্রযোজ্য (যা মূলত অসীম দৈর্ঘ্যের পরিবাহীর জন্য প্রতিপাদিত হয়েছে)।

এখন,

পরিবাহীর মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 10A$

সোজা পরিবাহী তার হতে বিবেচনাধীন বিন্দুর দূরত্ব,  $a = 25cm = 0.25m$

জানা আছে, বায়ুতে চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$

বের করতে হবে, উক্ত বিন্দু বা অবস্থানে চৌম্বকক্ষেত্রের মান,  $B = ?$

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

$$= 8 \times 10^{-6} \text{ T (Ans.)}$$

**ঘ** জয়ের কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে,

ব্যাসার্ধ,  $r = 25cm = 0.25 \text{ m}$

পাকসংখ্যা,  $n$  হলে,  $n \cdot 2\pi r = 4m$

$$\therefore n = \frac{4m}{2\pi r} = \frac{4m}{2 \times 3.1416 \times 0.25m} = 2.55$$

তড়িৎপ্রবাহের মান,  $I = 10A$

$\therefore$  কুণ্ডলীর কেন্দ্রে আবিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$$B' = \frac{\mu_0 n I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 2.55 \times 10A}{2 \times 0.25A}$$

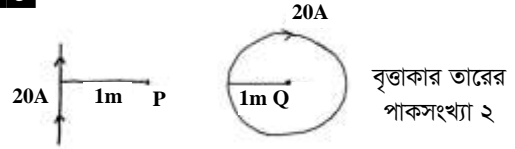
$$= 6.41 \times 10^{-5} \text{ T}$$

লক্ষ্যকরি,  $6.41 \times 10^{-5} \text{ T} > 8 \times 10^{-6} \text{ T}$

অর্থাৎ কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্র সোজা পরিবাহীর জন্য চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্র

সুতরাং, কুণ্ডলীর (জয়) ক্ষেত্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে।

### প্রশ্ন ৪



চিত্রে একটি সরল তার ও বৃত্তাকার তারের মধ্য দিয়ে একই বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। P ও Q বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হয়েছে।

[ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ]

- ক. স্বকীয় আবেশ কী? ১  
খ. ফ্যারাডের তড়িত চৌম্বকের সূত্র দুটি বিবৃত কর। ২  
গ. Q বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান বের কর। ৩  
ঘ. P ও Q বিন্দুর কোনটিতে বেশি চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বর্তনীর নিজ প্রবাহের দ্বারা সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মাত্রা পরিবর্তনের ফলে বর্তনীতে একটি তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয়। এ ঘটনা হল স্বকীয় আবেশ।

**খ** ফ্যারাডের তড়িত চৌম্বক আবেশের সূত্র দুটি নিম্নরূপ:

১. কোনো বদ্ধ কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলের তার সংখ্যা তথা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হলে কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক বল তথা তড়িৎপ্রবাহ আবিষ্ট হয় এবং যতক্ষণ এ পরিবর্তন চলতে থাকে, আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলও ততক্ষণই থাকে।

২. বদ্ধ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের ঋণাত্মক হারের সমানুপাতিক।

**গ** দেওয়া আছে, কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $n = 2$

কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 1m$

তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 20A$

জানা আছে, চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$

বের করতে হবে, কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = ?$

$$\text{আমরা জানি, } B = \frac{\mu_0 n I}{2r}$$

$$= 2.513 \times 10^{-5} \text{ T (Ans.)}$$

**ঘ** প্রথম চিত্রে, সোজা তারের মধ্যদিয়ে প্রবাহের মান,  $I = 20A$

তার হতে P বিন্দুর দূরত্ব,  $r = 1m$

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

P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B' = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 20A}{2\pi \times 1m}$$

$$= 4 \times 10^{-6} \text{ T}$$

লক্ষ্য করি,  $4 \times 10^{-6} \text{ T} < 2.513 \times 10^{-5} \text{ T}$

অর্থাৎ, P বিন্দুর তুলনায় Q বিন্দুতে বেশি মানের চৌম্বকক্ষেত্র আবিষ্ট হবে।

**প্রশ্ন ৫** একটি আয়তাকার পরিবাহীর দৈর্ঘ্য 0.5m প্রস্থ 0.02m পুরুত্ব 0.1m এটিকে 5T চুম্বক ক্ষেত্রের লম্ব বরাবর স্থাপন করা হল। পরিবাহীতে 3A তড়িৎ প্রবাহিত করলে প্রস্থের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়। পরিবাহীর প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে ইলেকট্রন সংখ্যা  $10^{-23}$ ।

[বি.এন. কলেজ, ঢাকা]

- ক. হল ক্রিয়া কী? ১  
খ. চুম্বকক্ষেত্রে স্থাপিত পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহিত করলে হল ক্রিয়া ঘটে কেন? ২  
গ. পরিবাহীতে সৃষ্ট হল বিভব নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. পরিবাহীর প্রস্থ দ্বিগুণ ও পুরস্কৃত অর্ধেক করলে হল ক্রিয়ার কিরূপ পরিবর্তন হবে। ৪

#### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর একটি বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তথা ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। একে হল ক্রিয়া বলে।

**খ** আমরা জানি, চৌম্বক ক্ষেত্রে কোনো চার্জ গতিশীল হলে তার ওপর একটি চৌম্বক বল ক্রিয়া করে। ধরা যাক, সুষম চৌম্বক ক্ষেত্র  $\vec{B}$ -এর দিকের সাথে লম্বভাবে স্থাপিত একটি পাত আকারের পরিবাহী PQRS-এর মধ্য দিয়ে P থেকে Q-এর দিকে তড়িৎ প্রবাহ চলছে।

চিত্রে (x) চিহ্ন নির্দেশ করছে যে, চৌম্বক ক্ষেত্র  $\vec{B}$ -এর অভিমুখ কাগজ তলের সাথে লম্ব বরাবর ভিতরের দিকে। সুতরাং

পরিবাহীর মধ্য দিয়ে গতিশীল চার্জ বাহকের উপর একটি চৌম্বক বল ক্রিয়া করবে। এ চৌম্বক বলের প্রভাবে চার্জ বাহক পরিবাহীর উপরের PQ পৃষ্ঠে সম্বৃত্ত হবে, ফলে PQ ও RS পৃষ্ঠদ্বয়ের মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হবে। এটিই হল বিভব সৃষ্টির কারণ।

**গ** এখানে, চৌম্বকক্ষেত্রের মান,  $B = 5T$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 3A$

একক আয়তনে ইলেক্ট্রন সংখ্যা,  $n = 10^{23}/cm^3 = 10^{29}/m^3$

ইলেক্ট্রনের আধান,  $q = 1.6 \times 10^{-19}C$

পরিবাহকে পুরস্কৃত,  $t = 0.1m$

সৃষ্ট হল বিভব,  $V_H = ?$

আমরা জানি,  $V_H = \frac{BI}{nqt}$

$$\text{বা, } V_H = \frac{5 \times 3}{10^{29} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 0.1}$$

$$\therefore V_H = 9.38 \times 10^{-9}V \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে,

পরিবাহীর পূর্বের হল বিভব,  $V_H = 9.38 \times 10^{-9}V$  [গ হতে]

পরিবাহীর পরিবর্তিত পুরস্কৃত,  $t' = \frac{0.1}{2}m = 0.05m$

একক আয়তনে ইলেক্ট্রন সংখ্যা,  $n = 10^{23}/cm^3 = 10^{29}/m^3$

ইলেক্ট্রনের আধান,  $q = 1.6 \times 10^{-19}C$

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 5T$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 3A$

পরিবর্তিত হল বিভব =  $V_H'$  (ধরি)

আমরা জানি,  $V_H' = \frac{BI}{nqt}$

$$\text{বা, } V_H' = \frac{5 \times 3}{10^{29} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 0.05}$$

$$\text{বা, } V_H' = 1.875 \times 10^{-8}V$$

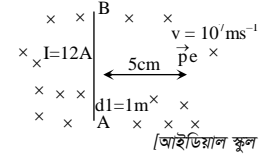
$$\text{বা, } V_H' = 2 \times 9.38 \times 10^{-9}V$$

$$\therefore V_H' = 2 \times V_H$$

সুতরাং, পরিবাহীর প্রস্থ দ্বিগুণ ও পুরস্কৃত অর্ধেক হলে হল বিভব দ্বিগুণ হবে।

**প্রশ্ন ৬** উদ্দীপকের চিত্রানুসারে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

চিত্রে x চিহ্ন কাগজের পৃষ্ঠের সাথে লম্বভাবে নিচের দিকে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্দেশ করছে।



[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

- ক. চৌম্বক প্রবেশ্যতা কাকে বলে? ১  
খ. ঢাকার বিনতি  $31^\circ N$  ও বিদ্যুতি  $33^\circ E$  বলতে কী বুঝ? ২  
গ. উদ্দীপকের AB পরিবাহকের জন্য P বিন্দুতে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. উদ্দীপকের ইলেক্ট্রনটি কোন দিকে গতিশীল থাকলে তার উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎবল ও চৌম্বক বলের মান সমান হবে—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো মাধ্যমে যে ধর্মের দরশন এর মধ্যদিয়ে চৌম্বক বলরেখাগুলো সহজেই এবং বেশি সংখ্যায় অতিক্রম করতে পারে, তাকে চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে।

**খ** ঢাকার বিনতি  $31^\circ N$  বলতে বুঝায়, ঢাকায় ভারকেন্দ্র থেকে মুক্তভাবে ঝুলানো একটি চুম্বক শলাকার অক্ষ স্থির অবস্থায় অনুভূমিক তলের সাথে  $31^\circ$  কোণ করে আনত থাকবে এবং শলাকাটির উত্তর মেরু নিচের দিকে ঝুঁকে থাকবে।

ঢাকার বিদ্যুতি  $33^\circ E$  বলতে বুঝায়, ঢাকায় অনুভূমিক তলে সাম্য অবস্থায় দন্ডায়মান চুম্বক শলাকার অক্ষ, ভৌগোলিক উত্তর-দক্ষিণ রেখার সাথে  $33^\circ$  কোণ উৎপন্ন করে এবং শলাকার উত্তর মেরুটি ভৌগোলিক অক্ষের পূর্বদিকে থাকে।

**গ** সোজা তার হতে বিবেচনাধীন বিন্দুর দূরত্ব,  $a = 5cm = 0.05m$

যা তারের দৈর্ঘ্যের (1m) তুলনায় অনেক ক্ষুদ্রতর। সুতরাং এক্ষেত্রে

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \text{ সূত্রটি প্রযোজ্য।}$$

তড়িৎপ্রবাহের মান,  $I = 12A$

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

$\therefore$  নির্ণেয় P বিন্দুতে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব,

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} WbA^{-1} m^{-1} \times 12A}{2\pi \times 0.05m}$$

$$= \frac{2 \times 10^{-7} \times 12}{0.05} = 4.8 \times 10^{-5} T \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** মনে করি, উদ্দীপকের ইলেক্ট্রনটি B' (চৌম্বকক্ষেত্র) এর দিকের সাথে  $\theta$  কোণে গতিশীল থাকলে এর ওপর ক্রিয়াশীল তড়িৎবল ও চৌম্বক বলের মান সমান হবে।

তবে তড়িৎ বলের মান সম্পর্কে উদ্দীপকে বা প্রশ্নে কোনো ইঙ্গিত দেওয়া নেই।

ধরি, তড়িৎবল,  $F_e = 3.84 \times 10^{-17}N$

চৌম্বক বলের মান,  $F_m = qvB\sin\theta$

$$= 1.6 \times 10^{-19}C \times 10^7 ms^{-1} \times 4.8 \times 10^{-5} T \times \sin\theta$$

$$= 7.68 \times 10^{-17} \sin\theta N$$

শর্তমতে,  $F_m = F_e$

$$\text{বা, } 7.68 \times 10^{-17} \sin\theta N = 3.84 \times 10^{-17} N$$

$$\therefore \sin\theta = \frac{3.84 \times 10^{-17}}{7.68 \times 10^{-17}} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1} \left( \frac{1}{2} \right) = 30^\circ$$

সুতরাং, উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি চৌম্বক ক্ষেত্রের ( $\vec{B}$ ) দিকের সাথে  $30^\circ$  কোণে গতিশীল থাকলে তার ওপর ক্রিয়াশীল তড়িৎবল ও চৌম্বক বলের মান সমান হবে (যদি তড়িৎবলের মান  $3.84 \times 10^{-17}$  N হয়)।

**প্রশ্ন ৭** একটি সোজা পরিবাহী তারের মধ্যদিয়ে 20A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে, তারটি দৈর্ঘ্য 5m এবং শূন্য স্থানের চৌম্বক প্রবেশতা  $4\pi \times 10^{-7}$  TmA<sup>-1</sup>।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, পার্বতীপুর, দিনাজপুর]

- ক. বায়ো-স্যাভোর সূত্রটি লিখ। ১
- খ. ফ্যারাডের তড়িত চৌম্বকীয় আবেশের সূত্র দুটি লিখ। ২
- গ. তারটি হতে 0.8m দূরত্বের কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. তারটিকে পেঁচিয়ে বৃত্তাকার করা হলে এর কেন্দ্রে আবিষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র “গ” নম্বর প্রশ্নে প্রাপ্ত চৌম্বকক্ষেত্রের তুলনায় কত কম বা বেশি হবে? ৪

#### ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বায়ো-স্যাভোর সূত্র: “নির্দিষ্ট মাধ্যমে কোন পরিবাহীর ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের ভেতর দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ চলার ফলে এর আশেপাশে কোন বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের মান পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক, তড়িৎপ্রবাহের সমানুপাতিক, পরিবাহীর ঐ অংশের মধ্যবিন্দু থেকে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক, পরিবাহী এবং পরিবাহীর ঐ অংশের মধ্যবিন্দু ও ঐ বিবেচিত বিন্দুর সংযোজক সরলরেখার অর্ধদূরত্ব কোণের সাইনের সমানুপাতিক।”

**খ** প্রথম সূত্র: কোনো বদ্ধ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক আবেশ রেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হলে কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহ আবিষ্ট হয় এবং যতক্ষণ এ পরিবর্তন স্থায়ী হয়, কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল বা আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহও ততক্ষণ স্থায়ী হয়।

**দ্বিতীয় সূত্র:** কোনো কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল, সময়ের সাথে ঐ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের ঋণাত্মক মানের সমান।

এক পাকের কোনো বদ্ধ কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন  $dt$  সময়ে  $d\Phi_B$  হলে ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে কুণ্ডলীতে ঐ সময়ের তাৎক্ষণিক তড়িচ্চালক বল-

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

**গ** এখানে,

তড়িৎপ্রবাহী তারের দৈর্ঘ্য  $l = 5\text{m}$

তড়িৎ প্রবাহ  $I = 20\text{A}$

শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশতা  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$

তার হতে বিন্দুর দূরত্ব  $a = 0.8\text{m}$

চৌম্বকক্ষেত্রের মান  $B = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} B &= \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20}{2 \times 3.14 \times 0.8} \\ &= 5 \times 10^{-6} \text{ T (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** এখানে,

সোজা তারের দৈর্ঘ্য  $l = 5\text{m}$

তড়িৎ প্রবাহ  $I = 20\text{A}$

শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশতা  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$

সোজা তার হতে 0.8m দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $B = 5 \times 10^{-6} \text{ T}$

মনেকরি,

তারটিকে পেঁচিয়ে বৃত্তাকার করলে এর ব্যাসার্ধ হয়  $r$  এবং কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান হয়  $B'$ ।

প্রশ্নমতে,  $2\pi r = l$

$$\text{বা, } r = \frac{l}{2\pi}$$

$$\text{বা, } r = \frac{5}{2 \times 3.14}$$

$$\therefore r = 0.7962 \text{ m}$$

$$\text{আমরাজানি, } B' = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

$$\text{বা, } B' = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20}{2 \times 0.7962}$$

$$\text{বা, } B' = 1.58 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$\text{বা, } B' = 3.16 \times 5 \times 10^{-6}$$

$$\therefore B' = 3.16 \times B$$

সুতরাং, তারটিকে পেঁচিয়ে বৃত্তাকার করা হলে কেন্দ্রে আবিষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র ‘গ’ নং প্রশ্নে প্রাপ্ত চৌম্বকক্ষেত্রের 3.16 গুণ হয়।

**প্রশ্ন ৮** 20cm দৈর্ঘ্য ও 5cm প্রস্থ বিশিষ্ট এক পাকের একটি আয়তাকার কুণ্ডলী উল্লম্বতলে বিদ্যমান। এর মধ্যে অনুভূমিক দিকে 5T মানের চৌম্বকক্ষেত্র ক্রিয়া করছে। কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে 2A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

[আনন্দ মোহন কলেজ, ময়মনসিংহ]

- ক. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে ফ্যারাডের ২য় সূত্র বিবৃত কর। ১
- খ. একটি স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী ও সেকেন্ডারীতে পাক সংখ্যার অনুপাত 1 এর চেয়ে বেশি ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের কুণ্ডলীটিতে প্রযুক্ত টর্কের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কুণ্ডলীটি আয়তাকার না হয়ে বর্গাকার হলে প্রযুক্ত টর্কের মানের কোনরূপ পরিবর্তন হবে কী? গাণিতিক বিশেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তড়িৎচুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে ফ্যারাডের ২য় সূত্রটি হলো বদ্ধ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের ঋনাত্মক হারের সমানুপাতিক।

**খ** একটি স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুণ্ডলীর বিভব থেকে গৌণ কুণ্ডলীর বিভব কম থাকে, অর্থাৎ  $E_S < E_P$ ।

আবার, মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীতে পাকসংখ্যা যথাক্রমে  $n_p$  ও  $n_s$  হলে,

$$\frac{E_P}{E_S} = \frac{n_p}{n_s} \text{ কিন্তু } \frac{E_P}{E_S} > 1 \therefore \frac{n_p}{n_s} > 1$$

সুতরাং, একটি স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী ও সেকেন্ডারীতে পাকসংখ্যার অনুপাত 1 এর চেয়ে বেশি।

**গ** দেওয়া আছে,

কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N = 1$

ক্ষেত্রফলের মান,  $A = 20\text{cm} \times 5\text{cm} = 100 \text{ cm}^2 = 0.01\text{m}^2$

তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 2\text{A}$

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 5\text{T}$

$\vec{A}$  ও  $\vec{B}$  এর মধ্যকার কোণ,  $\theta = 0^\circ$  অথবা,  $180^\circ$  (উদ্দীপকমতে) বের করতে হবে, টর্কের মান,  $T = ?$

আমরা জানি,  $\tau = NIAB \sin\theta$

$$= 1 \times 2A \times 0.01m^2 \times 5T \times \sin 0^\circ \text{ (বা } \sin 180^\circ)$$

$$= 0 \text{ Nm (Ans.)}$$

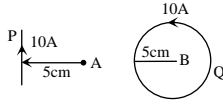
**ঘ** মনেকরি, একটি আয়তাকার কুন্ডলী কোনো চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্রে বিদ্যমান। এর একজোড়া বাহুর দৈর্ঘ্য  $l$  এবং অপর জোড়া বাহুর দৈর্ঘ্য  $K$  তাহলে কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল,  $A = lK$

কুন্ডলীর মধ্যদিয়ে প্রবাহের মান  $I$ , চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্রের মান  $B$  এবং কুন্ডলীর পাকসংখ্যা  $N$  হলে ও  $\vec{A}$  ও  $\vec{B}$  এর মধ্যকার কোণ  $\theta$  হলে, কুন্ডলীতে উদ্ভূত টর্কের মান,

$$\tau = NIAB \sin\theta \dots (i)$$

যদি  $\mu = K$  হয় কিন্তু ক্ষেত্রফলের মান ( $A$ ) অপরিবর্তিত থাকে তবে কুন্ডলীটি বর্গাকার হয়ে যায় এবং (i) নং অনুসারে টর্কের মানের পরিবর্তন ঘটনা ( $A, N, I, B, \theta$  সকল রাশি অপরিবর্তিত থাকায়) সুতরাং, উদ্দীপকের কুন্ডলীটি আয়তাকার না হয়ে বর্গাকার হলে প্রযুক্ত টর্কের মানের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না, যদি ক্ষেত্রফল অপরিবর্তিত থাকে।

#### প্রশ্ন ৯



চিত্রে P ও Q দুটি যথাক্রমে সরল তড়িৎবাহী ও বৃত্তাকার পরিবাহী তার। উভয়ের মধ্যদিয়ে 10A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

- 1 টেসলা বলতে কী বোঝায়? ১
- তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ২
- A বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকে তড়িৎবাহী তার হতে A ও B বিন্দুর দূরত্ব সমান হলে কোন বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

#### ৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে চৌম্বক ক্ষেত্রের লম্বদিকে একক মানের একটি চার্জ একক বেগে গমন করলে তা তাৎক্ষণিকভাবে 1N মানের বল অনুভব করে তার মানকে 1 টেসলা বলে।

**খ** যে কোনো আকৃতির পরিবাহক বা তারের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশজুড়ে একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের উদ্ভব হয়, ফলে ঐ অঞ্চলে চুম্বকদ্রব বা গুড়া চুম্বক রাখা হলে তা চৌম্বক আকর্ষণ-বিকর্ষণের দরুন ভিন্নভাবে সজ্জিত হয় বা ভিন্নভাবে সজ্জিত হওয়ার চেষ্টা করে বা সজ্জিত হতে থাকে। তাড়িতভাবে, কোনো সোজা তারের চারপাশে অসংখ্য উত্তর মেরু থাকলে ঐ তারের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহের দরুন মেরুগুলো তারের চারপাশে বৃত্তপথে আবর্তিত হতে থাকে। এ সকল ঘটনা তড়িৎপ্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া নির্দেশ করে।

**গ** দেওয়া আছে,

সোজা তারের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত প্রবাহ,  $I = 10A$

সোজা তার হতে বিবেচনাধীন বিন্দুর দূরত্ব,  $a = 5cm = 0.05m$

জানা আছে,

শূন্যস্থানে বা বায়ুতে চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$  বের করতে হবে, A বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = ?$

$$\text{আমরা জানি, } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 10A}{2\pi \times 0.05m}$$

$$= 4 \times 10^{-5} \text{ Tesla (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপকের দ্বিতীয় চিত্রে একটি কুন্ডলী দেখানো হয়েছে।

এর পাকসংখ্যা,  $n = 1$

কুন্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত প্রবাহ,  $I = 10A$

B বিন্দুটি কুন্ডলীর কেন্দ্রে অবস্থিত এবং কুন্ডলীর ব্যাসার্ধ  $r = 5cm = 0.05m$

$\therefore$  কুন্ডলীর কেন্দ্রে (B বিন্দুতে) চৌম্বক ক্ষেত্র,

$$B' = \frac{\mu_0 n I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 1 \times 10A}{2 \times 0.05m} = 1.2566 \times 10^{-4} T$$

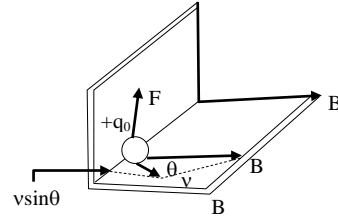
লক্ষ্যকরি,  $1.2566 \times 10^{-4} T > 4 \times 10^{-5} T$

বা,  $B' > B$

অর্থাৎ B বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে।

**প্রশ্ন ১০** নিচের চিত্রে একটি চার্জ  $q_0$  চৌম্বক ক্ষেত্র B-এর সাথে  $\theta$  কোণে  $v$  বেগে গতিশীল রয়েছে।

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]



- চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব কী? ১
- চৌম্বক ফ্লাক্স ও চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্বের সম্পর্কটি লিখ। ২
- উদ্দীপকের চিত্রের চৌম্বক ক্ষেত্র 0.5 টেসলা এবং একটি ইলেকট্রন চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে  $80^\circ$  কোণে  $10^5 \text{ms}^{-1}$  বেগে গতিশীল থাকলে ইলেকট্রনটির উপরে চৌম্বক বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের চিত্রের গতিশীল চার্জটির উপরে ক্রিয়াশীল বলের রাশিমালা প্রতিপাদন কর। চার্জটি যদি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে (i)  $90^\circ$  কোণে এবং (ii)  $0^\circ$  কোণে গতিশীল হয় তবে বলের মান কীভাবে হবে? ৪

#### ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** চৌম্বক ক্ষেত্রে কোনো স্থানের একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে লম্বভাবে যে পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্স গমন করে তাকে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব বলে।

**খ** চৌম্বক ফ্লাক্স ( $\phi$ ) এবং চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্বের ( $B$ ) সম্পর্কটি

$$\text{নিরূপ: } (\phi) = \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos\theta$$

চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব ভেক্টর রাশি হলেও চৌম্বক ফ্লাক্স স্কেলার রাশি।  $\vec{A}$  দ্বারা তল ভেক্টর বুঝায়,  $\theta$  হলো  $\vec{A}$  ও  $\vec{B}$  ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যকার কোণ।

$\vec{A}$  ও  $\vec{B}$  এর প্রবমানের জন্য  $\theta$  যত কম হবে,  $\phi$  তত বেশি হবে।

**গ** দেওয়া আছে, চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 0.5 T$

$$\text{ইলেকট্রনের চার্জ, } q = 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\text{ইলেকট্রনের গতিবেগ, } v = 10^5 \text{ms}^{-1}$$

চৌম্বক ক্ষেত্র এবং ইলেকট্রনের গতিবেগের মধ্যকার কোণ,  $\theta = 80^\circ$  বের করতে হবে, ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল,  $F = ?$

$$\text{আমরা জানি, } F = qvB \sin\theta$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{C} \times 10^5 \text{ms}^{-1} \times 0.5 \text{T} \times \sin 80^\circ$$

$$= 7.88 \times 10^{-15} \text{N (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপকে ক্রিয়াশীল বল হলো চৌম্বক বল ( $F_m$ )

এটি চার্জের মানের ( $q$ ) সমানুপাতিক

অর্থাৎ  $F_m \propto q$  যখন;  $v$ ,  $B$  এবং  $\theta$  অপরিবর্তিত থাকে

আবার,  $F_m \propto V$  (চার্জিত কণার গতিবেগ) যখন  $q$ ,  $v$ ,  $\theta$  অপরিবর্তিত।

$F_m \propto B$  (চৌম্বক ক্ষেত্র) যখন  $q$ ,  $v$ ,  $\theta$  অপরিবর্তিত এবং  $F_m \propto \sin\theta$

( $\theta$  হলো  $\vec{v}$  ও  $\vec{B}$  এর মধ্যকার কোণ) যখন  $q$ ,  $v$ ,  $B$  অপরিবর্তিত

ভেদের ওপরোক্ত সম্পর্কগুলো হতে পাই,  $F_m \propto qvB \sin\theta$

বা,  $F_m = qvB \sin\theta$

SI পদ্ধতিতে  $F_m$ ,  $q$ ,  $v$ ,  $B$  রাশিসমূহের একক এমন যেমন  $k = 1$  হয়

$$\therefore F_m = qvB \sin\theta$$

তদুপরি, পরীক্ষায় দেখা গেছে  $\vec{v} \times \vec{B}$  ভেক্টর যে দিক নির্দেশ করে, চৌম্বক বলের দিক হয় সেই দিকে।

$$\therefore F_m = qvB \sin\theta = q \vec{v} \times \vec{B} \text{ দিকে।}$$

বা,  $\vec{F}_m = q (\vec{v} \times \vec{B})$

ইহাই নির্ণেয় রাশিমালা। (প্রতিপাদিত হলো)

চার্জটি যদি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে  $\theta = 90^\circ$  কোণে গতিশীল থাকে তবে চৌম্বক বলের মান,  $F_m = qvB \sin\theta$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{C} \times 10^5 \text{ms}^{-1} \times 0.5 \text{T} \times \sin 90^\circ$$

$$= 8 \times 10^{-15} \text{N}$$

চার্জটি যদি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে  $\theta = 0^\circ$  কোণে গতিশীল হয় তবে চৌম্বক বলের মান,  $F_m = qvB \sin 0^\circ = 0 \text{N}$

**প্রশ্ন ▶ ১১** একটি লম্বা ও সোজা তারে 60 A তড়িৎ সরবরাহ করা হলো। তার থেকে 40 cm দূরে P একটি বিন্দু। পরবর্তীতে তারটি বাকিয়ে 40cm ব্যাসার্ধের এক পাকের বৃত্তাকার কুন্ডলী করা হলো যার কেন্দ্র হল Q।

[বিয়াম মডেল স্কুল ও কলেজ, বগুড়া]

ক. হল বিভব কাকে বলে? ১

খ. ট্রান্সফরমার ডিসি প্রবাহে কাজ করে না- ব্যাখ্যা কর। ২

গ. P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. পরিবাহী থেকে P ও Q বিন্দু সমদূরে থাকলেও চৌম্বকক্ষেত্রের মান ভিন্ন। গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

#### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** ফলক বা পাত আকৃতির পরিবাহীর মধ্যে দৈর্ঘ্য বরাবর তড়িৎ প্রবাহিত হলে এবং বেধ বা উচ্চতা বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্র বিরাজ করলে, এর প্রস্থ বরাবর দুই প্রান্তের মধ্যে যে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তাকে হল বিভব বলে।

**খ** ট্রান্সফরমারে পর্যাবৃত্ত বা দিক পরিবর্তী উচ্চ বিভবকে নিঃসৃত করে আর নিঃসৃত বিভবকে উচ্চ বিভবে রূপান্তর করা হয়। তড়িৎচৌম্বক আবেশের উপর ভিত্তি করে এটি তৈরি করা হয়। তড়িৎচৌম্বক আবেশের জন্য তড়িৎ ফ্লাক্সের পরিবর্তন ব্যত্যামূলক। কিন্তু ডিসি লাইনে ফ্লাক্সের পরিবর্তন হয় না। তাই- ট্রান্সফরমারে ডিসি লাইন বা ডিসি প্রবাহ কাজ করে না।

**গ** এখানে,

তার হতে P বিন্দুর দূরত্ব,

$$a = 40 \text{cm} = 0.4 \text{m}$$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 60 \text{A}$

P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B_P = ?$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{TmA}^{-1} \times 60 \text{A}}{2 \times \pi \times 0.4 \text{m}}$$

$$= 3 \times 10^{-5} \text{T (Ans.)}$$

**ঘ** পরবর্তীতে তারটি বাকিয়ে 40cm ব্যাসার্ধের এক পাকের বৃত্তাকার কুন্ডলী করা হলো। যার কেন্দ্র, হচ্ছে, Q

অর্থাৎ,

তারের ব্যাসার্ধ,  $(r) = 40 \text{cm}$

$$= 0.4 \text{m}$$

পাক সংখ্যা,  $n = 1$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 60 \text{A}$

এবং P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান  $B_P = 3 \times 10^{-5} \text{T}$

$$Q \text{ বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান } B_Q = \frac{\mu_0 n I}{2r}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{TmA}^{-1} \times 1 \times 60 \text{A}}{2 \times 0.4 \text{m}}$$

$$= 9.42 \times 10^{-5} \text{T}$$

যেহেতু  $Q$  বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র ( $B_Q$ ) >  $P$  বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র ( $B_P$ )

অর্থাৎ P ও Q পরিবাহী হতে সমদূরে থাকলেও P অপেক্ষা Q বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান বেশি।

**প্রশ্ন ▶ ১২** 20C মানের একটি চার্জ  $\vec{v} = (\hat{i} + \hat{k}) \text{ms}^{-1}$  বেগে একটি স্থানে বিচরণ করে যেখানে একটি তড়িৎ ক্ষেত্রে  $\vec{E} = (\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}) \text{NC}^{-1}$  এবং একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে  $\vec{B} = (2\hat{i} + 3\hat{j}) \text{T}$  বিদ্যমান।

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, যশোর]

ক. চৌম্বক ক্ষেত্র কাকে বলে? ১

খ. দুটি বিপরীত স্পিনের ইলেকট্রন চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করেছে পারে না কেন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল লরেঞ্জ বল পৃথকভাবে তড়িৎ বল ও চৌম্বক বল অপেক্ষা বৃহত্তর হবে। উক্তিটির সত্যতা যাচাই কর। ৪

#### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি চুম্বকের পার্শ্ববর্তী যে অঞ্চলে অপর একটি চুম্বক বা চুম্বক পদার্থ স্থাপন করলে তা আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল লাভ করে তাকে চৌম্বক ক্ষেত্র বলে।

**খ** নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রন একটি নির্দিষ্ট দিকে চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য তৈরি করে। অতএব, দুটি বিপরীত স্পিনের ইলেকট্রন দুটি বিপরীত দিকে চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য তৈরি করবে। সমমানের কিন্তু বিপরীত দিকে ক্রিয়াশীল এই দুটি চৌম্বক প্রাবল্যের লব্ধি শূন্য হবে। সুতরাং বিপরীত স্পিনের দুটি ইলেকট্রন চৌম্বক ক্ষেত্র করতে পারে না।

**গ** দেওয়া আছে,

চার্জের পরিমাণ,  $q = 20 \text{C}$

$$\text{চার্জের বেগ, } \vec{v} = (\hat{i} + \hat{k}) \text{ms}^{-1}$$

$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } \vec{B} = (2\hat{i} + 3\hat{j}) \text{T}$$

চৌম্বক বল,  $F_B = ?$

আমরা জানি,  $\vec{F}_B = q (\vec{v} \times \vec{B})$

$$\text{এখানে, } \vec{v} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 0 & 1 \\ 2 & 3 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= -3\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$$

$$\therefore \vec{F}_B = 20(-3\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k})$$

$$\text{বা, } \vec{F}_B = -60\hat{i} + 40\hat{j} + 60\hat{k}$$

$$\text{বা, } |\vec{F}_B| = \sqrt{(-60)^2 + 40^2 + 60^2}$$

$$\therefore |\vec{F}_B| = 93.8 \text{ N}$$

ঘ দেয়া আছে,

চার্জের পরিমাণ,  $q = 20 \text{ C}$

$$\text{তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য, } \vec{E} = \hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$$

আমরা জানি,

$$\text{তড়িৎ বল, } \vec{F}_E = q\vec{E}$$

$$= 20(\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})$$

$$= 20\hat{i} + 20\hat{j} - 40\hat{k}$$

$$\text{বা, } F_E = \sqrt{20^2 + 20^2 + (-40)^2}$$

$$\therefore F_E = 48.98 \text{ N}$$

(গ) হতে প্রাপ্ত,  $F_E = 93.8 \text{ N}$

আবার,

$$\text{লরেঞ্জ বল, } \vec{F}_L = \vec{F}_B + \vec{F}_E$$

$$= -60\hat{i} + 40\hat{j} + 60\hat{k} + 20\hat{i} + 20\hat{j} - 40\hat{k}$$

$$\text{বা, } \vec{F}_L = -40\hat{i} + 60\hat{j} + 20\hat{k}$$

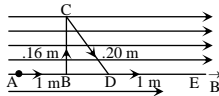
$$\therefore F_L = \sqrt{(-40)^2 + 60^2 + 20^2}$$

$$= 74.83 \text{ N}$$

লরেঞ্জ বল হল তড়িৎ বল ও চৌম্বক বলের লব্ধি। দুটির ভেক্টর রাশির লব্ধির মান পৃথকভাবে ভেক্টর দুটি থেকে সর্বদা বড় হবে এমনটি নয়। উপরের গাণিতিক হিসাবও সে কথাই প্রমাণ করে।

সুতরাং, গতিশীল চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল লরেঞ্জ বল পৃথকভাবে তড়িৎ বল ও চৌম্বক বল অপেক্ষা বৃহত্তর হবে এ কথাটি সত্য নয়।

### প্রশ্ন ১৩



চিত্রে,  $I = 5 \text{ Amp}$  এবং  $B = 0.15 \text{ T}$

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, মোমেনশাহী]

ক. চৌম্বক ক্ষেত্রের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. হল ভোল্টেজের আধান বাহক ধ্রুবক এবং ঋণাত্মক চিত্র ঐকে ব্যাখ্যা কর। ২

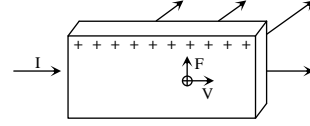
গ. BC বাহুর উপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. চিত্রে AB, CD এবং DE বাহুর উপর ক্রিয়াশীল বলের সমষ্টি BC বাহুর উপর ক্রিয়াশীল বলের সমান হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি চুম্বকের পার্শ্ববর্তী যে অঞ্চলে অপর একটি চুম্বক বা চৌম্বক পদার্থ স্থাপন করলে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল অনুভূত হয় তাকে চৌম্বক ক্ষেত্র বলে।

খ কোন তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎ প্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর একটি বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তাকে হল বিভব পার্থক্য বলা হয়।



প্রদর্শিত চিত্র হতে দেখা যায় যে বিদ্যুৎ প্রবাহ ধন চার্জের জন্য হলে পাতের প্রস্থ বরাবর ওপরের পৃষ্ঠের বিভব নিচের পৃষ্ঠের বিভব অপেক্ষা বড় হবে।

পক্ষাংশের, প্রবাহ ঋণচার্জের জন্য হলে বিপরীত অবস্থা হবে অর্থাৎ নিচের পৃষ্ঠের বিভব ওপরের পৃষ্ঠের বিভব থেকে বড় হবে।

গ দেয়া আছে,

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 5 \text{ A}$

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 0.15 \text{ T}$

BC বাহুর দৈর্ঘ্য,  $l_{BC} = 0.16 \text{ m}$

BC বাহুর ওপর ক্রিয়াশীল বল,  $F_{BC} = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } F_{BC} = I l_{BC} B \sin \theta$$

$$= 5 \times 0.16 \times 0.15$$

$$\therefore F_{BC} = 0.12 \text{ N}$$

Ans: 0.12 N

ঘ দেয়া আছে,

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 5 \text{ A}$

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 0.15 \text{ T}$

AB বাহুর দৈর্ঘ্য,  $l_{AB} = 0.1 \text{ m}$

CD বাহুর দৈর্ঘ্য,  $l_{CD} = 0.2 \text{ m}$

DE বাহুর দৈর্ঘ্য,  $l_{DE} = 1 \text{ m}$

আমরা জানি,

$$F_{AB} = I l_{AB} B \sin \theta$$

$$= 5 \times 1 \times 0.15 \sin 0^\circ$$

$$= 0 \text{ N}$$

$$F_{DE} = I l_{DE} B \sin \theta$$

$$= 5 \times 1 \times 0.15 \sin 0^\circ$$

$$= 0 \text{ N}$$

$$F_{CD} = I l_{CD} B \sin \theta$$

কিন্তু, CD বাহুর ক্ষেত্রে,

$$\theta = \sin^{-1} \left( \frac{0.16}{0.2} \right)$$

$$= 53.13^\circ$$

$$\text{অতএব, } F_{CD} = 5 \times 0.2 \times 0.15 \sin 53.13^\circ$$

$$= 0.12 \text{ N}$$

সুতরাং, AB, CD এবং DE বাহুর উপর ক্রিয়াশীল বলের সমষ্টি,

$$F = F_{AB} + F_{CD} + F_{DE}$$

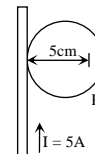
$$= 0 + 0.12 + 0$$

$$= 0.12 \text{ N}$$

আবার, (গ) হতে প্রাপ্ত,  $F_{BC} = 0.12 \text{ N}$

$$\therefore F = F_{BC}$$

### প্রশ্ন ১৪



চিত্রে 1 m লম্বা একটি পরিবাহকের মধ্য দিয়ে 5 A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

[ঝালকাঠি সরকারি কলেজ, ঝালকাঠি]

- ক. বিনতি কী? ১  
খ. 'লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিত্যতা মেনে চলে' ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. P বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত তারটিকে পেঁচিয়ে একটি বৃত্তাকার রিং তৈরি করলে রিং এর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় করে দেখাও যে, তা P বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্রের চেয়ে বেশি হবে না। ৪

## ১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোণ স্থানে পৃথিবীর চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখ, অনুভূমিক তলের সাথে যে কোণ করে থাকে, তাকে ঐ স্থানের বিনতি বলে।

খ. লেঞ্জের সূত্র থেকে আমরা জানি যে, কোনো কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের শক্তি এর সৃষ্টির কারণকেই বাধা দেয়। কোনো কুন্ডলী ও চুম্বকের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক গতির জন্য কুন্ডলীতে আবিষ্ট-তড়িৎপ্রবাহের উদ্ভব হয়। যা ঐ আপেক্ষিক গতিতে যে শক্তি ব্যয় হয় তা তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে কুন্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহের সৃষ্টি করে।

সুতরাং তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে।

গ. এখানে,

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = 5 \text{ A}$$

$$\text{লম্ব দূরত্ব, } a = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

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

$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } B = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} B &= \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \\ &= \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1} \text{ m}^{-1}) \times (5 \text{ A})}{2\pi \times (0.05 \text{ m})} \\ &= 2 \times 10^{-5} \text{ Wbm}^{-2} \end{aligned}$$

অর্থাৎ, P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $2 \times 10^{-5} \text{ Wb m}^{-2}$

ঘ. এখানে,

বৃত্তাকার রিং এর পরিধি = পরিবাহকের দৈর্ঘ্য = 1m

তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 5 \text{ A}$

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

কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = ?$

ধরা যাক, বৃত্তাকার রিং এর ব্যাসার্ধ = r

তাহলে, পরিধি =  $2\pi r$

$$\text{বা, } 1 \text{ m} = 2\pi r$$

$$\therefore r = \frac{1}{2\pi} \text{ m}$$

$$\text{আমরা জানি, বৃত্তাকার রিং এর জন্য কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্র, } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi}$$

$$\begin{aligned} \therefore B &= \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1} \text{ m}^{-1}) \times (5 \text{ A})}{2 \times \frac{1}{2\pi} \text{ m}} \\ &= 1.97 \times 10^{-5} \text{ Wbm}^{-2} \end{aligned}$$

যেহেতু বৃত্তাকার রিং এর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান, P বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্রের চেয়ে কম, সেহেতু রিং এর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান P বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্রের চেয়ে বেশি হবে না।

প্রশ্ন ১৫ 0.02m প্রস্থের একটি ধাতব পাত 5T সুযম চৌম্বক ক্ষেত্রে পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত। পাতের মধ্যে পাতের দৈর্ঘ্য

বরাবর অর্থাৎ চৌম্বক ক্ষেত্রের লম্বভাবে একটি ইলেকট্রন  $4 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$

১. বেগে গতিশীল হলো। [ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর]

ক. প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কাকে বলে? ১

খ. নিউক্লিয় ফিশন বিক্রিয়া বলতে কি বুঝ- ব্যাখ্যা কর। ২

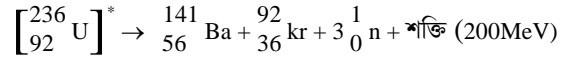
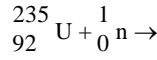
গ. ইলেকট্রনের উপর কত চৌম্বক বল ক্রিয়া করবে? ৩

ঘ. পাতের প্রস্থ বরাবর কোন বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হবে কী? হলে তা কত? ৪

## ১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে এবং সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতি শূন্যে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয়, সেই প্রক্রিয়াকে প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে।

খ. যে প্রক্রিয়ায় একটি ভারী নিউক্লিয়াস বিশিষ্ট হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নিউক্লিয়াস তৈরি হয় এবং শক্তি নির্গত হয় তাকে নিউক্লিয় ফিশন বলে। যেমন:



গ. এখানে, ইলেকট্রনের চার্জ,  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

ইলেকট্রনের বেগ,  $v = 4 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$

চৌম্বকক্ষেত্র,  $B = 5 \text{ T}$

মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 90^\circ$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} F &= qv B \sin \theta \\ &= 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^{-3} \times 5 \times \sin 90^\circ \\ &= 3.2 \times 10^{-21} \text{ N (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ. পাতের প্রস্থ বরাবর বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হবে যার নাম হল বিভব।

এখানে,

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 5 \text{ T}$

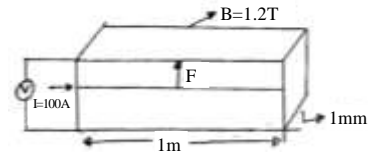
ইলেকট্রনের বেগ  $v = 4 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$

পুরুত্ব  $d = 0.02 \text{ m}$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{হল বিভব } V_H &= Bvd \\ &= 4 \times 10^{-3} \times 0.02 \times 5 \\ &= 4 \times 10^{-4} \text{ V (Ans.)} \end{aligned}$$

## প্রশ্ন ১৬



ঘনকের ভর = 2.28kg

ঘনকের ঘনত্ব = 7600 kg/m³

[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. পারস্পরিক আবেশ গুণাংক কাকে বলে? ১

খ. আকৃতি গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা কর। ২

গ. যদি  $F = 7.68 \times 10^{-23} \text{ N}$  হয় তবে  $V_M$  এর মান বের কর। ৩

ঘ. উপরিউক্ত তথ্যের ভিত্তিতে ঘনকের একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা বের করা সম্ভব- উক্তিটির সত্যতা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪



## ১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন মুখ্য কুন্ডলীতে একক তড়িৎ প্রবাহের জন্য গৌণ কুন্ডলীতে সংযুক্ত ফ্লাক্সকে পারস্পরিক আবেশ গুণাংক বলে।

**খ** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর কন্ডু পীড়ন ও কন্ডু বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুবসংখ্যাকে দৃঢ়তার বা কাঠিন্যের গুণাংক বা আকৃতি গুণাঙ্ক বলে।

$$\therefore \text{আকৃতি গুণাঙ্ক, } \eta = \frac{\text{কন্ডু পীড়ন}}{\text{কন্ডু বিকৃতি}} = \frac{F/A}{\theta} = \frac{F}{A\theta} \quad [\square \theta = \text{কন্ডু বিকৃতি}]$$

**গ** এখানে,

ঘনকের ভর,  $m = 2.28 \text{ kg}$

ঘনত্ব,  $\rho = 7600 \text{ kgm}^{-3}$

$\therefore$  আয়তন,

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2.28 \text{ kg}}{7600 \text{ kgm}^{-3}} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

আবার,

ঘনকের আয়তন,

$$V = l \times b \times t \\ \therefore b = \frac{V}{l \times t} = \frac{3 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{1 \text{ m} \times 10^{-3} \text{ m}} = 0.3 \text{ m}$$

আবার,

$F = qvB \sin \theta$ ,

$$v = \frac{F}{qB} = \frac{7.68 \times 10^{-23}}{1.6 \times 10^{-19} \times 1.2} = 4 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$$

আবার,

হল বিভব,

$$V_H = vBd = 4 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1} \times 1.2 \text{ T} \times 0.3 \text{ m} = 1.44 \times 10^{-4} \text{ Volt}$$

$\therefore$  হল বিভব =  $1.44 \times 10^{-4} \text{ Volt}$ .

**ঘ** গ নং থেকে,  $V_H = 1.44 \times 10^{-4} \text{ volt}$

উদ্দীপকের তথ্য থেকে ঘনকের একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা বের করা সম্ভব।

আমরা জানি,

$$V_H = \frac{BI}{nqt}$$

$$\text{বা, } n = \frac{BI}{V_H qt}$$

$$= \frac{1.2 \times 100}{1.44 \times 10^{-4} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1 \times 10^{-3}} = 5.2 \times 10^{27}$$

অর্থাৎ, মুক্ত আয়তনে ইলেকট্রনের সংখ্যা =  $5.2 \times 10^{27} \text{ টি}$ ।

এখানে,

দৈর্ঘ্য =  $l = 1 \text{ m}$

পুরুত্ব,  $t = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

প্রস্থ,  $d = ?$

এখানে,

মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 90^\circ$

$$q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

বেগ,  $v = ?$

$$B = 1.2 \text{ T}$$

বল,  $F = 7.68 \times 10^{-23} \text{ N}$

বিভব,  $V_H = ?$

**প্রশ্ন ১৭** ভূমি থেকে 10m উঁচু দিয়ে একটি বৈদ্যুতিক মেইন লাইনের তার স্থাপন করা আছে। বৈদ্যুতিক লাইনটি পূর্ব-পশ্চিম বরাবর বিস্তৃত এবং এর মধ্য দিয়ে 100A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। একজন ইলেকট্রিশিয়ান একটি বাড়িতে বিদ্যুৎ সংযোগ দেওয়ার জন্য লাইনের ঠিক 10 cm নিচে দিয়ে মেইন লাইনের সমান্তরালে 100m দীর্ঘ অপর একটি তার সংযোগ দিলেন। সংযোগ তারটির মধ্য দিয়ে 10A তড়িৎ প্রবাহ একই দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। ইলেকট্রিশিয়ান তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া সম্পর্কে কিছু জানেন না। [নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

ক. চৌম্বক মোমেন্ট কাকে বলে? ১

খ. কোন কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক 0.8H বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদ্দীপকে বৈদ্যুতিক মেইন লাইনের ঠিক নিচে ভূমিতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. একজন পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষার্থী হিসেবে তুমি কি মনে কর ইলেকট্রিশিয়ান কোন ভুল কাজ করে থাকতে পারেন। উদ্দীপকের আলোকে উত্তরের যথার্থতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

## ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বিদ্যুৎবাহী কুন্ডলীর বিদ্যুৎপ্রবাহ এবং কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল

ভেক্টরের গুণফলকে ঐ কুন্ডলীর চৌম্বক মোমেন্ট ( $\vec{M}$ ) বলে।

**খ** কোনো কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক 0.8H বলতে বুঝায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ 1 As<sup>-1</sup> হারে পরিবর্তিত হলে এর দু'প্রান্তের মধ্যে 0.8V পরিমাণ তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

বৈদ্যুতিক লাইনের মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 100 \text{ A}$

লাইন হতে বিবেচনাধীন বিন্দুর দূরত্ব,  $a = 10 \text{ m}$

জানা আছে,

শূন্যস্থান বা বায়ুতে চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$

বের করতে হবে, উক্ত বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = ?$

$$\text{আমরা জানি, } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 100 \text{ A}}{2\pi \times 10 \text{ m}} = 2 \times 10^{-6} \text{ T (Ans.)}$$

**ঘ** মেইন লাইনের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎপ্রবাহ,  $I_1 = 100 \text{ A}$

সংযোগ তারের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎপ্রবাহ,  $I_2 = 10 \text{ A}$

এদের মধ্যকার দূরত্ব  $d = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

জানা আছে, বায়ুতে চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$

তারদ্বয়ের দৈর্ঘ্যের তুলনায় এদের মধ্যকার দূরত্ব অত্যন্ত নগন্য।

তাই তারদ্বয়ের জন্য  $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$  সূত্রটি প্রযোজ্য হবে।

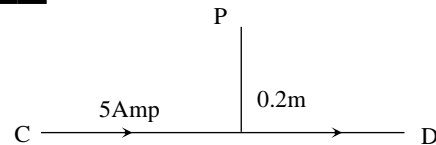
সংযোগ তারের দৈর্ঘ্য,  $l = 100 \text{ m}$

তারদ্বয়ের মধ্যদিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ায়, সংযোগ তারের ওপর মেইন লাইন কর্তৃক প্রযুক্ত চৌম্বক আকর্ষণ বল,

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 100 \text{ A} \times 10 \text{ A} \times 100 \text{ m}}{2\pi \times 0.1 \text{ m}} = 0.2 \text{ N}$$

এই বলের কারণে সংযোগ তারের দু'প্রান্তে সর্বদা একটি টান কাজ করবে, ফলে সংযোগ তারটি একসময় খুলে যাবার সম্ভাবনা রয়েছে। এতে দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা থাকে। সুতরাং, দু'টিকে পাশাপাশি অতি নিকটে স্থাপন করার মাধ্যমে ঐ ইলেকট্রিশিয়ান অবশ্যই ভুল করেছেন।

## প্রশ্ন ১৮



[মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. স্বকীয় আবেশ কাকে বলে? ১
- খ. লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিত্যতার সাথে সাংঘর্ষিক কি? ব্যাখ্যা পূর্বক উত্তর দাও। ২
- গ. P বিন্দুর ফ্লাক্স ঘনত্ব কত? ৩
- ঘ. CD তারকে একটি I পাকের বৃত্তাকার লুপের আকার দিয়ে এমনভাবে স্থাপন করা হলো যাতে P বিন্দু হয় লুপের কেন্দ্র। P এর বর্তমান ফ্লাক্স ঘনত্ব ও পূর্বের ফ্লাক্স ঘনত্বের তুলনা কর। ৪

## ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বর্তনীর নিজ প্রবাহের দ্বারা সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মাত্রা পরিবর্তনের ফলে বর্তনীতে একটি তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয়। এ ঘটনাকে স্বকীয় আবেশ বলে।

**খ** লেঞ্জের পরীক্ষায় দেখা যায় যে, তড়িৎ কোষ ছাড়াও এবং দন্ড চুম্বকের মেরুশক্তি ক্ষয় না করেও কুন্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহের সৃষ্টি করা যায়। এক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণ সূত্র লঙ্ঘিত হচ্ছে বলে মনে হয়। কিন্তু প্রকৃত পক্ষে তা ঠিক নয়। উক্ত পরীক্ষায় লক্ষ্যণীয় যে, দন্ড চুম্বকের গতি বজায় রাখার জন্য সবসময় কিছু যান্ত্রিক শক্তি ব্যয় করার প্রয়োজন হয়। দন্ডচুম্বককে কুন্ডলীর দিকে অগ্রসর করার সময় দুই সমমেরুর মধ্যকার বিকর্ষনজনিত বাধার বিরুদ্ধে কিছু যান্ত্রিক শক্তি ব্যয় করতে হয়। এই যান্ত্রিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে। সুতরাং, লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিত্যতার সাথে সাংঘর্ষিক নয়।

**গ** দেওয়া আছে,  
সোজা লম্বা তার হতে বিবেচনাধীন বিন্দুর (P) দূরত্ব,  $a = 0.2 \text{ m}$   
এবং তারের মধ্যদিয়ে প্রবাহ,  $I = 5 \text{ A}$   
জানা আছে, শূন্যস্থান বা বায়ুর চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$   
বের করতে হবে, P বিন্দুর চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব,  $B = ?$

$$\begin{aligned} \text{এক্ষেত্রে, } B &= \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 5 \text{ A}}{2\pi \times 0.2 \text{ m}} \\ &= 5 \times 10^{-6} \text{ T (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** দ্বিতীয় ক্ষেত্রে,  
 $2\pi r' \times n = \text{সোজা তারের দৈর্ঘ্য} = 1.5 \text{ m}$   
বা,  $2\pi r' \times 1 = 1.5 \text{ m}$   
বা,  $r' = \frac{1.5 \text{ m}}{2\pi} = 0.2387 \text{ m}$

এক্ষেত্রে P বিন্দুতে ফ্লাক্স ঘনত্ব,

$$\begin{aligned} B' &= \frac{\mu_0 n I}{2r'} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 5 \text{ A}}{2 \times 0.2387 \text{ m}} \\ &= 1.316 \times 10^{-5} \text{ T} \end{aligned}$$

∴ বর্তমান ও পূর্বের ফ্লাক্স ঘনত্বের অনুপাত  $= \frac{B'}{B}$

$$= \frac{1.316 \times 10^{-5} \text{ T}}{5 \times 10^{-6} \text{ T}} = 2.63 > 1$$

এখানে,  
 $n = \text{পাক সংখ্যা} = 1$   
 $r' = \text{কুন্ডলীর ব্যাসার্ধ} = ?$

এখানে,  
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$   
 $I = 5 \text{ A}$   
 $r' = 0.2387 \text{ m}$

অর্থাৎ,  $B' > B$  (দ্বিতীয় ক্ষেত্রে P বিন্দুতে ফ্লাক্স ঘনত্ব দ্বিগুণেরও বেশি হবে।)

**প্রশ্ন ১৯** একটি বৃত্তাকার কুন্ডলীর ব্যাসার্ধ 32cm এবং পাক সংখ্যা 400। কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে 3.1 Amp তড়িৎ প্রবাহ চলছে। বৃত্তাকার কুন্ডলীর কেন্দ্রে একটি আয়তাকার কুন্ডলী রাখা আছে যার দৈর্ঘ্য 5 cm প্রস্থ 3cm এবং পাক সংখ্যা 500 এবং প্রবাহমাত্রা 4 Amp।

[রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী]

- ক. টেসলা কাকে বলে? ১
- খ. ফেরো চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বৃত্তাকার কুন্ডলীর কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বক-ক্ষেত্রের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. আয়তাকার কুন্ডলী তল ও বৃত্তাকার কুন্ডলীর তল পরস্পরের লম্ব অবস্থায় থাকলে ক্রিয়াশীল টর্ক সর্বাধিক হয়- গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

## ১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

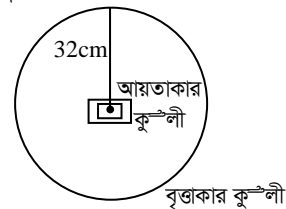
**ক** চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো অবস্থানে 1C মানের একটি আধান  $1 \text{ ms}^{-1}$  বেগে চৌম্বক ক্ষেত্রের লম্বদিকে চলতে থাকলে এটি যদি 1N চৌম্বক বল অনুভব করে তবে ঐ অবস্থানের চৌম্বকক্ষেত্রের মানকে এক টেসলা বলে।

**খ** কোনো চৌম্বক পদার্থকে কত সহজে চুম্বকায়িত করা যায় তা যে ধর্মের দ্বারা নির্ণীত হয়, তাকে পদার্থটির চৌম্বক প্রবণতা বলে। গাণিতিকভাবে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত কোনো চৌম্বক পদার্থের চুম্বকন মাত্রা  $\vec{I}$  এবং আবেশ সৃষ্টিকারী চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য  $\vec{H}$ -এ দুটি রাশির অনুপাতকে ঐ চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা বলে। ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতার (k) মান ধনাত্মক এবং 1- এর চেয়ে অনেক বেশি। তবে এদের চৌম্বক প্রবণতার মান তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে জটিলভাবে পরিবর্তিত হয়। এদের মধ্যে নিকেল বা কোবাল্টের চেয়ে নরম লোহার চৌম্বক প্রবণতা অনেক বেশি।

**গ** দেওয়া আছে,  
কুন্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 32 \text{ cm} = 0.32 \text{ m}$   
কুন্ডলীর পাকসংখ্যা,  $n = 400$   
কুন্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 3.1 \text{ A}$   
বের করতে হবে, কুন্ডলীটির কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের পরিমাণ  $B = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } B &= \frac{\mu_0 n I}{2r} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 400 \times 3.1 \text{ A}}{2 \times 0.32 \text{ m}} \\ &= 2.435 \times 10^{-3} \text{ T (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** চিত্রমতে, চিত্রে কুন্ডলীদ্বয়কে এমনভাবে দেখানো হয়েছে তলদ্বয় একই সমতলে থাকে।



বৃত্তাকার কুন্ডলীর কেন্দ্রে যে চৌম্বক ক্ষেত্র আবিষ্ট হবে তা আয়তাকার কুন্ডলীর তড়িৎ প্রবাহের সাথে interaction বা মিথস্ক্রিয়া করবে, ফলে আয়তাকার কুন্ডলীতে টর্ক উৎপন্ন হবে।

বৃত্তাকার কুন্ডলীর তুলনায় আয়তাকার কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল অনেক কম তাই আয়তাকার কুন্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব বা চৌম্বক ক্ষেত্র সুসম মানের হবে যা  $2.435 \times 10^{-3} \text{ T}$  মানের ('গ' অংশে নির্ণীত)।

এক্ষেত্রে,  $\vec{\tau} = NIA \times \vec{B}$  সূত্র প্রয়োগ করতে গেলে,

$N$  = আয়তাকার কুন্ডলীর পাকসংখ্যা = 500

$I$  = আয়তাকার কুন্ডলীর প্রবাহ = 4A

$A$  = আয়তাকার কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল =  $5 \text{ cm} \times 3 \text{ cm} = 15 \text{ cm}^2$   
 $= 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$B$  = সংশ্লিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র =  $2.435 \times 10^{-3} \text{ T}$

$\vec{A}$  দ্বারা আয়তাকার কুন্ডলীর তল ভেক্টর বুঝায়। এই ভেক্টরের দিক কুন্ডলীর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহের দিকের উপর নির্ভর করে (সমাবর্তী না বিসমাবর্তী) তলের লম্বদিকে হয়।

$N, I, A, B$  এর মান প্রদত্ত হওয়ায় টর্কের ( $\tau$ ) মান সর্বোচ্চ হবে যদি  $\vec{A}$  ও  $\vec{B}$  এর মধ্যকার কোণ,  $\theta = 90^\circ$  হয়।

উপরের দেখানো চিত্রানুসারে,  $\vec{B}$  এর দিক কাগজের তলের লম্ব বরাবর। তাই  $\vec{A}$  ভেক্টরের দিক হবে কাগজের তলের সমান্তরালে। এটি সম্ভব যদি আয়তাকার কুন্ডলীর তল বৃত্তাকার কুন্ডলীর তলের লম্বদিকে থাকে, অর্থাৎ, কাগজের তলের ওপর লম্ব হয়।

সুতরাং, উপরোক্ত বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, আয়তাকার কুন্ডলীর তল ও বৃত্তাকার কুন্ডলীর তল পরস্পরের লম্ব অবস্থায় থাকলে ক্রিয়াশীল টর্ক সর্বাধিক হয়।

**প্রশ্ন ২০** বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনের দু'টি খুঁটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 100m এবং এর মধ্য দিয়ে 2.5 A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। এক ব্যক্তি তারটিকে 1.5 m ব্যাসার্ধের একটি সিলিন্ডারের অক্ষ অবস্থিত বিবেচনা করে ফ্লাক্স নির্ণয়ের চেষ্টা করছিলেন এবং অপর এক ব্যক্তি সম দৈর্ঘ্যের তারকে 100 পাকের বৃত্তাকার কুন্ডলীতে পরিণত করে একই পরিমাণ তড়িৎ চালনা করলেন।

[কার্টনমেট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, জাহানাবাদ, খুলনা]

- তড়িত চৌম্বক আবেশ কী? ১
- 220V ডিসি ও 220V শীর্ষমানবিশিষ্ট এসি এর মধ্যে কোনটি বেশি বিপজ্জনক? ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের তথ্য থেকে ১ম ব্যক্তি ফ্লাক্সের মান কত পেয়েছিল? ৩
- উদ্দীপকের ২য় ব্যক্তি কুন্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ১ম ব্যক্তির প্রাপ্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হয়েছিল কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রকাশ কর। ৪

#### ২০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** পরিবর্তনশীল চৌম্বক ফ্লাক্স তথা ক্ষেত্র দ্বারা বদ্ধ কুন্ডলীতে তড়িচ্চালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহের উৎপত্তির ঘটনাকে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ বলা হয়।

**খ** 220V AC বললে তার কার্যকরী মান 220V হলেও তার শীর্ষমান  $= 220 \times \sqrt{2} = 311 \text{ V}$ । কোনো ব্যক্তি যদি 220V DC শক পায় তবে এটি 220V দ্বারাই হবে। কিন্তু যদি 220V AC শক পান, তবে সর্বাধিক শক পাবেন 311V যা 220V এর শক অপেক্ষা অনেক বেশি হবে। এজন্য নিঃসন্দেহে 220V AC বিভব 220V DC বিভব থেকে অধিক বিপজ্জনক।

**গ** দেওয়া আছে,

সোজা তারের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান,  $I = 2.5 \text{ A}$

তার হতে বিবেচনাধীন অবস্থানের দূরত্ব,  $r = 1.5 \text{ m}$

জানা আছে, শূন্যস্থান বা বায়ুতে চৌম্বক প্রবেশ্যতা,

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

কল্পিত সিলিন্ডারের দৈর্ঘ্য  $L = 100 \text{ m}$

বের করতে হবে, কল্পিত সিলিন্ডারের বক্রতলে জড়িত ফ্লাক্সের মান,  $\phi = ?$

উক্ত অবস্থানে আবিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 2.5 \text{ A}}{2\pi \times 1.5 \text{ m}} = 3.33 \times 10^{-7} \text{ T}$$

এখানে, তলের প্রতিটি ক্ষুদ্র অংশে  $\vec{B}$  (ক্ষেত্রফল ভেক্টর)- এর দিক এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের ( $\vec{B}$ ) দিক পরস্পর লম্ব

$$\therefore \text{১ম ব্যক্তি চৌম্বক ফ্লাক্সের মান পেয়েছিলেন, } \phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \\ = \int B dA \cos 90^\circ = \int 0 = 0$$

**ঘ** 100m দৈর্ঘ্যের তারকে 100 পাকের বৃত্তাকার কুন্ডলীতে পরিণত করলে কুন্ডলীর ব্যাসার্ধ  $r$  হলে,  $100 \times 2\pi r = 100 \text{ m}$

$$\therefore r = \frac{1}{2\pi} \text{ m} = 0.159 \text{ m}$$

$\therefore$  ২য় ব্যক্তি কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে  $I = 2.5 \text{ A}$  মানের তড়িৎ প্রবাহিত

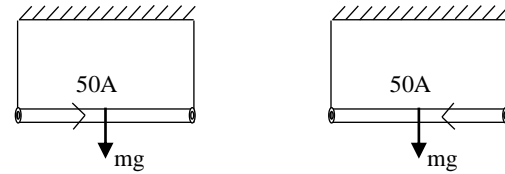
হলে এর কেন্দ্রে আবিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 100 \times 2.5 \text{ A}}{2 \times 0.159 \text{ m}} = 9.88 \times 10^{-4} \text{ T}$$

লক্ষ্যকরি,  $9.88 \times 10^{-4} \text{ T} > 3.33 \times 10^{-7} \text{ T}$

সতরাং, উদ্দীপকের ২য় ব্যক্তি কুন্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান ১ম ব্যক্তির প্রাপ্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের চেয়ে বেশি হয়েছিল।

**প্রশ্ন ২১** একটি সোজা অনুভূমিক পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্য 0.5 m এর ভর 400 gm। এটিকে অনুভূমিকভাবে ঝুলানো হলো এর দু প্রান্তে সংযুক্ত দুটি ওজনহীন সুতার সাহায্যে। তারটিতে তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে 50A।



[শহীদ বীর উত্তম লে: আনোয়ার গার্লস কলেজ, ঢাকা]

- লেঞ্জের সূত্রটি বিবৃত কর। ১
- 220V DC অপেক্ষা 220V A.C বিপদজনক কেন? ২
- কত বহি: চৌম্বক ক্ষেত্র এবং কোন দিকে স্থাপন করলে প্রতিটি সুতার টান বল শূন্য হবে? ৩
- যদি তড়িৎ প্রবাহের দিক বিপরীত করা হয় তাহলে প্রতিটি সুতার টান বল কত হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** লেঞ্জের সূত্রটি হলো- যেকোনো তড়িচ্চুম্বকীয় আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ এমন হবে যেন, যে কারণ বা পরিবর্তনের ফলে প্রবাহের সৃষ্টি হয়, প্রবাহ সর্বদা সেই কারণকে বা পরিবর্তনকে বাধা দেয়।

**খ** 220V AC বললে তার কার্যকরী মান 220V হলেও তার শীর্ষমান  $= 220 \times \sqrt{2} = 311 \text{ V}$ । কোনো ব্যক্তি যদি 220V DC শক পায় তবে এটি 220V দ্বারাই হবে। কিন্তু যদি 220V AC শক পান, তবে সর্বাধিক শক পাবেন 311V যা 220V এর শক অপেক্ষা অনেক বেশি হবে।

এজন্য নিঃসন্দেহে 220V AC বিভব 220V DC বিভব থেকে অধিক বিপজ্জনক।

**গ** দেওয়া আছে,

সোজা তারের দৈর্ঘ্য,  $l = 0.5 \text{ m}$

তারের ভর,  $m = 400 \text{ gm} = 0.4 \text{ kg}$

তারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ,  $I = 50 \text{ A}$

প্রতিটি সুতার টান বল শূন্য হতে হলে তারের  $F_m$  ওপর চৌম্বক বল খাড়া উপরের দিকে প্রযুক্ত হতে হবে।

এক্ষেত্রে ফ্লেমিং এর বাম হাণ্ড নিয়ম অনুসারে, চৌম্বক ক্ষেত্রের ( $\vec{B}$ ) দিক হতে হবে, কাগজের পৃষ্ঠের লম্ব বরাবর ভিতরের দিকে।

এক্ষেত্রে চৌম্বক বল,  $F_m =$  তারের ওজন

$$= mg = 0.4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 3.92 \text{ N}$$

আবার,  $F_m = IBl \sin 90^\circ$  [ $\vec{l}$  ও  $\vec{B}$  এর মধ্যকার কোণ,  $\theta = 90^\circ$ ]

$$= IBl$$

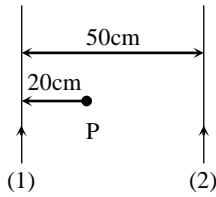
$$\therefore B = \frac{F_m}{Il} = \frac{3.92 \text{ N}}{50 \text{ A} \times 0.5 \text{ m}} = 0.1568 \text{ T}$$

$\therefore$  নির্ণেয় চৌম্বক ক্ষেত্রের মান 0.1568T এবং এর দিক কাগজ তলের লম্ব বরাবর ভিতরের দিকে।

**ঘ** তড়িৎপ্রবাহের দিক বিপরীত করা হলে  $\vec{F}_m = I\vec{l} \times \vec{B}$  সূত্রানুসারে ( $I\vec{l}$  বা প্রবাহ উপাদানের দিক বিপরীতমুখী হয়ে যাওয়ায়) চৌম্বক বলের দিকও বিপরীত হয়ে যাবে, যা ফ্লেমিং এর বাম হাণ্ড নিয়ম প্রয়োগ করে পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে তারের ওপর উল্লম্ব নিচের দিকে লক্টিটান বল = তারের ওজন + চৌম্বক বল =  $3.92 \text{ N} + 3.92 \text{ N} = 7.84 \text{ N}$

$$\text{সেক্ষেত্রে প্রতিটি সুতার টান বল হবে} = \frac{7.84 \text{ N}}{2} = 3.92 \text{ N}$$

**প্রশ্ন ২২** উদ্দীপক: (1) ও (2) নং তারে বিদ্যুৎ প্রবাহ যথাক্রমে 2A ও 3A



[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. হল ক্রিয়া কী?

১

খ. অ্যাম্পিয়ারের সূত্রের সাহায্যে অসীম দৈর্ঘ্যের বিদ্যুৎবাহী তার থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বের চৌম্বক ক্ষেত্রের মান দেখাও।

২

গ. (1) নং তারের দ্বারা সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র অপর তারটির 10cm দৈর্ঘ্যে কত বল প্রয়োগ করবে?

৩

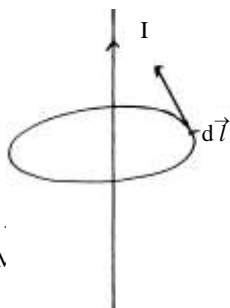
ঘ. গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ P বিন্দুতে লক্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্দেশ কর।

৪

### ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** ফলক বা পাত আকৃতির পরিবাহীর মধ্যে দৈর্ঘ্য বরাবর তড়িৎ প্রবাহিত হলে এবং বেধ বা উচ্চতা বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্র বিরাজ করলে, এর প্রস্থ বরাবর দুই প্রান্তের মধ্যে একটি বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়। এ ঘটনাকে 'হল ক্রিয়া' বলে।

**খ** মনেকরি, একটি অসীম দৈর্ঘ্যের সোজা তারের মধ্যদিয়ে I মানের তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। একটি হতে a দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বের করতে হবে।



তারটিকে অক্ষ হিসেবে বিবেচনা করে

এর চারপাশে a ব্যাসার্ধের একটি লুপ

বিবেচনা করি। উক্ত লুপের একটি

ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র অংশের দৈর্ঘ্য dl এবং

একে d $\vec{l}$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

তাহলে অ্যাম্পিয়ারের সূত্রানুসারে,

$$\nabla \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I \dots\dots\dots (i)$$

কিন্তু লুপের প্রতিটি অংশের  $\vec{B}$  এবং  $d\vec{l}$  এর দিক অভিন্ন।

$$\therefore \nabla \vec{B} \cdot d\vec{l} = \nabla B \cdot dl \cos 0^\circ$$

$$= B \nabla dl \times 1 = B [2\pi a] \text{ [বা } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}]$$

$$\therefore (i) \text{ হতে পাই, } B [2\pi a] = \mu_0 I \text{ বা, } \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

$\therefore$  অসীম দৈর্ঘ্যের বিদ্যুৎবাহী তার থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে (a) চৌম্বক

ক্ষেত্রের মান,  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ , যা অ্যাম্পিয়ারের সূত্র প্রয়োগ করে পাওয়া গেল।

**গ** দেওয়া আছে,

1 ও 2 নং জানা তারের প্রবাহের মান যথাক্রমে  $I_1 = 2 \text{ A}$ ,  $I_2 = 3 \text{ A}$

তারদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব  $a = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$

জানা আছে, শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$

২নং তারের বিবেচ্য দৈর্ঘ্য,  $l = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

বের করতে হবে, উক্ত দৈর্ঘ্যে প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

আমরা জানি, পরস্পর a দূরত্বে রাখা অসীম দৈর্ঘ্যের এবং নগণ্য প্রস্থচ্ছেদের দুটি তারের মধ্যদিয়ে  $I_1$  ও  $I_2$  মানের প্রবাহ একই দিকে চললে, তারদ্বয়ের যেকোনোটির প্রতি একক দৈর্ঘ্যে চৌম্বক বলের মান,

$$F' = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$$

$\therefore$  ২নং তারের  $l = 0.1 \text{ m}$  দৈর্ঘ্যে প্রযুক্ত বলের মান,

$$F' = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 2 \text{ A} \times 3 \text{ A} \times 0.1 \text{ m}}{2\pi \times 0.1 \text{ m}}$$

$$= 1.2 \times 10^{-6} \text{ N (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপকের প্রথম তারের মধ্যদিয়ে  $I_1 = 2 \text{ A}$  প্রবাহের দরুন এটি হতে  $a_1 = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$  দূরত্বে অবস্থিত p বিন্দুতে আবিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র,

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 2 \text{ A}}{2\pi \times 0.2 \text{ m}} = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$$

আবার, দ্বিতীয় তারের মধ্যদিয়ে  $I_2 = 3 \text{ A}$  প্রবাহের দরুন এটি হতে

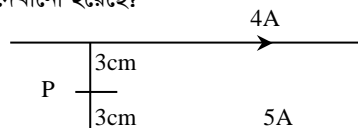
$a_2 = 50 \text{ cm} - 20 \text{ cm} = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$  দূরত্বে অবস্থিত P বিন্দুতে আবিষ্ট

$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 3 \text{ A}}{2\pi \times 0.3 \text{ m}} = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$$

ফ্লেমিংএর ডানহাণ্ড নিয়ম ব্যবহার করে পাই,  $\vec{B}_1$  এর দিক কাগজ পৃষ্ঠের লম্ব বরাবর নিচের দিকে এবং  $\vec{B}_2$  এর দিক কাগজ পৃষ্ঠের লম্ব বরাবর খাড়া উপরের দিকে। অর্থাৎ,  $\vec{B}_1$  ও  $\vec{B}_2$  এর দিক পরস্পর বিপরীত। তদুপরি গাণিতিক বিশ্লেষণে পাই,  $\vec{B}_1$  এবং  $\vec{B}_2$  এর মান সমান।

সুতরাং, উদ্দীপকের P বিন্দুতে লক্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের ( $\vec{B}$ ) মান শূন্য।  $\vec{B}$  শূন্য ভেক্টর হওয়ায় এর দিক সুনির্দিষ্ট নয়।

**প্রশ্ন ২৩** চিত্রে দুটি সমান্তরাল তড়িৎবাহী পরিবাহক এবং সংশ্লিষ্ট প্রবাহমাত্রা দেখানো হয়েছে?



[দিনাজপুর সরকারি কলেজ]

- ক. লরেঞ্জ বল কী? ১  
খ. চৌম্বক বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয় কেন- ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. উভয় তারের প্রবাহ P বিন্দুতে মোট কত মানের চৌম্বকক্ষেত্র করবে? ৩  
ঘ. তার দুটি পরস্পরকে আকর্ষণ না বিকর্ষণ করবে- মতামত দাও। ৪

## ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো স্থানে তড়িৎ ক্ষেত্র ও চৌম্বক ক্ষেত্র যুগপৎ বিদ্যমান থাকলে সেখানে একটি গতিশীল চার্জ যে লব্ধি বল অনুভব করে তাকে লরেঞ্জ বল বলে।

**খ**  $\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$  সূত্রানুসারে এটা স্পষ্ট যে কোনো নির্দিষ্ট মুহূর্তে চার্জ যেদিক গতিশীল থাকে, চৌম্বক বলের দিক হয় তার লম্ব দিকে। অর্থাৎ, প্রতিটি মুহূর্তে গতিশীল চার্জের যে ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র সরণ ( $\Delta \vec{S}$ ) ঘটে তার দিক হয় চৌম্বক বল  $\vec{F}_m$  এর লম্বদিকে। তাই  $W = \vec{F} \cdot \vec{S} = FS \cos\theta$  সূত্রানুসারে প্রতিটি মুহূর্তে চৌম্বক বল দ্বারা কৃতকাজ,

$$W = \vec{F}_m \cdot \Delta \vec{S} = F_m \Delta S \cos 90^\circ = 0$$

এভাবে সর্বদা চৌম্বক বলের লম্বদিকে সরণ ঘটায় চৌম্বক বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়।

**গ** দেওয়া আছে, সমান্তরাল তারদ্বয়ের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত প্রবাহদ্বয়,  $I_1 = 4A$ ,  $I_2 = 5A$

P বিন্দু হতে উভয় তারের লম্ব দূরত্ব  $a = 3cm = 0.03m$

জানা আছে, শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা,

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

বের করতে হবে, P বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = ?$

১ম তারের প্রবাহের দরুন P বিন্দুতে আবিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র,

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} WbA^{-1}m^{-1} \times 4A}{2\pi \times 0.03m} = 2.67 \times 10^{-5} T$$

২য় তারের প্রবাহের দরুন P বিন্দুতে আবিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র,

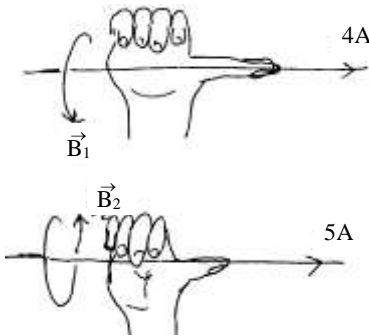
$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} WbA^{-1}m^{-1} \times 5A}{2\pi \times 0.03m} = 3.33 \times 10^{-5} T$$

চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ণয়ে ফ্লেমিং এর ডানহাঙ্গড় নিয়ম প্রয়োগ করে পাই, P বিন্দুতে  $\vec{B}_1$  ও  $\vec{B}_2$  এর দিক পরস্পর বিপরীত।

$\therefore$  নির্ণেয় লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = B_2 - B_1$

$$= 3.33 \times 10^{-5} T - 2.67 \times 10^{-5} T$$

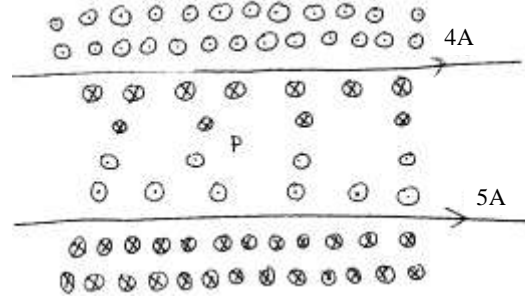
$$= 0.66 \times 10^{-5} T \quad (\text{Ans.})$$

**ঘ**

ওপরের চিত্রে তারদ্বয়ে প্রবাহের দরুন সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ণয়ে ফ্লেমিং এর ডানহাঙ্গড় নিয়মের প্রয়োগ দেখানো হয়েছে। চিত্র হতে স্পষ্টত: যে, তারদ্বয়ে মাঝামাঝি অঞ্চলে  $\vec{B}_1$  ও  $\vec{B}_2$  এর দিক

পরস্পর বিপরীত। তাই তারদ্বয়ের মাঝামাঝি অঞ্চলে লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র অত্যন্ত দুর্বল হবে এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের বলরেখা সমূহ সংখ্যায় অত্যন্ত কম হবে। একই সূত্র প্রয়োগ করে দেখানো যায় যে, 4A তারের ওপরের অঞ্চলে এবং 5A তারের নিচের অঞ্চলে লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্র তুলনামূলকভাবে প্রবল হবে এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের বলরেখাসমূহ সংখ্যায় তুলনামূলক ভাবে বেশি হবে। সমগ্র ব্যাপারটি ৩ এবং ৪ প্রচলিত চিত্রের মাধ্যমে নিচের চিত্রে দেখানো হলো।

৩ দ্বারা কাগজে তল হতে লম্ব বরাবর উপরের দিকে চৌম্বক বলরেখার দিক বোঝায় এবং ৪ দ্বারা কাগজের তল হতে লম্ব বরাবর নিচের দিকে চৌম্বক বলরেখার দিক বোঝায়?



তাহলে দেখা যাচ্ছে যে, উপরের তারের উপরের পাশ এবং নিচের তারের নিচের পাশের তুলনায় তারদ্বয়ের মাঝামাঝি অঞ্চলে চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা অত্যন্ত কম। আমরা জানি চৌম্বক বলরেখাসমূহ স্থিতিস্থাপক সূতার ন্যায় আচরণ করে, অর্থাৎ এরা সর্বদা দৈর্ঘ্য বরাবর সংকুচিত হতে চায়। তাই এরা পরস্পরের ওপর পার্শ্বচাপ প্রয়োগ করে, যা সমমুখী বলরেখা সমূহের মধ্যকার বিকর্ষণ বল সৃষ্টি করে। এজন্য ওপরের তারটি নিচের দিকে এবং নিচের তারটি উপরের দিকে চলে যাবার প্রয়াস পায় অর্থাৎ তারদ্বয় পরস্পরের কাছাকাছি চলে আসে। এতে প্রতীয়মান হয় উদ্দীপকের তারদ্বয় পরস্পরকে আকর্ষণ করে।

**প্রশ্ন ২৪** 0.5m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পরিবাহীর পাকসংখ্যা 200 এবং এর মধ্যদিয়ে 20A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে  $\vec{B}$  এর মান নির্ণয় করা যায়। আবার ঐ কুন্ডলীর পরিবাহী তারকে সোজা করে কুন্ডলীর ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বে  $\vec{B}$  এর মান নির্ণয় করা যায়। এ অবস্থায় তড়িৎ প্রবাহ স্থির রেখে 5T মানের চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে স্থাপন করা হলো।

[নড়াইল সরকারি ভিক্টোরিয়া কলেজ, নড়াইল]

- ক. হল ভোল্টেজ কাকে বলে? ১  
খ. সুষম চুম্বক ক্ষেত্রের সাথে সমকোণে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল সর্বাধিক- ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. তারটি সোজা করার পর চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত অবস্থায় এর উপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. উদ্দীপকে কোন ক্ষেত্রে  $\vec{B}$  এর মান কম- গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা দাও। ৪

## ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর যে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তথা ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় তাকে হল বিভব বলে।

**খ** আমরা জানি, চৌম্বক ক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল,  $F = qvB \sin\theta$

এখানে,  $B =$  চৌম্বকক্ষেত্রের মান

$v =$  চার্জের বেগ

$q =$  চার্জের পরিমাণ

$\theta = \vec{B}$  ও  $\vec{v}$  এর মধ্যবর্তী কোণ।

সুতরাং দেখা যায় যে,  $F$  এর মান সর্বাধিক হবে যদি  $\sin\theta$  এর মান সর্বাধিক হয় বা  $\theta = 90^\circ$

সুতরাং, সুযম চৌম্বকক্ষেত্রে সমকোণে গতিশীল চার্জের উপর ত্রিযাশীল বলের মান সর্বাধিক হয়।

গ এখানে,

বৃত্তাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ,  $r = 0.5 \text{ m}$

পাকসংখ্যা,  $n = 200$

$$\therefore \text{সোজা তারের দৈর্ঘ্য, } L = 2\pi r \times n \\ = (2 \times 3.14 \times 0.5 \times 200) \text{ m} \\ = 628 \text{ m}$$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 20 \text{ A}$

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = 5 \text{ T}$

চৌম্বক ক্ষেত্রেও সোজা পরিবাহীর মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 90^\circ$

সোজা তারের উপর ত্রিযাশীল বল  $F = ?$

আমরা জানি,  $F = BIL \sin\theta$

$$= 5 \times 20 \times 628 \times \sin 90^\circ \\ = 62800 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

বৃত্তাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ,  $r = 0.5 \text{ m}$

বৃত্তাকার পরিবাহীর পাকসংখ্যা,  $n = 200$

সোজা তার হতে উলে-খিত বিন্দুর দূরত্ব,  $a = 0.5 \text{ m}$

চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1}$

মনেকরি, বৃত্তাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র  $B$  ও সোজা পরিবাহীর জন্য উলে-খিত বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র  $B'$ ।

আমরা জানি,

$$B = \frac{n\mu_0 I}{2r} \text{ [বৃত্তাকার পরিবাহীর জন্য]}$$

$$\text{বা, } B = \frac{200 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 20}{2 \times 0.5}$$

$$\therefore B = 5.024 \times 10^{-3} \text{ T}$$

$$\text{আবার, } B' = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

$$\text{বা, } B' = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20}{2\pi \times 0.5} \text{ [সোজা তারের ক্ষেত্রে]}$$

$$\therefore B' = 8 \times 10^{-6} \text{ T} < B$$

সুতরাং, সোজা তারের ক্ষেত্রে  $B'$  এর মান কম।

**প্রশ্ন ▶ ২৫**  $31.5 \times 10^{-2} \text{ m}$  ব্যাসের একটি কুন্ডলীর পাক সংখ্যা 400 এবং এর মধ্য দিয়ে  $5 \times 10^{-7} \text{ Amp}$  তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

- ক. চৌম্বক ভ্রামক কী? ১
- খ. হল বিভব  $0.5 \text{ V}$  বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. কুন্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. সম্পূর্ণ কুন্ডলীকে একটি সরল তারে পরিণত করলে, কুন্ডলীর ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের কোনো পরিবর্তন হবে কি না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো চুম্বকের মেরুদ্বয়ের যে কোনো একটির মেরুশক্তি এবং চৌম্বক দৈর্ঘ্যের গুণফলকে এর চৌম্বক ভ্রামক বলে।

**খ** হলবিভব  $0.5 \text{ V}$  বলতে বুঝায় কোনো তড়িৎপ্রবাহী পরিবাহীকে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্বভাবে  $0.5 \text{ volt}$  বিভব উৎপন্ন হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

কুন্ডলীর ব্যাস,  $2r = 31.5 \times 10^{-2} \text{ m}$

কুন্ডলীর পাকসংখ্যা,  $n = 400$

কুন্ডলীর মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 5 \times 10^{-7} \text{ A}$

জানা আছে,

শূন্য স্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1}$

বের করতে হবে, কুন্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = ?$

আমরা জানি,

$$B = \frac{\mu_0 n I}{2r} \\ = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1} \times 400 \times 5 \times 10^{-7} \text{ A}}{31.5 \times 10^{-2} \text{ m}} \\ = 7.98 \times 10^{-10} \text{ T (Ans.)}$$

**ঘ** সম্পূর্ণ কুন্ডলীকে একটি তারে পরিণত করে তার হতে কুন্ডলীর ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বে অর্থাৎ,

$$a = r = \frac{31.5 \times 10^{-2} \text{ m}}{2} = 0.1575 \text{ m}$$

দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয় করা

হলে, এক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহের মান কুন্ডলীর মতোই হবে,

অর্থাৎ,  $I = 5 \times 10^{-7} \text{ A}$

$\therefore$  সোজা তার হতে,  $a = 0.1575 \text{ m}$  দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্র,

$$B' = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1} \times 5 \times 10^{-7} \text{ A}}{2\pi \times 0.1575 \text{ m}}$$

$$= 6.35 \times 10^{-13} \text{ T}$$

লক্ষ্যকরি,  $6.35 \times 10^{-13} \text{ T} \ll 7.98 \times 10^{-10} \text{ T}$

বা,  $B' \ll B$

অর্থাৎ সোজা তারের ক্ষেত্রে চৌম্বক ক্ষেত্র কুন্ডলীর তুলনায় অনেক কম।

সুতরাং, সম্পূর্ণ কুন্ডলীকে একটি সরল তারে পরিণত করলে কুন্ডলীর ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের পরিবর্তন হবে।

**প্রশ্ন ▶ ২৬** রতন একটি সোজা তারের মধ্য দিয়ে  $5 \text{ amp}$  তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে লম্বভাবে একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করল। এতে ক্ষেত্র দ্বারা তারের একক দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল  $10 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ । পরবর্তীতে তারটিকে  $30^\circ$  কোণে সামান্য ঘুরিয়ে সে দেখলো এর একক দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল অর্ধেক হয়ে যায়। [চট্টগ্রাম মহিলা কলেজ]

ক. অদৃশ্য বস্তু (Dark Matter) কাকে বলে? ১

খ. কোন কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $1 \text{ henry}$  বলতে কি বুঝে? ২

গ. চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বের কর। ৩

ঘ. রতনের পর্যবেক্ষণের সঠিকতা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই করে মসৃণ কর। ৪

#### ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** এই মহাবিশ্বে বিপুল পরিমাণ অদৃশ্য ভর রয়েছে, যা গ্যালাক্সির নক্ষত্রগুলোকে বিপুল বেগে ঘুরানোর জন্য অত্যন্ত শক্তিশালী মহাকর্ষ বলের সরবরাহ করে। এই বিপুল পরিমাণ অদৃশ্য ভরকেই অদৃশ্য বস্তু (Dark Matter) বলে।

**খ** স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্কের এস. আই একক হচ্ছে হেনরি (H)। কোনো কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে এক অ্যাম্পিয়ার হারে পরিবর্তিত হলে যদি ঐ কুন্ডলীতে এক ভোল্ট তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয় তাহলে ঐ কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ককে এক হেনরি বা  $1 \text{ henry}$  বলে।

$$\text{অর্থাৎ, } 1 \text{ henry} = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A s}^{-1}} = 1 \text{ Vs A}^{-1}$$

**গ** জানা আছে,

$$F = I B \sin\theta$$

এখানে,

বা,  $F = I/B \sin 90^\circ$

বা,  $F = I/B$

বা,  $B = \frac{F}{I} \times \frac{1}{I}$

$$= 10 \times 10^{-3} \times \frac{1}{5}$$

$$= 2 \times 10^{-3} \text{ T (Ans.)}$$

ঘ

জানা আছে,

$F = I/B \sin \theta$

বা,  $\frac{F}{I} = B \sin \theta$

$$= 5 \times 2 \times 10^{-3} \times \sin 30^\circ$$

$$= 5 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$$

লম্বভাবে স্থাপিত তারের একক দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল,

$F_1 = 10 \times 10^{-3} \text{ N/m}$

$30^\circ$  কোণে স্থাপিত তারের একক দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল,

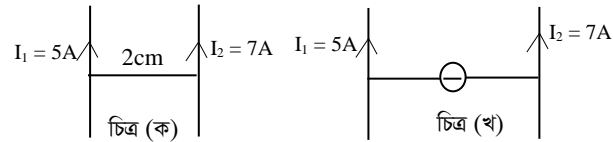
$F_2 = 5 \times 10^{-3} \text{ N/m}$

$$\therefore \frac{F_2}{F_1} = \frac{5 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}} = \frac{1}{2}$$

বা,  $F_2 = \frac{1}{2} \times F_1$

$\therefore$  রতনের পর্যবেক্ষণ সঠিক।

প্রশ্ন ২৭



[বাংলাদেশ নৌবাহিনী স্কুল এন্ড কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. চৌম্বক ফ্লাক্স কি? ১

খ. চৌম্বক মোমেন্টের ভিত্তিতে ডায়া, প্যারা ও ফেরো চৌম্বক পদার্থের মধ্যকার পার্থক্য ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ক চিত্রে তারদ্বয়ের প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বল বের কর। ৩

ঘ. খ চিত্রে তার দ্বয়ের মাঝ বরাবর  $2 \text{ MeV}$  শক্তি সম্পন্ন গতিশীল একটি ইলেকট্রন গতিপথ হতে বিচ্যুত না হয়ে চলতে পারবে কিনা উদ্দীপকের আলোকে যাচাই কর। ৪

### ২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

কোনো তলের ক্ষেত্রফল এবং ঐ তলের লম্ব বরাবর চৌম্বকক্ষেত্রের উপাংশের গুণফলকে ঐ তলের সাথে সংশ্লিষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।

যে সব পদার্থের আণবিক চৌম্বক দ্বিমেরু মোমেন্ট শূন্য অর্থাৎ যেসব পদার্থের অণু স্থায়ী চৌম্বক দ্বিমেরু নয় সেগুলোই ডায়াচৌম্বক পদার্থ। এসব পদার্থের অণুস্থ বিভিন্ন ইলেকট্রনের কক্ষীয় ও স্পিন গতির জন্য সৃষ্ট চৌম্বক আমকের ভেক্টর যোগফল শূন্য হয়। প্যারাচৌম্বক পদার্থের অণুস্থ বিভিন্ন ইলেকট্রনের কক্ষীয় ও স্পিন গতির জন্য সৃষ্ট চৌম্বক মোমেন্টের ভেক্টর যোগফল শূন্য হয় না বলে অণুগুলো স্থায়ী চৌম্বক দ্বিমেরু অর্থাৎ এদের অণুগুলোর স্থায়ী চৌম্বক মোমেন্ট বিদ্যমান। ফেরোচৌম্বক পদার্থের অণুগুলোতেও স্থায়ী চৌম্বক মোমেন্ট

বিদ্যমান। তবে প্যারাচৌম্বক পদার্থের তুলনায় ফেরোচৌম্বক পদার্থের অণুগুলোর স্থায়ী চৌম্বক মোমেন্ট অনেক বেশি শক্তিশালী। তদুপরি, প্যারাচৌম্বক পদার্থের (কেলাস) মোমেন্টগুলো ইতস্ততঃভাবে ছড়ানো থাকে এবং ফেরোচৌম্বক পদার্থের (কেলাসে) অনেকগুলো চৌম্বক মোমেন্ট সমান্তরালে ও একই অভিমুখী থেকে এক একটি ডোমেইন গঠন করে।

দেওয়া আছে,

সমান্তরাল তার দ্বয়ের মধ্যে সমমুখী তড়িৎ প্রবাহদ্বয়  $I_1 = 5 \text{ A}$ ,  $I_2 = 7 \text{ A}$

তারদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব,  $a = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$

শূন্যস্থান বা বায়ুর চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$

বের করতে হবে, একক দৈর্ঘ্যে চৌম্বক বল,  $F_m = ?$

আমরা জানি,

$$F_m = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 5 \text{ A} \times 7 \text{ A}}{2\pi \times 0.02 \text{ m}}$$

$$= 3.5 \times 10^{-4} \text{ Nm}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

মনে করি, খ চিত্রের তারদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব,  $a = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$  প্রথম তারে প্রবাহের দরুন তারদ্বয়ের মাঝামাঝি P বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্র,

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a/2}$$

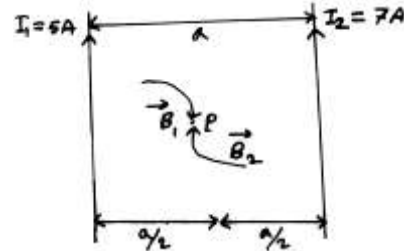
$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 5 \text{ A}}{\pi \times 0.02 \text{ m}} = 10^{-4} \text{ T}$$

দ্বিতীয় তারে প্রবাহের দরুন তারদ্বয়ের মাঝামাঝি P বিন্দুতে চৌম্বক

$$\text{আবেশ ক্ষেত্র, } B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a/2}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 7 \text{ A}}{\pi \times 0.02 \text{ m}}$$

$$= 1.4 \times 10^{-4} \text{ T}$$



সোজা পরিবাহীর মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহের দরুন আবিষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ধারণে ফ্লেমিং এর ডানহাঁড় নিয়ম প্রয়োগ করে পাই,

$\vec{B}_1$  এর দিক কাগজ তলের লম্ব বরাবর নিচের দিকে এবং  $\vec{B}_2$  এর দিক কাগজ তলের লম্ববরাবর উপরের দিকে। অর্থাৎ  $\vec{B}_1$  ও  $\vec{B}_2$  পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে।

$$\therefore \text{ P বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্র, } B = B_2 - B_1 [\because B_2 > B_1]$$

$$= 1.4 \times 10^{-4} \text{ T} - 10^{-4} \text{ T} = 0.4 \times 10^{-4} \text{ T} = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$$

লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্র,  $\vec{B}$  এর দিক হবে  $\vec{B}_2$  এর দিকে, অর্থাৎ কাগজ তলের লম্ব বরাবর উপরের দিকে। সুতরাং ইলেকট্রনের গতিবেগ  $\vec{v}$  এবং  $\vec{B}$  এর মধ্যকার কোণ  $\theta = 90^\circ$ .

$$= 8.386 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

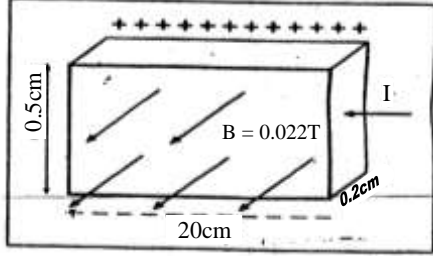
$$\therefore \text{ ইলেকট্রনটির ওপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল, } F_m = qvB \sin \theta$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 8.386 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \times 4 \times 10^{-5} \text{ T} \times \sin 90^\circ$$

$$= 5.367 \times 10^{-15} \text{ N}$$

∴ P বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্র শূন্য নয়, তাই খ চিত্রের তারদ্বয়ের মাঝ বরাবর 2 MeV শক্তি সম্পন্ন গতিশীল একটি ইলেকট্রন গতিপথ হতে বিচ্যুত না হয়ে চলতে পারবে না।

**প্রশ্ন ২৮**  $4 \times 10^{-3} \text{ms}^{-1}$  তাড়ন বেগের ইলেকট্রন কোন আয়তাকার ধাতব পাতের মধ্য দিয়ে চিত্র মোতাবেক প্রবাহিত হচ্ছে।



[সরকারি সিটি কলেজ, চট্টগ্রাম]

- চৌম্বক প্রবণতা কাকে বলে? ১
- একটি চুম্বক শলাকাকে ক্রমাগত ভৌগলিক উত্তর মেরুর দিকে নিয়ে গেলে কি ঘটে? ২
- পাতে সৃষ্ট হল বিভব কত? ৩
- ধন্দ্বক এবং ঋণাত্মক চার্জগুলো কেন চিত্র মোতাবেক পাতের উপর ও নিচের প্রান্তে জমা হয় বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত কোনো চৌম্বক পদার্থের চুম্বকণ মাত্রা এবং আবেশ সৃষ্টিকারী চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের অণুপাতকে চৌম্বক প্রবণতা বলে।

**খ** যদি একটি চুম্বক শলাকাকে ক্রমাগত ভৌগলিক উত্তর মেরুর দিকে নিয়ে যাওয়া হয় তবে বিনতি কোন বৃদ্ধি পেতে থাকবে এবং চৌম্বক শলাকা নিচের দিকে অবনতি হতে থাকবে।

**গ** দেওয়া আছে,

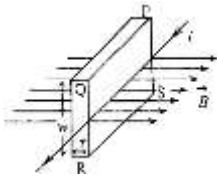
আমরা জানি,

হল বিভব,  $V_H = vBb$

$$= 4 \times 10^{-3} \times 0.022 \times 0.5 \times 10^{-2}$$

$$\therefore V_H = 4.4 \times 10^{-7} \text{V. (Ans.)}$$

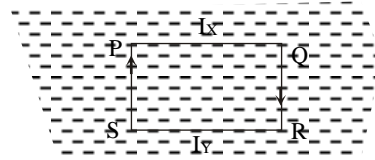
**ঘ**



ধরা যাক, সুস্থম চৌম্বক ক্ষেত্র  $\vec{B}$  এর দিকের সাথে লম্বভাবে স্থাপিত একটি পাত আকারের পরিবাহী PQRS এর মধ্যে দিয়ে P থেকে Q-এর দিকে তড়িৎ প্রবাহ চলছে। চিত্রে (x) চিহ্ন নির্দেশ করছে যে, চৌম্বক ক্ষেত্র  $\vec{B}$  -এর অভিমুখ কাগজ তলের সাথে লম্ব বরাবর ভিতরের দিকে। সুতরাং পরিবাহীর মধ্য দিয়ে গতিশীল চার্জ বাহকের ওপর একটি চৌম্বক বল ক্রিয়া করবে। যদি চার্জ বাহক ধন্দ্বক হয় তবে এর গতির দিক হবে প্রবাহের দিকে। ফ্রোমিং-এর বামহস্ত নিয়মানুসারে এর ওপর ক্রিয়াশীল বলের দিকে পাওয়া যাবে উপরের ধন্দ্বক বিভব সৃষ্টি হবে। সুতরাং PQ পৃষ্ঠের বিভব RS পৃষ্ঠের বিভব অপেক্ষা বেশি হবে অর্থাৎ  $V_{PQ} > V_{RS}$  হবে।

আবার চার্জ বাহক ঋণাত্মক হলে তার গতির দিক হবে তড়িৎ প্রবাহের বিপরীত দিকে। এক্ষেত্রেও চার্জ বাহকের ওপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের দিক হবে উপরের দিকে। এ চৌম্বক বলের প্রভাবে ঋণাত্মক চার্জ বাহক পরিবাহীর উপরের PQ পৃষ্ঠে সম্বদ্ধ হবে ফলে PQ পৃষ্ঠে ঋণাত্মক বিভব সৃষ্টি হবে। সুতরাং PQ পৃষ্ঠের বিভব RS পৃষ্ঠের বিভব অপেক্ষা কম হবে অর্থাৎ  $V_P < V_{RS}$  হবে। এখন PQ ও RS পৃষ্ঠের বিভব পরিমাপ করে যদি দেখা যায়,  $V_{PQ} > V_{RS}$  তবে বুঝতে হবে, চার্জ বাহক ধন্দ্বক আর যদি  $V_{PQ} < V_{RS}$  হয় তবে বুঝতে হবে চার্জ বাহক ঋণাত্মক।

#### প্রশ্ন ২৯



$1 \times 10^{-2} \text{ T}$  চৌম্বকক্ষেত্রে PQ = 4m ও QR = 1m আয়তাকার তার কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে 4 A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। [ভোলা সরকারি কলেজ, ভোলা]

- কার্শফের ২য় সূত্রটি বিবৃত কর? ১
- পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক 0.05 H বলতে কী বুঝ? ২
- উদ্দীপক হতে PQ ও QR বাহুর উপর চৌম্বক বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- কুন্ডলীর উপর টর্কের মান নির্ণয় কর এবং টর্কের মান কিভাবে বৃদ্ধি করা যায় ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বদ্ধ বর্তনীর অন্তর্ভূত মোট বিদ্যুৎ চালক শক্তি ঐ বর্তনীর শাখাগুলোর রোধ এবং তাদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত সংশ্লিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার গুণফলসমূহের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান।

**খ** পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক 0.05 H বলতে বোঝায় দুটি কুন্ডলির একটির মধ্য দিয়ে  $1 \text{ As}^{-1}$  হারে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটলে যদি গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি 0.05 V হয়, তবে কুন্ডলীদ্বয়ের পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক হবে 0.05 H.

**গ** দেওয়া আছে,

চৌম্বকক্ষেত্রের মান,  $B = 10^{-2} \text{ T}$

PQ বাহুর দৈর্ঘ্য, PQ = 0.4 m

QR বাহুর দৈর্ঘ্য, QR = 1 m

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 4 \text{ A}$

PQ বাহুর ওপর চৌম্বক বলের মান,  $F_{PQ} = IIB \sin \theta$

$$\text{বা, } F_{PQ} = 4 \times 0.4 \times 10^{-2} \times \sin 0^\circ$$

$$\therefore F_{PQ} = 0 \text{ N (Ans.)}$$

QR বাহুর ওপর চৌম্বক বলের মান,

$$F_{QR} = IIB \sin \theta$$

$$\text{বা, } F_{QR} = 4 \times 1 \times 10^{-2} \times \sin 90^\circ$$

$$\therefore F_{QR} = 0 \text{ N (Ans.)}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

চৌম্বকক্ষেত্রের মান,  $B = 1 \times 10^{-2} \text{ T}$

PQ বাহুর দৈর্ঘ্য, PQ = 0.4 m

QR বাহুর দৈর্ঘ্য, QR = 1 m

প্রবাহিত তড়িৎ,  $I = 4 \text{ A}$

টর্কের মান,  $\tau = NIA \times \vec{B}$



$$\begin{aligned}
&= NIAB\sin\theta \\
&= 1 \times 4 \times 4 \times 10^{-2} \sin 90^\circ \\
&= 0.16 \text{ Nm}
\end{aligned}$$

কুন্ডলির ওপর কার্যরত টর্কের মান মূলত নির্ভর করে চারটি রাশির ওপর যথা- কুন্ডলির প্যাঁচের সংখ্যা (N), তড়িৎ প্রবাহ (I), কুন্ডলির ক্ষেত্রফল (A) এবং চৌম্বকক্ষেত্রের মান (B)। এ চারটি রাশির যেকোনো একটির মান বৃদ্ধির ফলে কুন্ডলির ওপর কার্যরত টর্কের মান বৃদ্ধি পাবে।

**প্রশ্ন ৩০** একটি লম্বা ও সোজা তারে 60 A তড়িৎ সরবরাহ করা হলো। তার থেকে 40 cm দূরে P একটি বিন্দু। পরবর্তীতে তারটিকে বাঁকিয়ে 40 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার কুন্ডলী করা হলো যার কেন্দ্র হলো Q।

[সেতাবগঞ্জ অনার্স কলেজ, দিনাজপুর]

- ক. হল বিভব পার্থক্য কাকে বলে? ১  
 খ. ট্রান্সফরমার DC প্রবাহে কাজ করে না ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. পরিবাহী থেকে P এবং Q বিন্দু সমদূরে থাকলেও চৌম্বকক্ষেত্রের মান ভিন্ন হতে পারে কি? গাণিতিক বিশেষ-স্বপনসহ মতামত দাও। ৪

#### ৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎ প্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর যে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তথা ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় তাকে হল বিভব পার্থক্য বা হল ভোল্টেজ বলে।

**খ** ট্রান্সফরমারে মুখ্য কুন্ডলী থেকে পরিবর্তী বিভব গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট হয়। তাই ফ্লাক্সের পরিবর্তন বাধ্যতামূলক। যেহেতু DC প্রবাহে ফ্লাক্সের পরিবর্তন হয় না তাই ট্রান্সফরমার কখনো DC প্রবাহে কাজ করে না।

**গ**

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}
B_p &= \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \\
&= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 60 \text{ A}}{2 \times \pi \times 0.4\text{m}} \\
&= 3 \times 10^{-5} \text{ Wbm}^{-2} \\
&= 3 \times 10^{-5} \text{ T (Ans.)}
\end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned}
&\text{তারে তড়িৎ প্রবাহ, } I = 60 \text{ A} \\
&\text{P বিন্দুর দূরত্ব, } a = 40 \text{ cm} \\
&\quad \quad \quad = 0.4 \text{ m} \\
&\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \\
&\text{চৌম্বকক্ষেত্র, } B_p = ?
\end{aligned}$$

**ঘ**

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}
B_Q &= \frac{\mu_0 NI}{2r} \\
&= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 1 \times 60 \text{ A}}{2 \times 0.4\text{m}} \\
&= 9.43 \times 10^{-5} \text{ T (Ans.)}
\end{aligned}$$

আবার, P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র

$$B_p = 3 \times 10^{-5} \text{ T}$$

[(গ) নং অনুসারে]

অর্থাৎ, P ও Q বিন্দুদ্বয় সমান 40cm দূরত্বে অবস্থান করলেও তাদের চৌম্বকক্ষেত্র ভিন্ন এবং এক্ষেত্রে Q বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র P বিন্দুর চৌম্বকক্ষেত্র অপেক্ষা বেশি।

এখানে,

$$\begin{aligned}
&\text{বৃত্তাকার কুন্ডলীর ব্যাসার্ধ } r = \\
&40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m} \\
&\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \\
&\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = 60 \text{ A} \\
&\text{চৌম্বকক্ষেত্র (কুন্ডলীর কেন্দ্রে Q} \\
&\text{বিন্দুতে) } B_Q = ? \\
&\text{পাক সংখ্যা, } N = 1
\end{aligned}$$