

# তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ত্ব

## Magnetic Effects of Electric Current and Magnetism

অধ্যায়  
08

এ অধ্যায়ে  
অনন্য  
সংযোজন

শিখনফলের  
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

পাঠ্যবইয়ের সূত্রসহ

প্রশ্ন ও উত্তর

সমবিত্ত অধ্যায়ের

প্রশ্ন ও উত্তর

সেরা কলেজের

প্রশ্ন বিশ্লেষণ

আপস-এ  
MCQ Exam

### ভূমি-কা (Introduction)

ডেনমার্কের বিজ্ঞানী হ্যানস ক্রিচিয়ান ওয়েরেস্টেড সর্বপ্রথম চুম্বক ও তড়িৎ-এর মধ্যে একটি যোগসূত্র আবিষ্কার করেন। তিনি লক্ষ করেন যে, কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে একটি চৌম্বকক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। এ চৌম্বকক্ষেত্রের চৌম্বক প্রাবল্য নির্ণয়ের জন্য বিজ্ঞানী ল্যাপ্লাস একটি সূত্র প্রদান করেন। পরবর্তীতে বিজ্ঞানী অ্যাম্পিয়ার এ সূত্রটি ডিম্ভভাবে প্রদান করেন। তিনি কোনো পরিবাহীর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ ও এর ফলে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যকার সম্পর্ক নির্ণয় করেন এবং একে সূত্রের সাহায্যে প্রমাণ করেন। আবার স্থায়ী চুম্বকের চারপাশে চৌম্বকক্ষেত্র থাকে যা তড়িৎ প্রবাহের উপর প্রভাব বিস্তার করে। আমাদের পৃথিবীও একটি বিরাট চুম্বক। এর দিকদীর্ঘ ধর্ম বিদ্যমান।

### ► এক নজরে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদের সেরা প্রস্তুতির জন্য এ অধ্যায়টি পাঁচটি ধারাবাহিক পার্টে বিভক্ত করে উপস্থাপন করা হলো। সহজে খুঁজে বের করার জন্য প্রতিটি পার্টের সাথে পৃষ্ঠা নম্বর দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীরা পার্টসমূহ অনুসরণে প্রস্তুতি গ্রহণ করলে পরীক্ষায় যেভাবেই প্রশ্ন আসুক না কেন, সহজেই ১০০% কমন নিশ্চিত করতে পারবে।



#### অনুশীলন [Practice]

১০০% সঠিক ফরম্যাট অনুসরণে শিখনফলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর



#### যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সংজ্ঞালি ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নব্যাংক পৃষ্ঠা ৩০২



#### এক্সক্লিসিভ সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও এইচএসসি পরীক্ষা উপযোগী সাজেশন্স পৃষ্ঠা ৩০৪



#### বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধারার গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নের সমন্বয়ে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ৩০৪



#### এক্সক্লিসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি নিশ্চিতকরণে অভিনব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ৩০৪

### EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রশ্নোত্তর পৃষ্ঠা ৩০৫

চিচার্স ম্যানুয়াল অনুসরণে  
ভিন্ন ধারায় উপস্থাপন



### অধ্যায় সংশ্লিষ্ট ৩ বিজ্ঞানীর পরিচিতি



**ডা** হান্স ক্রিচিয়ান ওয়েরেস্টেড  
আবিষ্কার করেন যে বৈদ্যুতিক প্রবাহ  
চৌম্বক প্রবাহ চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি  
করে। তাঁর নামানুসারে চৌম্বকক্ষেত্রে  
তীব্রতার একক ওয়েরেস্টেড রাখা হয়।



**হা** ক্লেরিয় আবিষ্কারক,  
প্রকৌশলী, পদার্থবিদ  
এন্যাছ জেডলিক ডায়ানামো ও ইলেক্ট্রিক  
মোটর আবিষ্কার করেন। হাজোরি  
সায়েস একাডেমীর সদস্য থাকাকালীন  
তিনি চৌম্বকক্ষেত্রের ধারণা দেন।



**ই** মাইকেল চিকিংসক ও দার্শনিক  
উইলিয়াম গিলবার্ট বস্তুর  
আধানের অস্তিত্ব ও প্রকৃতি নির্ণয়ের  
জন্য তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কার  
করেন। গিলবার্ট বিটনের রাণী  
এলিজাবেথ-১ এর ব্যক্তিগত  
চিকিংসক ছিলেন।



### ও.য়ে.ব.সা.ই.ট তথ্য সংযোগ

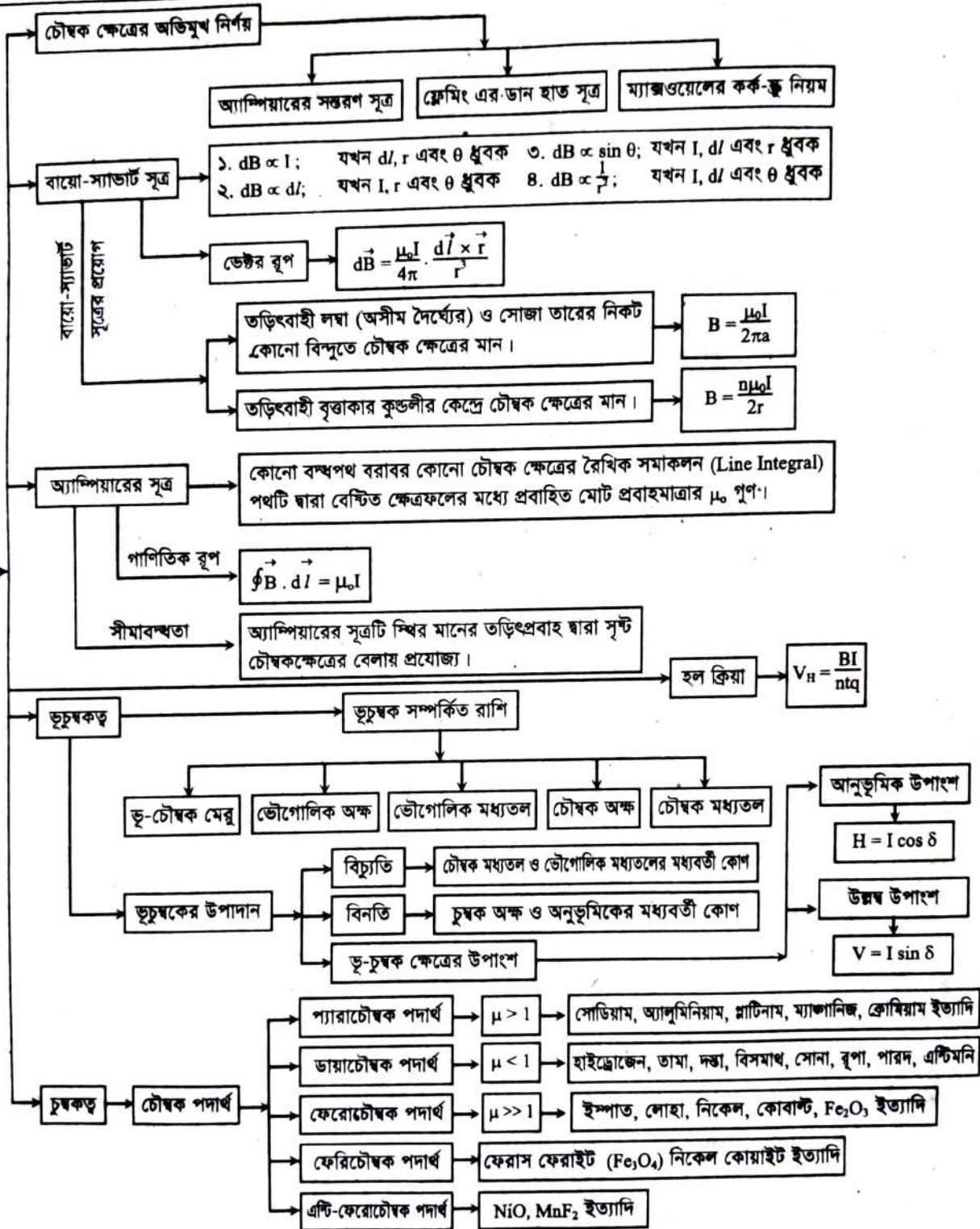
অধ্যায়টিকে বিষয়বস্তুর ওপর শিখনফলের  
ধারাবাহিকতায় প্রশ্ন তেরিতে এবং উত্তরকে  
তথ্যবহুল ও নির্ভুলতা নিশ্চিতকরণে বোর্ড বিহুরের পাশাপাশি  
নিম্নোক্ত ওয়েব লিংকের সহায়তা নেওয়া হয়েছে—

[en.wikipedia.org/wiki/Magnetic\\_field](https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_field)  
[en.wikipedia.org/wiki/Biot-Savart\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Biot-Savart_law)  
[en.wikipedia.org/wiki/Ampère's\\_circuital\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Ampère's_circuital_law)  
[en.wikipedia.org/wiki/Hall\\_effect](https://en.wikipedia.org/wiki/Hall_effect)  
[en.wikipedia.org/wiki/Earth's\\_magnetic\\_field](https://en.wikipedia.org/wiki/Earth's_magnetic_field)  
[en.wikipedia.org/wiki/Magnetism](https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetism)  
[en.wikipedia.org/wiki/Magnetic\\_domain](https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_domain)  
[en.wikipedia.org/wiki/Electromagnet](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnet)

# ষঠ নজরে

## অধ্যায়ের প্রবাহ চিত্র

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা, কোনো অধ্যায়ের বিষয়বস্তুর বিন্যাস ও ধারাবাহিকতা সম্পর্কে পূর্ব হতে ধারণা থাকলে শ্রেণ ও উভর আয়োজন করা সহজ হয়। নিম্নে এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ বিষয়াবলি প্রবাহ চিত্র (Flow Chart) আকারে উপস্থাপন করা হলো, যা তোমাদের সহজেই এক নজরে অধ্যায়টি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পেতে সহায়তা করবে।



### অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis)

- ১২০ টি সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ২৪টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৮০টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ১০টি + কলেজ প্রশ্ন ৫টি + সমর্পিত প্রশ্ন ১টি)
- ৩৪৯ টি বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ৬৮টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ১৩৬টি + কলেজ প্রশ্ন ১০২টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪৩টি)

অনলাইনে প্রস্তুতি যাচাই

**INTERNET  
BASED**

সূজনশীল মডেল টেস্ট ০৫টি  
বহুনির্বাচনি মডেল টেস্ট ০৫টি



**PART** **01** **অনুশীলন Practice**

**সময়সূচী শিখন পদ্ধতি**

অধ্যায়টি অনুশীলন করে আমি যা জানতে পারব—

- পরীক্ষার সাহায্যে ওয়েবস্টেডের চৌম্বকক্ষেত্রের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- বায়ো-স্যাভার্ট-এর সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব।
- অ্যাম্পিয়ারের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব।
- গতিশীল চার্জের উপর চুম্বকক্ষেত্রের বলের মান ও দিক নির্ণয় করতে পারব।
- পরিবাহী তারের উপর চৌম্বকক্ষেত্রের বল নির্ণয় করতে পারব।
- হল প্রভাব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- চৌম্বকক্ষেত্রের প্রবাহী লুপের উপর ক্রিয়াশীল টর্ক (ঘূর্ণন বল) ব্যাখ্যা করতে পারব।
- কক্ষপথে ইলেক্ট্রন ঘূর্ণনের জন্য সৃষ্টি চৌম্বকক্ষেত্র বর্ণনা করতে পারব।
- ইলেক্ট্রনের স্পিনের জন্য চৌম্বকক্ষেত্র বর্ণনা করতে পারব।
- পৃথিবীর চৌম্বকত এবং এর চৌম্বক উপাদান (magnetic elements) ব্যাখ্যা করতে পারব।
- বিভিন্ন প্রকার চৌম্বকত বর্ণনা করতে পারব।
- চৌম্বক ডোমেইনের ধারণা বর্ণনা করতে পারবে।
- হিস্টেরেন্সের লেখচিত্র ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- অস্থায়ী চুম্বক ও স্থায়ী চুম্বকের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।

**সকল বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষার সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর**

প্রিয় শিক্ষার্থী, সারা দেশের ৮টি শিক্ষা বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯, ২০১৮, ২০১৭, ২০১৬ ও ২০১৫-এ আসা এ অধ্যায়ের সূজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা এইচএসসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

**এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯ এর প্রশ্ন ও উত্তর**

**প্রশ্ন ১:** 50 m লম্বা একটি সোজা তারের মধ্য দিয়ে 2 A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারটি হতে 2 m লম্ব-দূরত্বের P বিন্দুতে আবিষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের মান B। সমান লম্বা অপর একটি তার দিয়ে একটি আয়তাকার কুণ্ডলী তৈরি করে কুণ্ডলী তলকে B চৌম্বকক্ষেত্রের সমান্তরালে রাখা হলো। আয়তাকার কুণ্ডলীর প্রস্থ = 10 cm, দৈর্ঘ্য = 15 cm এবং  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1}$ ।

- |   |   |
|---|---|
| ক. তড়িৎ বিমেরু কাকে বলে?   | ১ |
| খ. গোলাকার পরিবাহীর ধারকত ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল— ব্যাখ্যা কর। | ২ |
| গ. চৌম্বকক্ষেত্র B-এর মান কত?                                     | ৩ |
| ঘ. আয়তাকার কুণ্ডলী ঘুরবে কি না যাচাই কর।                         | ৪ |

(ঢ. বো. '১৯)

**১ম প্রশ্নের উত্তর**

**ক:** এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অর্থ দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ বিমেরু বলে।

**খ:** গোলাকার পরিবাহীর ব্যাসার্ধ r হলে এর ধারকত  $c = \frac{4}{3}\pi r^2$  অর্থাৎ গোলাকার পরিবাহীর ধারকত এর ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক। আমরা জানি, চার্জ পরিবাহীর পৃষ্ঠে অবস্থান করে। ফলে ব্যাসার্ধ বাড়লে

প্রিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পূর্ণবলে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দৃষ্টি অংশে বিভক্ত— সূজনশীল অংশ ও বহুনির্বাচিন অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও উত্তরের পাশাপাশ এইচএসসি পরীক্ষা, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল, শীর্ষস্থানীয় কলেজ ও সহবিত্ত অধ্যায়ের প্রয়োজন সংযোজন করা হয়েছে। প্রশ্ন ও উত্তরের সর্বশেষ সংশোধিত ফরম্যাট অনুসৃত হয়েছে।

**পিছনে অন্তর্বর্তী পিছনে পিছনে**

- ওয়েবস্টেডের পরীক্ষার মাধ্যমে তড়িৎশক্তি ও চৌম্বক শক্তির অভিন্ন রূপ দৃষ্টি জানতে পারব।
- বায়ো-স্যাভার্ট-এর সূত্র শিখতে পারব।
- বায়ো-স্যাভার্ট-এর সূত্রের প্রয়োগ কোশল শিখতে পারব।
- অ্যাম্পিয়ারের সূত্র প্রতিপাদন করতে পারব।
- পরিবাহী তারের উপর চৌম্বকক্ষেত্রের বল নির্ণয় করতে পারব।
- তড়িৎবাহী দুটি সমন্বিতরাল পরিবাহীর মধ্যকার বলের মান হিসাব করতে পারব।
- হল প্রভাব অনুধাবন করতে পারব।
- চৌম্বক উপাদানসমূহের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারব।

**পিছনে সহায়ক উপকরণ**

- মুক্তভাবে ঘূর্ণনক্ষম চুম্বক শলাকা।
- পরিবাহী তারের উপর চৌম্বকক্ষেত্রের বলের ছবি।
- হল বিভবের একটি ছবি।
- ক্যালকুলেটর, কাগজ, পেসিল।
- বিভিন্ন ধরনের ডায়াচৌম্বকের ছবি।
- ডায়া, প্যারা ও ফেরোচৌম্বক পদার্থের পার্থক্য সংবলিত ছবি।
- পাঠ সংশ্লিষ্ট ভিডিও ক্লিপ।



কেন্দ্র থেকে পৃষ্ঠের দূরত্ব বাড়ে এবং উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে পরিবাহীর ধারকতও বাড়ে। অনুরূপভাবে ব্যাসার্ধ কমলে কেন্দ্র হতে পৃষ্ঠের দূরত্ব কমায় গোলাকার পরিবাহীটির ধারকত কমে। অতএব, উপরোক্ত আলোচনা থেকে স্পষ্ট প্রতীয়মান— গোলাকার পরিবাহীর ধারকত ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল।

**১** এখানে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 2A$

তার হতে P বিন্দুর লম্ব দূরত্ব,  $a = 2 m$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1}$ ।  
আমরা জানি,

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 2} T = 2 \times 10^{-7} T$$

অতএব, উদ্দীপকে চৌম্বকক্ষেত্র B এর মান  $2 \times 10^{-7} T$ ।

**২** এখানে, পাকসংখ্যা,  $N = \frac{50}{2(0.1 + 0.15)} = 100$

$$\text{কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল, } A = (0.1 \times 0.15) m^2 = 0.015 m^2$$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 0$

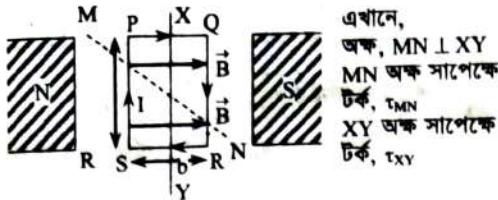
'g' হতে পাই,

$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } B = 2 \times 10^{-7} T$$

$$\text{আমরা জানি, } t = NIAB = 100 \times 0 \times 0.015 \times 2 \times 10^{-7} Nm = 0$$

অতএব, কুণ্ডলীটিতে তড়িৎ প্রবাহ না থাকায় এতে কোনো টর্ক উৎপন্ন হবে না বিধায় এটি ঘূরবে না।

**চিত্র ১** চিত্রে PQRS একটি তড়িৎবাহী আয়তাকার তারকুণ্ডলী। একে B মানের একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করা হয়েছে যাতে করে কুণ্ডলীর তল চৌম্বক ক্ষেত্রের সমান্তরাল থাকে।



[এখানে,  $B = 1.5 \times 10^{-2} \text{ Wb/m}^2$ ,  $I = 2 \text{ A}$ ,  $l = 1 \text{ m}$ ,  $b = 0.5 \text{ m}$ ]

১. ক. চৌম্বক ডোমেইন কী?

২. খ. পরমাণুর কক্ষপথে ঘূর্ণযামান ইলেকট্রনের মোট চৌম্বক ভাবক বলতে কি বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

৩. গ. কুণ্ডলীর QR বাহুর উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের মান নির্ণয় কর।

৪. ঘ. উদ্দীপক অনুসারে  $\tau_{MN} > \tau_{XY}$  হবে কি-না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৯]

MN অক্ষ সাপেক্ষে টর্ক,

$$\tau_{MN} = NIAB \sin \theta$$

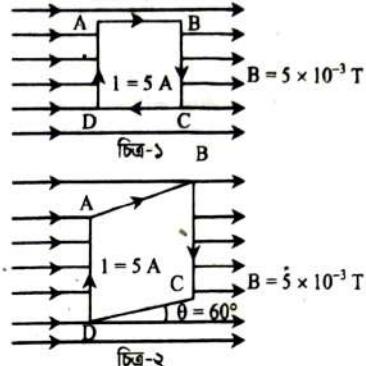
$$\text{বা, } \tau_{MN} = N \times 2 \times 0.5 \times 1.5 \times 10^{-2} \times \sin 90^\circ$$

$$\therefore \tau_{MN} = 0.015 \text{ N} \quad \text{(ii)}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাছে  $\tau_{xy} = \tau_{MN}$

অতএব, উদ্দীপক অনুসারে  $\tau_{MN} > \tau_{xy}$  হবে না।

**চিত্র ২** উভয় চিত্রে ABCD আয়তাকার কুণ্ডলীর দৈর্ঘ্য 15 cm এবং প্রস্থ 10 cm। কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 500।



১. ক. স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দাও।

২. খ. দিক পরিবর্তী তড়িচালক বলের ক্ষেত্রে গড় মানের চেয়ে আপাত মান বেশি গুরুত্বপূর্ণ কেন?

৩. গ. ১নং চিত্রে কুণ্ডলীর উপর প্রযুক্ত টর্কের মান কত?

৪. ঘ. ২য় চিত্রে পাকসংখ্যার কত পরিবর্তন করলে উভয় টর্কের মান একই থাকবে? গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখাও।

[রা. বো. '১৯]

### ৩নং প্রশ্নের উত্তর

**১.** কোনো কুণ্ডলীতে একক তড়িৎ প্রবাহিত হলে কুণ্ডলীতে সংযুক্ত মোট চৌম্বক ফ্লাইকে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

**২.** দিক পরিবর্তী তড়িচালক বল শূন্য হতে বাড়তে বাড়তে শীর্ষমান, এরপর কমতে কমতে শূন্য মানে এসে পুনরায় বিপরীত অভিযুক্ত একই চক্র সম্পন্ন করে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে তড়িচালক বলের নির্দিষ্ট দিক থাকে না। সুতরাং, গাণিতিক গড় তড়িচালক বলের প্রকৃত মান নির্দেশ করে না। এজন্য তড়িচালক বলের দিককে নাকচ করার জন্য প্রথমে বর্গ করা হয় এবং পরবর্তীতে এর গড়কে বর্গমূল করা হয়। তাই দিক পরিবর্তী তড়িচালক বলের ক্ষেত্রে গড় মানের চেয়ে আপাত মান বা গড় বর্গের বর্গমূল মান বেশি গুরুত্বপূর্ণ।

**৩.** ১ নং চিত্রের ক্ষেত্রে,

চৌম্বক ক্ষেত্রে,  $B = 5 \times 10^{-3} \text{ T}$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 5 \text{ A}$

ক্ষেত্রফল,  $A = 15 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 150 \text{ cm}^2 = 150 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

পাকসংখ্যা,  $N = 500$ ;  $\theta = 90^\circ$

টর্ক,  $t = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} t &= NIAB \sin \theta \\ &= 500 \times 5A \times 150 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 5 \times 10^{-3} \text{ T} \times \sin 90^\circ \\ &= 0.1875 \text{ Nm} \end{aligned}$$

সুতরাং, ১ নং চিত্রে কুণ্ডলীর উপর প্রযুক্ত টর্কের মান 0.1875 Nm

**৪.** 'গ' হতে পাই, টর্কের মান,  $t = 0.1875 \text{ Nm}$

উদ্দীপক অনুসারে, ২য় চিত্রে,

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 5A$

চৌম্বক ক্ষেত্রে,  $B = 5 \times 10^{-3} \text{ T}$ ;  $\theta' = (90 - 60)^\circ = 30^\circ$

আয়তাকার ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল,  $A = 150 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

পাকসংখ্যা,  $N' = ?$

১. এখানে, চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 1.5 \times 10^{-2} \text{ Wb/m}^2$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 2 \text{ A}$

কুণ্ডলীর দৈর্ঘ্য,  $l = 1 \text{ m}$

কুণ্ডলীর প্রস্থ,  $b = 0.5 \text{ m}$

$$\therefore \text{কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল, } A = l \times b = (1 \times 0.5) \text{ m}^2 = 0.5 \text{ m}^2$$

XY অক্ষ সাপেক্ষে টর্ক,

$$\tau_{xy} = NIAB \sin \theta$$

$$\text{বা, } \tau_{xy} = N \times 2 \times 0.5 \times 1.5 \times 10^{-2} \times \sin 90^\circ$$

$$\therefore \theta = 90^\circ$$

$$\therefore \tau_{xy} = 0.015 \text{ N} \quad \text{(i)}$$



আমরা জানি,

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1} \times 1 \text{ A}}{2\pi \times 0.5 \text{ m}}$$

$$\therefore B = 4 \times 10^{-7} \text{ Wb m}^{-2}$$

সূত্রাং ব্যবস্থা a এর p বিন্দুতে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $4 \times 10^{-7} \text{ Wb m}^{-2}$ ।

ব্যবস্থা a এর ক্ষেত্রে, 1 নং তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য 2 নং তারে চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B_1 = 4 \times 10^{-7} \text{ Wb m}^{-2}$  ('গ' হতে) এবং বল,

$$F_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1} \times 1 \text{ A} \times 1 \text{ A}}{2\pi \times 0.5 \text{ m}}$$

$$= 4 \times 10^{-7} \text{ N}; \text{ দিক হবে } 2 \text{ নং তারের লম্ব বরাবর } 1 \text{ নং এর দিকে।}$$

অনুরূপভাবে 2 নং তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য 1 নং তারে চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B_2 = 4 \times 10^{-7} \text{ Wb m}^{-2}$

এবং বল,  $F_2 = 4 \times 10^{-7} \text{ N}$ ; দিক হবে 1 নং তারের লম্ব বরাবর 2 নং এর দিকে।

এক্ষেত্রে 1 নং ও 2 নং তার পরম্পরাকে আকর্ষণ করবে।

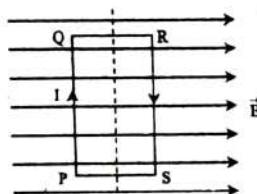
ব্যবস্থা B এর ক্ষেত্রে, 3 নং তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য 4 নং তারে চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B_3 = 4 \times 10^{-7} \text{ Wb m}^{-2}$  এবং বল,  $F_3 = 4 \times 10^{-7} \text{ N}$ ; দিক হবে 4 নং এর লম্ব বরাবর 3 নং এর বিপরীত দিকে।

এবং 4 নং তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য 3 নং তারে চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B_4 = 4 \times 10^{-7} \text{ Wb m}^{-2}$  এবং বল,  $F_4 = 4 \times 10^{-7} \text{ N}$ ; দিক হবে 3 নং তারের লম্ব বরাবর 4 নং এর বিপরীত দিকে।

এক্ষেত্রে 3 নং ও 4 নং তার পরম্পরাকে বিকর্ষণ করবে।

### প্রয়োগ ৬

চিত্রে,  $PQ = RS = 0.1 \text{ m}$ ;  $QR = PS = 0.05 \text{ m}$ ; পাকসংখ্যা,  $N = 50$ ; প্রবাহমাত্রা,  $I = 1 \text{ A}$ ; চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 0.2 \text{ T}$ ।



ক. বিন্দুচার্জ কি?

খ. তড়িৎ বিমেরু অক্ষের লম্ব সমন্বিতকের উপর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না— ব্যাখ্যা কর।

গ. আয়তাকার কয়েলটির চৌম্বক মোমেন্ট কত হবে?

ঘ. আয়তাকার কয়েলটি সমান সংখ্যক পাকবিশিষ্ট বৃত্তাকার কয়েলে পরিণত করা হলে টকের মান বাড়বে কি না— বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

[দি. বো. '১৯]

### ৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো আধান যদি খুব ছোট বিন্দুর ন্যায় হয় তবে তাকে বিন্দু আধান বা বিন্দু চার্জ বলে।

খ. তড়িৎ বিমেরু লম্ব বিখ্যন্ত বরাবর তড়িৎ বিভব শূন্য থাকে। ফলে কোনো কণা লম্ব বিখ্যন্ত বরাবর গতিশীল হলে কোনো বিভব লাভ করে না।

তাই তড়িৎ বিমেরু অক্ষের লম্ব বিখ্যন্ত বরাবর একটি চার্জ গতিশীল রাখতে কোনো কাজ করতে হয় না।

গ. এখানে, পাক সংখ্যা,  $N = 50$

প্রবাহমাত্রা,  $I = 1 \text{ A}$

ক্ষেত্রফল,  $A = PQ \times PS = (0.1 \times 0.05) \text{ m}^2 = 0.005 \text{ m}^2$

∴ কুণ্ডলীর চৌম্বক মোমেন্ট,

$$M = NIA = 50 \times 1 \times 0.005 \text{ Am}^2 = 0.25 \text{ Am}^2$$

১ বর্তমান অবস্থায় টর্ক,

$$\begin{aligned} t &= NIA B \sin \theta \\ &= 50 \times 1 \times 0.005 \times 0.2 \times \sin 90^\circ \\ &= 0.05 \text{ Nm} \end{aligned}$$

কুণ্ডলীটিকে সমান সংখ্যক পাকবিশিষ্ট বৃত্তাকার কুণ্ডলী বানালে আয়তাকার কুণ্ডলীর মোট পরিসীমা = বৃত্তাকার কুণ্ডলীর মোট পরিধি

$$\text{বা, } N \times 2(PQ + PS) = N \times 2\pi r$$

$$\text{বা, } r = \frac{2(PQ + PS)}{2\pi} = \frac{0.1 + 0.05}{\pi} = 0.048 \text{ m}$$

∴ বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল,

$$A = \pi r^2 = \pi (0.048)^2 = 7.16 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

∴ বৃত্তাকার কুণ্ডলীর জন্য টর্ক,

$$t_2 = NIA B \sin 90^\circ$$

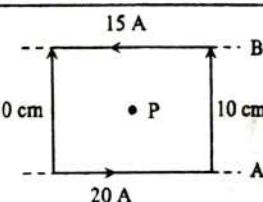
$$= 50 \times 1 \times 7.16 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 1 \text{ Nm} = 0.0716 \text{ Nm}$$

যেহেতু  $t_2 > t_1$

অতএব টর্ক বাড়বে।

### ইচএসসি পরীক্ষা ২০১৮ এর প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১ B তারকে A তারের



উপর অন্তরিত খুঁটি দ্বারা 10 cm

ব্যবধানে পৃথক করে স্থাপন করা

হয়। চিনানুযায়ী P বিন্দুটি A ও B

তারের ঠিক মাঝখানে অবস্থিত। B

তারের একক দৈর্ঘ্যের ভর 0.06122 g।

ক. নির্বাচিত বিভব কী?

খ. ট্রানজিস্টরের ইমিটার ও বেস সমপরিমাণ ডোপায়িত

থাকে না কেন?

গ. P বিন্দুতে লম্বি চৌম্বকক্ষেত্রের মান কত?

ঘ. অন্তরক খুঁটি সরিয়ে নিলে B তারটি শূন্যে ভাসমান

থাকবে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণসহ যাচাই কর।

ক. সেট : রাজশাহী, যশোর, কুমিল্লা, চট্টগ্রাম, বরিশাল বোর্ড '১৮।

### ৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ক্যাথোড প্লেটের সাপেক্ষে অ্যানোড প্লেটে যে ন্যূনতম ঝণ বিভব দিলে আলোক তড়িৎ প্রবাহমাত্রা সদ্য বৃদ্ধি হয়ে যায় সেই বিভবই নির্বাচিত বিভব।

খ. একটি ট্রানজিস্টরের তিনটি অংশের মধ্যে মাঝের অংশটিকে বলা হয় ভূমি বা বেস। ট্রানজিস্টরের এ বেস অংশটি খুব পাতলা রাখা হয় অর্থাৎ পুরুত্ব খুব কম রাখা হয় এবং খুবই সামান্য পরিমাণে অপন্দৰ্য মিশ্রণ করা হয়, যাতে এমিটার বা নিয়ন্ত্রক থেকে বাহক আধান প্রবাহের সময় কম দূরত্ব অতিক্রম করতে হয় এবং বিপরীত আধানের সঙ্গে মিলিত হয়ে নিরপেক্ষ না হয়।

এ কারণেই ট্রানজিস্টরের ইমিটার ও বেস সমপরিমাণে ডোপায়িত থাকে না।

১ A ও B তার থেকে P বিন্দুর দূরত্ব,  $a = \frac{10}{2} \text{ cm} = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$

A তারে 20 A তড়িৎ এর দূরত্বে P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20}{2 \times \pi \times 5 \times 10^{-2}} \text{ T}$$

$\therefore B_1 = 8 \times 10^{-5} \text{ T}$  এর দিক পৃষ্ঠের সাথে লম্ব বরাবর উপরের দিকে অনুরূপভাবে, B তারে 15 A তড়িৎ এর দূরত্বে P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রে,

$$B_2 = \frac{\mu_0 I \times 15}{2\pi a}$$

$$\text{বা, } B_2 = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 15}{2\pi \times 5 \times 10^{-2}} \text{ T}$$

$\therefore B_2 = 6 \times 10^{-5} \text{ T}$  এর দিক পৃষ্ঠের লম্ব বরাবর উপরের দিকে

$$\therefore \text{পৃষ্ঠের সাথে লম্ব বরাবর উপরের দিকে নিট চৌম্বক ক্ষেত্র, } \\ B = B_1 + B_2 = (8 \times 10^{-5} + 6 \times 10^{-5}) T \\ \therefore B = 14 \times 10^{-5} T \\ \text{য) এখনে, } B \text{ তারের একক দৈর্ঘ্যের ডর, } m = 0.06122 \text{ gm} \\ = 0.06122 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

∴  $B$  তারের একক দৈর্ঘ্যের তারের ওজন,

$$W = mg = 0.06122 \times 10^{-3} \times 9.8 \text{ N}$$

$$\therefore W = 5.99956 \times 10^{-4} \text{ N}$$

উচ্চিপক হতে দেখা যাচ্ছে, তারভয়ে পরস্পর বিপরীত দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। সুতরাং, তারভয়ে পরস্পর বিকর্ষণ করবে। প্রতি একক দৈর্ঘ্যে এই বিকর্ষণ বল যদি  $B$  তারের একক দৈর্ঘ্যের ওজনের সমান কিংবা বড় হয় তাহলে  $B$  তারটি শূন্যে ভাসমান থাকবে। আর যদি ছোট হয় তবে  $B$  তারটি শূন্যে ভাসমান থাকবে না।

$B$  তারের প্রতি একক দৈর্ঘ্যে বিকর্ষণ বল,

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \\ = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20 \times 15}{2\pi \times 10 \times 10^{-2}} \text{ N} \\ \therefore F = 6 \times 10^{-4} \text{ N}$$

যেহেতু,  $F > W$

অতএব, অন্তরক খুটি সরিয়ে নিলে  $B$  তারটি শূন্যে ভাসমান থাকবে।

এখনে,

$$\begin{aligned} A &\text{ তারে প্রবাহ, } I_1 = 20 \text{ A} \\ B &\text{ তারে প্রবাহ, } I_2 = 15 \text{ A} \\ \text{তারভয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,} \\ r &= 10 \text{ cm} = 10 \times 10^{-2} \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } F &= qvB \sin \theta \\ &= 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^6 \times 0.5 \times \sin 90^\circ \text{ N} \\ &= 6.4 \times 10^{-13} \text{ N} \end{aligned}$$

এর দিক পৃষ্ঠ বরাবর উপরের দিকে।

অতএব, চৌম্বকক্ষেত্র প্রোটনটির উপর  $6.4 \times 10^{-13}$  N বল প্রয়োগ করবে।

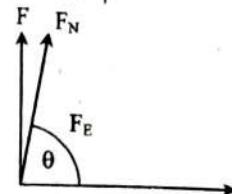
য) 'গ' হতে পাই, প্রোটনের উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল,  $F = 6.4 \times 10^{-13}$  N যার দিক পৃষ্ঠ বরাবর উপরের দিকে।

এখন, প্রোটনটির উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎ বল,

$$\begin{aligned} F_E &= E_q \\ &= 4 \times 10^5 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ N} \\ &= 6.4 \times 10^{-14} \text{ N} \end{aligned}$$

এখনে, তড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতা,  $E = 4 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$

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



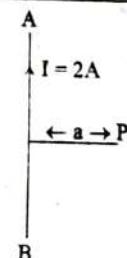
ধরি, নিট বলটি তড়িৎ ক্ষেত্রের দিকের সাথে  $\theta$  কোণে ক্রিয়াশীল।

$$\therefore \theta = \tan^{-1} \frac{F \sin 90^\circ}{F_E + F \cos 90^\circ} = \tan^{-1} \frac{6.4 \times 10^{-13} \times 1}{6.4 \times 10^{-14} + 0} = 84.29^\circ$$

অতএব, চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগের পর প্রোটনটি তড়িৎ ক্ষেত্রের দিকের সাথে  $84.29^\circ$  কোণে গতিশীল হবে।

## ১১ ইচএসসি পরীক্ষা ২০১৭ এর প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১ | AB = 6m দীর্ঘ সরল তারটি হতে 'a' লম্ব দূরত্বে অবস্থিত P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র  $2.0 \times 10^{-5}$  T আফকান তারটিকে 3 পাকের কুঙ্গলীতে পরিণত করে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত করে বলল, কুঙ্গলীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান  $2.0 \times 10^{-5}$  T অপেক্ষা বেশি হবে। চৌম্বক প্রবেশ্যতা  $4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1}$ .



ক. সুপারনোভা কী?

খ. কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক  $6.1 \times 10^{-14} \text{ Hz}$ -ব্যাখ্যা কর।

গ. লম্ব দূরত্ব 'a' এর মান নির্ণয় কর।

ঘ. আফকানের পর্যবেক্ষণ সঠিক ছিল কি-না যথাযথ বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর।

জ. বো. '১৭

## ৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক) লেঞ্জ-এর সূত্রটি হলো— যেকোনো তড়িৎচৌম্বক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে তা সৃষ্টি হওয়া মাঝই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকেই বাধা দেয়।

খ) তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার শ্রেণীতে সংযুক্ত করা হয়। কারণ, অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ r এর তুলনায় বাইরের রোধ R অনেক বড় হয়। সমান্তরালে যুক্ত করলে প্রবাহিত তড়িৎ অ্যামিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হবে। ফলে সমগ্র বর্তনীতে অপেক্ষাকৃত কম তড়িৎ প্রবাহিত হবে। তাই সমগ্র বর্তনীর প্রবাহ নির্ণয় সম্ভব হবে না।

শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে, একই প্রবাহ অন্যান্য রোধ ও অ্যামিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হবে। তাই তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয়।

গ) এখনে, প্রোটনের চার্জ,  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = 0.5 \text{ T}$

প্রোটনের বেগ,  $v = 8 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$

প্রোটনের উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল,  $F = ?$

প্রোটনের বেগ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 90^\circ$

ক) নক্ষত্রের ডর যখন দুই থেকে পাঁচ সৌর ভরের মধ্যে থাকে, তখন সংকোচনের সময় এটি এর বহিঃস্থ আন্তরণ হুঁড়ে দিয়ে অত্যন্ত উজ্জ্বল হয়ে যায়। একে বলা হয় সুপার নোভা।

খ) কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক  $6.1 \times 10^{-14} \text{ Hz}$  বলতে বুবায়  $6.1 \times 10^{-14} \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের চেয়ে কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট কোনো আলো ঐ ধাতু থেকে ইলেক্ট্রন নির্গত করতে পারে না। অর্থাৎ ঐ ধাতু থেকে ইলেক্ট্রন নির্গত করতে হলে সর্বনিম্ন  $6.1 \times 10^{-14} \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের আলো প্রয়োজন।

গ) এখনে, চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$

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

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 2 \text{ A}$ ; লম্ব দূরত্ব,  $a = ?$

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

$$\text{বা, } a = \frac{\mu_0 I}{2\pi B} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1} \times 2 \text{ A}}{2\pi \times 2 \times 10^{-5} \text{ T}} = 0.02 \text{ m}$$

অতএব, লম্ব দূরত্ব a এর মান 0.02 m।

এখানে, তাৰের দৈৰ্ঘ্য,  $l = 6 \text{ m}$

সোজা তাৰের কেতে চৌম্বক ক্ষেত্ৰ,  $B = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$

কুণ্ডলীৰ পাক সংখ্যা,  $N = 3$

$$\therefore \text{কুণ্ডলীৰ পৰিধি} = \frac{l}{3} = \frac{6 \text{ m}}{3} = 2 \text{ m}$$

এখন, কুণ্ডলীৰ ব্যাসাৰ্ধ  $r$  হলো,  $2\pi r = 2 \text{ m}$

$$\text{বা, } r = \frac{2}{2\pi} \text{ m}$$

কুণ্ডলীৰ কেতে চৌম্বক ক্ষেত্ৰে মান  $B_1$  হলো,

$$B_1 = \frac{\mu_0 N I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 3 \times 2 \text{ A}}{2 \times \frac{2}{2\pi} \text{ m}} = 1.18 \times 10^{-5} \text{ T}$$

এখানে,  $B_1 < B$

অতএব, আকফানেৰ পৰ্যবেক্ষণ সঠিক ছিল না।

**চিত্ৰ ১০** চিতে ABCD একটি

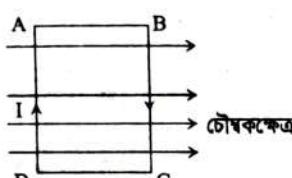
আয়তকাৰ কুণ্ডলী। এৰ পাকসংখ্যা

$$= 100$$

প্ৰযুক্ত চৌম্বকক্ষেত্ৰ  $= 1.5 \times 10^{-2} \text{ T}$

দৈৰ্ঘ্য  $= 15 \text{ cm}$ , প্ৰস্থ  $= 10 \text{ cm}$

এবং প্ৰবাহ  $= 1 \text{ A}$ .



ক. বায়োট-স্যাভার্ট এৰ সূত্ৰটি বিবৃত কৰ।

১

খ. ট্ৰান্সফৰমাৰ ac তে চলে কিন্তু dc তে চলে না—ব্যাখ্যা কৰ।

২

গ. কুণ্ডলীটিৰ চৌম্বক ভাৱক নিৰ্ণয় কৰ।

৩

ঘ. কুণ্ডলীটিকে বৃত্তাকাৰ কৰা হলো টৰ্কেৰ কিন্তু পৰিবৰ্তন হবে? বিশ্ৰেষণ কৰ।

৪

[ক. বো. '১৭]

## ১০নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**ক** বায়োট-স্যাভার্টেৰ সূত্ৰটি হলো— ক্ষুদ্ৰ দৈৰ্ঘ্যেৰ কোনো পৰিবাহীৰ মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হলো এৰ চাৰপাশে যে চৌম্বক ক্ষেত্ৰ সৃষ্টি হয় তাৰ কোনো বিদ্যুতে চৌম্বকীয় আবেশেৰ মান—

১. বিদ্যুৎ প্ৰবাহমাত্ৰাৰ সমানুপাতিক;

২. পৰিবাহীৰ দৈৰ্ঘ্যেৰ সমানুপাতিক;

৩. পৰিবাহীৰ মধ্যবিদ্যু হতে ঐ বিদ্যুত সংযোগ রেখা এবং পৰিবাহীৰ অন্তৰ্ভুক্ত কোণেৰ সাইনেৰ সমানুপাতিক এবং

৪. পৰিবাহীৰ মধ্যবিদ্যু হতে ঐ বিদ্যুত দূৰত্বেৰ বৰ্গেৰ ব্যানুপাতিক।

**খ** তাত্ত্বিক চৌম্বক আবেশেৰ উপৰ ভিত্তি কৰে ট্ৰান্সফৰমাৰ তৈৰি কৰা হয়। ট্ৰান্সফৰমাৰ কেবল এ.সি. লাইনে ব্যবহাৰ কৰা হয়। কাৰণ ট্ৰান্সফৰমাৰ ডি.সি. লাইনে কাজ কৰে না। মুখ্য কুণ্ডলীতে ডি.সি. ভোল্টেজ বা প্ৰবাহ প্ৰয়োগ কৰলে ট্ৰান্সফৰমাৰেৰ মজ্জাৰ মধ্য দিয়ে ধূৰ্বমানেৰ চৌম্বক ফ্লাই গমন কৰে। এ ধূৰ্বমানেৰ চৌম্বক ফ্লাই গোণ কুণ্ডলীতে কোনো তড়িচালক বল আৰিষ্ট কৰতে পাৰে না। ফলে ইনপুট ডি.সি. ভোল্টেজেৰ মান যাই হোক না কেন, আউটপুট গোণ কুণ্ডলীৰ ভোল্টেজ সৰ্বদাই শূন্য হয়। তাই ট্ৰান্সফৰমাৰ ডিসি প্ৰবাহে কাজ কৰে না।

**গ** এখানে, পাকসংখ্যা,  $N = 100$ ; তড়িৎ প্ৰবাহ,  $I = 1 \text{ A}$

দৈৰ্ঘ্য,  $l = 15 \text{ cm} = 15 \times 10^{-2} \text{ m}$ ; প্ৰস্থ,  $b = 10 \text{ cm} = 10 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$\therefore \text{ক্ষেত্ৰফল, } A = lb = 15 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-2} \text{ m}^2 = 150 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

চৌম্বক ভাৱক,  $M = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } M = NIA = 100 \times 1A \times 150 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 1.5 \text{ Am}^2$$

নিৰ্ণয় চৌম্বক ভাৱক  $1.5 \text{ Am}^2$

**ঘ** এখানে, পাকসংখ্যা,  $N = 100$

প্ৰযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্ৰ,  $B = 1.5 \times 10^{-2} \text{ T}$

$$\text{ক্ষেত্ৰফল, } A = 150 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ [গ নং থেকে প্ৰাপ্ত]}$$

তড়িৎ প্ৰবাহ,  $I = 1 \text{ A}$

আমৰা জানি, টৰ্ক,  $\tau = NIAB \sin \theta$

এখন, AB ও DC চৌম্বকক্ষেত্ৰেৰ সাথে  $0^\circ$  কোণে অবস্থানৰত

$$\therefore \tau_{CD} = \tau_{AB} = NIAB \sin 0^\circ \\ = 100 \times 1 \text{ A} \times 150 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 1.5 \times 10^{-2} \text{ T} \times \sin 0^\circ = 0 \text{ Nm}$$

আবাৰ, AD ও BC চৌম্বকক্ষেত্ৰেৰ সাথে  $90^\circ$  কোণে অবস্থানৰত

$$\therefore \tau_{AD} = \tau_{BC} = NIAB \sin 90^\circ \\ = 100 \times 1 \text{ A} \times 150 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 1.5 \times 10^{-2} \text{ T} \times 1 \\ = 0.0225 \text{ Nm}$$

∴ আয়তকাৰ কুণ্ডলীৰ জন্য টৰ্কেৰ মান  $\tau = 0.225 \text{ Nm}$

আবাৰ, কুণ্ডলীটিকে বৃত্তাকাৰ কৰা হলো, যদি তাৰ প্ৰতি পাকেৰ ব্যাসাৰ্ধ  $r$  হয় তাহলে,

$$2\pi r = 2(0.15 + 0.1)$$

$$\text{বা, } r = \frac{0.5}{2\pi} = \frac{1}{4\pi}$$

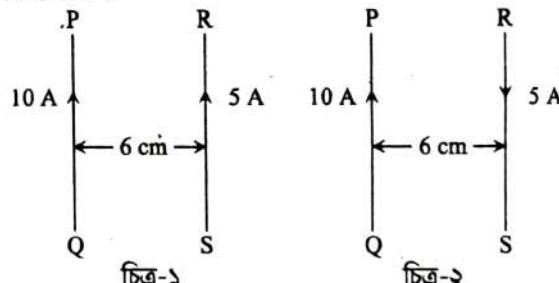
$$\therefore \text{ক্ষেত্ৰফল, } A_1 = \pi r^2 = \pi \times \left(\frac{1}{4\pi}\right)^2 = \frac{1}{16\pi} \text{ m}^2$$

এক্ষেত্ৰে, টৰ্ক  $\tau_1 = NIA_1 B \sin 90^\circ$

$$= 100 \times 1 \text{ A} \times \frac{1}{16\pi} \text{ m}^2 \times 1.5 \times 10^{-2} \text{ T} \times 1 \\ = 0.0298 \text{ Nm}$$

$$\therefore \text{টৰ্কেৰ মান বৃদ্ধি পাৰে} = (0.0298 - 0.0225) \text{ Nm} \\ = 0.0073 \text{ Nm}$$

**চিত্ৰ ১১** চিত্ৰ-১ ও চিত্ৰ-২ এ PQ ও RS দুটি সমান্তৰাল তড়িৎ প্ৰবাহবাহী তাৰ।



ক. হল বিভূতি কী?

খ. ঢাকাৰ বিচুতি  $30'E$  বলতে কী বুঝ?

গ. উদীপকেৰ তাৰ দুটিৰ প্ৰতি একক দৈৰ্ঘ্যে ক্ৰিয়াশীল বলেৰ মান নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. চিত্ৰ-১ ও চিত্ৰ-২ এৰ RS পৰিবাহীৰ একক দৈৰ্ঘ্যেৰ উপৰ ক্ৰিয়াশীল বলেৰ দিক একই হবে না— উপযুক্ত সূত্ৰ প্ৰয়োগে ব্যাখ্যা কৰ।

[ক. বো. '১৭]

## ১১নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**ক** কোনো বিদ্যুৎভাৰীৰ প্ৰবাহেৰ দিকেৰ সাথে অভিলম্ব বৰাবৰ একটি চৌম্বক ক্ষেত্ৰ প্ৰয়োগ কৰলে ঐ প্ৰবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্ৰ উভয়েৰ অভিলম্ব অভিমুখে একটি ভিত্তিৰ পাৰ্থক্যক্ষণ সৃষ্টি হয়। এ ক্ৰিয়াকে বলা হয় হল ক্ৰিয়া এবং সূত্ৰ ভিত্তিৰ পাৰ্থক্যকে বলা হয় হল বিভূতি।

**খ** ঢাকাৰ বিচুতি  $30'E$  বলতে বুঝায়, ঢাকায় মুক্তভাৱে নড়নক্ষম কোনো চৌম্বক শলাকাৰ চৌম্বক অক্ষ চৌম্বক মধ্যতল থেকে ভোগলিক। অক্ষেৰ সাথে  $30'$  কোণ উৎপন্ন কৰে এবং এৰ উত্তৰ মেৰু ভোগলিক অক্ষেৰ পূৰ্বদিকে থাকে।

**গ** এখানে, PQ তাৰে প্ৰবাহ,  $I_1 = 10 \text{ A}$

RS তাৰে প্ৰবাহ,  $I_2 = 5 \text{ A}$

তাৰেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব,  $r = 6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}$

একক দৈৰ্ঘ্যে ক্ৰিয়াশীল বল,  $F = ?$

$$\text{আমরা জানি, } F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \\ = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1} \times 10 \text{ A} \times 5 \text{ A}}{2\pi \times 0.06 \text{ m}} \\ = 1.67 \times 10^{-4} \text{ N}$$

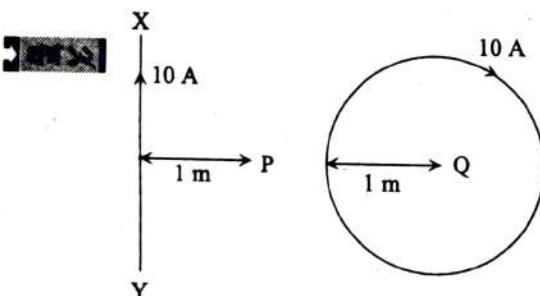
নির্ণয় বল  $1.67 \times 10^{-4} \text{ N}$

**১** এখানে, চিত্র-১ ও চিত্র-২ এ PQ ও RS দুটি তার প্রস্পর থেকে  $a = 6 \text{ cm}$  দূরে সমানভাবে অবস্থিত, PQ তারের মধ্যদিয়ে প্রবাহমাত্রা  $I_1 = 1 \text{ A}$  এবং RS তারের মধ্যদিয়ে প্রবাহমাত্রা  $I_2 = 5 \text{ A}$ । এখন চিত্র-১ এ RS তারের প্রবাহের জন্য PQ তারে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a}$ ।

এই চৌম্বক ক্ষেত্রের দরুণ PQ তারটি বল অনুভব করে, PQ তারটির একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বল  $F_1 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$  সূত্রানুযায়ী পাওয়া যায়, যার দিক ডানদিকে। অনুরূপভাবে PQ তারের প্রবাহের জন্য RS তারের একক দৈর্ঘ্যে সৃষ্টি বল।

$F_2 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$  থেকে পাওয়া যায়। এই বলের দিক হবে বামদিকে।

কিন্তু, চিত্র-২ এর ক্ষেত্রে AB তারের একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বলের দিক ডানদিকে হলে ও RS তারের তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ। নিচের দিকে হওয়ায় এর একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বলের দিক ও ডানদিকে হবে। ফলে চিত্র-১ ও চিত্র-২ এর RS পরিবাহীর একক দৈর্ঘ্যের উপর ক্রিয়াশীল বলের দিক একই হবে না।



- ১** ক. হল ক্রিয়া কী?  
**২** খ. ঢাকার বিন্তি  $31^\circ \text{N}$  বলতে কী বোঝায়?  
**৩** গ. XY তারের দরুন P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বের কর।  
**৪** ঘ. "P ও Q বিন্দু যে কোনো একটি বিন্দু চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে।" – গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[চি. বো. '১৭]

### ১২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তড়িৎ প্রবাহের ও চৌম্বক ক্ষেত্রের উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর বিভিন্ন পার্থক্য সৃষ্টি হয়। যে ক্রিয়ার ফলে বিভিন্ন পার্থক্য বা হল ভোটেজ সৃষ্টি হয় তাকে হল ক্রিয়া বলে।

**খ** "ঢাকার বিন্তি কোণ  $31^\circ \text{N}$ " বলতে বুঝায়, ঢাকায় একটি দণ্ড চূম্বককে মুক্তভাবে তার ভারকেন্দ্র হতে ঝুলালে, দণ্ড চূম্বকটির উত্তর মেরু অনুভূমিকের নিচের দিকে ঝুলে স্থির থাকবে এবং চূম্বকের চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিক তলের সাথে  $31^\circ$  কোণ উৎপন্ন করবে।

**গ** আমরা জানি,

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \\ = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1} \times 10 \text{ A}}{2\pi \times 1 \text{ m}} \\ = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$$

অতএব, XY তলের দরুন P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান  $2 \times 10^{-6} \text{ T}$ .

এখানে,  
 তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 10 \text{ A}$   
 দূরত্ব,  $a = 1 \text{ m}$   
 চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = ?$

**ঘ** এখানে, P বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $B = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$

[গ নং থেকে প্রাপ্ত]

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 10 \text{ A}$ ; ব্যাসার্ধ,  $r = 1 \text{ m}$

$$\therefore Q বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র, B_1 = \frac{\mu_0 I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1} \times 10 \text{ A}}{2 \times 1 \text{ m}} \\ = 6.2832 \times 10^{-6} \text{ T}$$

এখানে,  $B_1 > B$

অতএব, Q বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি।

**ঙ** ক্ষেত্র ১৩। চিত্রে  $6.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ভর এবং  $3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$  চার্জবিশিষ্ট একটি কণা একটি সূৰ্যম চৌম্বকক্ষেত্রে  $2.5 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$  বেগে প্রবেশ করে।



ইলেক্ট্রনের ভর  $= 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ক. স্বীকৃত আবেশ কী?

খ. ডায়াচৌম্বক পদার্থে চৌম্বক মোমেন্ট থাকে না কেন?

গ. কণাটির উপর কত বল ক্রিয়াশীল হবে?

ঘ. পরবর্তীতে একটি ইলেক্ট্রন একই চৌম্বকক্ষেত্রে একই বেগে প্রবেশ করলে প্রথম কণাটির এবং ইলেক্ট্রনটির গতিপথের ব্যাসার্ধ কি একই হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

[সি. বো. '১৭]

### ১৩নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি মাত্র বস্থ কুণ্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহের দরুন চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের ফলে অথবা কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে বস্থ কুণ্ডলীর গতির ফলে যে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ঘটে, তাকে স্বীকৃত আবেশ বলে।

**খ** পদার্থের পরমাণুতে ইলেক্ট্রনের কক্ষীয় ও স্পিন গতি থেকে চৌম্বক মোমেন্ট উন্নত হয়। এক জোড়া ইলেক্ট্রনের মধ্যে একটির মোমেন্ট অপরটির সমান ও বিপরীত হলে উক্ত জোড়ার নিট মোমেন্ট শূন্য হয়। ডায়াচৌম্বক পদার্থ ছারা তৈরি বস্থ এ ধরনের বহুসংখ্যক জোড়ার সমষ্টি। ফলে এসব বস্থে কোনো ছিপোল থাকে না এবং কোনো নিট মোমেন্ট থাকে না।

**ঘ** এখানে, কণাটির চার্জ,  $q = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$

বেগ,  $v = 2.5 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য,  $B = 1.6 \text{ T}$ ; ক্রিয়াশীল বল,  $F = ?$

আমরা জানি,  $F = qv B \sin \theta$

$$= 3.2 \times 10^{-19} \text{ C} \times 2.5 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \times 1.6 \text{ T} \times \sin 90^\circ \\ = 1.28 \times 10^{-10}$$

নির্ণয় বল  $1.28 \times 10^{-10} \text{ N}$

**ঙ** অর্থ ক্ষেত্রে : চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = 1.6 \text{ T}$

চার্জ,  $q_1 = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ ; বেগ,  $v = 2.5 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

ভর,  $m_1 = 6.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$

ক্রিয়াশীল বল,  $F_1 = 12.8 \times 10^{-11} \text{ N}$  (গ হতে)

আমরা জানি,  $F_1 = \frac{m_1 v^2}{r_1}$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{m_1 v^2}{F_1} = \frac{6.7 \times 10^{-27} \times (2.5 \times 10^8)^2}{12.8 \times 10^{-11}} \text{ m} = 3.27 \text{ m}$$

বিতীয় ক্ষেত্রে : ভর,  $m_2 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

বেগ,  $v = 2.5 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ; বল,  $F_2 = q_2 v B$

$$\text{আমরা জানি, } F_2 = \frac{m_2 v^2}{r_2}$$

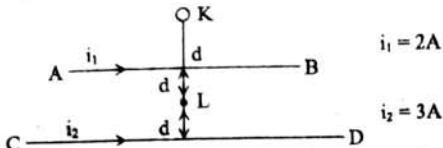
$$\text{বা, } q_2 v B = \frac{m_2 v^2}{r_2}$$

$$\text{বা, } r_2 = \frac{m_2 v}{q_2 B} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 2.5 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \text{ T}} = 8.886 \times 10^{-4} \text{ m}$$

এখনে,  $r_1 \neq r_2$

$\therefore$  গতিপথের ব্যাসার্ধ সমান হবে না।

চিত্র ৩। চিত্রে  $i_1$  প্রবাহের জন্য K বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $8 \text{ NA}^{-1} \text{ m}^{-1}$ ।



ক. Lorentz বল কী?

খ. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সমবর্তন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. AB পরিবাহী তার হতে K বিন্দুর দূরত্ব d নির্ণয় কর।

ঘ.  $i_1$  প্রবাহের দিক বিপরীত করলে L বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ও দিক কিরূপ হবে বিশ্লেষণ কর।

[ব. বো. '১৭]

### ১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো স্থানে একই সঙ্গে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্র বিদ্যমান থাকলে একটি গতিশীল চার্জ যে লব্ধি বল অনুভব করে তাই Lorentz বল।

খ) যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বলে। আবার যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সম্মতরালে অগ্রসর হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে কম্পন গতিপথের লম্ব অভিমুখে থাকার কারণে তা চারদিকে সমান বিস্তারে কম্পিত হয় ফলে এর সমবর্তন ঘটেন।

গ) এখনে, তড়িৎ প্রবাহ,  $i_1 = 2 \text{ A}$

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B_1 = 8 \text{ NA}^{-1} \text{ m}^{-1} = 8 \text{ T}$

চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$ ; দূরত্ব,  $d = ?$

$$\text{আমরা জানি, } B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

$$\text{বা, } d = \frac{\mu_0 I}{2\pi B_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 2\text{A}}{2\pi \times 8\text{T}} = 5 \times 10^{-8} \text{ m}$$

অতএব, AB পরিবাহী থেকে K বিন্দুর দূরত্ব  $5 \times 10^{-8} \text{ m}$ .

ঘ) এখনে, AB এর প্রবাহ,  $i_1 = 2 \text{ A}$

CD এর প্রবাহ,  $i_2 = 3 \text{ A}$

উভয় তার থেকে L বিন্দুর দূরত্ব,  $d = 5 \times 10^{-8} \text{ m}$  [গ থেকে প্রাপ্ত]

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

এখন, AB তারের জন্য L বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 2\text{A}}{2\pi \times 5 \times 10^{-8} \text{ m}} = 8 \text{ T} \text{ দিক ডিতরের দিকে}$$

এখন,  $i_1$  প্রবাহের দিককে বিপরীত করলে  $B_1$  এর দিকও বিপরীত হয়ে যাবে, অর্থাৎ  $B_1$  এর পরিবর্তিত দিক হয়ে বাইরের দিকে।

আবার, CD তারের জন্য L বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান

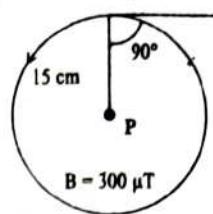
$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 3\text{A}}{2\pi \times 5 \times 10^{-8} \text{ m}} = 12 \text{ T} \text{ দিক বাইরের দিকে},$$

$\therefore$  L বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান—

$$B = B_1 + B_2 = 8 \text{ T} + 12 \text{ T} = 20 \text{ T}$$

অতএব, L বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান হবে 20 T এবং দিক হবে বাইরের দিকে।

চিত্র ৪। একটি তড়িৎবাহী তার কুণ্ডলী যার ব্যাসার্ধ 15 cm.



ক. স্বকীয় আবেশ কী?

খ. টোপোলিক ও চৌম্বক মধ্যতলের অন্তর্ভুক্ত কোণ ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্বীপকের বৃত্তাকার কুণ্ডলীর 62 পাকের জন্য তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর।

ঘ. তার কুণ্ডলীটি থেকে পরিধির সমান অংশ নিয়ে সোজা করে লম্বা তারটি থেকে বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বে চৌম্বক ফ্লাও ঘনত্বের কি পরিবর্তন ঘটবে? বিশ্লেষণ কর।

[ব. বো. '১৭]

### ১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক) একটি মাত্র বন্ধ কুণ্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহের দ্রুত চৌম্বক ফ্লাওরের পরিবর্তনের ফলে অথবা কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে বন্ধ কুণ্ডলীর গতির ফলে যে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ঘটে, তাকে স্বকীয় আবেশ বলে।

খ) পৃথিবীর কোনো স্থানে ভৌগলিক মধ্যতল ও চৌম্বক মধ্যতলের মধ্যবর্তী কোণকে ঐ স্থানের ভৃত্যুক্তত্বের বিচ্ছিন্নতা কোণ বা বিচ্ছিন্নতি বলে। একে θ দ্বারা প্রকাশ করা হয় ও ডিগ্রিতে মাপা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিচ্ছিন্নকোণের মান বিভিন্ন।

$$ক. আমরা জানি, B = \frac{\mu_0 N}{2r}$$

$$\text{বা, } I = \frac{2Br}{\mu_0 N} = \frac{2 \times 300 \times 10^{-6} \text{ T} \times 0.15 \text{ m}}{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 62} = 1.16 \text{ A}$$

নির্ণয় তড়িৎ প্রবাহ  $1.16 \text{ A}$ ।

এখনে, চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = 300 \mu \text{ T} = 300 \times 10^{-6} \text{ T}$  ব্যাসার্ধ,  $r = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$  পাকসংখ্যা,  $N = 62$  শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$  তড়িৎ প্রবাহ,  $I = ?$

খ) এখনে, কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$

$\therefore$  কুণ্ডলীর পরিধি  $= 2\pi r = 0.9424 \text{ m}$

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

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 1.16 \text{ A}$  [গ থেকে প্রাপ্ত]

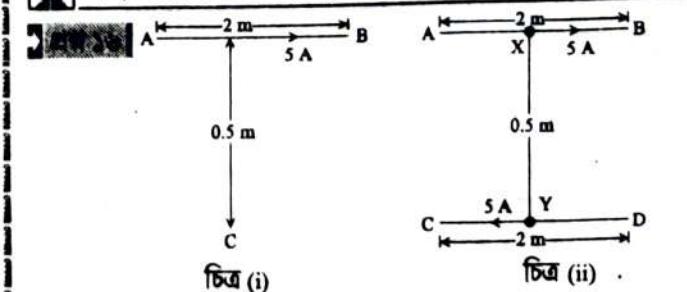
বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে চৌম্বক ফ্লাও ঘনত্ব,  $B = 300 \mu \text{ T} = 300 \times 10^{-6} \text{ T}$  সোজা তারের ক্ষেত্রে চৌম্বক ফ্লাও ঘনত্ব,

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 1.16 \text{ A}}{2\pi \times 0.15 \text{ m}} = 1.55 \times 10^{-6} \text{ T}$$

এখনে,  $B_1 < B$

অতএব, পরিবর্তিত ক্ষেত্রে চৌম্বক ফ্লাও ঘনত্বের মান কমবে।

### এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৬ এর প্রশ্ন ও উত্তর



চিত্র (i)

ক. স্বকীয় আবেশ কী?

খ. "চূর্ছুক বারা বৈদ্যুতিক শক্তি তৈরি করা যায়" - ব্যাখ্যা কর।

গ. চিত্র (i) এ C বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত?

ঘ. চিত্র (ii) এর X ও Y বিন্দুতে চৌম্বক বলের দিকের তুলনা কর।

[ব. বো. '১৬]

### ১৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি যাত্র বন্ধ কুণ্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহের দূরন চৌম্বক ফ্লাইয়ের পরিবর্তনের ফলে অথবা কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে বন্ধ কুণ্ডলীর গতির ফলে যে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ঘটে, তাই ব্যক্তির আবেশ।

**খ** একটি গতিশীল চূম্বক কিংবা তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর প্রভাবে একটি বন্ধ তার কুণ্ডলীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তি এবং তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করা যায়। একটি চূম্বককে স্থির রেখে একটি বন্ধ কুণ্ডলীকে চূম্বকের দিকে দ্রুত সরালে অথবা বন্ধ কুণ্ডলীকে স্থির রেখে চূম্বকটিকে কুণ্ডলীর দিকে দ্রুত সরালে অথবা বন্ধ কুণ্ডলীকে এক সাথে পরম্পরারের দিকে আনলে বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িচালক শক্তি অর্ধাং বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন হবে। এ প্রক্রিয়াটির নাম হলো তড়িৎ চূম্বকীয় আবেশ।

**গ** ধরি, চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B$

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

তার থেকে  $C$  বিন্দুর দূরত্ত,  $a = 0.5 \text{ m}$

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

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1} \times 5 \text{ A}}{2\pi \times 0.5 \text{ m}} = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$$

অতএব, চিত্র (i) এ  $C$  বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $2 \times 10^{-6} \text{ T}$ ।

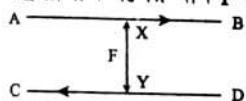
**ঘ** এখানে, চিত্র (ii) এর

উভয় তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ,  $I_1 = I_2 = 5 \text{ A}$

তারছয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ত,  $d = 0.5 \text{ m}$ ; তারের দৈর্ঘ্য,  $l = 2 \text{ m}$

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

এখন,  $X$  ও  $Y$  বিন্দুতে ক্রিয়াশীল বলের মান  $F$  হলো,



$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1} \times 5 \text{ A} \times 5 \text{ A} \times 2 \text{ m}}{2\pi \times 0.5 \text{ m}} = 2 \times 10^{-5} \text{ N}$$

এখন,  $X$  ও  $Y$  বিন্দুতে ক্রিয়াশীল বলের দিক পরম্পরার বিপরীত দিকে এবং এ বল পরম্পরাকে বিকর্ষণ করবে।

**ঘ প্রশ্ন ১৭** হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেক্ট্রন ও একটি প্রোটন থাকে। ইলেক্ট্রনটি নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে  $2.185 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$  সমদুর্ভাবে ঘূরছে। ইলেক্ট্রনের ভর  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  এবং বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ  $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$  [ $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ]

**ক**. টেসলা কাকে বলে? ১

**খ**. ব্যক্তির আবেশ গুণাঙ্ক 5 হেনরি বলতে কি বুঝা? ২

**গ**. কেন্দ্রে কুলৰ বল কত হবে? ৩

**ঘ**. ঘূর্ণনরত ইলেক্ট্রনটি পরমাণুর কক্ষপথ থেকে ছিটকে পড়বে কি-না বিশ্বেষণ করে যতান্ত দাও। ৪

[রা. বো. '১৬]

### ১৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যদি কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিযুক্তের সাথে সমকোণে। কুলৰ চার্জ  $1 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল হয় এবং  $1 \text{ N}$  বল অনুভব করে, তবে এ চৌম্বক ক্ষেত্রের মানকে  $1 \text{ টেসলা}$  বা  $শুধু টেসলা$  বলে।

**খ** ব্যক্তির আবেশ গুণাঙ্ক 5 henry বলতে বুঝায়, কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে 1 A হারে পরিবর্তিত হলে ঐ কুণ্ডলীতে 5 volt তড়িচালক বল আবিষ্ট হবে।

$$\text{অর্ধাং } 5 \text{ H} = \frac{5 \text{ V}}{1 \text{ A} \times 1 \text{ s}} = 5 \text{ V s A}^{-1}$$

**ঘ** উচ্চিপক হতে পাই, ইলেক্ট্রনের আধান,  $q_e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  প্রোটনের আধান,  $q_p = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত্ত,  $r = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$

$$\text{ধূবক}, \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}; \text{ কুলৰ বল, } F = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_e q_p}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{-1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{(5.3 \times 10^{-11} \text{ m})^2}$$

$$= -8.20 \times 10^{-8} \text{ N}$$

নির্ণেয় বলের মান  $8.20 \times 10^{-8} \text{ N}$ ।

**ঘ** এখানে, ইলেক্ট্রনের ভর,  $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ইলেক্ট্রনের বেগ  $v = 2.186 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$

বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ  $r = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$

এখন, ইলেক্ট্রনের কেন্দ্রমুখী বল  $F_c$  হলো,

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (2.186 \times 10^6 \text{ m s}^{-1})^2}{5.3 \times 10^{-11} \text{ m}} = 8.20 \times 10^{-8} \text{ N}$$

' $g$ ' থেকে পাই, ইলেক্ট্রন ও প্রোটনের মধ্যকার স্থির তড়িৎ বল  $F_e = 8.20 \times 10^{-8} \text{ N}$

এখানে,  $F_c = F_e$ , অর্থাৎ কেন্দ্রমুখী বল পরমাণুর কেন্দ্রে স্থির তড়িৎ বলের সমান। সুতরাং ঘূর্ণনরত ইলেক্ট্রনটি পরমাণুর কক্ষপথ থেকে ছিটকে পড়বে না।

**ঘ প্রশ্ন ১৮** একজন বিজ্ঞানমনক ছাত্র 3 cm দৈর্ঘ্য ও 2 cm প্রস্থবিশিষ্ট একটি আয়তাকার কুণ্ডলীকে  $1.5 \times 10^3 \text{ A m}^{-1}$  চৌম্বক ক্ষেত্রের তলের সমকোণে স্থাপন করল। তারপর কুণ্ডলীর তিতার দিয়ে 2 A তড়িৎ প্রবাহিত করে দেখল যে, কুণ্ডলীটি চৌম্বক ক্ষেত্র হতে  $30^\circ$  কোণে বিক্ষিপ্ত হয়েছে।

**ক**. কুরী বিন্দু কী?

**খ**. ডায়াচৌম্বক পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সত্ত্বেও চূম্বক ধারা বিকর্ষিত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

**গ**. উচ্চিপকে বর্ণিত কুণ্ডলীটির উপর ক্রিয়াশীল টকের মান নির্ণয় কর।

**ঘ**. উচ্চিপকের কুণ্ডলীটি যদি চৌম্বকক্ষেত্রের তলের সাথে  $90^\circ$  কোণে বিক্ষিপ্ত হয় তবে কৃতকাজের হিসাব বের করা সম্ভব কি-না গাণিতিক বিশ্বেষণে দেখাও।

[য. বো. '১৬]

### ১৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নির্দিষ্ট ফেরোচৌম্বক পদার্থ একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তার ফেরোচৌম্বক ধর্ম সম্পূর্ণরূপে হারিয়ে ফেলে এবং প্যারাচৌম্বক পদার্থে পরিণত হয়। এ বিশেষ তাপমাত্রাই এ পদার্থের কুরী বিন্দু।

**খ** ডায়া চৌম্বক পদার্থের ওপর চৌম্বক ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে একটি চৌম্বক মোমেট আবিষ্ট হয় এবং এর অভিযুক্ত বহিঃস্থ চৌম্বক ক্ষেত্রের বিপরীত দিকে হয়, ফলে বিকর্ষণ হয়। এজন্যই ডায়াচৌম্বক, পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সত্ত্বেও চূম্বক ধারা বিকর্ষিত হয়।

**ঘ** উচ্চিপক হতে পাই, দৈর্ঘ্য,  $a = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$

প্রস্থ,  $b = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = 1.5 \times 10^3 \text{ Am}^{-1}$

তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 2 \text{ A}$ ; পাকসংখ্যা,  $N = 1$

তল ভেট্টের ও চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 90^\circ$

ক্রিয়াশীল টক,  $T = ?$

এখানে, ক্ষেত্রফল,  $A = ab = 0.03 \text{ m} \times 0.02 \text{ m} = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

আমরা জানি,  $T = NIAB \sin\theta$

$$= 1 \times 2 \text{ A} \times 6 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 1.5 \times 10^3 \text{ Am}^{-1} \times \sin 90^\circ$$

$$= 1.8 \text{ Nm}$$

অতএব, ক্রিয়াশীল টকের মান  $1.8 \text{ Nm}$ ।

**ঘ** যেহেতু কুণ্ডলীর উপর প্রাথমিক টক শূন্য, সেহেতু কুণ্ডলীটি বিক্ষিপ্ত করতে হলে প্রাথমিকভাবে একে সামান্য ঘূরিয়ে দিতে হবে অর্ধাং বাইরে থেকে একটি প্রাথমিক ঘূর্ণন সৃষ্টি করতে হবে।

এখানে, কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল,  $A = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  [' $g$ ' থেকে]

কুণ্ডলীটি চৌম্বকক্ষেত্রের তলের সাথে  $90^\circ$  কোণে বিকিঞ্চ হলে কৃতকাজ—

$$W = \int_0^{\frac{\pi}{2}} r d\theta = \int_0^{\frac{\pi}{2}} NIAB \sin \theta d\theta = NIAB \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \theta \cdot d\theta$$

$$= NIAB [-\cos \theta]_0^{\frac{\pi}{2}}$$

$$= NIAB [-\cos \frac{\pi}{2} + \cos 0]$$

$$= NIAB [0 + 1] = NIAB = 1 \times 2 \times 6 \times 10^{-4} \times 1.5 \times 10^3 = 1.8 \text{ J}$$

অতএব,  $1.8 \text{ J}$  কাজ করতে হবে।

**প্রয়োগ ১**  $2 \text{ m}$  লম্বা সোজা তারের মধ্য দিয়ে  $4 \text{ A}$  তড়িৎ প্রবাহিত করলে তার হতে  $0.16 \text{ m}$  দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান তারটি বৃত্তাকার করলে কেন্দ্রে উৎপন্ন চৌম্বক ক্ষেত্রের চেয়ে কম। আবার তারটি পেঁচিয়ে 10 পাকের কুণ্ডলী তৈরি করলে কেন্দ্রে যে চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি হয় তা এক পাকের ক্ষেত্রের  $100$  গুণ।

ক. পারম্পরিক আবেশ কাকে বলে? ১

খ. কোনো পরিবাহীর পরিবাহিতা  $0.2 \text{ Siemens}$  বলতে কী বোঝায়? ২

গ. উদ্ধীপকের তারটি হতে  $0.16 \text{ m}$  দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? ৩

ঘ. উদ্ধীপকের বক্তব্যের সঠিকতা যাচাই কর। ৪

[সি. বো. '১৬; ব. বো. '১৬]

### ১৯নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** পাশাপাশি অবস্থিত দুটি কুণ্ডলীর যেকোনো একটিতে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটলে অপরটিতে তড়িচ্ছালক বল আবিষ্ট হয়। এ ঘটনাকে পারম্পরিক আবেশ বলে।

**খ** কোনো পরিবাহীর পরিবাহিতা  $0.2 \text{ Siemens}$  বলতে বুঝায় এ পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য  $1 \text{ Ohm}$  হলে তার মধ্য দিয়ে  $0.2 \text{ A}$  তড়িৎ প্রবাহ চলে এবং পরিবাহীর রোধ  $(1 \div 0.2)\Omega = 5\Omega$ ।

**গ** উদ্ধীপক হতে পাই, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 4 \text{ A}$

দূরত্ব,  $a = 0.16 \text{ m}$

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

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = ?$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 4 \text{ A}}{2\pi \times 0.16 \text{ m}} = 5 \times 10^{-6} \text{ T}$$

নির্ণেয় চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $5 \times 10^{-6} \text{ T}$

**ঘ** তারটির দৈর্ঘ্য  $2 \text{ m}$

∴ তারটি বৃত্তাকার করলে এর ব্যাসার্ধ  $r$  হলে,

পরিধি  $2\pi r = 2 \text{ m}$

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

এখনে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 4 \text{ A}$

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

এখন, বৃত্তাকার তারের কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 4 \text{ A}}{2 \times \frac{1}{\pi} \text{ m}} = 7.9 \times 10^{-6} \text{ T}$$

আবার, তারটিকে 10 পাকের কুণ্ডলীতে পরিণত করলে কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ  $r'$  হলে,

$$2\pi r' \times 10 = 2 \text{ m}$$

$$\text{বা, } r' = \frac{2}{2\pi \times 10} \text{ m} = \frac{1}{10\pi} \text{ m}$$

এখন, কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$$B' = \frac{\mu_0 NI}{2r} \quad [\text{এখানে, পাকসংখ্যা } N = 10]$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 10 \times 4 \text{ A}}{2 \times \frac{1}{10\pi} \text{ m}} = 7.9 \times 10^{-4} \text{ T}$$

' $g$ ' থেকে পাই, সোজা তার থেকে  $0.16 \text{ m}$  দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$$B = 5 \times 10^{-6} \text{ T}$$

এখানে,  $B < B_1$

$$\text{আবার, } \frac{B'}{B_1} = \frac{7.9 \times 10^{-4} \text{ T}}{7.9 \times 10^{-6} \text{ T}} = 100$$

$$\therefore B' = 100 B_1$$

অতএব, উদ্ধীপকের বক্তব্য সঠিক।

### ১২ এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৫ এর প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রয়োগ ২০** একটি লম্বা ও সোজা তারে  $60 \text{ A}$  তড়িৎ সরবরাহ করা হলো। তার থেকে  $40 \text{ cm}$  দূরে P একটি বিন্দু। পরবর্তীতে তারটিকে বাঁকিয়ে  $40 \text{ cm}$  ব্যাসার্ধের এক পাকের বৃত্তাকার কুণ্ডলী করা হলো যার কেন্দ্র হলো Q।

ক. হল বিভব পার্থক্য 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 এবং Q বিন্দু সমন্বয়ে থাকলেও চৌম্বকক্ষেত্রের মান ভিন্ন হতে পারে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

[সি. বো. '১৫]

### ২০নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর যে বিভব পার্থক্যের সূচি হয়, তাকে বিভব পার্থক্য বলে।

**খ** তাড়িত চৌম্বক আবেশের উপর ভিত্তি করে ট্রান্সফরমার তৈরি করা হয়। ট্রান্সফরমার কেবল এসি. লাইনে ব্যবহার করা হয়। কারণ ট্রান্সফরমার ডি.সি. লাইনে কাজ করে না। মুখ্য কুণ্ডলীতে ডি.সি. ভোল্টেজ বা প্রবাহ প্রয়োগ করলে ট্রান্সফরমারের মজ্জার মধ্য দিয়ে ধূম্বানের চৌম্বক ফ্লার গমন করে। এ ধূম্বানের চৌম্বক ফ্লার গোণ কুণ্ডলীতে কোনো তড়িচ্ছালক বল আবিষ্ট করতে পারে না। ফলে ইনপুট ডি.সি. ভোল্টেজের মান যাই হোক না কেন, আউটপুট গোণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ সর্বদাই শূন্য হয়। তাই ট্রান্সফরমার ডিসি প্রবাহে কাজ করে না।

**ঘ** ধরি, P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B_P$ ।

আমরা জানি,

এখনে,

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 60 \text{ A}$

$$B_P = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 60}{2\pi \times 0.40} \text{ T}$$

$$= 300 \times 10^{-7} \text{ T}$$

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

$$\therefore P \text{ বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান } 3 \times 10^{-5} \text{ T।}$$

**ঘ** পরিবাহীটিকে বাঁকিয়ে বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিণত করা হলো। বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্র Q।

আমরা জানি,

এখনে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 60 \text{ A}$

পাকসংখ্যা  $n = 1$

কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 40 \text{ cm} = 0.40 \text{ m}$

Q বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$B_Q = ?$

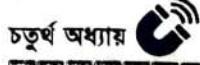
$$\text{বা, } B_Q = \frac{\mu_0 n I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times 60}{2 \times 0.40} \text{ T}$$

$$= 942.48 \times 10^{-7} \text{ T}$$

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

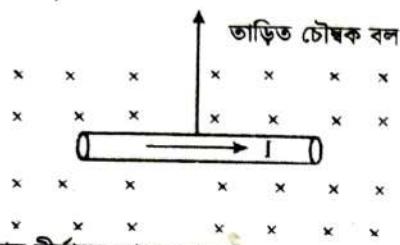
' $g$ ' হতে পাই,  $B_P = 3 \times 10^{-5} \text{ T}$

$\therefore B_Q > B_P$



দেখা যাচ্ছে উভয় ক্ষেত্রে একই পরিমাণ প্রবাহ এবং আলোচ্য বিন্দুর দ্রুত পরিবাহী হতে অভিম হওয়া সত্ত্বেও বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান সোজা পরিবাহী তারের চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের চেয়েও বেশি।

**বিষয়**  $5 \times 10^{-3}$  kg ভর, 0.6 m দৈর্ঘ্য এবং  $0.1\Omega$  রোধবিশিষ্ট একটি পরিবাহী তার 1.8  $\times 10^{-3}$  T ফ্লাক্স ঘনত্বের সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে লম্বভাবে রাখা আছে। তারটির দুই প্রান্তে 4.5 V বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করে এতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করা হলো। (চৌম্বক প্রাবল্য,  $H = 1.8 \times 10^{-5}$  T)



১. ক. কাল দীর্ঘায়ন কাকে বলে?  
 ২. NAND কে সার্বজনীন গেট বলা হয় কেন?  
 ৩. চৌম্বক প্রবেশ্যতা কত?  
 ৪. তারটি চৌম্বকক্ষেত্রে সাম্যাবস্থায় থাকবে— উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর।

[রা. বো. '১৫]

### ২১২. প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে গতিশীল অবস্থায় সংঘটিত দুটি ঘটনার মধ্যবর্তী কাল ব্যবধান ঐ পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে নিচল অবস্থায় সংঘটিত ঐ একই ঘটনাছয়ের মধ্যবর্তী কাল ব্যবধানের চেয়ে বেশি হবে, এ ঘটনাকে কাল দীর্ঘায়ন বলে।

খ. NOT গেইট এবং AND গেইটের সমবয়ে NAND গেইট এর উৎপত্তি। NAND গেইটকে সার্বজনীন গেইট বলা হয়, কারণ শুধু NAND গেইট ব্যবহার করে দুই বা ততোধিক ইনপুট এর AND, OR, NOT মৌলিক অপরিশেনগুলো করা সম্ভব।

গ. ধরি, চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu$  আমরা জানি,

$$\mu = \frac{B}{H}$$

$$\text{বা, } \mu = \frac{1.8 \times 10^{-3} \text{ T}}{1.8 \times 10^{-5} \text{ T}} = 100$$

$$\therefore \text{চৌম্বক প্রবেশ্যতা } 100।$$

এখানে, চৌম্বক প্রাবল্য,  
 $H = 1.8 \times 10^{-5}$  T  
 চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বা চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব,  $B = 1.8 \times 10^{-3}$  T

ঘ. আমরা জানি, প্রবাহমাত্রা I হলো,

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{4.5 \text{ V}}{0.1 \Omega}$$

$$= 45 \text{ A}$$

এখন, চৌম্বক বল  $F = I/B \sin\theta$

$$= 45 \text{ A} \times 0.6 \text{ m} \times 1.8 \times 10^{-3} \text{ T} \times \sin 90^\circ$$

$$= 0.049 \text{ N}$$

অতএব, তারের ওপর 0.049 N বল ক্রিয়া করবে, যার দিক হবে ফ্রেমিং এর বামহস্ত নিয়ম অনুযায়ী উপরের দিকে।

আবার তারের ওজন,  $W = mg = 5 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} = 0.049 \text{ N}$

অতএব, তারের ওজন 0.049 N যার দিক নিম্নমুখী। এখন, চৌম্বক বল ও ওজন সমান এবং বিপরীতমুখী বলে তারটি চৌম্বক ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থায় থাকবে অর্থাৎ উক্তিটি যথার্থ।

গ. 0.001 m<sup>2</sup> প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একখন্ত ইস্পাতকে চূম্বকায়ন করার জন্য একটি চূম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলো। চৌম্বক প্রাবল্যের মান যত বৃদ্ধি করা হয় চূম্বকায়নের মাত্রা তত বৃদ্ধি পায়। কিন্তু চূম্বকায়ন মাত্রা একটি সম্পৃক্ষ মানে পৌছার পর চৌম্বক প্রাবল্যের খণ্ডটি  $I A m$  মেরুশক্তির একখন্ত চূম্বকে পরিণত হলো।

- ক. শাস্তি কাকে বলে? ১  
 খ. তুল্যরোধ এবং তুল্য ধারকত্তের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২  
 গ. উদ্বিপক্ষে উল্লেখিত ইস্পাত খণ্ডকে চূম্বকে পরিণত করার ফলে উহার চূম্বকায়ন মাত্রা আর বৃদ্ধি পায় না। অবশ্যে ইস্পাত পূর্বক চৌম্বক সম্পৃক্ষ ব্যাখ্যা কর। ৩  
 ঘ. চূম্বকায়ন মাত্রা বনাম চৌম্বক প্রাবল্যের লেখ অঙ্কন পূর্বক চৌম্বক সম্পৃক্ষ ব্যাখ্যা কর। ৪

[রা. বো. '১৫]

ক. অধিক পরিমাণ প্রবাহ গিয়ে যাতে গ্যালভানোমিটারকে নষ্ট করতে না পারে তার জন্য গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে যে অল্প মানের রোধ সংযুক্ত করা হয় তাকে শাস্তি বলে।

খ. নিচে তুল্যরোধ ও তুল্য ধারকত্তের মধ্যে পার্থক্য দেওয়া হলো—

তুল্যরোধ	তুল্য ধারকত্ত
১. রোধের কোনো সমবায়ের রোধগুলোর পরিবর্তে যে একটি মাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহ ও বিভব পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না, তাই সমবায়ের তুল্য রোধ।	১. ধারকের সমবায়ের পরিবর্তে যে একটি মাত্র ধারক ব্যবহার করলে সমবায়ের বিভব পার্থক্য ও আধানের পরিবর্তন হয় না, তাই সমবায়ের তুল্য ধারকত্ত।
২. শ্রেণি সমবায়ের সজ্জিত সকল রোধের সমষ্টি তুল্যরোধের সমান।	২. শ্রেণি সমবায়ের তুল্যধারকত্তের বিপরীত রাশি ধারকগুলোর ধারকত্তের বিপরীত রাশির সমষ্টির সমান।
৩. সমান্তরাল সমবায়ে সজ্জিত প্রতিটি রোধের বিপরীত রাশির সমষ্টি তুল্য রোধের বিপরীত রাশির সমষ্টি তুল্য ধারকত্তের সমান।	৩. সমান্তরাল সমবায়ের তুল্য ধারকত্ত ধারকগুলোর ধারকত্তের সমষ্টির সমান।

গ. ধরি, ইস্পাত খণ্ডের দৈর্ঘ্য = 21

আমরা জানি,

$$I = \frac{M}{V} = \frac{\text{চৌম্বক ভারক}}{\text{আয়তন}}$$

$$= \frac{m \times 2l}{a \times 2l} = \frac{m}{a}$$

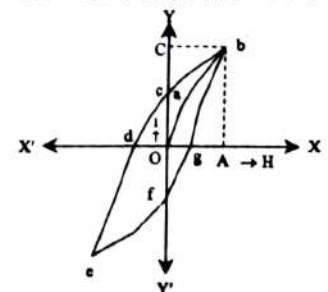
$$\text{বা, } I = \frac{1}{0.001} \text{ A m}^{-1} = 1000 \text{ A m}^{-1}$$

এখনে, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,  $a = 0.001 \text{ m}^2$

মেরুশক্তি,  $m = 1 \text{ A m}$

চূম্বকায়ন মাত্রা,  $I = ?$

ঘ. একটি ফেরোচৌম্বক প্রদার্থকে H প্রাবল্যের চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করি এবং একে চূম্বকিত করি। H এর পরিবর্তনে চূম্বকায়নমাত্রা I এর পরিবর্তন ঘটে। যা I বনাম H লেখে O, a b c d e f g b দিয়ে দেখানো হলো। H-কে X অক্ষে এবং I কে Y অক্ষে স্থাপন করে লেখাটি অঙ্কন করা হয়েছে। H এর মান শূন্য থেকে ক্রমাগত বাড়তে ধারকলে চূম্বকায়ন মাত্রা I এর মান বাড়তে থাকে। চিত্রে Oab রেখার সাহায্যে এটি দেখানো হলো। I এর, মান b বিন্দুতে উপনীত হবার পর H এর মান বাড়লেও I এর মান আর বাড়ে না। এ অবস্থায় চূম্বকায়ন মাত্রা সম্পৃক্ষ মান লাভ করে। সম্পৃক্ষ মানে চূম্বকায়ন মাত্রা OC এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য OA। এ অবস্থায় চৌম্বক পদার্থের অণুচৌম্বকগুলো সম্পৃক্ষ মান লাভ করে।



**প্রয়োগ ২৩** পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে একদল শিক্ষার্থী ৫ সেমি মিটার ব্যাসার্ধ এবং 250 পাকবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ভিতর দিয়ে 20 A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে এবং কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌমুকক্ষেত্র B এর মান নির্ণয় করে। তারপর কুণ্ডলীর তারটিকে সোজা করে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ চালিয়ে কয়েলের ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বের কোনো বিন্দুতে B এর মান নির্ণয় করে। এমতাবস্থায় প্রবাহ স্থির রেখে পরিবাহাইকে 5 tesla মানের চৌমুক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে স্থাপন করা হলো।

- ক. অ্যালিপিয়ারের সংজ্ঞা দাও।  
 খ. সুষম চৌমুকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল কি কি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল?  
 গ. উচীপকে তারটি সোজা করার পরে চৌমুক ক্ষেত্রে স্থাপিত অবস্থায় এর উপর ক্রিয়াশীল বলের মান কত? ৩  
 ঘ. উচীপকের আলোকে কোন ক্ষেত্রে B এর মান বেশি পাবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

[কু. বো. '১৫]

### ২৩নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শূন্যস্থানে এক মিটার দূরত্বে অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের এবং উপেক্ষণীয় প্রস্থচ্ছেদের দৃটি সমান্তরাল পরিবাহকের প্রত্যেকটিতে যে পরিমাণ তড়িৎপ্রবাহ চললে পরম্পরের মধ্যে প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে  $2 \times 10^{-7} \text{ N}$  বল উৎপন্ন হয়, তাকে এক অ্যালিপিয়ার বলে।

**খ** সুষম চৌমুকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল, নিম্নবর্ণিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে  
 ১. পরিবাহকে তড়িৎপ্রবাহ, ২. পরিবাহকের দৈর্ঘ্য, ৩. চৌমুকক্ষেত্রের মান,  
 ৪. তড়িৎবাহী পরিবাহক ও চৌমুকক্ষেত্রের মধ্যকার কোণ।

**গ** ধরি, তারটির উপর ক্রিয়াশীল বল, F

উচীপক থেকে পাই, প্রবাহ, I = 20 A

চৌমুকক্ষেত্রের মান, B = 5 T

তারের দৈর্ঘ্য, l =  $2\pi r \times 250$

$$= 2 \times 3.1416 \times 0.05 \text{ m} \times 250 = 78.54 \text{ m}$$

$\vec{l}$  ও  $\vec{B}$  এর মধ্যকার কোণ,  $\theta = 90^\circ$

আমরা জানি,  $F = I/B \sin \theta$

$$= (20 \times 78.54 \times 5 \sin 90^\circ) \text{ N} = 7854 \text{ N}$$

∴ ক্রিয়াশীল বল, 7854 N।

**ঘ** বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে :

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} B &= \frac{\mu_0 I}{2r} \times N \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20 \times 250}{2 \times 0.05} \text{ T} \\ &= 0.0628 \text{ T} \\ &= 6.28 \times 10^{-2} \text{ T} \end{aligned}$$

সোজা তারের ক্ষেত্রে :

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} B_1 &= \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20}{2\pi \times 0.05} \text{ T} \\ &= 800 \times 10^{-7} \text{ T} = 8 \times 10^{-5} \text{ T} \end{aligned}$$

এখানে,  $B > B_1$

অর্থাৎ, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে চৌমুকক্ষেত্রে মান অনেক বেশি।

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{পাকসংখ্যা, } N &= 250 \\ \text{প্রবাহ, } I &= 20 \text{ A} \\ \text{ব্যাসার্ধ, } r &= 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m} \\ \text{চৌমুকক্ষেত্রের মান, } B &=? \\ \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{প্রবাহ, } I &= 20 \text{ A} \\ \text{আলোচ্য বিন্দুর দূরত্ব, } a &= 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m} \\ \text{চৌমুক ক্ষেত্রের মান, } B_1 &=? \end{aligned}$$

পদার্থবিদ্যা গবেষণাগারে তোমার শিক্ষক তড়িৎবৃক্ষীয় আবেশ বোঝানোর জন্য 5 টেসলা মানের চৌমুকক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে তিনটি পরিবাহী কুণ্ডলী রাখলেন, যাদের প্রতিটির পাকসংখ্যা 500। এদের মধ্যে প্রথম কুণ্ডলীটি 5 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার, বিতীয়টি  $10 \text{ cm}^2$  ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট আয়তাকার এবং তৃতীয়টি  $45 \text{ cm}^2$  ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট বর্গাকার। বিতীয় এবং তৃতীয় কুণ্ডলীকে 0.5 সেকেন্ডে ক্ষেত্র থেকে বের করে নেওয়া হলো।

ক. হল ক্রিয়া কী?

খ. কোনো স্থানের বিনতি  $29^\circ\text{S}$  বলতে কী বুঝ?

গ. প্রথম কুণ্ডলীতে জড়িত চৌমুক ফ্লাঙ্গের পরিমাণ কত? ৩

ঘ. উপরোক্ত কুণ্ডলী তিনিটিতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মানের তুলনামূলক বিপ্লবণ কর। ৪

[ব. বো. '১৫]

### ২৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তড়িৎ প্রবাহের ও চৌমুক ক্ষেত্রের উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হয়। যে ক্রিয়ার ফলে বিভব পার্থক্য বা হল তোটেজ সৃষ্টি হয় তাই হল ক্রিয়া।

**খ** কোনো স্থানের বিনতি  $29^\circ\text{S}$  বলতে বুঝায় ঐ স্থানে একটি দন্ত চুম্বককে মুক্তভাবে তার ভারকেন্দ্র হতে বুলালে দন্ত চুম্বকটির দক্ষিণ মেরু অনুভূমিকের সাথে উপরের দিকে  $29^\circ$  কোণে আনত থাকে। অর্থাৎ অনুভূমিকের ঝণাঝাক দিকের সাথে  $29^\circ$  কোণে আনত থাকে।

**গ** আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \phi &= AB \times N \\ &= \pi r^2 (B) \times N \\ &= 3.1416 \times (0.05)^2 \times 5 \times 500 \text{ Tm}^2 \\ &= 19.635 \text{ Wb} \end{aligned}$$

অতএব, চৌমুক ফ্লাঙ্গের পরিমাণ 19.635 Wb।

**ঘ** এখানে, চৌমুক ক্ষেত্রের মান B = 5 T

এখন, প্রথম কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \phi &= AB \\ &= \pi r^2 B \\ &= 3.1416 \times (0.05 \text{ m})^2 \times 5 \text{ T} \\ &= 0.03927 \text{ Wb} \end{aligned}$$

বিতীয় ও তৃতীয় কুণ্ডলীকে 0.5 সেকেন্ডে পর ক্ষেত্র থেকে বের করে নেওয়া হয়।

$$\therefore 0.5 \text{ সেকেন্ডে } \phi_1 = \phi_2 = 0.03927 \text{ Wb}$$

$$\therefore \phi_2 - \phi_1 = 0$$

$$\therefore \text{আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি, } E = -N \frac{d\phi}{dt} = 500 \times \frac{\phi_2 - \phi_1}{0.5} = 500 \times \frac{0}{0.5} = 0$$

বিতীয় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \text{চৌমুক ফ্লাঙ্গ, } \phi &= AB \\ &= 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 5 \text{ T} \\ &= 5 \times 10^{-3} \text{ Wb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 10 \text{ cm}^2 \\ &= 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি, } E = -N \frac{\phi_2 - \phi_1}{dt}$$

$$= -500 \times \left( \frac{0 - 5 \times 10^{-3}}{0.5} \right) = 5 \text{ V}$$

তৃতীয় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \text{চৌমুক ফ্লাঙ্গ, } \phi &= AB \\ &= 45 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 5 \text{ T} \\ &= 0.0225 \text{ Wb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 45 \text{ cm}^2 \\ &= 45 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি, } E = -N \frac{d\phi}{dt} = -500 \times \left( \frac{0 - 0.0225}{0.5} \right) = 22.5 \text{ V}$$

অতএব, উপরোক্ত গাণিতিক বিপ্লবণের আলোকে বলা যায় প্রথম কুণ্ডলীতে কোনো তড়িচালক শক্তি আবিষ্ট হবে না এবং তৃতীয় কুণ্ডলীতে সবচেয়ে বেশি তড়িচালক শক্তি আবিষ্ট হবে।



## NCTB সর্বাধিক শাফ্টের মধ্যে অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রয়োজন

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নমুনা সৃজনশীল প্রয়োজনীয় উভয় নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রয়োজনের অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা কলেজ ও ইচএসসি পরীক্ষার প্রস্ত ও উভয়ের ধরন ও মান সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

### ৩ এটি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তৌহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রয়োজন

**বিষয় :** একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাস 64 cm এবং পাকসংখ্যা 400। এর মধ্যদিয়ে 3.1 A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। কুণ্ডলীর কেন্দ্রে একটি আয়তাকার কুণ্ডলী রাখা আছে যার দৈর্ঘ্য 5 cm, প্রস্থ 3 cm, পাকসংখ্যা 500 এবং প্রবাহমাত্রা 4 A।

- ক. ফেরোচৌম্বক পদার্থ কী? ১
- খ. ডায়াচৌম্বক পদার্থে চৌম্বক মোমেন্ট থাকে না কেন? ২
- গ. কুণ্ডলীর কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বকক্ষেত্রের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কুণ্ডলীয়ের তল পরম্পর লম্ব অবস্থায় থাকলে টর্কের মান কিভুগ হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রয়োজন]

### ৪ ২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক) যেসব পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চূম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে শক্তিশালী চূম্বকত্ত লাভ করে তাদেরকে ফেরোচৌম্বক পদার্থ বলে।

খ) যেসব পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu < 1$  এবং চৌম্বক গ্রাহীতা  $k$  খণ্ডাকুক তাদেরকে ডায়াচৌম্বক পদার্থ বলে। যেমন, Bi, Sb, Zn, Cu, Au, H<sub>2</sub>O ইত্যাদি। এদেরকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে এরা চৌম্বকক্ষেত্র থেকে সরে যায় অর্থাৎ এদেরকে শক্তিশালী চূম্বক মেরুর কাছে আনলে বিকর্ষিত হয়। তাই এদের চৌম্বক মোমেন্ট থাকে না।

গ) উদ্বীপক হতে পাই,

$$\text{কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ}, r = \frac{64}{2} = 32 \text{ cm} = 0.32 \text{ m}$$

পাকসংখ্যা, N = 400; তড়িৎ প্রবাহ, I = 3.1 A

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

চৌম্বক ক্ষেত্র, B = ?

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 400 \times 3.1 \text{ A}}{2 \times 0.32 \text{ m}} \\ = 2.43 \times 10^{-3} \text{ T}$$

অতএব, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $2.43 \times 10^{-3} \text{ T}$ ।

ঘ) আয়তাকার কুণ্ডলীকে বৃত্তাকার কুণ্ডলী তলের কেন্দ্রে রাখা হলে আয়তাকার কুণ্ডলীতে টর্ক ক্রিয়া করবে।

এখনে, আয়তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল, A = 5 cm × 3 cm

$$= 15 \text{ cm}^2 = 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

পাকসংখ্যা, N = 500; প্রবাহমাত্রা, I = 4 A

চৌম্বকক্ষেত্র,  $B = 2.43 \times 10^{-3} \text{ T}$  ('গ' থেকে প্রাপ্ত)

$\theta = 90^\circ$

আয়তাকার কুণ্ডলীর উপর টর্ক,

$$T = NI \vec{A} \times \vec{B} = NIAB \sin\theta$$

$$= 500 \times 4A \times 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 2.43 \times 10^{-3} \text{ T} \times \sin 90^\circ$$

$$= 7.29 \times 10^{-3} \text{ Nm}$$

**বিষয় :** 2m লম্বা সোজা তারের মধ্য দিয়ে 4A তড়িৎ প্রবাহিত করা হলো। তারটি পেঁচিয়ে কুণ্ডলী তৈরি করলে তার কেন্দ্রে 100 গুণ চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করতে হলে 10 পাকের কুণ্ডলী তৈরি করতে হবে।

- ক. বিনিতি কী? ১
- খ. অ্যাম্পিয়ারের সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্বীপকের তারটি হতে  $500 \mu\text{m}$  দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? ৩
- ঘ. উদ্বীপকের বক্তব্যের সঠিকতা যাচাই কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রয়োজন]

### ৫ ২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো স্থানে ভৃ-চৌম্বক ক্ষেত্র অনুভূমিকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে অর্থাৎ চূম্বক মধ্যতলে মুক্তভাবে স্থাপিত চূম্বক শালাকা অনুভূমিক তল থেকে যে কোণে নত থাকে তাই ঐ স্থানের বিনিতি।

খ) অ্যাম্পিয়ারের সূত্রটি নিম্নরূপ—  
কোনো বন্ধপথ বরাবর কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের রৈখিক সমাকলন, পথটি দ্বারা আবর্ধ ক্ষেত্রফলের মধ্যে প্রবাহিত মোট তড়িৎ প্রবাহের  $\mu_0$  গুণ।

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

এখনে,  $\mu_0 = \text{শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা}$

$$dI = \text{পথের ব্যবকলন সরণ ভেট্রি}$$

$$\oint \text{প্রতীক দ্বারা বন্ধপথের সমাকলন বুঝানো হয়েছে।}$$

গ) আমরা জানি,

$$B = \frac{I \mu_0}{2\pi a} \\ = \frac{4 \times 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1} \text{ m}^{-1}}{2\pi \times 500 \times 10^{-6} \text{ m}} \\ = 1.6 \times 10^{-3} \text{ T.}$$

নির্ণেয় চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $1.6 \times 10^{-3} \text{ T.}$

এখনে,

তড়িৎ প্রবাহ, I = 4A

পরিবাহী থেকে লম্ব দূরত্ব,

$$a = 500 \mu\text{m} = 500 \times 10^{-6} \text{ m}$$

বায়ু বা শূন্য মাধ্যমের প্রবেশ্যতা,

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

চৌম্বকক্ষেত্র, B = ?

ঘ) আমরা জানি, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে,

$$\text{চৌম্বকক্ষেত্র } B \text{ হলে, } B = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

2m লম্বা সোজা তার দিয়ে বৃত্তাকার কুণ্ডলী তৈরি করলে কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ যদি r হয় তবে,  $2\pi r = 2$  বা,  $r = \frac{1}{\pi}$

$$\text{এক্ষেত্রে চৌম্বক ক্ষেত্র, } B = \frac{\mu_0 I}{2r} = \frac{\mu_0 I}{2 \times \frac{1}{\pi}} = \frac{\mu_0 I \pi}{2}$$

কিন্তু পাকসংখ্যা 10 হলে,

$$2\pi r \times 10 = 2 \quad | I = 2 \text{ m}$$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{1}{10\pi} \text{ m}$$

$$\therefore B_1 = \frac{10 \times 4 \times 4\pi \times 10^{-7}}{2 \times \frac{1}{10\pi}} = \frac{\mu_0 I}{2r_1} = \frac{10 \times \mu_0 I}{2 \times \frac{1}{10\pi}} = 50 \mu_0 I \pi$$

$$\text{এখন, } \frac{B_1}{B} = \frac{50 \mu_0 I \pi}{\frac{\mu_0 I r}{2}} = 50 \mu_0 I \pi \times \frac{2}{\mu_0 I \pi} = 100$$

$$\text{বা, } B_1 = 100 B$$

অতএব, উদ্বীপকের বক্তব্য সঠিক।

**প্রয়োগ ২৭** একটি দীর্ঘ ঝঙ্ক তারের মধ্য দিয়ে 20 A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হলো। তারটি থেকে 50 cm দূরে একটি বিন্দু A অবস্থিত। উল্লেখ্য  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1}$

ক. প্যারাচোষক পদার্থ কী?

১

খ. বায়োট-স্যাভার্ট সূত্র ব্যাখ্যা কর।

২

গ. A বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. তারটিকে পেঁচিয়ে 2 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার তারে পরিণত করলে বৃত্তের কেন্দ্রে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব নির্ণয় করা যাবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার উত্তরের সত্যতা যাচাই কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রয় ৩]

### ২৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে, চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে দুর্বল চৌম্বকত্ব লাভ করে সেসব পদার্থকে প্যারাচোষক পদার্থ বলে।

খ. বায়োট-স্যাভার্ট নিম্নরূপ-

নির্দিষ্ট মাধ্যমে কুন্দু দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর আশে-পাশে কোনো বিন্দুতে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান, প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক, পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক, পরিবাহীর মধ্য বিন্দু হতে ঐ বিন্দুর সংযোগ সরলরেখা এবং পরিবাহীর অন্তর্ভুক্ত কোণের সাইনের সমানুপাতিক এবং পরিবাহীর মধ্য বিন্দু হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যন্তানুপাতিক।

সূত্রানুসারে,  $dB \propto I$ ; যখন  $dI, r, \theta$  ধ্রুবক।

$dB \propto dI$ ; যখন  $I, r, \theta$  ধ্রুবক।

$dB \propto \sin \theta$ ; যখন  $I, dI$  এবং  $r$  ধ্রুবক।

$dB \propto \frac{1}{r}$ ; যখন  $I, dI$  এবং  $\theta$  ধ্রুবক।

সূত্র সমন্বয় করে পাই,  $dB \propto \frac{Id \sin \theta}{r^2}$

$$\therefore dB = K \frac{Id \sin \theta}{r^2} \quad [\text{এখানে } K \text{ সমানুপাতিক ধ্রুবক}]$$

গ. A বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \times 20 \text{ A}}{2 \times 3.1416 \times 0.5 \text{ m}} \quad \begin{array}{l} \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = 20 \text{ A} \\ \text{দূরত্ব, } r = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m} \\ \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \end{array}$$

$$= \frac{2 \times 20 \times 10^{-7}}{0.5} \text{ T} = 8 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$\therefore A \text{ বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ } 8 \times 10^{-6} \text{ T}।$$

ঘ. উকীপকের তারটিকে পেঁচিয়ে 2 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার তারে পরিণত করলে বৃত্তের কেন্দ্রে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব নির্ণয় করা যাবে কি-না নিম্নে গাণিতিকভাবে তার সত্যতা যাচাই করা হলো—

এখানে, তারের দৈর্ঘ্য =  $t = 50 \text{ cm}$

বৃত্তের ব্যাসার্ধ,  $r = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$

$$\therefore বৃত্তের পরিধি =  $2\pi r = (2 \times 3.1416 \times 2) \text{ cm} = 12.56 \text{ cm}$$$

$$\text{একেতে, } 50 \text{ cm দৈর্ঘ্যের তারের মোট পাক সংখ্যা } N = \frac{50}{12.56} = 3.98 \approx 4$$

$$\text{তড়িৎপ্রবাহ মাত্রা, } I = 20 \text{ A}$$

$$\text{চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব, } B = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } B = \frac{\mu_0 NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \times 4 \times 20 \text{ A}}{2 \times 0.02 \text{ m}}$$

$$\therefore B = 25132.8 \text{ T}$$

$$\therefore \text{চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব} = 25132.8 \text{ T} = 2.51 \times 10^4 \text{ T}।$$

**প্রয়োগ ২৮** 5  $\times 10^{-3} \text{ kg}$  ভর, 0.6 m দৈর্ঘ্য এবং  $0.1 \Omega$  রোধ বিলিট একটি পরিবাহী তার  $1.8 \times 10^{-3} \text{ T}$  ফ্লাক্স ঘনত্বের সুবম চৌম্বক ক্ষেত্রে লম্বভাবে রাখা আছে। তারটির দুই প্রান্তে 4.5 V বিভর পার্শ্বক্য প্রয়োগ করে, এতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করা হলো। (চৌম্বক প্রাবল্য  $H = 18 \times 10^{-4} \text{ T}$ )

ক. প্যারাচোষক পদার্থ কী?

১

খ. বায়োট-স্যাভার্ট সূত্র ব্যাখ্যা কর।

২

গ. A বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. তারটিকে পেঁচিয়ে 2 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার তারে পরিণত করলে বৃত্তের কেন্দ্রে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব নির্ণয় করা যাবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার উত্তরের সত্যতা যাচাই কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রয় ৪]

### ২৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব পদার্থ চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের বিপরীতে সামান্য চুম্বকত্ব লাভ করে তাদেরকে ডায়াচোষক পদার্থ বলে।

খ. সুবম চৌম্বকের ক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে তাহলো :

১. চৌম্বকক্ষেত্রের উপর;
২. চার্জের উপর;
৩. গতিবেগের  $y$ -অক্ষ বরাবর উপাংশের উপর।

গ. এখানে, চৌম্বক প্রাবল্য,  $H = 18 \times 10^{-4} \text{ T}$

চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $B = 1.8 \times 10^{-3} \text{ T}$

চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{B}{H} = \frac{1.8 \times 10^{-3}}{18 \times 10^{-4}} = 1 \times 10^{-8}$$

অতএব, চৌম্বক প্রবেশ্যতা  $1 \times 10^{-8}$ ।

ঘ. আমরা জানি,

$$V = RI$$

$$\therefore I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{4.5}{0.1}$$

$$= 45 \text{ A}$$

এখানে, তারের ভর,  $m = 5 \times 10^{-3} \text{ kg}$

দৈর্ঘ্য,  $l = 0.6 \text{ m}$

রোধ,  $R = 0.1 \Omega$

চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব,  $B = 1.8 \times 10^{-3} \text{ T}$

বিভব পার্শ্বক্য,  $V = 4.5 \text{ V}$ ,  $Q = 90^\circ$

অভিকর্ষ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ .

এখন,  $F = \mu_B \sin \theta = 45 \times 0.6 \times 1.8 \times 10^{-3} \times \sin 90^\circ = 0.049 \text{ N}$ .

অতএব, তারের উপর  $0.049 \text{ N}$  বল ক্রিয়া করবে, যার দিক ফ্রেমিং এর বামহস্ত নিয়ম অনুযায়ী উপরের দিকে।

আবার, তারের ওজন,  $W = mg = 5 \times 10^{-3} \times 9.8 = 0.049 \text{ N}$ .

অতএব, তারের ওজন  $0.049 \text{ N}$  নিম্নমুখী।

এখন, চৌম্বক বল ও তারের ওজন সমান এবং বিপরীতমুখী বলে তারটি সাম্যবস্থায় থাকবে অর্থাৎ উন্নিটি যথার্থ।

**প্রয়োগ ২৯** ফাহিম 5 m সরল তড়িৎবাহী তারের মধ্য দিয়ে 3.5 A বিন্দুৎ প্রবাহিত করে পরিবাহী হতে 4 cm লম্ব দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্রে সৃষ্টি করল। আবির একই দৈর্ঘ্যের তড়িৎবাহী তার দিয়ে 5 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার কুণ্ডলী করে সমপরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত করে চৌম্বকক্ষেত্রের সৃষ্টি করল।

ক. চৌম্বক ডোমেইন কী?

১

খ. ঢাকার বিনতি  $31 \text{ N}$  বলতে কী বুঝ?

২

গ. উকীপকের ফাহিম এর সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উকীপকে উভয়ের সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রে একটি প্রোটন

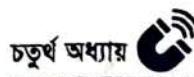
$1 \text{ m s}^{-1}$  বেগে লম্বভাবে গতিশীল হলে কোন ক্ষেত্রে বলের পরিমাণ বেশি হবে গাণিতিকভাবে দেখাও।

৪

[অনুশীলনীর প্রয় ৫]

### ২৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ফেরোচৌম্বক পদার্থে  $10^{-12} \text{ m}^3$  থেকে  $10^{-8} \text{ m}^3$  আয়তনের মধ্যে  $10^{16}$  থেকে  $10^{19}$  সংখ্যক পরমাণু সংবলিত অসংখ্য চৌম্বক এলাকা



থাকে যার মধ্যে চৌম্বক ছিপোলগুলো একটি দিকে সজ্জিত থাকে; ফলে এরা ব্রহ্ম চূম্বকের ন্যায় আচরণ করে। এবৃপ্ত চৌম্বক এলাকাকে চৌম্বক ডোমেইন বলে।

**বিষয়** ঢাকার বিনতি  $31^{\circ}\text{N}$  বলতে বুঝায়— ঢাকাতে মুক্তভাবে ঝুলত একটি চৌম্বক শলাকার চৌম্বক অক্ষ স্থির অবস্থায় অনুভূমিক তলের সাথে  $31^{\circ}$  কোণে আনত থাকবে এবং শলাকার উত্তর মেরু নিচের দিকে ঝুকে থাকবে।

**১। আমরা জানি,**

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

$$\text{বা, } B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3.5}{2\pi \times 0.04}$$

$$\text{বা, } B = 1.7 \times 10^{-5} \text{ T}$$

নির্ণেয় চৌম্বকক্ষেত্রের মান  $1.7 \times 10^{-5} \text{ T}$ ।

**২। ফাইল কর্তৃক সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B_1 = 1.7 \times 10^{-5} \text{ T}$**

আবিরের বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$   
কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা  $N$  হলে,  $N \times 2\pi r = 5$

$$\text{বা, } N = \frac{5}{2\pi r} = \frac{5}{2 \times 3.14 \times 0.05} = 16$$

বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বকক্ষেত্র,

$$B_2 = \frac{\mu_0 NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 16 \times 3.5}{2 \times 0.05} = 7 \times 10^{-4} \text{ T}$$

ফাইলের ক্ষেত্রে বল,  $F_1 = qvB_1 \sin \theta$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 1 \times 1.7 \times 10^{-5} \times \sin 90^{\circ}$$

$$= 2.72 \times 10^{-24} \text{ N}$$

এখানে, প্রোটনের আধান,  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

বেগ,  $v = 1 \text{ m s}^{-1}$

কোণ,  $\theta = 90^{\circ}$

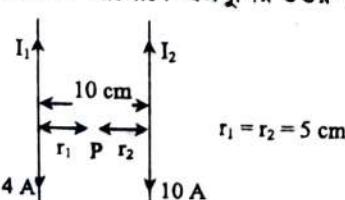
আবিরের ক্ষেত্রে বল,  $F_2 = qvB_2 \sin \theta$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 1 \times 7 \times 10^{-4} \times \sin 90^{\circ}$$

$$= 1.12 \times 10^{-22} \text{ N}$$

এখানে,  $F_2 > F_1$  অর্থাৎ ২য় ক্ষেত্রের বলের মান বেশি।

**বিষয় ৩০।** নিম্নের চিত্রের আলোকে প্রশ্নগুলির উত্তর দাও :



ক. বায়োট-স্যাভার্টের সূত্রটি লিখ।

১

খ. বিজ্ঞান চৌম্বক মেরু পাওয়া সম্ভব নয় কেন?

২

গ. উদ্ধিপকে তারাহয়ের একটি দৈর্ঘ্যে ক্রিয়ালীল বল নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্ধিপকে তারাহয়ের মধ্যবিন্দু  $P$  তে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ও দিক নির্ণয় কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৬)

### ৩০নং প্রশ্নের উত্তর

**ক।** বায়োট-স্যাভার্টের সূত্রটি হলো— কুমু দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে যে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় তার কোনো বিন্দুতে চৌম্বকীয় আবেশের মান—

১. বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক;
২. পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক;
৩. পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর সংযোগ রেখা এবং পরিবাহীর অভর্তন কোণের সাইনের সমানুপাতিক এবং
৪. পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যন্তানুপাতিক।

**খ।** প্রত্যেক চূম্বকের দুটি মেরু থাকে— উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু। চূম্বককে ভাঙলেও দুই মেরু বিভক্ত হয় না। যতবারই ভাঙা হোক, প্রতিটি ভগ্ন অংশেই উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু বিদ্যমান থাকে। এমনকি ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র বা অগুচ্ছকের ক্ষেত্রেও এবৃপ্ত ঘটে। তাই বিজ্ঞান চৌম্বক মেরু পাওয়া সম্ভব নয়।

**গ। আমরা জানি,**

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4 \times 10}{2\pi \times 0.1} \text{ N}$$

$$= 8 \times 10^{-5} \text{ N}$$

নির্ণেয় বল  $8 \times 10^{-5} \text{ N}$ ।

এখানে,

প্রথম তারে তড়িৎ প্রবাহ,  $I_1 = 4 \text{ A}$   
বিতীয় তারে তড়িৎ প্রবাহ,  $I_2 = 10 \text{ A}$   
মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $r = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$   
চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$   
তারছয়ের একক দৈর্ঘ্য বল,  $F = ?$

**ঘ।** প্রথম তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য সূত্র

চৌম্বকক্ষেত্র,

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4}{2\pi \times 0.05} \text{ T}$$

$$= 1.6 \times 10^{-5} \text{ T}$$

বিতীয় তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য সূত্র

$$\text{চৌম্বকক্ষেত্র, } B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2\pi \times 0.05} \text{ T} = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$$

এখানে,  $B_1$  এর অভিমুখ পরিবাহকছয়ের সমতলের সাথে লম্ব এবং তা সমতলের ভেতরের দিকে। অপরদিকে  $B_2$  এর দিক পরিবাহকছয়ের সমতলের সাথে লম্ব এবং তা সমতলের বাইরের দিকে।

∴ লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র,  $B = B_1 + (-B_2)$

$$= 1.6 \times 10^{-5} \text{ T} + (-4 \times 10^{-5} \text{ T})$$

$$= -2.4 \times 10^{-5} \text{ T}$$

অর্থাৎ সৃষ্টি চৌম্বকক্ষেত্রের মান  $2.4 \times 10^{-5} \text{ T}$  এবং এর দিক সমতলের সাথে লম্বভাবে বাইরের দিকে।

**বিষয় ৩১।** 20 সে.মি. দৈর্ঘ্যের একটি পরিবাহী তারের মধ্যে দিয়ে 0.2 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। পরিবাহীটি  $1.5 \text{ Web/m}^2$  চৌম্বক ক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করা হলো।

ক. চৌম্বক ভারক কাকে বলে?

খ. বায়ো স্যাভার্ট-এর সূত্রটিতে চৌম্বক ক্ষেত্র ঐ পরিবাহীর দৈর্ঘ্য ও তড়িৎ প্রবাহের উপর নির্ভর করে কি-না? কীরূপ নির্ভর করে ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্ধিপকের পরিবাহীর মধ্যে চৌম্বক বল কত হবে?

ঘ. উদ্ধিপকের পরিবাহীকে বৃত্তাকার পরিবাহীতে বৃপ্তির করলে, ঐ বৃত্তাকার পরিবাহীর কেন্দ্র বিন্দুতে উৎপন্ন চৌম্বক ক্ষেত্রে কীরূপ পরিবর্তন হবে গাণিতিক বিশ্লেষণ ব্যাখ্যা কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৭]

### ৩১নং প্রশ্নের উত্তর

**ক।** কোনো চূম্বকের যেকোনো একটি মেরুর মেরুশক্তি ও চৌম্বক দৈর্ঘ্যের গুণফলকে ঐ চূম্বকের চৌম্বক ভারক বলে।

**খ।** বায়োট-স্যাভার্টের সূত্র অনুযায়ী,  $dB = \frac{\mu_0 I d \sin \theta}{4\pi r^2}$

অর্থাৎ, পরিবাহকের মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে সৃষ্টি চৌম্বকক্ষেত্রের মান তড়িৎ প্রবাহ ও পরিবাহীর দৈর্ঘ্য বৃত্তির সমানুপাতিক। সূত্রাংশ, তড়িৎ প্রবাহ ও পরিবাহীর দৈর্ঘ্য বৃত্তি পেলে চৌম্বকক্ষেত্রের মান বাড়বে এবং হাত পেলে চৌম্বকক্ষেত্রের মান কমে যাবে।

**গ।** এখানে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 0.2 \text{ A}$

পরিবাহীর দৈর্ঘ্য,  $l = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

## চূর্ছু অধ্যায় ৪ তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চূর্ছকত

২৮৭

$$বা, N = \frac{60 \text{ m}}{2\pi \times 9.555 \text{ m}}$$

$$বা, N = 1$$

এখন, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্র  $B_1$  হলো

$$B_1 = \frac{\mu_0 NI}{2r}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1} \times 1 \times 6 \text{ A}}{2 \times 9.555 \text{ m}} = 3.95 \times 10^{-7} \text{ T}$$

সোজা তারের ক্ষেত্রে চৌম্বক ক্ষেত্র  $B = 1.5 \times 10^{-5} \text{ T}$

এখনে,  $B \neq B_1$

অর্থাৎ উভয়ক্ষেত্রে চৌম্বক ক্ষেত্র সমান হবে না।

**বিষয় তত্ত্ব** 4 cm দীর্ঘ, 1 cm প্রস্থ এবং  $10^{-2} \text{ cm}$  পুরুত্বের একটি আয়তাকার পরিবাহীকে 5T মানের চৌম্বক ক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করে ও 5A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হলো। ফলে  $10^{-4} \text{ volt}$  হলো বিভব পাওয়া গেল।

ক. চূর্ছকায়ন তীব্রতা কাকে বলে?

১

খ. তারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুতের দরুন সৃষ্টি চৌম্বকক্ষেত্রের দিক ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদীপকে উল্লেখিত স্থানে বিন্দি  $60^\circ$  হলে চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব প্রাবল্য নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদীপকে উল্লেখিত পরিবাহীতে কী পরিমাণ চার্জ সঞ্চালিত হয় বলে তুমি মনে কর। বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১০]

### ৩৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চৌম্বক ক্ষেত্রে প্রতি এক আয়তনের চৌম্বক ভ্রামককে উহার চূর্ছকায়ন তীব্রতা বলে।

খ. একটি বিদ্যুৎবাহী তারকে বিদ্যুৎ প্রবাহের দিকে বৃত্তাঙ্কলি রেখে দাক্ষিণ হচ্ছে ধরলে অন্য আঙ্কলগুলো চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্দেশ করবে। এটি ফ্রেমিং এর ডান হস্ত নিয়ম নামে পরিচিত।

গ. উল্লেখিত স্থানের চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব প্রাবল্য নির্ণয় করা হলো : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} V &= B \sin \delta \\ &= 5 \sin 60^\circ \\ &= 4.33 \text{ T} \end{aligned}$$

এখনে,

$$\begin{aligned} \text{চৌম্বক ক্ষেত্র}, B &= 5 \text{ T} \\ \text{বিন্দি}, \delta &= 60^\circ \\ \text{চৌম্বকক্ষেত্রের উল্লম্ব প্রাবল্য } V &=? \end{aligned}$$

ঘ. উল্লেখিত স্থানে চৌম্বকক্ষেত্রের উল্লম্ব প্রাবল্য  $4.33 \text{ T}$ ।

ঠ. উদীপকে উল্লেখিত পরিবাহীতে যে পরিমাণ চার্জ সঞ্চালিত হবে তা নিম্নে নির্ণয় করা হলো :

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} V_H &= \frac{BI}{nTq} \\ \text{বা, } n &= \frac{BI}{V_H Tq} \\ &= \frac{5 \times 5}{10^{-4} \times 1.6 \times 10^{-19}} \\ &= 1.56 \times 10^{28} \end{aligned}$$

দেওয়া আছে, পরিবাহীর দৈর্ঘ্য  $4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$

প্রস্থ,  $1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$

পুরুত  $10^{-4} \text{ m}$

$$\therefore \text{আয়তন} = 0.04 \times 1 \times 10^{-2} \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-8} \text{ m}^3$$

$$\therefore \text{পরিবাহীতে সঞ্চালিত চার্জ} = 4 \times 10^{-8} \times 1.56 \times 10^{28} = 6.24 \times 10^{20} \text{ C}$$

সুতরাং পরিবাহীতে  $6.24 \times 10^{20}$  টি চার্জ সঞ্চালিত হবে।

**জবাব** একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ  $32 \text{ cm}$  এবং পাক সংখ্যা  $400$ । কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে  $3.1 \text{ amp}$  তড়িৎ প্রবাহ চালছে। বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে একটি আয়তাকার কুণ্ডলী রাখা আছে যার দৈর্ঘ্য  $5 \text{ cm}$ , প্রস্থ  $3 \text{ cm}$  এবং পাক সংখ্যা  $500$  এবং প্রবাহমাত্রা  $4 \text{ amp}$ .

ক. চৌম্বক নির্ণাহিতা কী?

১

খ. ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা ব্যাখ্যা কর।

২

গ. বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের পরিমাণ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. আয়তাকার কুণ্ডলীর তল ও বৃত্তাকার কুণ্ডলীর তল পরম্পরের লম্ব অবস্থায় থাকলে ক্রিয়াশীল টর্ক সর্বাধিক হয়— গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১১]

### ৩৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চূর্ছকত হাসের কারণ থাকা সত্ত্বেও কোনো একটি চৌম্বক পদার্থের মধ্যে উৎপন্ন চূর্ছকত ধরে রাখার ক্ষমতাকে ঐ পদার্থের চৌম্বক নির্ণাহিতা বা সহনশীলতা বলে।

খ. যেসব পদার্থকে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চূর্ছকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে শক্তিশালী চূর্ছকত লাভ করে তাদেরকে ফেরোচৌম্বক পদার্থ বলে। যেমন, লোহা, কোবাল্ট, ফেরাইট নিকেল ইত্যাদি। ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক ধর্মকে ফেরোচৌম্বকত বলে। ফেরোচৌম্বক পদার্থকে একটি অসম চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখা হলে ক্ষেত্রটির দুর্বল অঞ্চল থেকে প্রবল অঞ্চলের দিকে প্রবলভাবে ধাবিত হয়। এই কারণে ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা  $K$  ধনাত্মক এবং অত্যন্ত বৃহৎ মানের।

গ. উদীপক হতে পাই, কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 32 \text{ cm} = 0.32 \text{ m}$

পাকসংখ্যা,  $N = 400$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 3.1 \text{ A}$

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

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} B &= \frac{\mu_0 NI}{2r} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 400 \times 3.1 \text{ A}}{2 \times 0.32 \text{ m}} = 2.43 \times 10^{-3} \text{ T} \end{aligned}$$

অতএব, বৃত্তাকার কুণ্ডলীটির কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $2.43 \times 10^{-3} \text{ T}$ ।

ঠ. আয়তাকার কুণ্ডলীকে বৃত্তাকার কুণ্ডলী তলের কেন্দ্রে রাখা হলে আয়তাকার কুণ্ডলীর উপর টর্ক ক্রিয়া করবে।

এখনে, আয়তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল,  $A = 3 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$

$$= 15 \text{ cm}^2 = 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

পাকসংখ্যা,  $N = 500$

প্রবাহমাত্রা,  $I = 4 \text{ A}$

চৌম্বকক্ষেত্র,  $B = 2.43 \times 10^{-3} \text{ T}$  [গ থেকে প্রাপ্ত]

আয়তাকার কুণ্ডলীর ওপর ক্রিয়াত টর্ক,  $\tau = \vec{NIA} \times \vec{B} = NIAB \sin \theta$ । এখনে, ক্রিয়াশীল টর্কের মান আয়তাকার কুণ্ডলীতল ও বৃত্তাকার কুণ্ডলীতলের মধ্যকার কোণের উপর নির্ভর করে। এখন আমরা জানি  $\theta = 90^\circ$  হলে  $\sin \theta$  এর সর্বোচ্চ মান পাওয়া যায়। অতএব আয়তাকার কুণ্ডলী তল ও বৃত্তাকার কুণ্ডলী তল পরম্পরের লম্ব অবস্থায় থাকলে অর্থাৎ  $\theta = 90^\circ$  হলে ক্রিয়াশীল টর্কের মান সর্বাধিক হয়।

সর্বাধিক টর্ক,  $\tau_{\max} = NIAB \sin \theta$

$$\begin{aligned} &= 500 \times 4 \text{ A} \times 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 2.43 \times 10^{-3} \text{ T} \times \sin 90^\circ \\ &= 7.29 \times 10^{-3} \text{ N m} \end{aligned}$$

**বিষয়** 628 m দীর্ঘ তারে 2A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করায় তার হতে 10 cm দূরে P বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ  $B_1$  হয়। এ তারটিকে 10 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিণত করে 1 A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করায় কেন্দ্র Q বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ  $B_2$  হয়।

- ক. অ্যাম্পিয়ারের সংজ্ঞা দাও। ১
- খ. স্থায়ী চুম্বক তৈরি করতে কেন নরম লোহা ব্যবহার করা হয় না? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ.  $B_1$  হিসাব কর। ৩
- ঘ.  $B_1$  ও  $B_2$  গাণিতিক পদ্ধতিতে তুলনা কর। ৪

(অনুশীলনীর পৰ্য ১২)

### ৩৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শূন্য মাধ্যমে পরস্পরের থেকে এক মিটার দূরত্বে অবস্থিত দুটি অসীম দৈর্ঘ্যের সমান্তরাল তারের প্রত্যেকটির মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ বিন্দুৎ প্রবাহিত হলে উভয় তারে প্রতি একক দৈর্ঘ্যে  $2 \times 10^{-7}$  নিউটন বল অনুভূত হবে তাকে এক আ্যাম্পিয়ার বলে।

**খ** স্থায়ী চুম্বক তৈরিতে নরম লোহা ব্যবহৃত হয় না। কারণ স্থায়ী চুম্বক তৈরির জন্য পদার্থের উচ্চমানের নিশ্চয় সহনশীলতা, উচ্চমানের ধারণক্ষমতা ও হিস্টোরেসিস লুপের ক্ষেত্রফল বেশ হওয়া প্রয়োজন। এই বৈশিষ্ট্যগুলো নরম লোহায় নেই। তাই কাঁচা লোহাকে কোমল চুম্বক তৈরিতে ব্যবহার করা হলেও স্থায়ী চুম্বক তৈরিতে ব্যবহার করা হয় না।

**গ** নিম্নে  $B_1$  নির্ণয় করা হলো :

আমরা জানি,

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 0.1} = 4 \times 10^{-6} T$$

$\therefore B_1$  এর মান  $4\mu T$ ।

**ঘ** বৃত্তাকার কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা n হলে,  $n \times 2\pi r = 628$

$$\text{বা, } n = \frac{628}{2\pi r} = \frac{628}{2 \times 3.1416 \times 0.1} = 999.49 \approx 1000$$

আমরা জানি,

$$B_2 = \frac{\mu_0 In}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times 1000}{2 \times 0.1} = 6.28 \times 10^{-3} T$$

'গ' নং হতে পাই,  $B_1 = 4 \times 10^{-6} T$

$\therefore B_2 > B_1$

অর্থাৎ  $B_2$ ,  $B_1$  অপেক্ষা বৃহত্তর।

**বিষয়** আজাদ ও মুনুল দুই বন্ধু 15.7 m লম্বা একটি তারে তড়িৎ চালনা করে তাদের মধ্যবিন্দু থেকে 50 cm দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান পরিমাপ করল  $8 \times 10^{-7}$  T। পরবর্তিতে তারটিকে পেঁচিয়ে তারা একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলী তৈরি করল যার ব্যাসার্ধ 50 cm। আজাদ বলল কুণ্ডলীর কেন্দ্রেও চৌম্বক ক্ষেত্রের মান হবে  $8 \times 10^{-7}$  T, কিন্তু মুনুল বলল তা হবে না।

- ক. চৌম্বক প্রবেশ্যতার একক কী? ১
- খ. 5T চৌম্বকক্ষেত্র বলতে কী বোঝ? ২
- গ. তারে তড়িৎ প্রবাহের মান বের কর। ৩
- ঘ. দুই বন্ধুর মধ্যকার বন্ধব্য সঠিক— গাণিতিক বিলোবণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

(অনুশীলনীর পৰ্য ১৩)

### ৩৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** চৌম্বক প্রবেশ্যতার একক  $Wb m^{-1} A^{-1}$  বা  $T mA^{-1}$ ।

**খ** কোনো কুণ্ডলীর চৌম্বকক্ষেত্রের মান 5 T বলতে বুঝায় এই কুণ্ডলীর চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখের সাথে সমকোণে 1 কুলুষ চার্জ  $1 m s^{-1}$  বেগে গতিশীল হলে তা 5 N বল অনুভব করবে।

**গ** এখানে, লম্বা তারের জন্য চৌম্বকক্ষেত্র,  $B = 8 \times 10^{-7} T$  পরিবাহীর মধ্যবিন্দু থেকে নির্দিষ্ট বিন্দুর দূরত্ব,  $a = 50 cm = 0.5 m$  শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} TmA^{-1}$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = ?$

আমরা জানি,

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

$$\therefore I = \frac{2\pi B}{\mu_0} = \frac{2 \times 0.5 \times \pi \times 8 \times 10^{-7}}{4\pi \times 10^{-7}} A = 2A$$

অতএব, তারে তড়িৎপ্রবাহের মান 2A।

**ঘ** উদ্ধীপক অনুসারে, কুণ্ডলীর মোট দৈর্ঘ্য,  $I = 15.7 m$

কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 50 cm = 0.5 m$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 2A$  ['গ' হতে]

কুণ্ডলীর কেন্দ্রে সূচৰ্ট চৌম্বকক্ষেত্র,  $B_1 = ?$

ধরি, N পাকের কুণ্ডলী তৈরি করা হয়েছে।

এখানে,  $N \times 2\pi r = I$

$$\therefore N = \frac{I}{2\pi r} = \frac{15.7}{2 \times 3.14 \times 0.5} = 5$$

আমরা জানি,

$$B_1 = \frac{\mu_0 NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5 \times 2}{2 \times 0.5} T = 125.6 \times 10^{-7} T = 1.23 \times 10^{-5} T$$

প্রাথমিক অবস্থায় চৌম্বক ক্ষেত্র—

$$B = 8 \times 10^{-6} T$$

এখানে,  $B \neq B_1$

সুতরাং মুনুলের বন্ধব্যটি সঠিক।

**বিষয় ৩৮** | একজন বিজ্ঞানমনস্ক ছাত্র 3 cm দৈর্ঘ্য ও 2 cm প্রস্থবিশিষ্ট একটি আয়তাকার কুণ্ডলীকে  $1.5 \times 10^3 Am^{-1}$  চৌম্বক ক্ষেত্রের তলের সমকোণে স্থাপন করল। তারপর কুণ্ডলীর ভিতর দিয়ে 2 Amp তড়িৎ প্রবাহিত করে দেখল যে কুণ্ডলীটি চৌম্বক ক্ষেত্র হতে  $30^\circ$  কোণে বিক্ষিপ্ত হয়েছে।

**ক**. হিস্টোরেসিস কী? ১

**খ**. ডায়াচৌম্বক পদার্থ হওয়া সত্ত্বেও চুম্বক ছারা বিকর্ষিত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

**গ**. উদ্ধীপকে বর্ণিত কুণ্ডলীটির উপর ক্রিয়াশীল টর্কের মান নির্ণয় কর। ৩

**ঘ**. উদ্ধীপকের কুণ্ডলীটি যদি চৌম্বকক্ষেত্রের তলের সাথে  $90^\circ$  কোণে বিক্ষিপ্ত হয় তবে কৃত কাজের হিসাব বের করা সম্ভব কি না গাণিতিক বিলোবণ কর। ৪

(অনুশীলনীর পৰ্য ১৪)

### ৩৮নং প্রশ্নের উত্তর

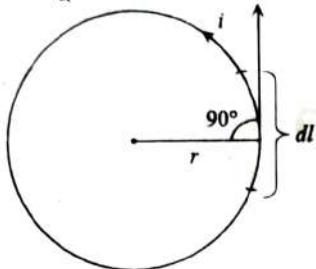
**ক** চৌম্বক পদার্থের বিচুক্তি হতে অনীহা বা শৈথিল্য প্রদর্শন করাকে হিস্টোরেসিস বলে।

**খ** ডায়া চৌম্বক পদার্থের ওপর চৌম্বক ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে একটি চৌম্বক মোমেট আবিষ্ট হয় এবং এর অভিমুখ বিহৃত্য চৌম্বক ক্ষেত্রের বিপরীত দিকে হয়, ফলে বিকর্ষণ হয়। এজনই ডায়াচৌম্বক পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সত্ত্বেও চুম্বক ছারা বিকর্ষিত হয়।



## ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ৫৩।** পাশের চিত্রে একটি বৃত্তাকার পরিবাহী কুণ্ডলী দেখানো হয়েছে। পরিবাহীর  $dI$  মিটার দৈর্ঘ্যের অতিক্রূদ্ধ অংশ দিয়ে; অ্যালিপিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহ চলার ফলে পরিবাহীর চারপাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়েছে। পরিবাহীর এ অংশের মধ্যবিন্দু হতে উক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর দূরত্ব  $r$  মিটার। ঐ বিন্দুতে চৌম্বক প্রাবল্য বা চৌম্বক ক্ষেত্র  $dB$ ।



ক. বায়োট-স্যাভার্ট সূত্রটি বিবৃত কর। ১  
খ. শূন্য স্পিন, স্পিন-এক, স্পিন-দুই কাকে বলে চিরসহ লিখ। ২

গ. উক্তিপকের চিত্রের কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 40 এবং ব্যাস 32 cm। কুণ্ডলীতে কত মাত্রার তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে কুণ্ডলীর কেন্দ্রে  $300 \mu\text{Wb}/\text{m}^2$  চৌম্বক প্রাবল্য সৃষ্টি হবে? ৩  
ঘ. উক্তিপকের চিত্রের কুণ্ডলীতে বায়োট-স্যাভার্ট সূত্র প্রয়োগ করে বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে এবং বৃত্তাকার কুণ্ডলীর পরিবর্তে দৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের বা ফ্লাক্স ঘনত্বের রাশিমালার তুলনা কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

### ৫৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** বায়োট-স্যাভার্ট সূত্রই হলো ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তার চারপাশে যে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় তার কোনো বিন্দুতে চৌম্বকীয় আবেশের মান—

১. বিদ্যুৎ প্রবাহ মাত্রার সমানুপাতিক
২. পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক
৩. পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর সংযোগ রেখা এবং পরিবাহীর অন্তর্ভুক্ত কোণের সাইনের সমানুপাতিক এবং
৪. পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের সমানুপাতিক।

**খ.** যে স্পিনবিশিষ্ট কণাকে একটি বিন্দুর মতো দেখায় অর্থাৎ সবদিক থেকে দেখলে একইরকম দেখায় তার স্পিনই শূন্য স্পিন। আবার, কোনো কণাকে একটি এককুণ্ডী তারের মতো দেখালে অর্থাৎ  $360^\circ$  কোণে ঘুরালে অর্থাৎ পূর্ণ আবর্তনে দেখতে একই রকম হলে তার স্পিন হবে স্পিন-এক।



চিত্র : শূন্য স্পিন



চিত্র : স্পিন-এক



চিত্র : স্পিন-দুই

আবার, দুই মাথাওয়ালা তীরের মতো কোনো বস্তুর স্পিনকে বলা হয় স্পিন-দুই।

**গ.** আমরা জানি,  $B = \frac{\mu_0 ni}{2r}$

বা,  $\mu_0 i = B \cdot 2r$

বা,  $i = \frac{2Br}{\mu_0 n}$

$$= \frac{2 \times 3 \times 10^{-4} \text{ Wbm}^{-2} \times 0.16 \text{ m}}{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1} \text{ m}^{-1} \times 40}$$

$$= \frac{0.96 \times 10^{-4}}{502.656 \times 10^{-7}} \text{ A}$$

$$= 1.9098 \text{ A} = 1.91 \text{ A}$$

∴ কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ হবে  $1.91 \text{ A}$ ।

এখনে, পাকসংখ্যা,  $n = 40$

ব্যাস = 32 cm

$$\text{ব্যাসার্থ}, r = \frac{32}{2} \text{ cm}$$

$$= 16 \text{ cm} = 0.16 \text{ m}$$

$$B = 300 \mu\text{Wb}/\text{m}^2$$

$$= 300 \times 10^{-6} \text{ Wb}/\text{m}^2$$

$$= 3 \times 10^{-4} \text{ Wb}/\text{m}^2$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ}, i = ?$$

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

**ঘ.** উক্তিপকে, কোনো একটি পরিবাহী  $dI$  মিটার দৈর্ঘ্যের অতি ক্ষুদ্র অংশ দিয়ে; অ্যালিপিয়ার মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহ চলার ফলে পরিবাহীর চারপাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়েছে। মনে করি, পরিবাহীর এ অংশের মধ্যবিন্দু হতে উক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর দূরত্ব  $r$  মিটার। যদি এ দূরত্ব বিদ্যুৎ প্রবাহের দিকের সাথে  $\alpha$  কোণ উৎপন্ন করে, তবে বায়োট-স্যাভার্ট এর সূত্রানুসারে ঐ বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ বা চৌম্বক ক্ষেত্র,

$$dB = \frac{\mu_0 id}{4\pi r^2} \sin \alpha \quad \dots \dots \dots (1)$$

এখন, মনে করি,  $r$  মিটার ব্যাসার্থবিশিষ্ট এক পাকের একটি বৃত্তাকার তারের ভেতর দিয়ে; অ্যালিপিয়ার মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। এ বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক আবেশ নির্ণয় করতে হবে।

বায়োট-স্যাভার্ট এর সূত্রানুসারে, বৃত্তাকার পরিবাহীর  $dI$  দৈর্ঘ্যের একটি অতি ক্ষুদ্র অংশ দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য তারের কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বক আবেশ,

$$dB = \frac{\mu_0 id / \sin \alpha}{4\pi r^2} = \mu_0 \frac{id / \sin 90^\circ}{4\pi r^2}$$

$$\therefore dB = \mu_0 \frac{id}{4\pi r^2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

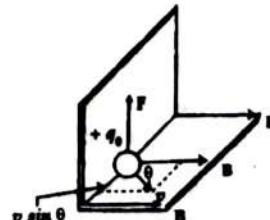
সমগ্র বৃত্তাকার তারের জন্য কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বক আবেশ হবে তারের এরূপ ক্ষুদ্র অংশ দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বক আবেশের সমষ্টির সমান, কেননা আবেশগুলো একই অভিমুখী। কাজেই সমগ্র কুণ্ডলী তারে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বক আবেশ নির্ণয়ে  $I = 0$  থেকে  $I = 2\pi r$  সীমার মধ্যে (২)নং সমীকরণকে সমাকলন করে পাই,  $B = \frac{\mu_0 i}{4\pi r^2} \int_0^{2\pi r} dI = \frac{\mu_0 i}{2r}$

একটি পাকের পরিবর্তে যদি  $r$  মিটার ব্যাসার্থ বিশিষ্ট  $n$  পাকের একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে; অ্যালিপিয়ার মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হয় তবে বৃত্তের কেন্দ্রে চৌম্বক আবেশ বা ক্ষেত্র  $n$  গুণ বৃদ্ধি পাবে। কাজেই এ স্থলে চৌম্বক আবেশ,  $B = \frac{\mu_0 ni}{2r}$ ।

**প্রশ্ন ৫৪।** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৫৫।** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৫৬।** নিচের চিত্রে একটি চার্জ  $q_0$  চৌম্বক ক্ষেত্রে  $B$ -এর সাথে  $\theta$  কোণে  $v$  বেগে গতিশীল রয়েছে।



**ক.** চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব কী?

খ. সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

গ. উক্তিপকের চিত্রের চৌম্বক ক্ষেত্রে  $0.5$  টেস্লা এবং একটি ইলেক্ট্রন চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে  $80^\circ$  ক্ষেত্রে  $10^5 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল থাকলে ইলেক্ট্রনটির উপরে চৌম্বক বলের মান নির্ণয় কর।

ঘ. চার্জটি যদি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে  $90^\circ$  কোণে গতিশীল হয় তবে বলের মান কীবুল পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৫৭নং প্রশ্নের উত্তর

(১) একটি ক্ষেত্রফল দিয়ে লম্বভাবে অতিক্রমকারী চৌম্বক বলরেখার সংখ্যাই হলো ফ্লাই ঘনত্ব।

(২) সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল, নিম্নবর্ণিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে

১. পরিবাহককে তড়িৎপ্রবাহ
২. পরিবাহকের দৈর্ঘ্য
৩. চৌম্বকক্ষেত্রের যান
৪. তড়িৎবাহী পরিবাহক ও চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যকার কোণ।

(৩) উচ্চীপক থেকে পাই, ইলেক্ট্রনের চার্জ,  $q = 1.6 \times 10^{-19} C$

$$\text{বেগ}, v = 10^5 m s^{-1}$$

$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র}, B = 0.5 T$$

$$\text{কোণ}, \theta = 80^\circ$$

$$\text{বল}, F = ?$$

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

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 10^5 \times 0.5 \times \sin 80^\circ \\ = 7.88 \times 10^{-15} N$$

অতএব, ইলেক্ট্রনটির উপর চৌম্বক বলের মান  $7.88 \times 10^{-15} N$ ।

(৪) উচ্চীপকের গতিশীল  $q_0$  চার্জটি  $v$  বেগে গতিশীল। এখন এ আধানটি যদি  $F$  বল লাভ করে, তাহলে একক আধান একক বেগে গতিশীল  $\frac{F}{qv}$  বল লাভ করবে।

$$\text{সুতরাং চৌম্বক ক্ষেত্রের মান হবে} - B = \frac{F}{qv}.$$

এখন আধানটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে  $\theta$  কোণে গতিশীল হচ্ছে, তাহলে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের লম্ব বরাবর অর্থাৎ ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে আধানটির বেগের উপাংশ হবে  $v \sin \theta$  এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের মান হবে

$$B = \frac{F}{qv \sin \theta}$$

$$\text{বা, } F = qv B \sin \theta$$

এটাই ক্রিয়াশীল বলের রাশিমালা।

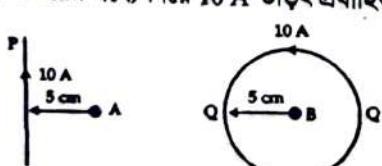
(i) চার্জটি যদি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে  $90^\circ$  কোণে গতিশীল হয়, তখন, বল  $F = qvB \sin 90^\circ = qvB$

এ অবস্থায় চার্জটি সর্বাধিক বল অনুভব করবে।

(ii) চার্জটি যদি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে  $0^\circ$  কোণে গতিশীল হয়, তবে বল  $F = qvB \sin 0^\circ = 0$

অর্থাৎ এ অবস্থায় চার্জটি কোনো বল অনুভব করে না।

**উত্তর:** চিত্রে P ও Q দুটি যথাক্রমে সরল তড়িৎবাহী ও বৃত্তাকার পরিবাহী তার। উভয়ের মধ্যে দিয়ে  $10 A$  তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।



ক. 1 টেসলা বলতে কী বোঝা?

খ. তড়িৎবাহী পরিবাহীর চতুর্দিকে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য  $\cos \alpha$  এর সমানুপাতিক না হয়ে  $\sin \alpha$ -এর সমানুপাতিক হয় কেন?

গ. A বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয় কর।

ঘ. উচ্চীপকের তড়িৎবাহী তার হাতে A ও B বিন্দুর দূরত্ব

সমান হলে কোন বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে? গাণিতিক বিলোবণের সাহায্যে মতামত দাও।

৫৮নং প্রশ্নের উত্তর

(১) যদি কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখের সাথে সমকোণে 1 কুলুর চার্জ  $1 m s^{-1}$  বেগে গতিশীল হয় তাঁ  $1 N$  বল অনুভব করে। তবে ঐ চৌম্বক ক্ষেত্রের মানকে 1 টেসলা বলে।

(২) কোনো চূম্বক বা তড়িৎবাহী তারের চতুর্দিকে যে অঙ্গল জুড়ে একটি চৌম্বক শলাকা বিক্ষেপ দেখায় তাই ঐ চৌম্বক বা তড়িৎবাহী তারের চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য। এর মান তড়িৎবাহী তারের মধ্যবিন্দু হতে নির্ণের বিন্দুর সংযোগ রেখার উল্লম্ব উপাংশের সমানুপাতিক। অনুভূমিক ও উল্লম্ব উপাংশকে যথাক্রমে  $\cos \alpha$  ও  $\sin \alpha$  দ্বারা প্রকাশ করা যায়। অন্যান্য তড়িৎবাহী পরিবাহীর চতুর্দিকে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য  $\cos \alpha$  এর সমানুপাতিক না হয়ে  $\sin \alpha$  এর সমানুপাতিক হয়।

(৩) এখনে, তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 10 A$

$$A \text{ বিন্দুর দূরত্ব, } a = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

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

$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } B = ?$$

আমরা জানি, তড়িৎবাহী সোজা তারের ক্ষেত্রে,

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

অতএব, A বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র,  $4 \times 10^{-5} T$ ।

(৪) বৃত্তাকার কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 10 A$

ব্যাসার্ধ,  $r = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$

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

$$\text{পাকসংখ্যা, } N = 1$$

এখন, B বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্র  $B_1$  হলে,

এখন, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে,

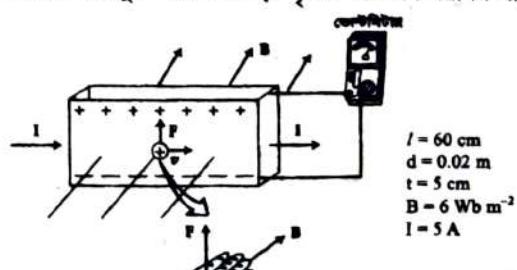
$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi} = \frac{4\pi \times 10^{-7} T m A^{-1} \times 1 \times 10 A}{2 \times 5 \times 10^{-2} \text{ m}} = 1.26 \times 10^{-4} T$$

'g' নং থেকে পাই, A বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 4 \times 10^{-5} T$

এখনে,  $B_1 > B$

অতএব, B বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান বেশি হবে।

**প্রশ্ন ৫:** নিচের চিত্রে একটি পাতলা ও চওড়া ধাতব পরিবাহী পাত নেওয়া হয়েছে। পাতের মধ্য দিয়ে দৈর্ঘ্য বরাবর বিন্দুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। পাতটি সুষম চৌম্বক ক্ষেত্র B-এ অমনভাবে স্থাপন করা হয়েছে যেন চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখ পাতের চওড়া পৃষ্ঠের অভিমুখ বরাবর থাকে।



ক. হল ক্রিয়া কী?

খ. চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর ওপর টর্কের উৎপত্তি ঘটে কেন?

গ. উচ্চীপকের চিত্রের  $0.02$  প্রস্তরে ধাতব পাতটি  $6 Wb m^{-2}$  চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্রে পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত। পাতের মধ্যে ইলেক্ট্রনের তাত্ত্ব বেগ  $4 \times 10^{-3} m s^{-1}$  হলে সৃষ্টি হল বিভবের মান নির্ণয় কর।

ঘ. চৌম্বক ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহের দিকের সাথে উচ্চীপকের মানের অর্ধেক কোণ প্রয়োগ করা হলে কোন ক্ষেত্রে হল তড়িৎ ক্ষেত্রের মান বেশি পাওয়া যাবে? উভয়ের সমষ্টি গাণিতিক যুক্তি দাও।

### ৫৯নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** চৌম্বক ক্ষেত্র ও তড়িৎ ক্ষেত্র উভয়ের সাথে লব বরাবর যে বিভিন্ন পার্শ্বক্য সৃষ্টি হয় তাকে হল বিভব বলে। আর এ ক্রিয়াই হলো হল ক্রিয়া।

**খ** কুণ্ডলীর মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের দরূন এর চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। তাই তড়িৎবাহী কুণ্ডলীকে অপর কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে দুটি চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে যথক্ষিয়া ঘটে। যেহেতু চৌম্বক বলরেখাগুলো পরস্পরের ওপর পার্শ্বচাপ প্রয়োগ করে এবং দৈর্ঘ্য বরাবর সংকুচিত হতে চায় সেহেতু কুণ্ডলীটি এমন অবস্থানে আসার চেষ্টা করবে যাতে লম্বি চৌম্বক বলরেখাগুলো সর্বাপেক্ষা সুস্থিত অবস্থানে আসে, এ কারণেই চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত কোনো তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর ওপর টর্ক উৎপন্ন হয়।

**গ** ধরি, হল বিভব,  $V_H$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} V_H &= Bvd \\ &= 6 \times 4 \times 10^{-3} \times 0.02 \text{ V} \\ &= 4.8 \times 10^{-4} \text{ V} \end{aligned}$$

অতএব, হল বিভবের মান  $4.8 \times 10^{-4} \text{ V}$ ।

উদ্ধীপক থেকে পাই,

$$\begin{aligned} \text{চৌম্বক প্রাবল্য}, B &= 6 \text{ Wb m}^{-2} \\ \text{তাড়ন বেগ}, v &= 4 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1} \\ \text{প্রস্থ}, d &= 0.02 \text{ m} \end{aligned}$$

**ঘ** উদ্ধীপক থেকে পাই,

১ম ক্ষেত্রে সৃষ্টি কোণ,  $\theta = 90^\circ$

১ম ক্ষেত্রে প্রাপ্ত হল ভোল্টেজ,  $V_H = 4.8 \times 10^{-4} \text{ V}$  [গ থেকে প্রাপ্ত]

পার্শ্বের প্রস্থ,  $d = 0.02 \text{ m}$

এখন, ১ম ক্ষেত্রে হল তড়িৎ ক্ষেত্র  $E_0$  হলে

$$\begin{aligned} E &= \frac{V_H}{d} \\ &= \frac{4.8 \times 10^{-4} \text{ V}}{0.02 \text{ m}} \\ &= 0.024 \text{ V m}^{-1} \end{aligned}$$

আবার, উদ্ধীপকের কোণের অর্ধেক কোণ,  $\theta_1 = \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ$

প্রতিটি আধান বাহকের আধান,  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

এখন,  $F_m = qvB \sin \theta_1$

$$\begin{aligned} &= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 4 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1} \times 6 \text{ Wb m}^{-2} \times \sin 45^\circ \\ &= 2.72 \times 10^{-21} \text{ N} \end{aligned}$$

এখন সাম্যাবস্থায়  $F_m = Fe = 2.72 \times 10^{-21} \text{ N}$

এক্ষেত্রে, হল তড়িৎ ক্ষেত্র  $E_1$  হলে,

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{F_e}{q} \\ &= \frac{2.72 \times 10^{-21} \text{ N}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 0.017 \text{ V m}^{-1} \end{aligned}$$

এখনে,  $E > E_1$

অতএব, ১ম ক্ষেত্রে হল তড়িৎ ক্ষেত্রের মান বেশি পাওয়া যাবে।

**প্রশ্ন ৫৮** একটি চৌম্বক ক্ষেত্র  $\vec{B} = 6\hat{i} \text{ T}$ , উত্ত ক্ষেত্রে একটি খোলা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল  $\vec{A} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \text{ cm}^2 = (2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \times 10^{-4} \text{ m}^2$

**ক**. চৌম্বক হিস্টোরেসিস এবং চৌম্বক সম্পৃষ্টি কী?

**খ**. ডৃ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব প্রাবল্যের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।

**গ**. উদ্ধীপকে বর্ণিত পৃষ্ঠের মধ্যে দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স নির্ণয় কর।

**ঘ**. যদি উদ্ধীপকে বর্ণিত A ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট পৃষ্ঠের তলাটি চৌম্বক ক্ষেত্র B এর সাথে  $30^\circ$  কোণে অবস্থিত হয়, তবে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের কোনো পরিবর্তন হবে কী? পারিবর্তন কর।

### ৬০নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** হিস্টোরেসিস : চৌম্বক পদার্থের বিচৰকিত হতে অবীহা বা শৈথিল্য প্রদর্শন করাকে হিস্টোরেসিস বলে।

**খ** চৌম্বক সম্পৃষ্টি : হিস্টোরেসিস লুপে চুবকায়ন মাত্রার যে মানের জন্য চৌম্বক প্রাবল্যের মান বাড়লে ও চুবকায়ন মাত্রা আর বাড়ে না সেই মানকে সম্পৃষ্ট মান বলে এবং এই ধর্মকে চৌম্বক সম্পৃষ্টি বলে।

**ঘ** ডৃ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব প্রাবল্যের বৈশিষ্ট্য হলো—

১. এই মান কোনো স্থানের ডৃ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশের সমান।
২. ইহাকে V বারা প্রকাশ করা হয়,
৩. V এর মান  $\sin \theta$  এর সমানুপাতিক,

**ঙ** এখানে, চৌম্বক ক্ষেত্র,  $\vec{B} = 6\hat{i} \text{ T}$

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

চৌম্বক ফ্লাক্স,  $\phi = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } \phi &= \vec{A} \cdot \vec{B} \\ &= \{(2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \times 10^{-4}\} \cdot (6\hat{i} \text{ T}) = 12 \times 10^{-4} \text{ Wb} \end{aligned}$$

নির্ণয় চৌম্বক ফ্লাক্স  $12 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ ।

**ঘ** তলের ক্ষেত্রফলের মান,  $A = \sqrt{2^2 + 3^2 + (-\sqrt{3})^2} \times 10^{-4} \text{ m}^2 = \sqrt{4 + 9 + 3} \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $|B| = |6\hat{i} \text{ T}| = 6 \text{ Wb m}^{-2}$

ক্ষেত্রফল ভেষ্টির এবং চৌম্বক ক্ষেত্র ভেষ্টিরের মধ্যকার কোণ,  $\theta = 30^\circ$

$$\begin{aligned} \therefore \text{অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স, } \phi_1 &= AB \cos \theta \\ &= 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 6 \text{ Wb m}^{-2} \times \cos 30^\circ \\ &= 2.08 \times 10^{-3} \text{ Wb} \end{aligned}$$

গ থেকে পাই, পূর্বের চৌম্বক ফ্লাক্স,  $\phi = 12 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

এখনে,  $\phi \neq \phi_1$

অতএব, উদ্ধীপকে বর্ণিত A ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পৃষ্ঠের তলাটি চৌম্বক ক্ষেত্র B এর সাথে  $30^\circ$  কোণে অবস্থিত হলে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হবে।

**প্রশ্ন ৬১** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৬২** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য অধ্যায়-৫-এর সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৬৩** নাফিস 50 পাক সংখ্যা এবং 20 cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে কুণ্ডলীর কেন্দ্রে  $350 \mu\text{T}$  মানের চৌম্বক ক্ষেত্র পেল। এর পর প্রবাহযাত্রা অপরিবর্তিত রেখে সে কুণ্ডলীকে সোজা তারের জন্য কোন ক্ষেত্রে শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হবে? — মতামত দাও।

**ক**. হিস্টোরেসিস কী?

**খ**. ডায়াচৌম্বক পদার্থক ছাবা বিকর্ষিত হয় কেন—ব্যাখ্যা কর।

**গ**. নাফিস তারটিতে কত তড়িৎ প্রবাহিত করেছিল?

**ঘ**. উদ্ধীপকের কুণ্ডলী ও সোজা তারের জন্য কোন ক্ষেত্রে শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হবে? — মতামত দাও।

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১০)

### ৬০নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো ফেরোচৌম্বক পদার্থকে চৌম্বকক্ষেত্রে প্রয়োগ করে চুবকিত করার পর বিচৰকিত করতে গেলে বিচৰকিত হতে যে অবীহা বা শৈথিল্য প্রকাশ করে তাই হিস্টোরেসিস।

**খ** ডায়া চৌম্বক পদার্থের উপর চৌম্বক ক্ষেত্র অয়োগ করলে একটি চৌম্বক মোমেন্ট আবিষ্ট হয় এবং এর অভিমুখ বহিঃস্থ চৌম্বক ক্ষেত্রের বিপরীত দিকে হয়, ফলে বিকর্ষণ হয়। এজনাই ডায়াচৌম্বক, পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সত্ত্বেও চূর্ছক ঘারা বিকর্ষিত হয়।

**গ** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩৯(খ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**ঘ** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩৯(গ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**প্রশ্ন ৪০** আজাদ 6m সরল তড়িৎবাহী তারের মধ্য দিয়ে 4 A বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে পরিবাহী হতে 5 cm লম্ব দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করল। আনোয়ার একই দৈর্ঘ্যের তড়িৎবাহী তার দিয়ে 5 cm ব্যাসার্ধের কুণ্ডলী করে সম্পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত করে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি করল।

**ক** আনোয়ারের সূত্রটি বিবৃত কর।

**খ** সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল?

**গ** উদীপকের আজাদের সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর।

**ঘ** উদীপকের উভয়ের সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রে একটি প্রোটন  $1 \text{ m s}^{-1}$  বেগে লম্বভাবে গতিশীল হলে কোন ক্ষেত্রে বলের মান বেশি হবে? গাণিতিকভাবে লিখ।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১১]

### ৬৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** আনোয়ারের সূত্রটি হলো— কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহীকে কেন্দ্র করে কান্সিক কোনো বস্তু রেখা বা লুপের উপর  $B \cdot d \cdot I^2$  এর বৈকিক যোগজীকরণ ঐ পরিবাহীতে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহমাত্রা  $i$  এবং  $\mu_0$  এর গুণফলের সমান।

**খ** সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল, নিম্নবর্ণিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে।

১. পরিবাহকে তড়িৎপ্রবাহ

২. পরিবাহকের দৈর্ঘ্য

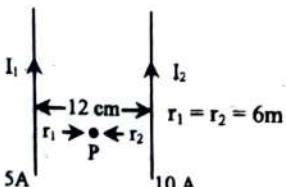
৩. চৌম্বকক্ষেত্রের মান

৪. তড়িৎবাহী পরিবাহক ও চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যকার কোণ।

**গ** সৃজনশীল প্রশ্ন ২৯(গ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**ঘ** সৃজনশীল প্রশ্ন ২৯(ঘ) এর উত্তরের অনুরূপ।

### ৬৫নং



ওপরের চিত্র লক্ষ কর এবং নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

**ক** বায়োট-স্যাভার্ট সূত্রটি লিখ।

**খ** তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুতের দ্রবুন সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক ব্যাখ্যা কর।

**গ** উদীপকে তার দুটির একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর।

**ঘ** উদীপকে তারছয়ের মধ্য বিদ্যুৎ P-তে লম্বি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ও দিক নির্ণয় কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১২]

### ৬৫নং প্রশ্নের উত্তর

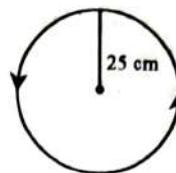
**ক** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩০(ক) এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**খ** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩০(খ) এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**গ** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩০(গ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**ঘ** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩০(ঘ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**প্রশ্ন ৪১** চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



$$\text{কুণ্ডলীর কেন্দ্রে } B = 3 \times 10^{-3} \text{ T}$$

**ক**. ডু-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ কাকে বলে?

**খ**. 'চূর্ছক ঘারা বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন করা যায়'—ব্যাখ্যা কর।

**গ**. উদীপকে ব্যবহৃত কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা বের কর।

**ঘ**. উদীপকের প্রবাহ যদি অর্ধেক করা হয় তবে কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ফ্লাও ঘনত্বের কীরূপ পরিবর্তন হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১৩]

### ৬৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩২(ক) এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**খ** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩২(খ) এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**গ** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩২(গ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**ঘ** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩২(ঘ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**প্রশ্ন ৬৭**

**ক**. চূম্বকায়ন তীব্রতা কাকে বলে?

**খ**. ডায়া চৌম্বক পদার্থে চৌম্বক মোমেন্ট থাকে না কেন?

**গ**. তার দুটির প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বল কত হবে?

**ঘ**. উভয় তারকে পেঁচিয়ে 0.22 m ব্যাসার্ধের কুণ্ডলী তৈরি করলে কুণ্ডলীয়ের কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের তুলনা কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১৪]

### ৬৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩৪(ক) এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**খ** সৃজনশীল প্রশ্ন ৩৪(খ) এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**গ** সৃজনশীল প্রশ্ন ১২(গ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**ঘ** সৃজনশীল প্রশ্ন ১২(ঘ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**প্রশ্ন ৬৮** একজন ছাত 4 cm দীর্ঘ ও 2 cm প্রশস্ত একটি আয়তাকার কুণ্ডলীকে  $2 \times 10^3 \text{ Am}^{-1}$  চৌম্বক ক্ষেত্রের তলের সমকোণে স্থাপন করল। অতঃপর কুণ্ডলী তারের ডেতের দিয়ে 2.5 A তড়িৎ প্রবাহিত করে দেখল যে, কুণ্ডলীটি চৌম্বক ক্ষেত্র হতে  $40^\circ$  কোণে বিক্ষিণ্ণ হয়েছে।

**ক**. কুরী বিদ্যু কী?

**খ**. 'চৌম্বক বল ঘারা কৃতকাজ শূন্য'—ব্যাখ্যা কর।

**গ**. উদীপকে বর্ণিত কুণ্ডলীটির ওপর ক্রিয়াশীল টর্কের মান নির্ণয় কর।

**ঘ**. উদীপকের কুণ্ডলীটি যদি চৌম্বক ক্ষেত্রের তলের সাথে  $90^\circ$  কোণে বিক্ষিণ্ণ হয় তবে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় করা সম্ভব কিনা—গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখাও।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১৫]

### ৬৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সৃজনশীল প্রশ্ন ১৮(ক) এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**খ** সৃজনশীল প্রশ্ন ১৮(খ) এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**গ** সৃজনশীল প্রশ্ন ১৮(গ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**ঘ** সৃজনশীল প্রশ্ন ১৮(ঘ) এর উত্তরের অনুরূপ।

**প্ৰয়োগ ১** রফিক এবং আবিৰ দুই বস্তু 20 m লম্বা একটি তাৰে তড়িৎ প্ৰবাহ চালনা কৰে তাৰেৰ মধ্য বিন্দু থেকে 40 cm দূৰে চৌৰক কেত্ৰেৰ মান পৰিমাণ কৰল  $6 \times 10^{-6} T$ । পৰবৰ্তীতে তাৰটিকে পেটিয়ে তাৰা একটি বৃত্তাকাৰ কুণ্ডলী তৈৰি কৰল যাৰ ব্যাসাৰ্ধ 45 cm। রফিক বলল কুণ্ডলীৰ কেন্দ্ৰে চৌৰক কেত্ৰেৰ একই মান অৰ্থাৎ  $6 \times 10^{-6} T$  হবে। কিন্তু আবিৰ বিষয়ত পোৰণ কৰল।

- ক. চৌৰক নিষ্ঠাহিত কী? ১  
 খ. হল বিভব ব্যাখ্যা কৰ। ২  
 গ. তাৰেৰ প্ৰবাহিত তড়িতেৰ মান নিৰ্ণয় কৰ। ৩  
 ঘ. দুই বস্তুৰ মধ্যে কাৰ বক্তব্য সঠিক— গাণিতিক বিশ্লেষণেৰ মাধ্যমে দেখাও। ৪

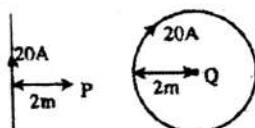
(অনুশীলনীৰ পত্ৰ ১৬)

### ৩ গোলাম হোসেন প্ৰামাণিক, দেওয়ান নাসিৰ উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারেৰ বইয়েৰ অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ও উত্তৰ

**প্ৰয়োগ ২** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১-এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

**প্ৰয়োগ ৩** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ২-এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ২-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

**প্ৰয়োগ ৪** চিত্ৰে, A ও B দুটি যথাকৰমে যে সৱল তড়িৎবাহী এবং বৃত্তাকাৰ তড়িৎবাহী তাৰ। উভয় তাৰেৰ মধ্য দিয়ে একই পৰিমাণ তড়িৎ প্ৰবাহিত হচ্ছে।



- ক. চৌৰক তীব্ৰতা কী? ১  
 খ. তড়িৎ প্ৰবাহেৰ চৌৰক ক্ৰিয়া বলতে কী বোঝ? ২  
 গ. P বিন্দুত চৌৰক ক্ষেত্ৰ নিৰ্ণয় কৰ। ৩  
 ঘ. উল্লিপকে তড়িৎবাহী তাৰ থেকে P এবং Q বিন্দুৰ দূৰত্ব একই হলে কোন বিন্দুত চৌৰক ক্ষেত্ৰেৰ মান বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কৰে মতামত দাও। ৪

(অনুশীলনীৰ পত্ৰ ৪)

### ৪ ৭৩ং প্ৰশ্নেৰ উত্তৱ

**ক** শূন্যস্থানে বায়ু মাধ্যমে কোনো চৌৰক ক্ষেত্ৰে একক ক্ষেত্ৰফলেৰ মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌৰক বলৱেখাৰ সংখ্যা বা ফ্লাক্সকে চৌৰক ক্ষেত্ৰেৰ প্ৰাবল্য বা তীব্ৰতা বলে।

**খ** যে ক্ৰিয়া তাৰা প্ৰিবাহীৰ ভেতৱ দিয়ে তড়িৎ প্ৰবাহেৰ ফলে এৰ চাৰাপাশে চৌৰক ক্ষেত্ৰেৰ সৃষ্টি হয়। সেই ক্ৰিয়াই হলো তড়িৎ প্ৰবাহেৰ চৌৰক ক্ৰিয়া।

**গ** আমৰা জানি,  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$   
 $= \frac{4\pi \times 10^{-7} T m A^{-1} \times 20 A}{2\pi \times 2 m}$   
 $= 2 \times 10^{-6} T$

অতএব, P বিন্দুতে চৌৰক ক্ষেত্ৰেৰ মান  $2 \times 10^{-6} T$ .

**ঘ** 'g' মৎ থেকে পাই,  
 $P$  বিন্দুতে চৌৰকক্ষেত্ৰেৰ মান,  $B = 2 \times 10^{-6} T$

এখন, ৰ বিন্দুৰ ক্ষেত্ৰে, চৌৰক ক্ষেত্ৰেৰ মান  $B_1$ , হলে,

$$B_1 = \frac{\mu_0 NI}{2r}$$

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

$$= 6.28 \times 10^{-6} T$$

এখনে,  $B_1 > B$

অতএব, Q বিন্দুতে চৌৰক ক্ষেত্ৰেৰ মান বেশি।

এখনে,  
 তড়িৎ প্ৰবাহ,  $I = 20 A$   
 $P$  বিন্দুৰ দূৰত্ব,  $a = 2 m$   
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T m A^{-1}$   
 চৌৰক ক্ষেত্ৰ,  $B = ?$

কুণ্ডলীৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r = 2 m$   
 তড়িৎ প্ৰবাহ,  $I = 20 A$   
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T m A^{-1}$   
 পাকসংখ্যা,  $N = 1$

### ৫ ৬৯ং প্ৰশ্নেৰ উত্তৱ

**ক** সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৩৫(ক) এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

**খ** সূজনশীল প্ৰঞ্চ ২০(ক) এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

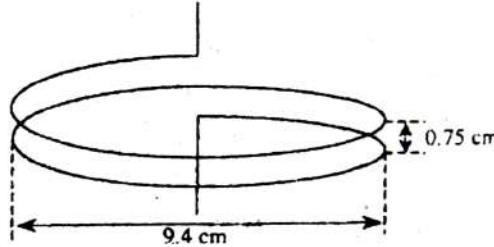
**গ** সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৯(গ) এৰ উত্তৱেৰ অনুৰূপ।

**ঘ** সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৯(ঘ) এৰ উত্তৱেৰ অনুৰূপ।

**প্ৰয়োগ ৫** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ১৭-এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৭-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

**প্ৰয়োগ ৬** অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৫-এৰ উত্তৱেৰ জন্য সূজনশীল প্ৰঞ্চ ৭-এৰ উত্তৱ দ্রষ্টব্য।

**প্ৰয়োগ ৭** চিত্ৰে দুই পাকেৰ একটি কুণ্ডলী কোনো দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলানো আছে। প্রতি পাকেৰ ব্যাস  $9.4 \text{ cm}$  এবং লুপহৱেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব  $0.25 \text{ cm}$ । কুণ্ডলীটিকে একটি সূৰম প্ৰবাহেৰ উৎসেৰ সাথে এমনভাৱে যুক্ত কৰা হলো যেন নিচেৰ প্ৰান্ত মুক্তভাৱে উঠা নামা কৰতে পাৰে।



**ক** ভৌগোলিক অক্ষ কী?

**খ**  $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$  সমীকৰণে কোন কোন ভেটৰ জোড়া পৰম্পৰ লম্ব এবং কোন ভেটৰ জোড়াৰ মধ্যবৰ্তী কোণ যেকোনো মানেৰ হতে পাৰে? ব্যাখ্যা কৰ।

**গ** কুণ্ডলীতে  $2 A$  প্ৰবাহ চলাকালে এৰ কেন্দ্ৰে চৌৰক ফ্লাক্স ঘনত্ব নিৰ্ণয় কৰ।

**ঘ** কুণ্ডলীতে প্ৰবাহ চলাকালে লুপহৱেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্বেৰ কীৰূপ পৰিবৰ্তন হবে? কেন? বিশ্লেষণ কৰ।

(অনুশীলনীৰ পত্ৰ ৬)

### ৬ ৭৫ং প্ৰশ্নেৰ উত্তৱ

**ক** ভৌগলিক দুই মেৰুৰ সংযোজক কানুনিক রেখাই ভৌগলিক অক্ষ।

**খ**  $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$  সমীকৰণে  $\vec{F}$  ও  $\vec{v}$  ভেটৰহয় পৰম্পৰ লম্ব এবং  $\vec{F}$  ও  $\vec{B}$  ভেটৰহয় পৰম্পৰ লম্ব। উক্ত সমীকৰণে  $\vec{v}$  ও  $\vec{B}$  ভেটৰ জোড়াৰ মধ্যবৰ্তী কোণ যেকোনো মানেৰ হতে পাৰে।

**ঘ** এখনে, কুণ্ডলীৰ ব্যাস,  $d = 9.4 \text{ cm}$

$$\therefore \text{কুণ্ডলীৰ ব্যাসাৰ্ধ}, r = \frac{d}{2} = 4.7 \text{ cm} = 0.047 \text{ m}$$

পাকসংখ্যা,  $N = ?$

তড়িৎ প্ৰবাহ,  $I = 2 A$

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

কেন্দ্ৰে চৌৰক ফ্লাক্স ঘনত্ব,  $B = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 2}{2 \times 0.047}$$

$$= 5.347 \times 10^{-5} \text{ Wm}^{-2}$$

**য** কুণ্ডলীতে প্রবাহ চলাকালে সুপরয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কমে যাবে। কারণ, আমরা জানি, সমদ্বৰ্তী দুইটি সমান্তরাল তারের মধ্য দিয়ে যদি একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয় তাহলে তারবয়ের মধ্যে একটি আকর্ষণ বলের সৃষ্টি হয়। উদ্দীপকে উল্লিখিত কুণ্ডলীতে সুপরয়ের প্রস্থের সমান্তরাল হওয়ায় কুণ্ডলীর মধ্যবর্তী তড়িৎ প্রবাহের ফলে পরপর দুটি সুপের মধ্যে আকর্ষণ বলের সৃষ্টি হবে। ফলে সুপরয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কমে যাবে এবং তা  $0.25\text{ cm}$  অপেক্ষা কম হবে।

**১৩** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**১৪** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**১৫** কোনো স্থানে ডু-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ  $25\mu\text{T}$  এবং বিন্ডি  $23^\circ$ । এ স্থানে একটি লম্বা তারের মধ্য দিয়ে উত্তর থেকে দক্ষিণ দিকে  $10\text{ A}$  প্রবাহ চলছে। এর  $3\text{ m}$  নিচে এক বাণ্ডি দিক দর্শন যত্নের সাহায্যে দিক নির্ণয় করছে।

**ক**. কুরী বিদ্যু কী?

**খ**. ডায়াচৌম্বক পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সঙ্গেও চূম্বক ছারা বিকর্ষিত হয় কেন?

**গ**. পরীক্ষার স্থানে ডু-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশের মান নির্ণয় কর।

**ঘ**. দিক নির্ণয়ে কি কোনো সমস্যা হয়েছে বলে তুমি মনে কর? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে তোমার উত্তরের সমক্ষে যুক্তি দাও।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১৫]

### ১৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো ফেরোচৌম্বক পদার্থ তার ক্ষেত্রে চৌম্বক ধর্ম সম্পূর্ণরূপে হারিয়ে প্যারাচৌম্বক পদার্থে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাই এ পদার্থের কুরী বিদ্যু।

**খ** ডায়া চৌম্বক পদার্থের ওপর চৌম্বক ক্ষেত্রে প্রয়োগ করলে একটি চৌম্বক মোমেন্ট আবিষ্ট হয় এবং এর অভিমুখ বিহিট্টে চৌম্বক ক্ষেত্রের বিপরীত দিকে হয়, ফলে বিকর্ষণ হয়। এজন্যই ডায়াচৌম্বক, পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সঙ্গেও চূম্বক ছারা বিকর্ষিত হয়।

**গ** আমরা জানি,

$$\begin{aligned} V &= H \tan \delta \\ &= 25 \times 10^{-6} \text{ T} \times \tan 23^\circ \\ &= 10.61 \times 10^{-6} \text{ T} \\ &= 10.61 \mu\text{T} \end{aligned}$$

অতএব, পরীক্ষার স্থানে ডু-চৌম্বকক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশের মান  $10.61 \mu\text{T}$ ।

**ঘ** এখানে, তড়িৎ প্রবাহ  $I = 10\text{ A}$

$$\text{দূরত্ব}, a = 3\text{ m}$$

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

$$\therefore \text{চৌম্বক ক্ষেত্র}, B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \times 10\text{ A}}{2\pi \times 3\text{ m}} = 6.67 \times 10^{-7} \text{ T}$$

'গ' নং থেকে পাই, ডু-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ,  $H = 25 \mu\text{T}$

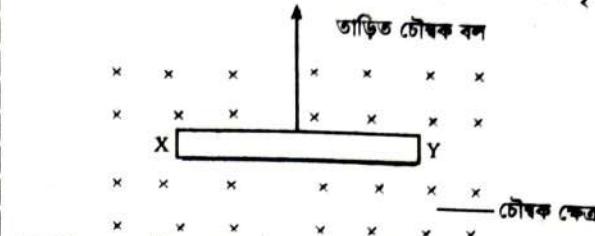
ডু-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশ,  $V = 10.61 \mu\text{T}$

$$\therefore \text{চৌম্বকক্ষেত্রের মান}, B = \sqrt{H^2 + V^2} = \sqrt{25^2 + (10.61)^2} \mu\text{T} = 27.19 \mu\text{T} = 27.19 \times 10^{-6} \text{ T} = 271.9 \times 10^{-7} \text{ T}$$

এখানে,  $B_1 \neq B$

অতএব, দিক নির্ণয়ে সমস্যা হয়েছে।

**১৬**  $0.57\text{ m}$  দৈর্ঘ্য  $4.5 \times 10^{-3} \text{ kg}$  ভর ও  $0.05\Omega$  রোধের একটি পরিবাহী তার  $1.8 \times 10^{-3} \text{ T}$  ফ্লাজ ঘনত্বের সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রে লম্বভাবে রাখা আছে। তারের দুই প্রান্তে বিভিন্ন পার্থক্য সৃষ্টি করে এতে তড়িৎ প্রবাহ চালানো হলো। এতে চিত্রে প্রদর্শিত দিকে তাড়িতচৌম্বক বল সৃষ্টি হলো।



**ক**. চৌম্বক প্রবেশ্যতা কাকে বলে?

**খ**. যুক্তিসহ পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের দিক ব্যাখ্যা কর।

**গ**. তারের দুই প্রান্তে কত বিভিন্ন প্রয়োগ করা হলে তারটি

তার ওজনের সমান চৌম্বক বল অনুভব করবে নির্ণয় কর।

**ঘ**. ডু-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ  $1.8 \times 10^{-3} \text{ T}$ ।

ডু-প্রষ্ঠে কোনো তড়িতবাহী তার কেন উপরের দিকে লাফিয়ে উঠে না তার কারণ বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১৬]

### ১৯নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো পদার্থের চৌম্বক আবেশ এবং চৌম্বক প্রাবল্যের অনুপাতকে ঐ পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে।

**খ** পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের দিক হবে  $X$  হতে  $Y$  এর দিকে। কারণ আমরা জানি  $\vec{I}$  দৈর্ঘ্যের কোন পরিবাহাকে  $\vec{B}$  চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে। তড়িৎ প্রবাহিত করলে পরিবাহীর উপর কার্যরত তড়িত চৌম্বক বল হবে,  $\vec{F} = \vec{I} \vec{B}$ ।  $\vec{F}$  এর অভিমুখ ক্রসগুনের নিয়ম ছারা নির্ধারিত হয়। উদ্দীপকের চিত্রে  $\vec{F}$  এর দিক তারের সাথে লম্ব বরাবর উপরের দিকে, কিন্তু তড়িৎ প্রবাহের দিক অর্থাৎ  $\vec{I}$  এর দিক শুধুমাত্র  $X$  হতে  $Y$  এর দিকে হলেই ক্রসগুনের নিয়ম অনুসারে  $\vec{F}$  এর অভিমুখ পরিবাহীর সাথে লম্ব বরাবর উপরের দিকে হবে। তাই পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের দিক হবে  $X$  হতে  $Y$  এর দিকে।

**গ** এখানে, তারটির ভর,  $m = 4.5 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$$\text{দৈর্ঘ্য}, l = 0.57 \text{ m}; \text{রোধ}, R = 0.05 \Omega$$

চৌম্বকক্ষেত্রের ফ্লাজ ঘনত্ব,  $B = 1.8 \times 10^{-3} \text{ T}$

প্রশ্নমতে, তারটির ওজন = অনুভূত চৌম্বক বল

বা,  $mg = F$

কিন্তু আমরা জানি, I তড়িৎ বাহের ফলে অনুভূত চৌম্বক বলের পরিমাণ,  $F = I/B \sin$

যেহেতু,  $\theta = 90^\circ$

$$\therefore F = I/B \sin 90^\circ = I/B$$

সূত্রাংশ,  $mg = I/B$

$$\text{বা, } I = \frac{mg}{B} = \frac{4.5 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}{0.57 \text{ m} \times 1.8 \times 10^{-3} \text{ T}}$$

$$\therefore I = 42.98 \text{ A}$$

তারের দুই প্রান্তে সৃষ্টি বিভিন্ন পার্থক্য,  $V = IR = 42.98 \text{ A} \times 0.05 \Omega = 2.149 \text{ V}$

অতএব, তারটির দুই প্রান্তে  $2.149 \text{ V}$  বিভিন্ন প্রয়োগ করা হলে তারটির ওজনের সমান চৌম্বক বল অনুভব করবে।

**ঘ** মনে করি, ডু-প্রষ্ঠে  $l$  দৈর্ঘ্যের কোনো তড়িতবাহী তারের মধ্য দিয়ে I পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহের ফলে তারটি  $\vec{F}$  বল অনুভব করে। ডু-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ  $B$  এবং চৌম্বক ক্ষেত্রে ও তড়িৎপ্রবাহের দিকের মধ্যবর্তী কোণ  $\theta$  হলে,

$$\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$$

বা,  $F = I/l B \sin \theta$

বিন্দু এখানে,  $\theta = 0^\circ$

$$\therefore F = qvB \sin 0^\circ = 0$$

অতএব, তারটির অনুভূত বলের পরিমাণ শূন্য। অর্থাৎ, চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক ও তড়িৎবাহী তারে তড়িৎ প্রবাহের দিক একই দিকে

## প্রশ্ন সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ পত্র একাদশ-ষাদশ শ্রেণি

হওয়ার তড়িৎবাহী তারে কোনো তাড়িতচৌম্বক বল সৃষ্টি হয়নি। তাই তড়িৎপ্রবাহের ফলে তার উপরের দিকে লাফিয়ে উঠে না।

**প্রশ্ন ১০।** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

### ৩ ড. শাহজাহান তপন, মুহম্মদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১।** কোনো স্থানে পূর্বমুখী চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $5\text{ T}$ । একটি ইলেক্ট্রন ঐ স্থানে  $10^7 \text{ m s}^{-1}$  বেগে উত্তর দিকে গতিশীল। ইলেক্ট্রনের আধান  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ।

- ক. তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্ষেত্রে ক্রিয়া কাকে বলে? ১
- খ. চৌম্বক ক্ষেত্র কী ব্যাখ্যা কর। এর এককের সংজ্ঞা দাও। ২
- গ. উদ্বীপকে বর্ণিত ইলেক্ট্রনের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্বীপকে বর্ণিত ইলেক্ট্রনের উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয়ের জন্য যে সূত্রটি ব্যবহার করবে সেটি প্রতিপাদন কর। এ সমীকরণের ভেট্টার রূপটি লেখ। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

### ৪ ৮১নং প্রশ্নের উত্তর

**ক।** কোনো পরিবাহীর ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়, একে তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া বলে।

**খ।** কোনো চুম্বক বা তড়িৎবাহী তারের চারদিকে যে অঞ্চল জুড়ে একটি চুম্বক শলাকা বিক্ষেপ প্রদর্শন করে তাকে ঐ চুম্বক বা তড়িৎবাহী তারের চৌম্বকক্ষেত্র বলে। অর্থাৎ, একটি গতিশীল আধান বা স্থায়ী চুম্বক তার চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে। একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে একক বেগে চলমান একটি একক আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল ঐ চৌম্বক ক্ষেত্রের মান।

চৌম্বক ক্ষেত্র-এর একক টেসলা। এর সংজ্ঞা নিম্নরূপ-

কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে ১ কুলম্ব আধান ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে  $1 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল হলে যদি ক্ষেত্রটি আধানের উপর  $1 \text{ N}$  বল প্রয়োগ করে তাহলে ঐ চৌম্বক ক্ষেত্রের মানকে ১ টেসলা বলে।

**গ।** উদ্বীপক হতে পাই,

$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র}, B = 5 \text{ T}$$

ইলেক্ট্রনের বেগ,  $v = 10^7 \text{ m s}^{-1}$

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

চৌম্বক ক্ষেত্র ও আধানের বেগের মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 90^\circ$

বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = qvB \sin \theta$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 10^7 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ T} \times \sin 90^\circ$$

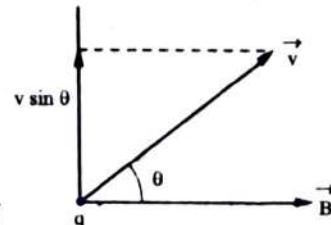
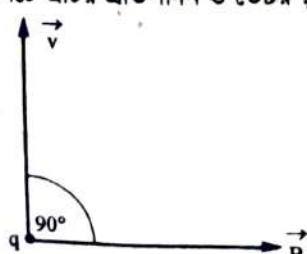
$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 10^7 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ T}$$

$$= 8 \times 10^{-12} \text{ N}$$

অতএব, ইলেক্ট্রনের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান  $8 \times 10^{-12} \text{ N}$ ।

**ঘ।** উদ্বীপকে বর্ণিত ইলেক্ট্রনের উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয়ের সূত্রটি হলো—  $F = qvB \sin \theta$

নিচে এটির প্রতিপাদন ও ভেট্টার রূপ দেওয়া হলো—



কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে  $q$  আধান  $v$  বেগে গতিশীল হলে ঐ আধানটি যদি  $F$  বল লাভ করে তাহলে একক আধান বেগে গতিশীল হলে  $\frac{F}{qv}$  বল লাভ করে। সুতরাং চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $B$  হবে,

$$B = \frac{F}{qv} \quad \dots \dots \dots (1)$$

বিন্দু যদি আধানটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে সমকোণে গতিশীল না হয়ে  $\theta$  কোণে গতিশীল হয় তাহলে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে আধানটির বেগের উপাংশ হবে  $v \sin \theta$  এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের মান হবে,

$$B = \frac{F}{qv \sin \theta} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{বা, } F = qvB \sin \theta$$

প্রাপ্ত চৌম্বক বল  $\vec{F}$  এর মান ও দিক আধানের বেগ  $\vec{v}$  এবং চৌম্বক ক্ষেত্র  $\vec{B}$  এর সাথে নিম্নোক্ত ভেট্টার সমীকরণ দ্বারা সঠিকভাবে সম্পর্কিত।

$$\therefore \vec{F} = \vec{qv} \times \vec{B}$$

**প্রশ্ন ১১।** 1000 পাকের এবং 1 m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে 50 A তড়িৎ প্রবাহ চলছে।

**ক।** চৌম্বক ক্ষেত্র কাকে বলে? ১

**খ।** চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব বলতে কী বুঝ? ২

**গ।** কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩

**ঘ।** কুণ্ডলীর তারটিকে টেনে সোজা করে তার থেকে 1 m দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রে কুণ্ডলীর কেন্দ্রের কতগুল হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

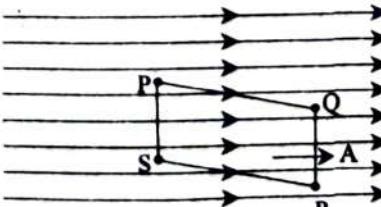
[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

### ৫ ৮২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক।** কোনো চুম্বকের চারিদিকে যে অঞ্চল পর্যন্ত চুম্বকটির প্রভাব অনুভূত হয়, সেই অঞ্চলকে ঐ চুম্বকের চৌম্বক ক্ষেত্র বলে।

**খ।** কোনো সূৰম চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত কোনো তলের একক ক্ষেত্রফলের মধ্যে দিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যাকে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব বলে। চৌম্বক ক্ষেত্রেই চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব। একে সাধারণত 'B' চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক  $\text{Webm}^{-2}$  যা  $\text{tesla}$  ( $T$ ) নামে অভিহিত হয়। অর্থাৎ,  $1 \text{ T} = 1 \text{ webm}^{-2}$ ।  $B$  এর অন্য একটি একক হলো  $\text{NA}^{-1} \text{ m}^{-1}$ ।

ব্যাখ্যা :



চিত্রানুযায়ী, তলটির ক্ষেত্রফল  $A$  এবং এর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যা তথা মোট ফ্লাক্স  $\phi_B$  হলে, ফ্লাক্স ঘনত্ব,

$$B = \frac{\phi_B}{A} \quad \text{সুতরাং, } \phi = AB \text{।}$$

**গ** বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে, আমরা জানি,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 50}{2 \times 1}$$

$$= 2\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 50$$

$$= 0.031416 T$$

$$= 3.1416 \times 10^{-2} T$$

অতএব, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $3.1416 \times 10^{-2} T$ ।

**ঘ** যেহেতু, তারটিকে টেনে সোজা করা হয়েছে। তাই তড়িৎবাহী একটি লম্বা সোজা পরিবাহী তারের নিকট কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র  $B$ -এর রাশিমালা,

$$B' = \frac{\mu_0 NI}{2\pi a}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 50}{2\pi \times 1}$$

$$= 2 \times 10^{-7} \times 50000$$

$$= 1 \times 10^{-3} T$$

$$\text{সূতরাং } \frac{B'}{B} = \frac{3.1416 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-3}}$$

$$\text{বা, } \frac{B'}{B} = 31.416 \approx 31$$

$$\therefore B' = 31 \times B$$

অতএব, কুণ্ডলীর তারটিকে টেনে সোজা করে 1 m দূরে চৌম্বক ক্ষেত্র কেন্দ্রের চৌম্বক ক্ষেত্রের 31 গুণ।

**প্রয়োগ** কোনো স্থানে একটি সুষম চৌম্বক ক্ষেত্র বিদ্যমান। একটি পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্য 0.5 m, ভর 0.1 kg এবং রোধ 0.2 Ω। তারটির দুই প্রান্তে 10 V বিভব পার্শ্বক্ষেত্রে প্রয়োগ করে উভয় দিকে দক্ষিণে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে সেটি শূন্যে ভেসে থাকে।

**ক**. হল ভোটেজ কাকে বলে?

১

**খ**. বিয়ো-স্যাভার সূত্রটি বর্ণনা কর।

২

**গ**. পরিবাহীর উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের মান নির্ণয় কর।

৩

**ঘ**. গাণিতিক বিশ্লেষণের মধ্যে উদ্দীপকে উল্লেখিত চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ও দিক নির্ণয় কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

এখানে,

কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N = 1000$

কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 1 m$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 50 A$

শূন্যস্থানে চৌম্বক প্রবেশাতা,

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

বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে উৎপন্ন

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = ?$

অতএব, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $3.1416 \times 10^{-2} T$ ।

এখানে,

তার থেকে চৌম্বকক্ষেত্রের দূরত্ব,

$a = 1 m$

সোজা তারের জন্য চৌম্বক ক্ষেত্র,

$B' = ?$

### ৮৩নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহীকে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎ প্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর যে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তখা ভোটেজ উৎপন্ন হয় তাক হল বিভব পার্থক্য বা হল ভোটেজ বলে।

**খ** নির্দিষ্ট ঘাণ্ডায়ে কোনো কুন্দু দৈর্ঘ্যের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলার ফলে এর আশেপাশে কোনো বিন্দুতে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান পরিবাহীর কুন্দু দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক, তড়িৎ প্রবাহের সমানুপাতিক পরিবাহীর ঐ অংশের মধ্যবিন্দু থেকে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যন্তানুপাতিক, পরিবাহী এবং পরিবাহীর ঐ অংশের মধ্যবিন্দু ও ঐ বিবেচিত

বিন্দুর সংযোজক সরলরেখার অন্তর্ভুক্ত কোণের সাইনের সমানুপাতিক। গাণিতিকভাবে,  $dB \propto \frac{Idl \sin \theta}{r^2}$

**গ** এখানে, ভর,  $m = 0.1 kg$

তারের দৈর্ঘ্য,  $l = 0.5 m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 m s^{-2}$

পরিবাহীর উপর ক্রিয়াশীল বল,  $F = ?$

আমরা জানি,  $F = mg = 0.1 \times 9.8 = 0.98 N$

অতএব, পরিবাহীর উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল  $0.98 N$ ।

**ঘ** আমরা জানি,

$$F = iLB$$

$$\text{বা, } B = \frac{F}{il}$$

$$= \frac{0.98}{50 \times 0.5}$$

$$= 0.0392 T$$

অতএব, চৌম্বক ক্ষেত্রের মান

$$0.0392 T$$

এখানে, তারের দৈর্ঘ্য,  $l = 0.5 m$

চৌম্বক বল,  $F = 0.98 N$

রোধ,  $R = 0.2 \Omega$

বিভব পার্থক্য,  $V = 10 V$

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = ?$

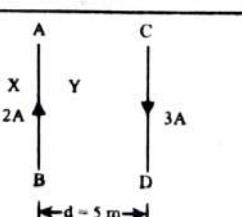
আমরা জানি,  $V = RI$

$$\therefore i = \frac{V}{R} = \frac{10}{0.2} = 50 A$$

দিক নির্ণয় : ফ্রেমিং-এর বাম হস্ত নিয়মানুযায়ী বাম হাতের বৃন্ধাঙ্গুল, তজনী ও মধ্যমাকে পরম্পরের সমকোণে রেখে যদি তজনীকে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকে ও মধ্যমাকে চার্জিত কণার বেগের দিকে রাখা হলে বৃন্ধাঙ্গুলটি কণার উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের দিক নির্দেশ করে। এক্ষেত্রের চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক হবে পরিবাহীর নিচের দিকে।

### ৩ গণি, সুশান্ত, মজিবুর ও রোজারিও স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রয়োগ** চিত্রে প্রদর্শিত দুটি সমান্তরাল তারের ভিতর দিয়ে যথাক্রমে  $2A$  এবং  $3A$  তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে,  $AB$  ও  $CD$  তারের দৈর্ঘ্য  $10 m$  এবং  $20 m$ ।



**ক**. চৌম্বক ফ্লাও ঘনত্ব কী?

১

**খ**. বিয়ো-স্যাভার সূত্রের ধূব রাশিটির মাত্রা সমীকরণটি লিখ।

২

**গ**. উভয় তারের ১মটির জন্য ২য়টিতে ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের পরিমাণ কত নির্ণয় কর।

৩

**ঘ**. ১ম তারের  $2 m$  দূরে উভয় পাশে  $X$  ও  $Y$  বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ও দিক কি সমান? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

### ৮৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ রেখার সাথে লম্ব একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত আবেশ রেখার সংখ্যাকে ঐ বিন্দুর চৌম্বক ফ্লাও ঘনত্ব বলে।

**খ** বিয়ো-স্যাভার সূত্রানুসারে,  $dB = K \frac{idl \sin \theta}{r^2}$

$$\text{বা, } K = \frac{dB r^2}{idl \sin \theta}$$

$\sin \theta$  এর কোনো মাত্রা নেই, সূতরাং  $K$  এর মাত্রা,

$$[K] = \frac{[dB][r^2]}{[i][dl]} = \frac{MT^{-2} I^{-1} \times L^2}{I \times L} = MLI^{-2} T^{-2}$$

**গ** দেওয়া আছে,

প্রথম তারের প্রবাহমাত্রা,  $i_1 = 2 A$

দ্বিতীয় তারের প্রবাহমাত্রা,  $i_2 = 3 A$

প্রথম তারের দৈর্ঘ্য,  $l_1 = 10 m$

বিত্তীয় তারের দৈর্ঘ্য,  $I_2 = 20 \text{ m}$

তারহয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $a = 5 \text{ m}$

সুতরাং বিত্তীয় তারের ওপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল,

$$F_2 = \frac{\mu_0 i_1 i_2 l_2}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 3 \times 20}{2\pi \times 5} \text{ N} = 4.8 \times 10^{-6} \text{ N}$$

১) AB তারের জন্য X বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \times 2} = \frac{\mu_0 \times 2}{2 \times \pi \times 2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2 \times \pi \times 2} = 2 \times 10^{-7} \text{ T}$$

দিক বাহিরের দিকে।

CD তারের জন্য X বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র,

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \times (5+2)} = \frac{\mu_0 \times 3}{2 \times 3.1416 \times 7}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3}{2 \times 3.1416 \times 7} = 8.5 \times 10^{-8} \text{ T}$$

ডেতরের দিকে

X বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র,  $B_x = B_1 - B_2$

$$= 2 \times 10^{-7} - 8.5 \times 10^{-8}$$

$$= 1.14 \times 10^{-7} \text{ T}$$

বাহিরের দিকে

আবার, Y বিন্দুতে,

$$\text{AB তারের জন্য চৌম্বকক্ষেত্র, } B_1' = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \times 2}$$

$$= \frac{4 \times \pi \times 10^{-7} \times 2}{2 \times \pi \times 2}$$

$$= 2 \times 10^{-7} \text{ T}$$

ডেতরের দিকে।

$$\text{আবার, CD তারের জন্য চৌম্বকক্ষেত্র, } B_2' = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi (5-2)}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3}{2 \times \pi \times 3}$$

$$= 2 \times 10^{-7} \text{ T}$$

ডেতরের দিকে।

Y বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র,  $B_y = B_1' + B_2'$

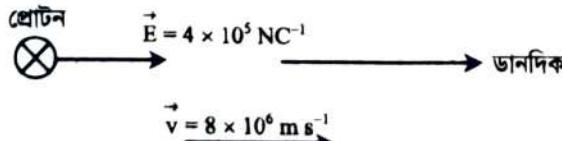
$$B_y = 2 \times 10^{-7} + 2 \times 10^{-7} = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

ডেতরের দিকে  $\neq B_x$

অতএব, X ও Y বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ও দিক সমান নয়।

### ৩. এম. আলী আসগ্র ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

#### প্রশ্ন ১০১।



পরবর্তীতে পতিশীল প্রোটনটির উপর  $0.50 \text{ T}$  মানের একটি চৌম্বকক্ষেত্র পৃষ্ঠার লম্ব বরাবর নিচের দিকে প্রয়োগ করা হলো।

- ক. লেজের সূচিটি লিখ। ১
- খ. তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার কেন প্রেসিতে সংযুক্ত করা হয়? ২
- গ. চৌম্বকক্ষেত্র প্রোটনটির উপর কত বল প্রয়োগ করবে? ৩
- ঘ. চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগের পর প্রোটনের গতিপথ গাণিতিকভাবে বিলোৱণ কর। ৪

#### ১০১নং প্রশ্নের উত্তর

ক) লেজ-এর সূচিটি হলো— যেকোনো তড়িৎচৌম্বক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে তা সৃষ্টি হওয়া যাওয়াই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকেই বাধা দেয়।

খ) তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার প্রেসিতে সংযুক্ত করা হয়। কারণ, অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ R এর তুলনায় বাইরের রোধ R অনেকে বড় হয়। সমান্তরালে যুক্ত করলে প্রবাহিত তড়িৎ অ্যামিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হবে। ফলে সমগ্র বর্তনীতে অপেক্ষাকৃত কম তড়িৎ প্রবাহিত হবে। তাই সমগ্র বর্তনীর প্রবাহ নির্ভয় সভ্য হবে না।

প্রেসিতে সংযুক্ত করলে, একই প্রবাহ অন্যান্য রোধ ও অ্যামিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হবে। তাই তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার প্রেসিতে সংযুক্ত করা হয়।

চতুর্থ অধ্যায়  তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চূর্ছক

১) এখানে, প্রোটনের চার্জ,  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = 0.5 \text{ T}$

প্রোটনের বেগ,  $v = 8 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$

প্রোটনের উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল,  $F = ?$

প্রোটনের বেগ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 90^\circ$

আমরা জানি,  $F = qvB \sin \theta$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 8 \times 10^6 \times 0.5 \times \sin 90^\circ \text{ N}$$

$$\therefore F = 6.4 \times 10^{-13} \text{ N}$$

এর দিক পৃষ্ঠ বরাবর উপরের দিকে।

অতএব, চৌম্বকক্ষেত্র প্রোটনটির উপর  $6.4 \times 10^{-13} \text{ N}$  বল প্রয়োগ করবে।

২) এখানে, তড়িৎ ক্ষেত্রের তৈরিতা,  $E = 4 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$

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

' $g$ ' হতে পাই, প্রোটনের উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল,

$F = 6.4 \times 10^{-13} \text{ N}$  যার দিক পৃষ্ঠ বরাবর উপরের দিকে।

এখন, প্রোটনটির উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎ বল,

$$F_E = E_q$$

$$= 4 \times 10^5 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ N}$$

$$= 6.4 \times 10^{-14} \text{ N}$$

### ৩) রমা বিজয়, আলী আহমেদ, সুদেব পাল ও সালাহউদ্দিন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১০২) দুটি সমান্তরাল দীর্ঘ তার পরস্পর থেকে  $0.18 \text{ m}$  দূরে অবস্থিত। তার দুটিতে যথাক্রমে  $8 \text{ A}$  ও  $12 \text{ A}$  তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

ক. বায়োট-স্যাভাটের সূত্র লেখ।

১

খ. চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিযুক্ত নির্ণয়ের জন্য ম্যাগ্নেটোলের কর্ক ঝুঁট নিয়ম ব্যাখ্যা কর।

২

গ. তার দুটি একে অপরকে প্রতি একক দৈর্ঘ্যে যে বল প্রয়োগ করে তা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্ধীপকে তার দুটির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে যে ধরনের বল সৃষ্টি হয় তার সাথে মহাকর্ষ বল ও তড়িৎ বলের তুলনা কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১)

#### ১০৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক) বায়োট-স্যাভাটের সূত্রটি হলো— নির্দিষ্ট মাধ্যমে একটি পরিবাহীর কুন্ড দৈর্ঘ্যের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক তড়িৎ প্রবাহের সমানুপাতিক, তড়িৎ প্রবাহের দিক এবং ঐ কুন্ড দৈর্ঘ্যের মধ্যবিন্দু থেকে বিবেচিত বিন্দুর দিক এ দুয়োর মধ্যবর্তী কোণের সাইনের সমানুপাতিক এবং দূরত্বের বর্গের ব্যানানুপাতিক।

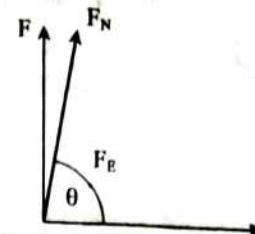
খ) চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিযুক্ত নির্ণয়ের জন্য ম্যাগ্নেটোলের কর্ক ঝুঁট নিয়মটি হলো— কোনো তড়িৎবাহী তারের তড়িৎ প্রবাহের অভিযুক্ত বরাবর একটি ডান পাকের কর্ক ঝুঁট চালনা করার সময় বৃক্ষাঙ্কলি যে দিকে ঘূরবে তড়িৎ প্রবাহের ফলে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের বলরেখার অভিযুক্ত সে দিকেই হবে।

কুন্ড-এর এগোনোর দিক

প্রবাহের অভিযুক্ত

বলরেখার অভিযুক্ত

এর দিক পৃষ্ঠ বরাবর ডান দিকে



ধরি, নিট বলটি তড়িৎ ক্ষেত্রের দিকের সাথে  $\theta$  কোণে ক্রিয়াশীল।

$$\begin{aligned}\therefore \theta &= \tan^{-1} \frac{F \sin 90^\circ}{F_E + F \cos 90^\circ} \\ &= \tan^{-1} \frac{6.4 \times 10^{-13} \times 1}{6.4 \times 10^{-14} + 0} \\ &= 84.29^\circ\end{aligned}$$

অতএব, চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগের পর প্রোটনটি তড়িৎ ক্ষেত্রের দিকের সাথে  $84.29^\circ$  কোণে গতিশীল হবে।

প্রশ্ন ১০৩) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১০৪) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

গ) আমরা জানি,

$$\begin{aligned}F &= \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi a} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1} \text{ m}^{-1} \times 8\text{A} \times 12\text{A} \times 1\text{m}}{2\pi \times 0.18\text{m}} \\ &= 1066.67 \times 10^{-7} \text{ N} \\ &= 10.67 \times 10^{-5} \text{ N} \\ \therefore F &= 10.67 \times 10^{-5} \text{ N} \\ \therefore \text{প্রতি একক দৈর্ঘ্যে বল} &= 10.67 \times 10^{-5} \text{ N}.\end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned}\text{তড়িৎ প্রবাহ দুটি}, I_1 &= 8 \text{ A} \\ I_2 &= 12 \text{ A}\end{aligned}$$

দূরত্ব,  $a = 0.18 \text{ m}$

$$\begin{aligned}\mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1} \text{ m}^{-1} \\ \text{দৈর্ঘ্য}, l &= 1 \text{ m}\end{aligned}$$

ঘ) উদ্ধীপকের তার দুটির মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে চৌম্বক বলের সৃষ্টি হয়। নিচে এ চৌম্বক বলের সাথে মহাকর্ষ বল ও তড়িৎ বলের তুলনা দেওয়া হলো—

১. চৌম্বক বল চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকে কিংবা আধানের বেগের দিকে ক্রিয়া না করে চৌম্বকক্ষেত্র ও আধানের বেগ উভয়ের লম্ব বরাবর ক্রিয়া করে। তবে মহাকর্ষ ক্ষেত্র ও তড়িৎ ক্ষেত্র সর্বদা ক্ষেত্রের অভিযুক্ত ক্রিয়া করে।
২. মহাকর্ষ বল ও তড়িৎ বল স্থির কিংবা গতিশীল উভয় প্রকারের বস্তুর উপর প্রযুক্ত হতে পারে। তবে চৌম্বক বল শুধু গতিশীল তড়িৎ আধানের উপর প্রযুক্ত হতে পারে।
৩. তড়িৎ ক্ষেত্র তড়িৎ আধানের উপর ও মহাকর্ষ ক্ষেত্র ভরের উপর বল প্রয়োগ করে এবং চৌম্বকক্ষেত্র গতিশীল তড়িৎ আধানের উপর প্রয়োগ করে এবং চৌম্বক ক্ষেত্র গতিশীল তড়িৎ আধানের উপর বল প্রয়োগ করে। কারণ চৌম্বক আধান বলতে কিছু নেই।
৪. মহাকর্ষ বল ও তড়িৎ বল বস্তুর গতির দিকের উপর নির্ভর করে না তবে চৌম্বকক্ষেত্রের সমকাণে কেবল আধানের বেগের উপাংশ থাকা অবস্থায় তার উপর চৌম্বক বল ক্রিয়া করে। আধানটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সমান্তরালে গতিশীল হলে তার উপর কোনো চৌম্বক বল ক্রিয়া করবে না।



## মাস্টার ট্রেইনার প্যালেন কর্তৃক প্রণীত সৃজনশীল প্রয়োগ ও উভয়

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যালেন এ অধ্যায়ের জন্য শিখনফলের ধারায় নিম্নোক্ত সৃজনশীল প্রয়োগ ও উভয়সমূহের যথাযথ অনুলিঙ্গ কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার জন্য তোমাদের সেরা প্রস্তুতি গ্রহণ এবং আয়োব্বাস বৃন্থিতে সহায়তা করবে।

### ৪.১

#### শিখনকল : বায়ো-স্যাভার্টের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারো।

**ব্যবহার:** একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ 32 cm এবং পাক সংখ্যা 400। কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে 3.1 A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে একটি আয়তাকার কুণ্ডলী রাখা আছে যার দৈর্ঘ্য 5 cm প্রস্থ 3 cm এবং পাক সংখ্যা 500 এবং প্রবাহমাত্রা 4 A।

- ক. টেসলা কাকে বলে? ১
- খ. ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বৃত্তাকার কুণ্ডলীটির কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. আয়তাকার কুণ্ডলীর তল ও বৃত্তাকার কুণ্ডলীর তল পরম্পরের লম্ব অবস্থায় থাকলে ক্রিয়াশীল টর্ক সর্বাধিক হয়—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ১০৫নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) যদি কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখের সাথে সমকোণে 1 কুলম্ব চার্জ  $1 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল হয় এবং 1 N বল অনুভব করে, তবে ঐ চৌম্বক ক্ষেত্রের মানকে 1 টেসলা বা শুধু টেসলা বলে।

(খ) যেসব পদার্থকে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে শক্তিশালী চুম্বকত লাভ করে তাদেরকে ফেরোচৌম্বক পদার্থ বলে। যেমন, লোহা, কোবাল্ট, ফেরাইট নিকেল ইত্যাদি। ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক ধর্মকে ফেরোচৌম্বকত বলে।

ফেরোচৌম্বক পদার্থকে একটি অসম চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখা হলে ক্ষেত্রটির দুর্বল অঞ্চল থেকে প্রবল অঞ্চলের দিকে প্রবলভাবে ধাবিত হয়। এই কারণে ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা K ধনাত্মক এবং অত্যন্ত বৃহৎ মানের।

(গ) আমরা জানি,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 400 \times 3.1 \text{ A}}{2 \times 0.32 \text{ m}}$$

$$= 2.43 \times 10^{-3} \text{ T}$$

অতএব, বৃত্তাকার কুণ্ডলীটির কেন্দ্রে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $2.43 \times 10^{-3} \text{ T}$ ।

(ঘ) আয়তাকার কুণ্ডলীকে বৃত্তাকার কুণ্ডলী তলের কেন্দ্রে রাখা হলে আয়তাকার কুণ্ডলীর উপর টর্ক ক্রিয়া করবে।

এখানে, আয়তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল,

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

পাকসংখ্যা, N = 500

প্রবাহমাত্রা, I = 4 A

চৌম্বকক্ষেত্র, B =  $2.43 \times 10^{-3} \text{ T}$  [গ থেকে প্রাপ্ত]

আয়তাকার কুণ্ডলীর ওপর ক্রিয়ারত টর্ক,  $T = NI \vec{A} \times \vec{B} = NIAB \sin \theta$  এখানে, ক্রিয়াশীল টর্কের মান আয়তাকার কুণ্ডলীতল ও বৃত্তাকার কুণ্ডলীতলের মধ্যকার কোণের উপর নির্ভর করে। এখন আমরা জানি  $\theta = 90^\circ$  হলে  $\sin \theta$  এর সর্বোচ্চ মান পাওয়া যায়। অতএব আয়তাকার কুণ্ডলী তল ও বৃত্তাকার কুণ্ডলী তল পরম্পরের লম্ব অবস্থায় থাকলে অর্থাৎ  $\theta = 90^\circ$  হলে ক্রিয়াশীল টর্কের মান সর্বাধিক হয়।

সর্বাধিক টর্ক,  $T_{\max} = NIAB \sin 0$

$$= 500 \times 4 \text{ A} \times 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 2.43 \times 10^{-3} \text{ T} \times \sin 90^\circ$$

$$= 7.29 \times 10^{-3} \text{ Nm}$$

**ব্যবহার:** একটি বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইন 80 A তড়িৎ প্রবাহ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে প্রেরণ করছে। এ তড়িৎ প্রবাহের দূরুন লাইনের 1.5 m নিচে P বিন্দুতে একটি নির্দিষ্ট মানের চৌম্বক ক্ষেত্র আবিষ্ট হয়।

ক. তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া কী?

খ. চৌম্বক ক্ষেত্র প্রবল বা দুর্বল হলে ক্ষেত্র রেখাগুলো

কেমন হবে?

গ. P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত হবে?

ঘ. দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে?

#### ১০৬নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো পরিবাহকের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়, তাই তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া।

(খ) চৌম্বক ক্ষেত্র প্রবল বা দুর্বল হলে ক্ষেত্র রেখাগুলো ঘনত্বের পরিবর্তন হয়। যদি চৌম্বক ক্ষেত্র প্রবল হয় তবে ক্ষেত্র রেখাগুলো কাছাকাছি বা ঘন হবে। আবার চৌম্বক ক্ষেত্র দুর্বল হলে ক্ষেত্র রেখাগুলোর মাঝে বেশি ফাঁক থাকে।

(গ) ধরি, P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র = B

আমরা জানি,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 80 \text{ A}}{2\pi \times 1.5 \text{ m}}$$

$$= 1.067 \times 10^{-5} \text{ T}$$

সুতরাং, P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র  $1.067 \times 10^{-5} \text{ T}$ ।

(ঘ) লাইন হতে P বিন্দুর দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে, a =  $1.5 \times 2 \text{ m} = 3 \text{ m}$

ধরি, চৌম্বক ক্ষেত্র = B

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1} \times 80 \text{ A}}{2\pi \times 3 \text{ m}}$$

$$= 5.33 \times 10^{-6} \text{ T}$$

এখন, লাইন হতে 1.5 m দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্র,

$$B_1 = 1.067 \times 10^{-5} \text{ T} \quad [\text{ক হতে পাই}]$$

লাইন হতে 3 m দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B_2 = 5.33 \times 10^{-6} \text{ T}$

$$\therefore \frac{B_2}{B_1} = \frac{5.33 \times 10^{-6} \text{ T}}{1.067 \times 10^{-5} \text{ T}}$$

$$\text{বা, } \frac{B_2}{B_1} = 0.499 \approx 0.5$$

$$\text{বা, } B_2 = \frac{1}{2} B_1$$

সুতরাং, দূরত্ব দ্বিগুণ করলে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান অর্ধেক হবে।

এখানে,

তড়িৎ প্রবাহ, I = 80 A

বিন্দুর দূরত্ব, a = 1.5 m

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

চৌম্বক ক্ষেত্র, B = ?

এখানে, তড়িৎ প্রবাহ, I = 80 A

বিন্দুর দূরত্ব, a = 3 m

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

চৌম্বক ক্ষেত্র, B = ?

4.2

**শিখন বক্স :** অ্যালিপ্রিয়ারের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব ?

**জ্ঞান ১০৭** | একটি লোহা তারের মধ্যদিয়ে  $25 \text{ A}$  তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারটিকে কেন্দ্র করে  $10 \text{ cm}$  ব্যাসার্ধের একটি অ্যালিপ্রিয়ান লুপ কল্পনা করা হলো।

ক. ভৌগোলিক অক্ষ কী?

১

খ. "ঢাকার বিচ্ছিন্নতি কোণ  $\left(\frac{1}{2}\right)^{\circ}$  পূর্ব" কথাটির অর্থ কী? ২

গ. অ্যালিপ্রিয়ান লুপের স্পর্শক বরাবর কত মানের চৌম্বক ক্ষেত্র ক্রিয়া করবে?

৩

ঘ. চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয়ে উদীপকে উল্লেখিত পদ্ধতির বিকল্প কী হতে পারে? উভয় পদ্ধতিয়ান চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের তারতম্য পর্যালোচনা কর।

৪

৩ ১০৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ভৌগোলিক উত্তর ও দক্ষিণ মেরুর সংযোজক কানুনিক রেখাই হলো ভৌগোলিক অক্ষ।

খ. ঢাকার বিচ্ছিন্নতি কোণ  $\left(\frac{1}{2}\right)^{\circ}$  পূর্ব বলতে বুঝায়, ঢাকায় মুক্তভাবে নড়নক্ষম কোনো চৌম্বক শলাকার চৌম্বক অক্ষ চৌম্বক মধ্যতলে থেকে ভৌগোলিক অক্ষের সাথে  $\left(\frac{1}{2}\right)^{\circ}$  কোণ উৎপন্ন করে এবং এর উত্তর মেরু ভৌগোলিক অক্ষের পূর্ব দিকে থাকে।

গ. অ্যালিপ্রিয়ারের সূত্রানুসারে,  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$

$$\text{বা, } \oint \vec{B} d\vec{l} \cos \theta = \mu_0 I$$

$$\text{বা, } \oint \vec{B} d\vec{l} \cos 0^{\circ} = \mu_0 I \quad [\because \vec{B} \text{ এবং } d\vec{l} \text{ এর মধ্যবর্তী কোণ } 0^{\circ}]$$

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

এখানে, লুপের  $d\vec{l}$  এর সমাকলন লুপের পরিধির সমান অর্ধাং  $2\pi r$ .

$$\therefore B(2\pi r) = \mu_0 I$$

$$\text{বা, } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad \dots \dots \dots (1)$$

এখানে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 25 \text{ A}$

অ্যালিপ্রিয়ান লুপের ব্যাসার্ধ,  $r = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

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

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = ?$

(১) নং সমীকরণ অনুযায়ী,

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \times 25 \text{ A}}{2\pi \times 0.1 \text{ m}} = 5 \times 10^{-5} \text{ T}$$

অতএব, লুপটিতে চৌম্বক ক্ষেত্র ক্রিয়া করবে  $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ ।

ঘ. চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয়ের জন্য অ্যালিপ্রিয়ারের সূত্রের বিকল্প হিসেবে বায়োট-স্যাভাটের সূত্র ব্যবহার করা যায়।

এক্ষেত্রে, তড়িৎবাহী তার হতে অ্যালিপ্রিয়ান লুপের ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বের কোনো বিদ্যুতে চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয় করতে হবে।

তড়িৎবাহী লোহা তারের দরুন বায়োট-স্যাভাটের সূত্রানুযায়ী, আমরা জানি,

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \times 25 \text{ A}}{2\pi \times 0.1 \text{ m}} = 5 \times 10^{-5} \text{ T}$$

যা অ্যালিপ্রিয়ারের সূত্রানুযায়ী নির্ণীত চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের সমান।

অর্ধাং উভয় পদ্ধতিতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান একই পাওয়া যায়।

সুতরাং, অ্যালিপ্রিয়ারের সূত্রের বিকল্প হিসেবে বায়োট-স্যাভাটের সূত্র প্রয়োগ করলেও চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো পরিবর্তন হয় না।

এখানে,

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 25 \text{ A}$

বিদ্যুতের দূরত্ব,  $a = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

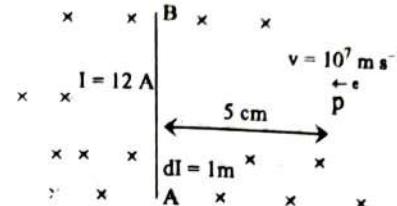
$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$$

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = ?$

৫

**শিখন বক্স :** গতিশীল চার্জের পাশের চৌম্বক ক্ষেত্রের বলের মান ও দিক নির্ণয় করতে পারব ?

**জ্ঞান ১০৮** | চিঠে  $\times$  চিঠ কাগজের পৃষ্ঠের সাথে সমত্বে নিচের দিকে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্দেশ করছে।



ক. চৌম্বক প্রবেশ্যতা কাকে বলে?

খ. ঢাকার বিনতি  $31^{\circ}$  N ও বিচ্ছিন্নতি  $33^{\circ}$  E বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদীপকের AB পরিবাহকের জন্য P বিদ্যুতে চৌম্বক ফ্লার ঘনত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. উদীপকের ইলেক্ট্রনটি কোন দিকে গতিশীল ধাকলে তার উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎ বল ও চৌম্বক বলের মান সমান হবে—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৩ ১০৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো পদার্থের চৌম্বক আবেশ এবং চৌম্বক প্রাবল্যের অনুপাতকে ঐ পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে।

খ. ঢাকার বিনতি  $31^{\circ}$  N বলতে বুঝায়, ঢাকাতে মুক্তভাবে নড়নক্ষম কোনো সূচী চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ চৌম্বক মধ্যতলে থেকে ভৌগোলিক অক্ষের সাথে  $33^{\circ}$  কোণে আনত থাকবে এবং শলাকার উত্তর মেরু নিচের দিকে ঝুঁকে থাকবে।

আবার, ঢাকার বিচ্ছিন্নতি  $33^{\circ}$ E বলতে বুঝায় ঢাকায় মুক্তভাবে নড়নক্ষম কোনো সূচী চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ চৌম্বক মধ্যতলে থেকে ভৌগোলিক অক্ষের সাথে  $31^{\circ}$  কোণ উৎপন্ন করে এবং এর উত্তরমেরু ভৌগোলিক অক্ষের পূর্বদিকে থাকে।

গ. উদীপক হতে পাই, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 12 \text{ A}$

দূরত্ব,  $a = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$

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

ফ্লার ঘনত্ব,  $B = ?$

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb A}^{-1} \text{ m}^{-1} \times 12 \text{ A}}{2\pi \times 5 \times 10^{-2} \text{ m}} \\ = 4.8 \times 10^{-5} \text{ Wb m}^{-2}$$

অতএব,  $P$  বিদ্যুতে চৌম্বক ফ্লার ঘনত্ব  $4.8 \times 10^{-5} \text{ Wb m}^{-2}$ ।

ঘ. এখানে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 12 \text{ A}$

তার থেকে ইলেক্ট্রনের দূরত্ব,  $a = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$

ইলেক্ট্রনের বেগ,  $v = 10^7 \text{ m s}^{-1}$ ;  $B = 4.8 \times 10^{-5} \text{ Wb m}^{-2}$

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

এখন ইলেক্ট্রনের উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল F হলে,

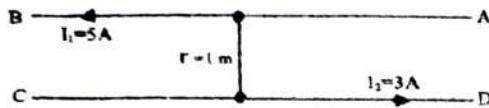
$$F = qv B \sin \theta \\ = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 10^7 \text{ m s}^{-1} \times 4.8 \times 10^{-5} \text{ Wb m}^{-2} \times \sin 90^{\circ} \\ = 7.68 \times 10^{-17} \text{ N}$$

এখন শর্তানুসারে তড়িৎ বল,  $F = 7.68 \times 10^{-17} \text{ N}$  অর্ধাং ইলেক্ট্রনটি কাগজ পৃষ্ঠের তারের দিকে ক্রিয়াশীল হলে উভয় বল সমান হবে।

## 4.4

**চিত্র ১০৯নং** পরিবাহক কার্য কীভাবে চৌম্বক বল দ্বারা প্রভাবিত হয়ে।

চিত্রে অসীম দৈর্ঘ্যের দুটি সমান্তরাল পরিবাহক AB ও CD এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহকের চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়েছে।



- ক. এক ফ্যারাডের সংজ্ঞা দাও।  
খ. একটি তল ছারা আবস্থ তড়িৎ বিমেরুর তড়িৎ ছার ব্যাখ্যা কর।  
গ. চিত্রে CD পরিবাহকের একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের মান নির্ণয় কর।  
ঘ. চৌম্বক ক্ষেত্রে এমন কোন বিন্দু আছে যেখানে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান শূন্য হতে পারে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও।

**১০৯নং প্রশ্নের উত্তর**

ক. কোনো ধারকের দুটি পাত্রের বিভিন্ন পার্থক্য 1 V বজায় রাখতে যদি প্রত্যেকটি পাত্রে 1 C আধানের প্রয়োজন হয় তাহলে সেই ধারকত্তকে 1 ফ্যারাডে বলে।

খ. আবস্থ তলের তড়িৎ ফ্লাক্স,  $d\phi = Eds \cos \theta$

$$\text{বা, } d\phi = EEds \cos \theta \quad [\text{সমান্তরাল করে}]$$

অর্থাৎ একটি তল ছারা আবস্থ তড়িৎ বিমেরুর তড়িৎ ফ্লাক্স তড়িৎ প্রাবল্য ও সংশ্লিষ্ট তলের লম্ব বরাবর উপাংশের গুণফলের সমান।

গ. এখানে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I_{AB} = 5 \text{ A}$ ; দূরত্ব,  $a = 1 \text{ m}$

$$\text{আমরা জানি, } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 1} = 10^{-6} \text{ T}$$

CD পরিবাহকের একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল

$$\frac{F}{l} = I_{CD} B \sin \theta$$

$$= 3 \times 10^{-6} \times \sin 90^\circ \text{ N m}^{-1} = 3 \times 10^{-6} \text{ N m}^{-1}$$

CD পরিবাহকের প্রতি একক দৈর্ঘ্য চৌম্বক বলের মান =  $3 \times 10^{-6} \text{ N m}^{-1}$

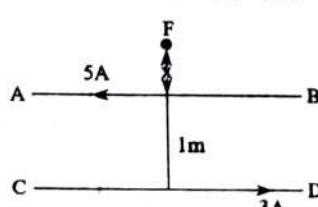
ঘ. ধরি, F বিন্দুতে চৌম্বক

ক্ষেত্রের মান শূন্য হতে পারে।

AB ছারা F বিন্দুতে সৃষ্টি

$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } B_1 = \frac{\mu_0 I_{AB}}{2\pi x},$$

দিক ভিত্তিতে CD ছারা



$$F \text{ বিন্দুতে সৃষ্টি চৌম্বকক্ষেত্র; } B_2 = \frac{\mu_0 I_{CD}}{2\pi(1+x)}, \text{ দিক বাইরের দিকে}$$

AB এর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ,  $I_{AB} = 5 \text{ A}$

CD এর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ,  $I_{CD} = 3 \text{ A}$

$$\frac{\mu_0 I_{AB}}{2\pi x} - \frac{\mu_0 I_{CD}}{2\pi(1+x)} = 0$$

$$\text{বা, } \frac{\mu_0 \times 5}{2\pi \times x} - \frac{\mu_0 \times 3}{2\pi(1+x)} = 0$$

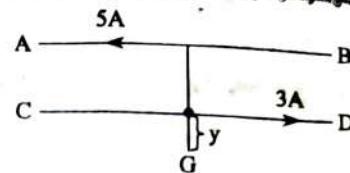
$$\text{বা, } \frac{5}{3} = \frac{x}{1+x}$$

$$\text{বা, } \frac{3}{5} = \frac{1+x}{x} = \frac{1}{x} + 1$$

$$\text{বা, } x = -2.5$$

দূরত্ব - 2.5 তাই AB হতে x দূরত্বে চৌম্বকক্ষেত্রের মান শূন্য হতে পারে না।

আবার,



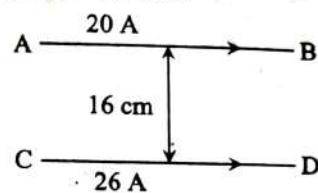
ধরি, CD হতে y দূরত্বে G বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান শূন্য হতে পারে।

$$\text{আবার, } \frac{\mu_0 I_{AB}}{2\pi(1+y)} - \frac{\mu_0 I_{CD}}{2\pi y} = 0$$

$$\text{বা, } \frac{5}{3} = \frac{1+y}{y} = \frac{1}{y} + 1$$

$$\text{বা, } y = 1.5$$

∴ CD হতে 1.5 মি. দূরত্বে AB হতে 2.5 মি. দূরত্বে চৌম্বকক্ষেত্রের মান শূন্য হবে।

**১১০নং প্রশ্নের উত্তর**

ক. চৌম্বক নির্গাহিতা কী?

খ. বিদ্যুৎবাহী বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখ কোন দিকে হবে?

গ. তার দুটির প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর।

ঘ. তার দুটি পরস্পরকে আকর্ষণ না বিকর্ষণ করে বিশ্লেষণ কর।

**১১০নং প্রশ্নের উত্তর**

ক. চুবকত ছাসের কারণ থাকা সত্ত্বেও কোনো একটি চৌম্বক পদার্থের মধ্যে উৎপন্ন চুবকত ধরে রাখার ক্ষমতাই হলো ঐ পদার্থের চৌম্বক নির্গাহিতা বা সহনশীলতা।

খ. বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখ কুণ্ডলী তলের সাথে সমান। যদি কুণ্ডলীর দিকে তাকালে প্রবাহের অভিমুখ ঘড়ির কাঁটার দিকে হয় তবে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক হবে কুণ্ডলী তলের লম্ব বরাবর ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে থাকলে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক হবে কুণ্ডলী তারের লম্ব বরাবর বাইরের দিক।

ঘ. ধরি, একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বল F

উদ্বিগ্ন হতে,

$$\text{প্রথম তারে প্রবাহ, } I_1 = 20 \text{ A}$$

$$\text{বিত্তীয় তারে প্রবাহ, } I_2 = 26 \text{ A}$$

তারবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $r = 16 \text{ cm} = 0.16 \text{ m}$

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

$$\text{আমরা জানি, } F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1} \times 20 \text{ A} \times 26 \text{ A}}{2\pi \times 0.16 \text{ m}}$$

$$= \frac{1.04 \times 10^{-4}}{0.16} \text{ N}$$

$$= 6.5 \times 10^{-4} \text{ N}$$

সূতরাং তার দুটির প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ক্রিয়াশীল বল  $6.5 \times 10^{-4} \text{ N}$ ।

ঘ. তার দুটিতে তড়িৎ প্রবাহ সমযুক্তি হওয়ায় তার দুটি পরস্পরকে আকর্ষণ করবে।



মনে করি, শূন্যে অবস্থিত AB ও CD দুটি অঙ্গীম দৈর্ঘ্যের তড়িৎবাহী তার পরম্পর সমান্তরালভাবে d দূরত্বে অবস্থিত। AB তারের মধ্য দিয়ে  $I_1$  এবং CD তারের মধ্য দিয়ে  $I_2$  তড়িৎ একই দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। তড়িৎ প্রবাহের দরুন পরিবাহীর চারপার্শে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হবে। AB তারের মধ্য দিয়ে  $I_1$  তড়িৎ প্রবাহের ফলে d দূরত্বে CD তারের যেকোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান।

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \quad (1)$$

এ ক্ষেত্রে দিক ডানহাতি ক্রু নিয়ম অনুসারে নিচের দিকে। CD তারটি একটি বহিঃস্থ চৌম্বক ক্ষেত্রে নিমজ্জিত বলে তারের দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল,

$$\begin{aligned} F_{RS} &= I_2 / B_1 \sin 90^\circ \\ &= I_2 / \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \quad [\text{সমীকরণ } (1) \text{ হতে}] \\ &= \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \quad (2) \end{aligned}$$

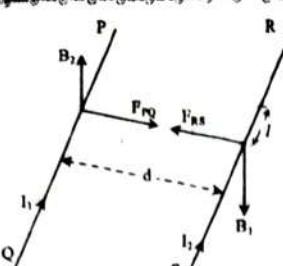
এ বল তার দুটির তলে বামদিকে ক্রিয়াশীল।

অনুরূপভাবে, CD তারের মধ্য দিয়ে  $I_2$  তড়িৎ প্রবাহের ফলে AB তারে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান এবং উক্ত ক্ষেত্রে দরুন AB তারের দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল,  $B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$

$$\text{এবং } F_{PQ} = I_1 / B_2 \sin 90^\circ = I_1 / \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} /$$

এ বল তার দুটির তলে ডানদিকে ক্রিয়াশীল।

এখানে দেখা যাচ্ছে,  $F_{AB} = F_{CD}$  অর্থাৎ বলদ্বয় পরম্পর সমান কিন্তু বল দুটির দিক পরম্পরের দিকে। সুতরাং দুটি সমমুখী সমান্তরাল প্রবাহের ফলে তার দুটি পরম্পরের দিকে আকর্ষণ বল অনুভব করবে।



চিত্র : সমান্তরাল পরিবাহী

AB তারের মধ্য দিয়ে  $I_1$  তড়িৎ প্রবাহের ফলে d দূরত্বে CD তারের যেকোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান।

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \quad (1)$$

এ ক্ষেত্রে দিক ডানহাতি ক্রু নিয়ম অনুসারে নিচের দিকে।

CD তারটি একটি বহিঃস্থ চৌম্বক ক্ষেত্রে নিমজ্জিত বলে তারের দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল,

$$F_{RS} = I_2 / B_1 \sin 90^\circ = I_2 / \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d} \quad [\text{সমীকরণ } (1) \text{ হতে}]$$

$$= \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \quad (2)$$

এ বল তার দুটির তলে বামদিকে ক্রিয়াশীল।

অনুরূপভাবে, CD তারের মধ্য দিয়ে  $I_2$  তড়িৎ প্রবাহের ফলে AB তারে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান এবং উক্ত ক্ষেত্রে দরুন AB তারের দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল,  $B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$

$$\text{এবং } F_{PQ} = I_1 / B_2 \sin 90^\circ = I_1 / \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} /$$

এ বল তার দুটির তলে ডানদিকে ক্রিয়াশীল।

এখানে দেখা যাচ্ছে,  $F_{AB} = F_{CD}$  অর্থাৎ বলদ্বয় পরম্পর সমান কিন্তু বল দুটির দিক পরম্পরের দিকে। সুতরাং দুটি সমমুখী সমান্তরাল প্রবাহের ফলে তার দুটি পরম্পরের দিকে আকর্ষণ বল অনুভব করবে।

#### 4.5

**শিখনযাত্রা :** ইল ক্রিয়াশীল করতে পারব।

**চোর্ণ ১১১** 4 cm প্রস্থ ও 1 mm পুরুত্বের একটি তামার পাত 5T চৌম্বক ক্ষেত্রে লম্বভাবে অবস্থিত। পাতের মধ্য দিয়ে 10A তড়িৎ প্রবাহিত করা হলো এবং পাতের প্রতি ঘন সেটিমিটারে প্রবাহিত ইলেকট্রন সংখ্যা  $10^{23}$ ।

ক. চৌম্বক সহনশীলতা কী?

১

খ. লোহা একটি ফেরো চৌম্বক পদার্থ— ব্যাখ্যা কর।

২

গ. তামার পাতে সৃষ্টি হল বিভব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উচ্চিপক অনুসারে তামার পাতে ইলেকট্রনের তাড়ন বেগের মান  $1 \text{ m s}^{-1}$  এর বেশি হবে কিনা?

৪

#### ১১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চৌম্বক পদার্থের ধর্মকে নমুনার চৌম্বক সহনশীলতা বা নিপ্রস্থ সহনশীলতা বলে।

খ. যে সকল পদার্থকে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চুরুকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে শক্তিশালী চুরুকত লাভ করে তাদেরকে ফেরোচৌম্বক বলে। এক্ষত লোহার মধ্যে চৌম্বক ডোমেইনগুলো সাধারণভাবে অনিয়মিত বা ইত্তেক বিক্ষিপ্তভাবে ছড়িয়ে থাকে ফলে এর সামগ্রিক চৌম্বকত শূন্য হয় কিন্তু এই লোহ খণ্ডটিকে বহিচৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে ডোমেইনগুলো চৌম্বক ক্ষেত্রেখার সাথে সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত হয়। ফলে একটি সামগ্রিক চুরুকায়নের আবির্ভাব ঘটে এবং লোহ খণ্ডটি স্থায়ীভাবে চুরুকত লাভ করে।

সুতরাং লোহা একটি ফেরোচৌম্বক পদার্থ।

১ দেওয়া আছে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 10 \text{ A}$

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 5T$ ; পুরুত্ব,  $t = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

প্রতি ঘন সে.মি' এ প্রবাহিত ইলেকট্রন সংখ্যা,  $n = 10^{23}$

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

$$\text{হল বিভব}, V_H = \frac{BI}{net} = \frac{5 \times 10}{10^{23} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 10^{-3}} = 3.125 \text{ V}$$

২ দেওয়া আছে, তড়িৎক্ষেত্র,  $B = 5T$

প্রস্থ,  $d = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$\text{হল বিভব}, V_H = 3.125 \text{ V} \quad [\text{গ নং থেকে প্রাপ্ত}]$$

তাড়ন বেগ,  $V = ?$

এখন,  $V_H = B v d$

$$\text{বা, } v = \frac{V_H}{Bd} = \frac{3.125}{5 \times 4 \times 10^{-2}} = 15.625 \text{ m s}^{-1}$$

∴ উচ্চিপক অনুসারে ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ  $1 \text{ m s}^{-1}$  থেকে বেশি।

**চোর্ণ ১১২** হল ক্রিয়ায় একটি  $2.0 \text{ cm}$  চওড়া এবং  $1 \text{ mm}$  পুরু ধাতব পাতকে  $1.5 \text{ T}$  এর চৌম্বক ক্ষেত্রে এমনভাবে স্থাপন করা হলো যেন পাতের সমতল চৌম্বক ক্ষেত্রে লম্বভাবে থাকে। পাতের দৈর্ঘ্য  $10^3 \text{ mm}$  এবং সমস্ত আধান বাহক ইলেকট্রন এ দৈর্ঘ্য  $10^{-8} \text{ s}$  এ অতিক্রম করতে পারে। তড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতা  $10^8 \text{ NC}^{-1}$ ।

ক. কোনো বিদ্যুৎবাহী কুণ্ডলীর বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল ভেট্টারের গুণফলকে ঐ কুণ্ডলীর কী বলে?

খ. কোনো চার্জকে চুরুকক্ষেত্রের দিকের সাথে সমান্তরালে গতিশীল করলে চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান শূন্য হয় কেন— ব্যাখ্যা কর।

গ. একক আয়তনে পাতের আধান বাহকের সংখ্যা নির্ণয় কর (পাতে প্রতি মিনিটে  $720 \text{ C}$  চার্জ প্রবাহিত হয়)।

ঘ. উচ্চিপকের তথ্য অনুযায়ী পাতে চার্জ বাহক স্থির থাকবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

#### ১১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বিদ্যুৎবাহী কুণ্ডলীর বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল ভেট্টারের গুণফলকে ঐ কুণ্ডলীর চৌম্বক মোমেন্ট বলে।

খ. আমরা জানি, চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে  $\theta$  কোণে  $v$  বেগে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল,

$$F = qvB \sin \theta$$

=  $qvB \sin 0^\circ$ ; চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমান্তরালে

গতিশীল চার্জের জন্য,  $\theta = 0^\circ = 0$

গ. এখানে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = \frac{Q}{t} = \frac{720 \text{ C}}{60 \text{ s}} = 12 \text{ A}$

পরিবাহীর প্রস্থ,  $d = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$

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

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 1.5 \text{ T}$

ইলেক্ট্রনের তাড়ন বেগ,  $v = \frac{1}{10^{-8}} \text{ m s}^{-1}$

$$V_H = Bvd = 1.5 \times \frac{1}{10^{-8}} \times 2 \times 10^{-2} = 3 \times 10^6 \text{ V}$$

$$V_H = \frac{BI}{n t q} \quad [n = \text{একক আয়তনে ইলেক্ট্রন সংখ্যা}]$$

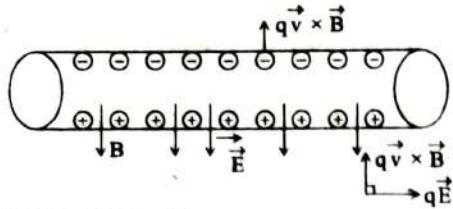
$$\text{বা, } n = \frac{BI}{V_H t q} = \frac{1.5 \times 12}{3 \times 10^6 \times 10^{-3} \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ m}^{-3}$$

∴  $n = 3.75 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$

অতএব, প্রতি ঘনমিটাৰ আয়তনে আধান বাহকের সংখ্যা  $3.75 \times 10^{16}$  টি।

ঘ. এখানে, তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা,  $E = 10^8 \text{ NC}^{-1}$

চার্জ বাহকের উপর ক্রিয়াশীল লরেঞ্জ বল  $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$



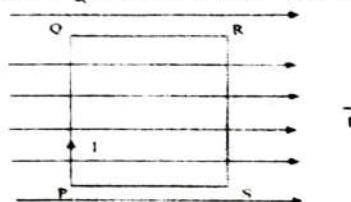
$$F = \sqrt{(qv)^2 + (qE)^2}$$

যেহেতু চার্জের উপর ক্রিয়াশীল  $qv \times B$  ও  $qv \times B$  বলছয় পরস্পর সমকোণে ক্রিয়াৰত তাই চার্জের উপর নিট বল শূন্য হবে না। অতএব, পাতে চার্জ বাহুক স্থিৰ থাকবে না।

### 4.6

**শিখনকল :** চৌম্বক ক্ষেত্ৰে আয়তী দৃশ্যের উপর ক্রিয়াশীল তুলন্তৰ ব্যাখ্যা কৰতে পাৱৰ।

**প্ৰ৶ ১১৩** চিত্ৰে একটি আয়তাকার কুণ্ডলী দেখানো হলো যেখানে কুণ্ডলী তল সুষম চৌম্বক ক্ষেত্ৰের সাথে সমান্তৰালে রাখা আছে।



$$\begin{aligned} PQ &= RS = 80 \text{ cm} \\ QR &= SP = 40 \text{ cm} \\ I &= 5 \text{ A} \\ B &= 10 \text{ T} \\ N &= 1 \end{aligned}$$

ক. হিস্টেরেসিস কী?

খ. চুম্বকায়ন অপেক্ষা বিচুম্বকায়ন দীৰ্ঘ প্ৰক্ৰিয়া-ব্যাখ্যা কৰ। ২

গ.  $PQ$  বাহুৰ উপৰ ক্রিয়াশীল বলেৰ মান কত? ৩

ঘ. অধিক টৰ্কেৰ জন্য আয়তাকার কুণ্ডলী অপেক্ষা বৃত্তাকার কুণ্ডলী উত্তম- উদ্বীপকেৰ আলোকে গাণিতিক বিশ্লেষণেৰ সাহায্যে মতামত দাও। ৪

### ১১৩নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. কোনো ফেরোচৌম্বক পদাৰ্থকে চৌম্বকক্ষেত্ৰে প্ৰয়োগ কৰে চুম্বকিত কৰাৰ পৰ বিচুম্বকিত কৰতে গেলে বিচুম্বকিত হতে যে অনীহা বা শৈথিল্য প্ৰকাশ কৰে তাই হিস্টেরেসিস।

খ. চুম্বকায়ন অপেক্ষা বিচুম্বকায়ন দীৰ্ঘ প্ৰক্ৰিয়া। হিস্টেরেসিস লুপ থেকে আমৰা পাই, চুম্বকায়নকাৰী ক্ষেত্ৰ  $B_0$  বৃদ্ধিৰ সাথে সাথে ফেরোচুম্বকেৰ চৌম্বকক্ষেত্ৰ বৃদ্ধি পাছে। অৰ্থাৎ চুম্বকায়ন হচ্ছে। কিন্তু  $B_0$  কমালো সাথে সাথে চৌম্বকক্ষেত্ৰ কমে ০ হয় না। চৌম্বকক্ষেত্ৰ ০ তে আনাৰ জন্য  $B_0$  আৱৰণ কৰাতে হয়।

তাই চুম্বকায়ন অপেক্ষা বিচুম্বকায়ন দীৰ্ঘ হয়।

গ. এখানে,  $PQ = 80 \text{ cm} = 80 \times 10^{-2} \text{ m}$ ;  $I = 5 \text{ A}$ ;  $B = 10 \text{ T}$

$\therefore PQ$  বাহুৰ উপৰ ক্রিয়াশীল বল,

$$\begin{aligned} F_{PQ} &= IB \cdot PQ \sin 90^\circ \\ &= 5 \times 10 \times 80 \times 10^{-2} \times \sin 90^\circ \end{aligned}$$

$$\therefore F_{PQ} = 40 \text{ N}$$

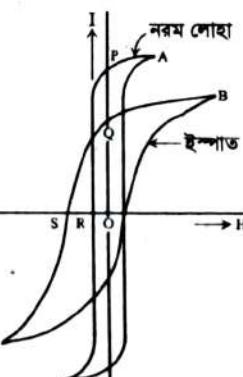
অতএব,  $PQ$  বাহুৰ উপৰ ক্রিয়াশীল বলেৰ মান  $40 \text{ N}$ ।

ঘ. আয়তাকার কুণ্ডলীৰ ক্ষেত্ৰে,  $A = 80 \times 40 \text{ cm}^2 = 3200 \text{ cm}^2$

$$\therefore A = 0.32 \text{ m}^2$$

$$N = 1; I = 5 \text{ A}; B = 10 \text{ T}; \theta = 90^\circ$$

আমৰা জানি, কুণ্ডলীৰ উপৰ ক্রিয়াশীল টৰ্ক,  $\tau = NIAB \times B$



এখানে,  $PQ = 80 \text{ cm} = 80 \times 10^{-2} \text{ m}$ ;  $I = 5 \text{ A}$ ;  $B = 10 \text{ T}$

$\therefore PQ$  বাহুৰ উপৰ ক্রিয়াশীল বল,

$$\begin{aligned} F_{PQ} &= IB \cdot PQ \sin 90^\circ \\ &= 5 \times 10 \times 80 \times 10^{-2} \times \sin 90^\circ \end{aligned}$$

$$\therefore F_{PQ} = 40 \text{ N}$$

অতএব,  $PQ$  বাহুৰ উপৰ ক্রিয়াশীল বলেৰ মান  $40 \text{ N}$ ।

ঘ. আয়তাকার কুণ্ডলীৰ ক্ষেত্ৰে,  $A = 80 \times 40 \text{ cm}^2 = 3200 \text{ cm}^2$

$$\therefore A = 0.32 \text{ m}^2$$

$$N = 1; I = 5 \text{ A}; B = 10 \text{ T}; \theta = 90^\circ$$

আমৰা জানি, কুণ্ডলীৰ উপৰ ক্রিয়াশীল টৰ্ক,  $\tau = NIAB \times B$

$$\tau = NIAB \sin \theta$$

$$\therefore \tau = 1 \times 0.32 \times 5 \times 10 \times \sin 90^\circ \text{ Nm} = 16 \text{ Nm}$$

বৃত্তাকার কুণ্ডলীৰ ক্ষেত্ৰে :

বৃত্তাকার কুণ্ডলীৰ পৰিধি আয়তাকার কুণ্ডলীৰ সমান হলো,

$$2\pi r = 2(40 + 80) \text{ cm}$$

$$\text{বা, } r = \frac{120}{\pi} \text{ cm} = 38.197 \text{ cm}$$

∴ বৃত্তাকার কুণ্ডলীৰ ক্ষেত্ৰফল,  $A_c = \pi r^2$

$$\begin{aligned} &= 3.1416 \times (38.197)^2 \text{ cm}^2 \\ &= 4583.65 \text{ cm}^2 = 0.458365 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

∴ বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে ক্রিয়াশীল টৰ্ক,

$$t_c = NI A_c B \sin \theta_c$$

$$= 1 \times 5 \times 0.458365 \times 10 \times \sin 90^\circ \text{ Nm}$$

$$\text{এখানে, } I = 5 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} B &= 10 \text{ T} \\ \theta_c &= 90^\circ \\ N &= 1 \end{aligned}$$

$$\therefore t_c = 22.92 \text{ Nm}$$

এখানে,  $t_c > t$  অৰ্থাৎ, সমান পৰিসীমাৰ বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে ক্রিয়াশীল টৰ্ক আয়তাকার কুণ্ডলী অপেক্ষা বেশি। অতএব, অধিক টৰ্কেৰ জন্য আয়তাকার কুণ্ডলী অপেক্ষা বৃত্তাকার কুণ্ডলী উত্তম।

### 4.7

**শিখনকল :** পৃথিবীৰ চুম্বকত্ব ও এৰ চৌম্বক উপাদান ব্যাখ্যা কৰতে পাৱৰ।

**প্ৰ৶ ১১৪** কোনো স্থানেৰ ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে অনুভূমিক উপাংশেৰ মান  $30 \mu\text{T}$ । ঐ স্থানে একটি চুম্বক শলাকা ঝুলানো হলো এৰ চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিকেৰ সাথে  $60^\circ$  কোণ উৎপন্ন কৰে স্থিৰ থাকে।

ক. কৃত্ৰিম চুম্বককে প্ৰধানত কয় ভাগে ভাগ কৰা যায়? ১

খ. তড়িৎ চুম্বকেৰ প্ৰাৰ্বল্য কীভাৱে বাঢ়ানো যায়? ২

গ. ঐ স্থানেৰ ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে উল্লম্ব উপাংশেৰ মান নিৰ্ণয় কৰ। ৩

ঘ. বিনতি কোণ অৰ্ধেক হলো ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে উল্লম্ব উপাংশেৰ মান কমবে না-কি বাঢ়বে? গাণিতিক হিসাবেৰ মাধ্যমে দেখাও। ৪

### ১১৪নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. কৃত্ৰিম চুম্বককে প্ৰধানত দুই ভাগে ভাগ কৰা যায়।

খ. তড়িৎ চুম্বকেৰ প্ৰাৰ্বল্য নিমোনিত উপায়ে বাঢ়ানো যায়—

১. তড়িৎ প্ৰাৰ্বল্য বাঢ়িয়ে, ২. সলিনয়েডেৰ প্ৰ্যাচেৰ সংখ্যা বাঢ়িয়ে।

গ. যেহেতু ঐ স্থানে মুক্তভাৱে ঝুলত চুম্বক শলাকাৰ চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিকেৰ সাথে  $60^\circ$  কোণ উৎপন্ন কৰে স্থিৰ থাকে সেহেতু ঐ স্থানেৰ বিনতি কোণ  $60^\circ$ ।

ধৰি, ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে উল্লম্ব উপাংশ =  $V$

আমৰা জানি,  $\frac{V}{H} = \tan \delta$  উদ্বীপক হতে পাই,

বা,  $V = H \tan \delta = 30 \mu\text{T} \times \tan 60^\circ = 51.96 \mu\text{T}$  বিনতি কোণ,  $\delta = 60^\circ$

তৃ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে অনুভূমিক উপাংশ,  $H = 30 \mu\text{T}$

অতএব, ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰটিৰ উল্লম্ব উপাংশেৰ নিৰ্ণয় মান  $51.96 \mu\text{T}$ ।

ঘ. 'গ' এৰ উত্তৰ হতে প্ৰাণ্ত, ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে উল্লম্ব উপাংশ  $51.96 \mu\text{T}$ ।

ধৰি, বিনতি কোণ অৰ্ধেক হলো ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে মান =  $V$

আমৰা জানি, এখানে,  $\frac{V}{H} = \tan \delta$  বিনতি কোণ,  $\delta = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$

বা,  $V = H \tan \delta = 30 \mu\text{T} \tan 30^\circ = 17.32 \mu\text{T}$  ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে অনুভূমিক উপাংশ,

$V = ?$  ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে উল্লম্ব উপাংশ,  $V = ?$

সুতৰাং ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰটিৰ মান হয় তখন  $17.32 \mu\text{T}$ ।

এ মান পূৰ্বে পৰিমাপকৃত মানেৰ তুলনায় কম।

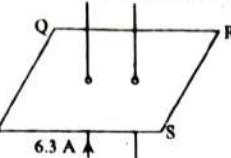
সুতৰাং বিনতি কোণ অৰ্ধেক হলো ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্ৰে উল্লম্ব উপাংশেৰ মান কমবে।



## শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার শূন্যস্থানীয় পরীক্ষার প্রয়োগ ও উভয়

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল সারা দেশের শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার প্রয়োগ করে তা থেকে গুরুত্বপূর্ণ প্রয়াবলি উভয় সহকারে নিচে সংযোজন করেছেন। কলেজের নাম সংবলিত এসব প্রয়োগ ও উভয় অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা পরীক্ষায় কমনের নিশ্চয়তা পাবে।

- বিষয় ১১৫** দুটি সূচা, সোজা ও সমন্বয়াল তার X এবং Y পরম্পর থেকে 4.5 cm দূরে অবস্থিত (উপরের চিত্রের মতো)। তারহয় অনুভূমিকভাবে রাখা P Q R S কার্ডের মধ্যদিয়ে চলে গিয়েছে। X তারের মধ্যদিয়ে 6.3 A তড়িৎ প্রবাহ যাচ্ছে নিচ থেকে উপরের দিকে। শূরুতে Y তারে কোনো প্রবাহ ছিল না।



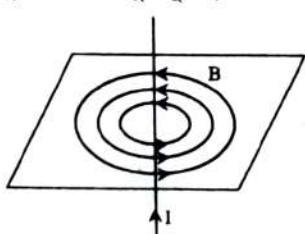
- বিয়ো-স্যাভার্টের সূত্রটি লিখ।
  - X তারের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহের জন্য যে চৌম্বক ফ্লাইর সৃষ্টি হবে তার ধরন-কার্ডের উপর একে দেখাও। (উচ্চিপকের চিত্রটি খাতায় একে নাও)
  - X তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য Y তারের উপর কোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর।
  - Y তারে 9.3 A অর্থাৎ জিয়া মানের তড়িৎ প্রবাহ চালানো হলে উভয় তারের একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান সমান হবে, না জিয়া মানের হবে— তা যাচাই করে দেখাও।
- [হলিক্রস কলেজ, ঢাকা]

### ১১৫এ প্রয়োগের উভয়

**ক** বায়োট-স্যাভার্টের সূত্রটি হলো— ক্রুদ্ধ দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিন্দুৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে যে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় তার কোনো বিন্দুতে চৌম্বকীয় আবেশের মান—

- বিন্দুৎ প্রবাহমাত্রার সমান্তরাল;
- পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমান্তরাল;
- পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর সংযোগ রেখা এবং পরিবাহীর অন্তর্ভুক্ত কোণের সাইনের সমান্তরালিক এবং
- পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যান্তান্তরালিক।

**খ**



**গ** আমরা জানি,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 6.3}{2\pi \times 0.045} T$$

$$= 2.8 \times 10^{-5} T$$

নির্ণ্য চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $2.8 \times 10^{-5} T$

**ঘ** X তারের একক দৈর্ঘ্য ক্রিয়াশীল বল,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 6.3 \times 9.3}{2\pi \times 0.045}$$

$$= 2.604 \times 10^{-4} N m^{-1}$$

Y তারের একক দৈর্ঘ্য বল,  $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$

এখানে,  
তড়িৎ প্রবাহ,  $I_1 = 6.3 A$   
দূরত্ব,  $a = 4.5 cm = .045 m$   
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} TmA^{-1}$

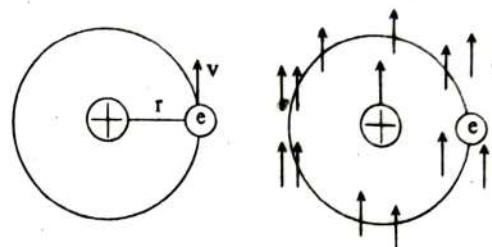
এখানে,  
X তারে তড়িৎ প্রবাহ,  $I_1 = 6.3 A$   
Y তারে তড়িৎ প্রবাহ,  $I_2 = 9.3 A$   
দূরত্ব,  $a = .045 m$   
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} TmA^{-1}$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 6.3 \times 9.3}{2\pi \times 0.045}$$

$$= 2.604 \times 10^{-4} N m^{-1}$$

উভয় ক্ষেত্রে একক দৈর্ঘ্য ক্রিয়াশীল বল একই থাকবে।

- বিষয় ১১৬** হাইড্রোজেন পরমাণুতে ইলেক্ট্রন  $0.5 \times 10^{-10} m$  ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে  $4.4 \times 10^{16} rad.s^{-1}$  কৌণিক কম্পাঙ্ক নিয়ে ঘূর্ণনীয় আছে। এখন এই পরমাণুটিকে ইলেক্ট্রন আবর্তনের কক্ষতলের সাথে লম্ব হয় এমন  $50 \mu T$  মানের সূর্য চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলো। [হাইড্রোজেন পরমাণুর ঘূর্ণনের জন্য সর্বনিম্ন  $0.05 Nm$  মানের টর্ক প্রয়োজন হয়।]



- হল ক্রিয়া কী?
- দুটি সমযুক্ত সমন্বয়াল প্রবাহবাহী তার পরম্পরকে আকর্ষণ করে কেন? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।
- হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেক্ট্রন আবর্তনে সৃষ্টি সমতুল্য তড়িৎ প্রবাহ কত?
- হাইড্রোজেন পরমাণুর উপর প্রযুক্ত চৌম্বকক্ষেত্রের সম্ভাব্য প্রভাব বিশ্লেষণ কর।

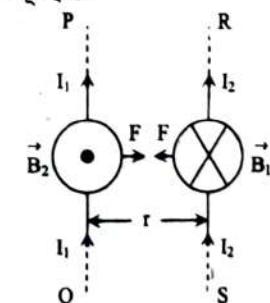
[সরকারি রাজেন্দ্র কলেজ, ফরিদপুর]

### ১১৬ প্রয়োগের উভয়

**ক** কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহীকে কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে অভিন্ন বরাবর স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্র উভয়ের উপর লম্ব বরাবর একটি বিভিন্ন পার্থক্যের সৃষ্টি হয়, এ ক্রিয়াই হলো হল ক্রিয়া।

**খ** PQ এবং RS দুটি সমযুক্ত সমন্বয়াল পরিবাহী শূন্যস্থানে অবস্থিত। এদের মধ্য দিয়ে যথাক্রমে  $I_1$  ও  $I_2$  প্রবাহ একই দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। পরিবাহী দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব  $r$ ।

PQ পরিবাহীর  $I_1$  তড়িৎ প্রবাহের জন্য RS পরিবাহীর যেকোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র  $B_1$  এবং অভিন্ন পরিবাহীবাহের সমতলের সাথে লম্ব এবং সমতলের ভেতরের দিকে। RS পরিবাহীর  $I_2$  দৈর্ঘ্যের ওপর প্রযুক্ত বল  $F$ । ফ্রেমিক্সের বামহস্ত সূত্রানুসারে এই বলের দিক



PQ এর দিকে। অনুরূপভাবে, PQ পরিবাহীও RS এর দিকে এই পরিমাণ বল অনুভব করে।

তাই, দুটি সমযুক্ত সমন্বয়াল প্রবাহের ক্ষেত্রে চৌম্বক বল পরম্পরের আকর্ষণমূলক হয়।

**ঘ** এখানে, ইলেক্ট্রনের কৌণিক বেগ,  $\omega = 4.4 \times 10^{16} rad s^{-1}$   
ইলেক্ট্রনের চার্জ,  $q = 1.6 \times 10^{-19} C$   
আমরা জানি,

$$I = \frac{q}{t} = \frac{q}{2\pi} = \frac{q\omega}{2\pi} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 4.4 \times 10^{16}}{2 \times 3.1416} A$$

$$বা, I = 1.12 \times 10^{-3} A$$

$$\therefore I = 1.12 mA.$$

অতএব, হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেক্ট্রন আবর্তনে সৃষ্টি সমতুল্য তড়িৎপ্রবাহ 1.12 mA.

উচ্চিপক অনুসারে, ইলেক্ট্রন ঘড়ির কাটার বিপরীত দিকে ঘূরছে এবং চৌম্বক ক্ষেত্র ইলেক্ট্রনের ঘূর্ণন তলের সাথে লম্ব বরাবর উপরের দিকে প্রয়োগ করা হয়েছে।

$$\text{এখানে, } t = 0.05 \text{ N m}$$

$$r = 0.5 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী বল, } F_C = \frac{t}{r} = \frac{0.05}{0.5 \times 10^{-10}} \text{ N}$$

$$\therefore F_C = 10^9 \text{ N}$$

চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করার পর ইলেক্ট্রনের উপর ক্রিয়াশীল বল,

$$\begin{aligned} F &= qvB = qarB \\ &= 1.6 \times 10^{-19} \times 4.4 \times 10^{16} \times 0.5 \times 10^{-10} \times 50 \times 10^{-6} \\ &= 1.76 \times 10^{-17} \text{ N} \end{aligned}$$

এই বল কেন্দ্র বরাবর বাইরের দিকে ক্রিয়া করবে

$$\therefore \text{চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করার পর কেন্দ্রবিমুখী নিট বল, } F_C' = F_C + F$$

$$\therefore F_C' = (10^9 + 1.76 \times 10^{-17}) \text{ N}$$

যেহেতু  $F_C' > F_C$  সেহেতু ইলেক্ট্রনের ঘূর্ণন বজায় রাখতে তথা স্থির বিন্দু আবর্তন বল ও কেন্দ্রবিমুখী বল সমান হতে হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসার্ধ হ্রাস পাবে তথা হাইড্রোজেন পরমাণুর আকার হ্রাস পাবে।

অতএব, প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের দরুন হাইড্রোজেন পরমাণুর আকার হেট হবে।

**১১৭নং** একটি  $100\pi \text{ m}$  দৈর্ঘ্যের সোজা পরিবাহীর মধ্যদিয়ে  $10\text{A}$  তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারাটির উপর তড়িৎ কুপরিবাহী প্রলেপ দিয়ে তারাটির সাহায্যে  $500 \mu\text{A}$  পাকের একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলী তৈরি করা হলো।

ক. লরেঞ্জ বল কাকে বল? ১

খ. কোন পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? ২

গ. উচ্চীপকের উপরে সোজা তারটি হতে  $0.1 \text{ m}$  দূরে কি পরিমাণ চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. কুণ্ডলীর কেন্দ্রে এবং সোজা তারটি হতে  $0.1 \text{ m}$  দূরের কোন বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের তুলনা কর। ৪

(বীরবেণু নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা)

### ১১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তড়িতাধান (চার্জ) একই সঙ্গে তড়িৎ ক্ষেত্র এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের ভেতর দিয়ে গেলে মোট যে বল অনুভব করে, তাকে লরেঞ্জ বল বলে।

খ. পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের সময় পরিবাহী উত্পন্ন হয়। ধাতব পরিবাহীতে অণুগুলো স্থির নয়। এরা সর্বদা কম্পনরত অবস্থায় থাকে। পরিবাহীর মধ্যে মুক্ত ইলেক্ট্রনের প্রবাহের ফলে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়। মুক্ত ইলেক্ট্রন প্রবাহের সময় পরিবাহীর অণু পরমাণুর সাথে সংঘর্ষ লিঙ্গ হয় ফলে পরিবাহীতে রোধের উভব ঘটে। এ কারণে প্রবাহ বাধাত্ত্ব হয়। ফলে পরিবাহী উত্পন্ন হয়। অর্থাৎ প্রবাহ চলাকালে পরিবাহীতে তাপের উভব ঘটে।

গ. উচ্চীপক হতে পাই, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 10 \text{ A}$

$$\text{দূরত্ব, } a = 0.1 \text{ m}$$

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

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,  $B = ?$

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1} \times 10 \text{ A}}{2\pi \times 0.1 \text{ m}} = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$$

নির্ণেয় চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $2 \times 10^{-5} \text{ T}$

ঘ. তারাটিকে  $500 \mu\text{A}$  পাকের কুণ্ডলীতে পরিণত করলে কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ  $r'$  হলে,

$$2\pi r' \times 500 = 100 \pi \text{ m}$$

$$\text{বা, } r' = \frac{100 \pi}{2\pi \times 500} \text{ m} = \frac{1}{10} \text{ m}$$

এখন, কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$$B' = \frac{\mu_0 NI}{2r} \quad (\text{এখানে, পাকসংখ্যা } N = 500)$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1} \times 500 \times 10 \text{ A}}{2 \times \frac{1}{10} \text{ m}} = 3.14 \times 10^{-2} \text{ T}$$

$$'g' \text{ হতে } B = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$\therefore B' > B$$

অতএব কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র বেশি।

**১১৮নং**  $1 \text{ cm}$  প্রস্থ,  $4 \text{ cm}$  দীর্ঘ এবং  $10^{-3} \text{ cm}$  পুরুত্বিলিপি একটি পরিবাহীর দৈর্ঘ্য বরাবর  $3 \text{ A}$  তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হলো। যখন পরিবাহীর পুরুত্ব বরাবর একটি  $1.5 \text{ T}$  এর চৌম্বক ক্ষেত্র প্রয়োগ করা হয়। আধান বাহকের তাড়নবেগ  $6.67 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-1}$ ।

ক. লরেঞ্জ বল কাকে বলে?

খ. লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিয়তার সূত্র মেনে চলে—ব্যাখ্যা কর। ১

গ. উচ্চীপকের পাতের প্রতি একক আয়তনে আধান বাহকের সংখ্যা নির্ণয় কর। ২

ঘ. তড়িৎ প্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের দিক পরম্পর পরিবর্তিত করা হলে হল বিভিন্নের কোনো পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৩

(ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম)

### ১১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তড়িতাধান (চার্জ) একই সঙ্গে তড়িৎ ক্ষেত্র এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের ভেতর দিয়ে গেলে মোট যে বল অনুভব করে, তাকে লরেঞ্জ বল বলে।

খ. আপাতদৃষ্টিতে মনে হয়, লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিয়তা সূত্র মেনে চলে না। কিন্তু বাস্তবে তা নয়। কারণ দড় চুম্বককে যখন কুণ্ডলীর দিকে নিয়ে যাওয়া হয়, তখন দুই সময়ের বিকর্ষণ বলের বিরুদ্ধে গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। আবার চুম্বকটিকে যখন সরিয়ে নেওয়া হয়, তখন দুই বিপরীত মেরুর আকর্ষণ বলের বিরুদ্ধে গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। এ যান্ত্রিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে বৃপ্তিরিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করে। হিসাব করে দেখা গেছে যে, ব্যয়িত যান্ত্রিক শক্তি  $6.67 \text{ m}^{-1}$  তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টির সমান। কাজেই লেঞ্জের সূত্রে শক্তির নিয়তা বিধি কার্যকর হয়।

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

$$\text{তাড়ন বেগ, } v = 6.67 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = 3 \text{ A}$$

$$\text{পুরুত্ব, } t = 10^{-3} \text{ cm} = 10^{-5} \text{ m}$$

$$\text{প্রস্থ, } d = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

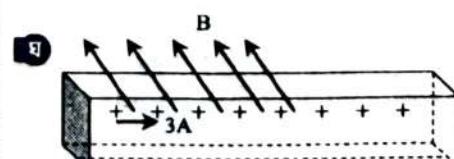
$$\text{আমরা জানি, } I = nA qV$$

$$\text{বা, } I = n dt qV$$

$$\frac{I}{dt} = \frac{1}{n q V} = \frac{3}{10^{-2} \times 10^{-5} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 6.67 \times 10^{-4} \text{ m}^{-3}}$$

$$\therefore n = 2.8 \times 10^{29} / \text{m}^3$$

অতএব, পাতটির প্রতি ঘনমিটারে আধান বাহকের সংখ্যা  $2.8 \times 10^{29}$  টি।



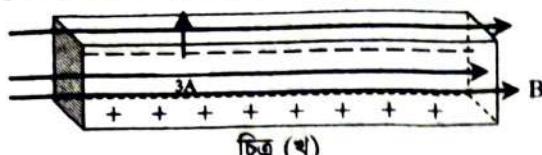
প্রশ্নেরেখিত ক্ষেত্রে হল বিভব, (চিত্র-ক)

$$V_H = B_V d \quad (\text{এখানে, } B = 1.5 \text{ T})$$

$$= 1.5 \times 6.67 \times 10^{-4} \times 1 \times 10^{-2} \text{ V} \quad (v = 6.67 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-1})$$

$$= 1.0005 \times 10^{-5} \text{ V} \quad (d = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m})$$

একেতে পাতের উপরে ধনাত্মক এবং নিচে ঋণাত্মক আধান বাহক জমা হবে।



চিত্র (খ)

তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের দিক পরম্পর পরিবর্তিত করলে হল বিভব, (চিত্র-খ)

$$V_H' = Bvd = 1.5 \times 6.67 \times 10^{-4} \times 10^{-2}$$

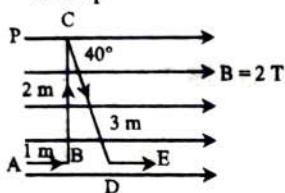
$$\therefore V_H = 1.0005 \times 10^{-5}$$

$$\therefore V_H = V_H'$$

একেতে পাতের উপরের দিকে ঝণাঝক এবং নিচের দিকে ধনাঝক আখান বাহক জমা হবে।

অতএব, তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের দিক পরম্পর পরিবর্তিত করলে হল বিভবের মান একই থাকবে কিন্তু দিক বিপরীত হয়ে যাবে।

চিত্রে  $I = 10 \text{ amp}$



ক. হল ক্রিয়া কী?

খ. চৌম্বক বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য ব্যাখ্যা কর।

গ. চিত্রে AB তারের প্রবাহের জন্য P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর।

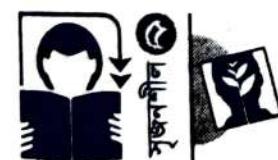
ঘ. AB, BC ও CD তারের উপর ক্রিয়াশীল বলের তুলনামূলক বিলোবণ দেখাও।

[মুরারিচান্দ কলেজ, সিলেট]

### ১১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর যে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়, তাই হল বিভব পার্থক্য বা হল ক্রিয়া।

খ. আমরা জানি, কোনো একটি গতিশীল চার্জ তথা ইলেকট্রনকে কোনো চৌম্বকক্ষেত্রে নিক্ষেপ করা হলে সেটি উহার গতির দিকের সাথে লম্ব বরাবর একটি বল লাভ করে। এই বলের নামই চৌম্বক



### একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয়ে প্রণীত সজ্জনশীল ধরণ ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, ইচএসসি পরীক্ষায় সজ্জনশীল প্রশ্ন সাধারণত একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয়ে এসে থাকে। তোমরা যাতে পরীক্ষার জন্য এ ধরনের প্রশ্ন সম্পর্কে পূর্ব প্রস্তুতি প্রছণ করতে পার, সে সক্ষে এ অধ্যায়ের সাথে সংযুক্ত-অধ্যায়ের সমন্বয়ে প্রণীত সজ্জনশীল প্রশ্ন ও উত্তর নিচে দেওয়া হলো।

হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে  $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে  $2.185 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$  সমন্বিতে ঘূরছে। উল্লেখ্য ইলেক্ট্রনের ভর  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ক. তড়িৎ বিভব কাকে বলে?

খ. কোনো স্থানের বিচ্যুতি  $0.6^\circ$  পার্শ্ব বলতে কী বোঝায়?

গ. প্রোটন ও ইলেক্ট্রনের মধ্যকার স্থির তড়িৎ বল নির্ণয় কর।

ঘ. সূর্যনীত ইলেক্ট্রনটি পরমাণুর কক্ষপথ থেকে ছিটকে পড়বে কি-না, উদ্ধীপকের আলোকে গাণিতিক বিলোবণ দাও।

[অধ্যায় ২ ও ৪-এর সমন্বয়ে প্রীতি]

### ১২০নং প্রশ্নের উত্তর

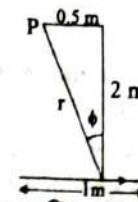
ক. অসীম দূরত্ব হতে একক ধনচার্জকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে এ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

বল। গতির দিক বরাবর সরণ, s এবং চৌম্বক বল F হলে, চৌম্বক বল কর্তৃক কৃতকাজ,  $W = Fs \cos\theta$ । যেহেতু  $\theta = 90^\circ$ , তাই  $W = 0$  (শূন্য)। তাই বল যায়, চৌম্বক বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য।

$$\tan \phi = \frac{0.5}{2}$$

$$\phi = \tan^{-1} \left( \frac{0.5}{2} \right)$$

$$\therefore \phi = 14.036^\circ$$



AB তারের মধ্যবিন্দু ও P বিন্দুর সংযোগ রেখা ও তড়িৎ প্রবাহ এর মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 90^\circ + 14.036^\circ = 104.036^\circ$

তারের মধ্যবিন্দু থেকে P বিন্দুর দূরত্ব, r = 2.062 m

$\therefore$  AB তারে তড়িৎ প্রবাহের ফলে P বিন্দুতে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের

$$\text{মান, } dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{Idl \sin \theta}{r^2}$$

এখানে,

$$r = \sqrt{0.5^2 + 2^2} = 2.062 \text{ m}$$

$$= 10^{-7} \times \frac{10 \times 1 \times \sin 104.036}{2.062^2} = 2.282 \times 10^{-7} \text{ T}$$

অতএব, AB তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য P বিন্দুতে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $2.282 \times 10^{-7} \text{ T}$ .

ঘ. AB তারে ক্রিয়াশীল বল,  $F_{AB} = iB \sin \theta$

$$= 10 \times 1 \times 2 \sin 0^\circ = 0 \text{ N}$$

BC তারে ক্রিয়াশীল বল,  $F_{BC} = IBl \sin \theta$

$$= 10 \times 2 \times 2 \times \sin 90^\circ = 40 \text{ N}$$

$$\cos (BCD) = \frac{2}{3}$$

$$\text{বা, } \angle BCD = \cos^{-1} \left( \frac{2}{3} \right) = 48.19^\circ$$

$\therefore$  CD তারে তড়িৎ প্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ,

$$\theta' = 90^\circ - 48.19^\circ = 41.81^\circ$$

$\therefore$  CD তারের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান,

$$F_{CD} = IBl \sin \theta' = 10 \times 2 \times 3 \times \sin 41.81^\circ = 40 \text{ N}$$

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

অতএব, উভয় তারে সমান বল ক্রিয়াশীল হবে।

অতএব, AB, BC ও CD তারের উপর ক্রিয়াশীল বল তুলনা করে আমরা পাই,  $F_{AB} \neq F_{BC}$  এবং  $F_{CD} \neq F_{BC}$



### একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয়ে প্রণীত সজ্জনশীল ধরণ ও উত্তর

খ. কোনো স্থানের বিচ্যুতি কোণ  $0.6^\circ$  বলতে বুঝায়, কোনো স্থানের মুক্তভাবে নড়ন্তক কোনো চৌম্বক শলাকার চৌম্বক অক্ষ চৌম্বক মধ্যভালে থেকে ভৌগোলিক অক্ষের সাথে  $0.6^\circ$  কোণ উৎপন্ন করে এবং এর উত্তর যেন্নে ভৌগোলিক অক্ষের পরিম দিকে থাকে।

ঘ. ধরি, প্রোটন ও ইলেক্ট্রনের মধ্যকার স্থির তড়িৎ বল F।

উদাপক হতে, প্রোটন ও ইলেক্ট্রনের মধ্যকার দূরত্ব, d =  $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$  প্রোটনের চার্জ,  $q_1 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

ইলেক্ট্রনের চার্জ,  $q_2 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$\text{কূলৰ ধূবক, } C = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{আমরা জানি, } F = C \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{(5.3 \times 10^{-11} \text{ m})^2}$$

$$= \frac{23.04 \times 10^{-29}}{2.809 \times 10^{-22}} \text{ N} = 8.2 \times 10^{-8} \text{ N}$$

সূতরাং প্রোটন ও ইলেক্ট্রনের মধ্যকার স্থির তড়িৎ বল  $8.2 \times 10^{-8} \text{ N}$ ।

১৩) ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনটি পরমাণুর কক্ষপথ থেকে ছিটকে পড়বে না।  
নিচে এটি গণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো—

উদ্দিপক হতে,

$$\text{ইলেকট্রনের দৃতি}, v = 2.185 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{কক্ষপথের ব্যাসার্ধ}, r = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$\text{ইলেকট্রনের ভর}, m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

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

$$\text{ডিইক খুবক}, h = 1.05 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

চৌম্বক যথেরু মোমেন্ট,  $\mu$  হলো,

$$\text{আমরা জানি}, \mu_1 = \frac{eL}{2m}$$

$$= -\frac{e m v r}{2m}$$

$$= -\frac{e v r}{2}$$



### ১৩০% কমন উপযোগী জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন উদ্দীপক সংগ্রহিত অধ্যায়ের যেকোনো লাইন ও অনুচ্ছেদ থেকে এসে থাকে। তাই নতুন পাঠ্যবইয়ের পরিবর্তিত বিষয়বস্তুর আলোকে লাইন ধরে সর্বাধিক জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর নিচে প্রদত্ত হলো। যা পরীক্ষায় ১০০% কমন পাওয়ার ক্ষেত্রে তোমাদের সহায়তা করবে।

#### ১. কমন উপযোগী জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। হল বিডব কাকে বলে?

[গ. বো. '১৮, কু. বো. '১৭, সি. বো. '১৮; ব. বো. '১৯; দি. বো. '১৮]

[সেলু-৩, আমির-৬, প্রামাণিক-১২, তপন-১০, তকাজল-১০]

উত্তর : কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর যে বিডব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়, তাকে বিডব পার্থক্য বা হল বিডব বলে।

প্রশ্ন ২। ঢাকার বিচৃতি  $\frac{1}{2}$  পূর্ব বলতে কী বোঝায়?

[সেলু-১১, ড. যাহুরুর রহমান ঘোষ কলেজ, ভেমো, ঢাকা] [আমির-১৭]

উত্তর : ঢাকার বিচৃতি  $\frac{1}{2}$  পূর্ব বলতে বুঝায় ঢাকায় মুক্তভাবে স্থাপিত চুম্বক শলাকা ভৌগোলিক উত্তর-দক্ষিণের সাথে  $\frac{1}{2}$  কোণ করে অবস্থান করে এবং চুম্বক শলাকার উত্তর যথেরু ভৌগোলিক অক্ষের পূর্ব পাশে অবস্থান করে।

প্রশ্ন ৩। এক ওয়েবার কাকে বলে?

[অন্যত লাল দে যুক্তিবিদ্যালয়, বরিশাল] [সেলু-১২, আমির-৮]

উত্তর : এক পাকের একটি কুণ্ডলীর সাথে সংযুক্ত যে পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাই এক সেকেতে সূষ্মভাবে ছাস পেয়ে শূন্যতে নেমে আসলে ঐ কুণ্ডলীতে এক ভোল্ট তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়, সে পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাইকে এক ওয়েবার বলে।

প্রশ্ন ৪। চুম্বক ডোমেইন কী? [গ. বো. '১৯] [সেলু-৩১, আমির-১৮, প্রামাণিক-৩২]

উত্তর : কেরোচৌম্বক পদার্থে  $10^{-12} \text{ m}^3$  থেকে  $10^{-8} \text{ m}^3$  আয়তনের মধ্যে  $10^{16}$  থেকে  $10^{19}$  সংখ্যক পরমাণু সংবলিত অসংখ্য চৌম্বক এলাকা থাকে যার মধ্যে চৌম্বক বিপোলগুলো একই দিকে সজ্জিত থাকে; ফলে এরা বতুর চুম্বকের ন্যায় আচরণ করে। এছাপে চুম্বক এলাকাকে চুম্বক ডোমেইন বলে।

প্রশ্ন ৫। চৌম্বক ফ্লাইরের একক কী?

উত্তর : চৌম্বক ফ্লাইরের একক ওয়েবার (Wb) বা,  $N \text{ mA}^{-1}$

প্রশ্ন ৬। চৌম্বক ফ্লাই ঘনত্ব কাকে বলে? [সেলু-২৫, আমির-২৭, প্রামাণিক-৬]

উত্তর : কোনো একটি তলের একক ক্ষেত্রফলের উপর যত সংখ্যক চৌম্বক ফ্লাই বা আবেশ রেখা লম্বভাবে আপত্তি হয় তাকে এই তলের ফ্লাই ঘনত্ব বলে।

প্রশ্ন ৭। স্থির চার্জের উপর চৌম্বক বল কত?

উত্তর : স্থির চার্জের উপর চৌম্বক বল শূন্য।

[প্রামাণিক-১০]

$$= -\frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 2.185 \times 10^6 \text{ m s}^{-1} \times 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}}{2}$$

$$= -9.2644 \times 10^{-24} \text{ A m}^2$$

এখানে খণ্ডাক চিহ্ন নির্দেশ করে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগের দিক ও চৌম্বক আয়কের দিক পরম্পর বিপরীতমুখী।

$$\therefore \mu_1 = 9.2644 \times 10^{-24} \text{ A m}^2$$

আবার, বোর ম্যাগনেটন,

$$\mu_B = \frac{e \hbar}{2m}$$

$$= \frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1.05 \times 10^{-34} \text{ Js}}{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= 9.23 \times 10^{-24} \text{ A m}^2$$

$$\therefore \mu_1 = \mu_B$$

যেহেতু  $\mu_1 = \mu_B$  সেহেতু ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনটি পরমাণুর কক্ষপথ হতে ছিটকে পড়বে না।

প্রশ্ন ৮। পতিশীল চার্জের উপর চৌম্বক বল কখন সর্বোচ্চ হয়?

উত্তর : চার্জ চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে পতিশীল হলে এর উপর চৌম্বক বল সর্বোচ্চ হয়।

প্রশ্ন ৯। তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর চৌম্বক ভ্রামক কাকে বলে?

উত্তর : কোনো বিদ্যুৎবাহী কুণ্ডলীর বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল ভেঙ্গের গুণফলকে ঐ কুণ্ডলীর চৌম্বক ভ্রামক বলে।

প্রশ্ন ১০। একমুখী তীরের মতো দেখতে কণার স্পিন কত?

উত্তর : একমুখী তীরের মতো দেখতে কণার স্পিন ১।

প্রশ্ন ১১। লরেজ বল কী? [গ. বো. '১৭; কু. বো. '১৯, '২৬; সি. বো. '১৯; ব. বো. '১৭]

[সেলু-২, আমির-২, প্রামাণিক-৯, তপন-৪, তকাজল-১]

উত্তর : কোনো তড়িতাধান (চার্জ) একই সঙ্গে তড়িৎ ক্ষেত্র এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের ভেতর দিয়ে গেলে মোট যে বল অনুভব করে, তাকে লরেজ বল বলে। চৌম্বক ক্ষেত্র  $B$  এবং বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র  $E$  হলে উভয় ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রনের গতির জন্য লরেজ বল—  $F = q(E + v \times B)$

প্রশ্ন ১২। ভৌগোলিক মধ্যতল কী? [সেলু-২৬, আমির-২১, প্রামাণিক-১৫]

উত্তর : ভৌগোলিক অক্ষের মধ্যদিয়ে যে উল্লম্ব তল কলনা করা হয়, তাকে ভৌগোলিক মধ্যতল বলে।

প্রশ্ন ১৩। চৌম্বক সম্পৃষ্টি কী? [সেলু-৬]

উত্তর : হিসটেরেসিস লুপে চুম্বকায়ন মাত্রার যে মানের জন্য চৌম্বক প্রাবল্যের মান বাড়লে ও চুম্বকায়ন মাত্রা আর বাড়ে না সেই মানকে সম্পৃষ্ট মান বলে এবং এই ধর্মকে চৌম্বক সম্পৃষ্টি বলে।

প্রশ্ন ১৪। চৌম্বক তীব্রতা কী? [সেলু-২৭, আমির-১৪, প্রামাণিক-১৯]

উত্তর : শূন্যস্থানে বায়ু মাধ্যমে কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা বা ফ্লাইকে চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বা তীব্রতা বলে।

প্রশ্ন ১৫। বায়োট-স্যাভার্ট এর সূত্রটি বিবৃত কর।

[গ. বো. '১৯; কু. বো. '১৭] [সেলু-৪১, আমির-১২, তকাজল-৬, প্রামাণিক-৪]

উত্তর : বায়োট-স্যাভার্টের সূত্রটি হলো— কুণ্ডলী দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে যে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় তার কোনো বিদ্যুতে চৌম্বকীয় আবেশের মান—  
১. বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক;  
২. পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক;

৩. পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর সংযোগ রেখা এবং পরিবাহীর অন্তর্ভুক্ত কোণের সাইনের সমানুপাতিক এবং

৪. পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যন্তানুপাতিক।

প্রশ্ন ১৬। অ্যালিপ্যারের সূত্রটি লিখ।

[কারবাইকেল কলেজ, রংপুর] [সেলু-২৮, আমির-২৬, প্রামাণিক-৮, তফাজ্জল-৮.]

উত্তর : অ্যালিপ্যারের সূত্রটি হলো— কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহীকে

কেন্দ্র করে কান্নিক কোনো বন্ধ রেখা বা লুপের ওপর  $T.d^2$  এর রৈখিক যোগজীকরণ ঐ পরিবাহীতে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহমাত্রা ; এবং  $M_0$  এর গুণফলের সমান।

প্রশ্ন ১৭। ফেরোচৌম্বক পদার্থ কী?

[সেলু-১৪, প্রামাণিক-২৯]

উত্তর : যেসব পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চূম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে শক্তিশালী চূম্বকত্ত লাভ করে তাদেরকে ফেরোচৌম্বক পদার্থ বলে।

প্রশ্ন ১৮। প্যারাচৌম্বক পদার্থ কী? [সেলু-৩০, তফাজ্জল-১১, প্রামাণিক-৩০]

উত্তর : যেসব পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে, চূম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে দুর্বল চৌম্বকত্ত লাভ করে সেসব পদার্থকে প্যারাচৌম্বক পদার্থ বলে।

প্রশ্ন ১৯। চৌম্বক ফ্লাক্স কী?

[সেলু-১৩, আমির-১০]

উত্তর : কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে যথে বাস্তব বা কল্পিত কোনো তলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ক্ষেত্রে রেখা বা আবেশ রেখার সংখ্যাই চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।

প্রশ্ন ২০। ভৌগোলিক অক্ষ কী?

[সেলু-২৯]

উত্তর : ভৌগোলিক দুই মেরুর সংযোজক কান্নিক রেখাই ভৌগোলিক অক্ষ।

প্রশ্ন ২১। চৌম্বক ভ্রামক কাকে বলে?

[আমির-২৫, প্রামাণিক-২০]

উত্তর : কোনো চূম্বকের যেকোনো একটি মেরুর মেরুশক্তি ও চৌম্বক দৈর্ঘ্যের গুণফলকে ঐ চূম্বকের চৌম্বক ভ্রামক কাকে বলে।

প্রশ্ন ২২। চূম্বকায়ন তীব্রতা কাকে বলে?

[সেলু-১৫, প্রামাণিক-২৬]

উত্তর : চৌম্বক ক্ষেত্রে প্রতি এক আয়তনের চৌম্বক ভ্রামককে উহার চূম্বকায়ন তীব্রতা বলে।

প্রশ্ন ২৩। চৌম্বক নিয়াহিতা কী? [সেলু-৩২, আমির-১৪, প্রামাণিক-২১, ২২]

উত্তর : চূম্বকত্ত ছাসের কারণ থাকা সত্ত্বেও কোনো একটি চৌম্বক পদার্থের যথে উৎপন্ন চূম্বকত্ত ধরে রাখার ক্ষমতাকে ঐ পদার্থের চৌম্বক নিয়াহিতা বা সহনশীলতা বলে।

প্রশ্ন ২৪। কৃত্রিম চূম্বককে প্রধানত কয় ভাগে ভাগ করা যায়? [প্রামাণিক-৩০]

উত্তর : কৃত্রিম চূম্বককে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

প্রশ্ন ২৫। তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া কাকে বলে? [সেলু-৩৩, প্রামাণিক-১]

উত্তর : কোনো পরিবাহীর ডেতের দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়, একে তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া বলে।

প্রশ্ন ২৬। চৌম্বক ক্ষেত্র কাকে বলে? [সেলু-১৬, তফাজ্জল-২, তপন-২]

উত্তর : কোনো চূম্বকের চারিদিকে যে অঙ্গল পর্যন্ত চূম্বকটির প্রভাব অনুভূত হয়, সেই অঙ্গলকে ঐ চূম্বকের চৌম্বক ক্ষেত্র বলে।

প্রশ্ন ২৭। লাল মেরু কোনটি?

উত্তর : ভূ-চূম্বকের দাঙ্কণ মেরুই হলো লাল মেরু।

প্রশ্ন ২৮। হল ক্রিয়া কী? [চ. বো. '১৭, '১৬; সি. বো. '১৬; ব. বো. '১৭, '১৫]

[সেলু-৪, আমির-৪ প্রামাণিক-১১, তপন-৯]

উত্তর : কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহীকে কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে অভিযোগ বরাবর স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্রে উভয়ের উপর সহ বরাবর একটি বিভিন্ন পার্থক্যের সৃষ্টি হয়, এ ক্রিয়াই হলো হল ক্রিয়া।

প্রশ্ন ২৯। টেসলা কাকে বলে?

[বা. বো. '১৬] [সেলু-১, আমির-১, প্রামাণিক-৫, তপন-৩]

উত্তর : যদি কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিযোগ সাথে সমকোণে । কূলৰ চাৰ্জ  $1 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল হয় এবং  $N$  বল অনুভব কৰে, তবে ঐ চৌম্বক ক্ষেত্রে মানকে । টেসলা বা শুধু টেসলা বলে।

প্রশ্ন ৩০। কুরী বিন্দু কী?

[বা. বো. '১৬] [সেলু-৮, আমির-৩, প্রামাণিক-২৭, তপন-২৬]

উত্তর : নির্দিষ্ট ফেরোচৌম্বক পদার্থ একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তাৰ ফেরোচৌম্বক ধৰ্ম সম্পূর্ণৱৰ্পে হারিয়ে ফেলে এবং প্যারাচৌম্বক পদার্থে পরিগত হয়। ঐ বিশেষ তাপমাত্রাই ঐ পদার্থের কুরী বিন্দু।

প্রশ্ন ৩১। বিনতি কী? [চ. বো. '১৬] [সেলু-৫, আমির-৫, প্রামাণিক-১৪, তপন-১৯]

উত্তর : কোনো স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্র অনুভূমিকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন কৰে অৰ্ধাং চূম্বক মধ্যতলে মুক্তভাৱে স্থাপিত চূম্বক শলাকা অনুভূমিক তল থেকে যে কোণে নত থাকে তাই ঐ স্থানের বিনতি।

প্রশ্ন ৩২। হল বিভব পার্থক্য কাকে বলে?

[চ. বো. '১৫]

উত্তর : কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন কৰলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্রে উভয়ের সাথে লম্ব বৰাবৰ যে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়, তাকে বিভব পার্থক্য বলে।

প্রশ্ন ৩৩। হিসটেরেসিস কী?

[সিলেট সরকারি কলেজ, সিলেট] [সেলু-১৭, আমির-১৭, প্রামাণিক-২৮]

উত্তর : কোনো ফেরোচৌম্বক পদার্থকে চৌম্বকক্ষেত্রে প্ৰযোগ কৰে চূম্বকিত কৰার পৰি বিচুম্বকিত কৰতে গোলে বিচুম্বকিত হতে যে অনীহা বা শৈথিল্য প্ৰকাশ কৰে তাই হিসটেরেসিস।

প্রশ্ন ৩৪। চৌম্বক প্ৰবেশ্যতা কাকে বলে?

[আইডিয়াল স্কুল অ্যাড কলেজ, মতিখিল, ঢাকা] [সেলু-৭, আমির-৭, তফাজ্জল-১২]

উত্তর : কোনো পদার্থের চৌম্বক আবেশ এবং চৌম্বক প্ৰাবল্যের অনুপাতকে ঐ পদার্থের চৌম্বক প্ৰবেশ্যতা বলে।

প্রশ্ন ৩৫। ভূ-চূম্বকত্তেৰ বিচুতি কোণ কী?

[সেলু-১৮]

উত্তর : পৃথিবীৰ কোনো স্থানে চৌম্বক মধ্যতল ও ভৌগোলিক মধ্যবৰ্তী কোণকে ঐ স্থানেৰ ভূ-চূম্বকত্তেৰ বিচুতি কোণ বা বিচুতি বলে।

প্রশ্ন ৩৬। ইলেক্ট্ৰন স্পিন কী?

[সেলু-১৯]

উত্তর : একটি ইলেক্ট্ৰনেৰ কক্ষপথে ঘূৰন্নেৰ জন্য যে সহজাত কৌণিক ভৱিবেগ উৎপন্ন হয় ইহাই স্পিন।

প্রশ্ন ৩৭। ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রেৰ প্ৰাবল্য বা মোট প্ৰাবল্য কাকে বলে?

[সেলু-৩৪]

উত্তর : পৃথিবীৰ কোনো স্থানে একটি একক মেরুশক্তিৰ উত্তৰ মেরুৰ উপৰ ভূ-চূম্বকত্তেৰ দৱুল যে বল ক্রিয়া কৰে তাকে ওই স্থানেৰ ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রেৰ প্ৰাবল্য বা মোট প্ৰাবল্য বলে।

প্রশ্ন ৩৮। ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রেৰ অনুভূমিক প্ৰাবল্য কাকে বলে?

[সেলু-৩৫, আমির-২৩]

উত্তর : কোনো স্থানেৰ ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রেৰ প্ৰাবল্যেৰ অনুভূমিক উপাংশকে ওই স্থানেৰ ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রেৰ অনুভূমিক প্ৰাবল্য বলে।

প্রশ্ন ৩৯। ভূ-চূম্বকক্ষেত্রেৰ উলং প্ৰাবল্য কাকে বলে? [সেলু-২০, আমির-২৪]

উত্তর : কোনো স্থানেৰ ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রেৰ প্ৰাবল্যেৰ উলং উপাংশকে ওই স্থানেৰ ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রেৰ প্ৰাবল্য বলে।

প্রশ্ন ৪০। চৌম্বকক্ষেত্রেৰ প্ৰাবল্য কাকে বলে?

[ব. বো. '১৯] [সেলু-৩৭, আমির-১৪, প্রামাণিক-২]

উত্তর : কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রেৰ চারপাশে যে চৌম্বক ক্ষেত্রে সৃষ্টি হয় তাৰ ডেতৰকে চৌম্বকক্ষেত্রেৰ সবলতা বা চৌম্বক ক্ষেত্রে প্ৰাবল্য বলে।

প্রশ্ন ৪১। আপেক্ষিক প্ৰবেশ্যতা কাকে বলে? [সেলু-৩৮, প্রামাণিক-৩]

উত্তর : কোনো মাধ্যমেৰ চৌম্বক প্ৰবেশ্যতা ও শূন্য মাধ্যমেৰ চৌম্বক প্ৰবেশ্য তাৰ অনুপাতকে আপেক্ষিক প্ৰবেশ্যতা বলে।

>> ৩১০

প্রশ্ন ৪২। শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা কত? [প্রামাণিক-৭]

উত্তর : শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা  $4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm A}^{-1}$

প্রশ্ন ৪৩। ডু-চুম্বকের উপাদান কয়টি? [আমির-২২, প্রামাণিক-১৮]

উত্তর : ডু-চুম্বকের উপাদান তিনটি।

প্রশ্ন ৪৪। ফেরোচৌম্বক পদার্থের আপেক্ষিক চৌম্বক প্রবেশ্যতার মান কত? [প্রামাণিক-৩১]

উত্তর : ফেরোচৌম্বক পদার্থের আপেক্ষিক চৌম্বক প্রবেশ্যতার মান > ১।

প্রশ্ন ৪৫। চৌম্বক মোমেট কাকে বলে? [সেলু-৩৬, প্রামাণিক-২০]

উত্তর : কোনো বিদ্যুৎবাহী কুণ্ডলীর বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল ভেক্টরের গুণফলকে ঐ কুণ্ডলীর চৌম্বক মোমেট বলে।

প্রশ্ন ৪৬। বোর ম্যাগনেটন কী? [সেলু-৩৯, আমির-২৯, প্রামাণিক-১৩]

উত্তর : ইলেক্ট্রন ঘৰ্ণনের ফলে সৃষ্টি চৌম্বক ভ্রামককে বোর ম্যাগনেটন বলে।

প্রশ্ন ৪৭। অগুচুম্বক কাকে বলে? [সেলু-২১, প্রামাণিক-২৫]

উত্তর : চুম্বককে ভাঙতে ভাঙতে যদি এমন ক্ষুদ্র অংশে পরিণত করা হয় যেন তা ভাঙলে আর চুম্বক থাকে না, চুম্বকের এবৃপ্ত ক্ষুদ্র অংশকে অগুচুম্বক বলে।

প্রশ্ন ৪৮। তাড়িতচৌম্বক আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের ছিতীয় সূত্রটি লিখ।

উত্তর : কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তাড়িচালক শক্তির মান ঐ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাজের পরিবর্তনের হারের ঝাগভাক মানের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ৪৯। চৌম্বক প্রবেশ্যতার একক কী?

উত্তর : চৌম্বক প্রবেশ্যতার একক  $\text{Wb m}^{-1}\text{A}^{-1}$  বা  $\text{T mA}^{-1}$

প্রশ্ন ৫০। ডু-চুম্বক কী?

উত্তর : পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় পৃথিবীর চুম্বকত্ত এবং এতদসংক্রান্ত বিভিন্ন দিক জানা যায়, তাকে ডু-চুম্বকত্ত বা পৃথিবীর চুম্বকত্ত বলে।

প্রশ্ন ৫১। ডায়াচৌম্বক পদার্থ কাকে বলে? [সেলু-২২]

উত্তর : যেসব পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের বিপরীত দিকে সামান্য চুম্বকত্ত লাভ করে তাদেরকে ডায়াচৌম্বক পদার্থ বলে।

প্রশ্ন ৫২। চৌম্বক মধ্যতল কী? [সেলু-৯, আমির-২০]

উত্তর : কোনো স্থানে মুক্তভাবে ঝুলন্ত স্থির চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ বরাবর এবং ভৃ-পৃষ্ঠের সাথে লম্বভাবে কল্পিত তলকে ঐ স্থানের চৌম্বক মধ্যতল।

প্রশ্ন ৫৩। চৌম্বক আবেশ কী? [সেলু-২৩]

উত্তর : যে প্রক্রিয়ায় চৌম্বক পদার্থ চুম্বকে পরিণত হয় তাকে চৌম্বক আবেশ বলে।

প্রশ্ন ৫৪। চৌম্বক ধারকতা কী? [সেলু-১০, আমির-১৪, প্রামাণিক-২৪]

উত্তর : চুম্বকায়নকারী বল সরিয়ে নিলেও চৌম্বক পদার্থের চুম্বকত্ত ধরে রাখার যে ক্ষমতা থাকে তাই চৌম্বক ধারকতা।

প্রশ্ন ৫৫। পৃথিবীর চৌম্বক মেরু কোথায় অবস্থিত? [সেলু-৪০]

উত্তর : পৃথিবীর যে দুটি স্থানে কোনো চৌম্বক শলাকাকে ভারকেন্দ্র হতে ঝুলালে তার চৌম্বক অক্ষ খাড়ভাবে অবস্থান করে ঐ দুটি স্থানেই পৃথিবীর চৌম্বক মেরু অবস্থিত।

প্রশ্ন ৫৬। হল ক্রিয়ার আবিক্ষারক কে?

উত্তর : বিজ্ঞানী এডউইন এইচ. হল।

প্রশ্ন ৫৭। তাড়িবাহী কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল বেশি হলে চৌম্বক ভ্রামক কম না-কি বেশি হবে?

উত্তর : তাড়িবাহী কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল বেশি হলে কুণ্ডলীর চৌম্বক ভ্রামকও বেশি হবে।

প্রশ্ন ৫৮। বিশুব রেখায় বিনতি কোণ কত?

উত্তর : বিশুব রেখায় বিনতি কোণ  $0^\circ$ ।

প্রশ্ন ৫৯। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ৬০। পৃথিবীর কোন স্থানে বিনতির মান সর্বনিম্ন? [সেলু-২৪, প্রামাণিক-১১]

উত্তর : পৃথিবীর বিশুব রেখা বরাবর কোনো স্থানের বিনতি কোণের মান সর্বনিম্ন হয়।

প্রশ্ন ৬১। কমন উপযোগী অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ করলে, ইল্পাতের চুম্বকত্ত লোপ পায় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১১]

উত্তর : ইল্পাতের উচ্চ ধারকতা ও উচ্চ চৌম্বক সহমশীলতা আছে। ইল্পাতের উচ্চ চৌম্বক সহমশীলতার কারণে বিচুক্ষণিত করতে অনেক বেশি বিশুব চুম্বকায়ন ক্ষেত্র প্রয়োজন হয়। এ জন্য তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ করলে ইল্পাতের চুম্বকত্ত লোপ পায় না।

প্রশ্ন ২। চৌম্বক ক্ষেত্রে একটি স্থির ইলেক্ট্রনের উপর ক্রিয়াশীল বলের ব্যাখ্যা দাও। [সেলু-১৪]

উত্তর : একটি গতিশীল আধান তার চারপাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে। কোনো আধানকে একটি তড়িৎক্ষেত্রে স্থাপন করলে আধানটি একটি তড়িৎ বল অনুভব করে। ঠিক তেমনি কোনো গতিশীল আধানকে কোনো চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে, আধানটির গতিশীলতার কারণে এ চৌম্বকক্ষেত্র আধানটির উপর একটি বেগ নির্ভর বল বা চৌম্বক বল প্রয়োগ করে। এ বলের মান আধানের পরিমাণ, আধানের বেগ, চৌম্বকক্ষেত্রের মানের উপর নির্ভর করে। এখন, চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপিত ইলেক্ট্রনটি স্থির হলে তার বেগ শূন্য হবে। ফলে তার উপর ক্রিয়াশীল বলও শূন্য হবে।

প্রশ্ন ৩। একটি পরিবাহী তামার তার চৌম্বক ক্ষেত্রে সৃষ্টি করে কিন্তু নিজে চুম্বক হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১৯, প্রামাণিক-৪]

উত্তর : কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর আশে পাশে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয় বায়েট-স্যাভার্টের সূত্রানুসারে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান পরিবাহীর দৈর্ঘ্য, তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, পরিবাহী থেকে নির্দিষ্ট বিন্দুর দূরত্ব এবং কোণের উপর নির্ভর করে। ফলে তড়িৎ প্রবাহ করে দিলে পরিবাহী দ্বারা সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্র বিলুপ্ত হয়। এজন্য বলা যায় পরিবাহী তামার তার চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি করে কিন্তু নিজে চুম্বক হয় না।

প্রশ্ন ৪। পরমাণুর কক্ষপথে ঘৰ্ণায়মান ইলেক্ট্রনের মোট চৌম্বক ভ্রামক বলতে কি বুঝ? ব্যাখ্যা কর। [বা. বো. '১১]

উত্তর : ইলেক্ট্রন হচ্ছে আধানযুক্ত কণ। কক্ষপথে আবর্তনের সাথে সাথে ইলেক্ট্রন নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূরপাক থায়। একে ইলেক্ট্রনের স্পিন বলে। এই স্পিন বা ঘূর্ণনের জন্য কোণিক ভরবেগ ও নির্দিষ্ট পরিমাণ চৌম্বক ভ্রামক সৃষ্টি হয়। এই ঘূর্ণনের কারণে প্রত্যেক ইলেক্ট্রন স্বতন্ত্র চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে। পরমাণুতে সমান সংখ্যক ইলেক্ট্রন বিপরীত অভিমুখে ঘূর্ণায়মান ইলেক্ট্রনের সংখ্যা সমান না হয় তাহলে সেক্ষেত্রে চৌম্বক বিমেরু সৃষ্টি হয়। এভাবে ইলেক্ট্রন স্পিন পদার্থের চৌম্বক ধর্মের প্রভাবক হিসেবে কাজ করে। ফলে তাতে একটি নীট চৌম্বক ভ্রামক বিরাজ করে।

প্রশ্ন ৫। হিস্টেরেনিস লুপ ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২৩, প্রামাণিক-৩৯, তগন-২৯]

উত্তর : চিত্রে একটি ফেরোচৌম্বক পদার্থকে H প্রাবল্যের চৌম্বক ক্ষেত্র স্থাপন করা হয়েছে।

দেখা যাচ্ছে যে, সর্বন্তরে I-এর মান H এর পচাদবৃত্তি হচ্ছে। এটি কখনও সমান বা অগ্রবৃত্তি হয় না। চুম্বকায়ন মাত্রার এ পচাদবৃত্তিকারী হিস্টেরেনিস বা শৈথিল্য বলে। bcdefgb বন্ধ লুপকে হিস্টেরেনিস লুপ বলে।

প্রশ্ন ৬। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ৭। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ৮। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ৯। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ১০। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ১১। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ১২। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ১৩। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ১৪। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ১৫। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ১৬। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ১৭। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ১৮। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

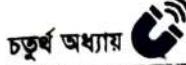
প্রশ্ন ১৯। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে

ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইন তত্ত্ব প্রদান করেন।

প্রশ্ন ২০। ডোমেইন কত সালে আবিচ্ছৃত হয়?

উত্তর : ফরাসি বিজ্ঞানী পিয়েরে আরনেস্ট ওয়েইস 1906 সালে



প্রশ্ন ৬। বিদ্যুৎবাহী তারের অদূরে স্থাপিত চৌম্বক শলাকা বিক্ষিপ্ত হয় কেন? [সেলু-১১, প্রামাণিক-৬]

উত্তর : কোনো তড়িৎবাহী তারের অদূরে স্থাপিত চৌম্বক শলাকাটি নিম্নোক্ত ক্রিয়ায়ের মিলিত প্রভাবের কারণে বিক্ষিপ্ত হয়।

১. ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্র, ২. বিদ্যুৎ প্রবাহের হারা সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্র।

প্রশ্ন ৭। ঢাকার ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশ  $3.4 \times 10^{-5} \text{ T}$  বলতে কী বোঝা? [সেলু-২৬, প্রামাণিক-৩০]

উত্তর : ঢাকার ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশ  $3.4 \times 10^{-5} \text{ T}$  বলতে বুঝায় ঢাকার (i) ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশ  $3.4 \times 10^{-5} \text{ T}$  (ii) এক ওয়েবার মেরুশক্তির উত্তর মেরু ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের জন্য অনুভূমিক বরাবর  $3.4 \times 10^{-5} \text{ N}$  বল অনুভব করে (iii) ঢাকাতে বিনতি কোণ  $\delta$  হলে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশ  $V = \tan \delta$  ও মোট প্রাবল্য  $I = 3.4 \times 10^{-5} \text{ sec } \delta$ ।

প্রশ্ন ৮। ঢাকার বিচ্ছিন্ন কোণ  $\left(\frac{1}{2}\right)^{\circ}$  পূর্ব বলতে কী বোঝা?

[সেলু-২০, তগন-২০]

উত্তর : ঢাকার বিচ্ছিন্ন কোণ  $\left(\frac{1}{2}\right)^{\circ}$  পূর্ব বলতে বুঝায়, ঢাকায় মুক্তভাবে নড়নক্ষম কোনো চৌম্বক শলাকার চৌম্বক অক্ষ চৌম্বক মধ্যতলে থেকে ভৌগোলিক অক্ষের সাথে  $\left(\frac{1}{2}\right)^{\circ}$  কোণ উৎপন্ন করে এবং এর উত্তর মেরু ভৌগোলিক অক্ষের পূর্ব দিকে থাকে।

প্রশ্ন ৯। ঢাকার বিনতি  $31^{\circ} \text{ N}$  ও বিচ্ছিন্ন কোণ  $33^{\circ} \text{ E}$  বলতে কী বুঝা?

[সেলু-২৪, আমির-১৮; প্রামাণিক-৩৪, তগন-২২]

উত্তর : ঢাকার বিনতি  $+31^{\circ} \text{ N}$  বলতে বুঝায়, ঢাকাতে মুক্তভাবে বুলন্ত একটি চৌম্বক শলাকার চৌম্বক অক্ষ স্থির অবস্থায় অনুভূমিক তলের সাথে  $31^{\circ}$  কোণে আনত থাকবে এবং শলাকার উত্তর মেরু নিচের দিকে ঝুকে থাকবে।

আবার, ঢাকার বিচ্ছিন্ন কোণ  $33^{\circ} \text{ E}$  বলতে বুঝায় ঢাকায় মুক্তভাবে নড়নক্ষম কোনো সৃষ্টি চূঁকের চৌম্বক অক্ষ চৌম্বক মধ্যতল থেকে ভৌগোলিক অক্ষের সাথে  $33^{\circ}$  কোণ উৎপন্ন করে এবং এর উত্তরমেরু ভৌগোলিক অক্ষের পূর্বদিকে থাকে।

প্রশ্ন ১০। গতিশীল চার্জের উপর চৌম্বক বল নির্ণয়ে ফ্লেমিংয়ের বাম হস্ত সূত্র ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১৩, প্রামাণিক-১৮]

উত্তর : ফ্লেমিংয়ের বামহস্ত নিয়ম : বাম হাতের তজনী, মধ্যমা ও বৃক্ষাঙ্গুলি পরম্পর সমকোণে প্রসারিত করে তজনীকে চৌম্বকক্ষেত্রের  $B$  অভিযুক্তে এবং মাধ্যমাকে ধনাত্মক আধানের বেগের ( $v$ ) দিকে স্থাপন করলে বৃক্ষাঙ্গুলি বলের ( $F_m$ ) দিক নির্দেশ করে। আধানটি অগাত্মক হলে বলের দিক বিপরীতমুখী হয়ে যাবে।



প্রশ্ন ১১। একটি তড়িৎবাহী তারকে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে তারটি বল অনুভব করে কেন? [সেলু-১৬]

উত্তর : একটি গতিশীল তড়িৎবাহী তারের চারপাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে। কোনো তড়িৎবাহী তারকে একটি তড়িৎক্ষেত্রে স্থাপন করলে তারটি একটি তড়িৎ বল অনুভব করে। ঠিক তেমনি কোনো গতিশীল তড়িৎবাহী তারকে কোনো চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে, তারটির গতিশীলতার কারণে এ চৌম্বকক্ষেত্র তারটির উপর

একটি বেগ নির্ভর বল বা চৌম্বক বল প্রয়োগ করে। এ বলের মান তড়িৎ প্রবাহের পরিমাণ, তারের বেগ, চৌম্বকক্ষেত্রের মানের উপর নির্ভর করে।

প্রশ্ন ১২। কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান ইলেক্ট্রনের জন্য চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টির কারণ কী? [সেলু-২৫, তগন-১৫]

উত্তর : কক্ষপথে ইলেক্ট্রন ঘূর্ণনের সময় এক বিশেষ ধরনের কৌণিক অরবিটাল মোমেন্টাম তৈরি হয়। এ মোমেন্টামের কারণে ইলেক্ট্রন চূর্ষকত্ত প্রাপ্ত হয় এবং এর চারপাশে ক্ষুদ্র মানের চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়।

প্রশ্ন ১৩। কঠিন ও কোমল চৌম্বক পদাৰ্থ নির্ধারণে হিস্টেরেসিস লুপের ব্যবহার ব্যাখ্যা কর। [ব. মো. '১৯]

উত্তর : কোমল চৌম্বক পদাৰ্থে হিস্টেরেসিস ক্ষয় কম হয় তাই হিস্টেরেসিস লুপের ক্ষেত্রফল ছোট হয়। অপরপক্ষে কঠিন চৌম্বক পদাৰ্থে হিস্টেরেসিস ক্ষয় বেশি হয় বলে হিস্টেরেসিস লুপের ক্ষেত্রফল বড় হয়। অর্থাৎ কঠিন ও কোমল চূম্বক হিস্টেরেসিস লুপ যথাক্রমে বড় ও ছোট হয়। অতএব বলা যায়— হিস্টেরেসিস লুপ ব্যবহার করে কঠিন ও কোমল চৌম্বক পদাৰ্থ নির্ধারণ করা যায়।

প্রশ্ন ১৪। চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর ওপর টর্কের উৎপত্তি ঘটে কেন? [সেলু-১৮, প্রামাণিক-১০]

উত্তর : কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের দরুন এর চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। তাই তড়িৎবাহী কুণ্ডলীকে অপর কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে দুটি চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে যথিক্রিয়া ঘটে। যেহেতু চৌম্বক বলরেখাগুলো পরম্পরারের ওপর পার্শ্বচাপ প্রয়োগ করে এবং দৈর্ঘ্য বরাবর সংকুচিত হতে চায় সেহেতু কুণ্ডলীটি এমন অবস্থানে আসার চেষ্টা করবে যাতে লব্ধি চৌম্বক বলরেখাগুলো সর্বাপেক্ষা সুস্থিত অবস্থানে আসে, এ কারণেই চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত কোনো তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর ওপর টর্ক উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন ১৫। ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব প্রাবল্যের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ। [সেলু-২১]

উত্তর : ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব প্রাবল্যের বৈশিষ্ট্য—  
 ১. এই মান কোনো স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশের সমান,  
 ২. ইহাকে  $V$  হারা প্রকাশ করা হয়,  
 ৩.  $V$  এর মান  $\sin \delta$  এর সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ১৬। ইলেক্ট্রন স্পিন কীভাবে পদাৰ্থে চৌম্বক ধৰ্মের প্রভাবক? [সেলু-৬]

উত্তর : ইলেক্ট্রন হচ্ছে আধানযুক্ত কণা। কক্ষপথে আবর্তনের সাথে সাথে ইলেক্ট্রন নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণাক্ষ থাকে। একে ইলেক্ট্রনের স্পিন বলে। এই স্পিন বা ঘূর্ণনের জন্য কৌণিক ভরবেগ ও নির্দিষ্ট পরিমাণ চৌম্বক ভাবক সৃষ্টি হয়। এই ঘূর্ণনের কারণে প্রত্যেক ইলেক্ট্রন স্বতন্ত্র চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি করে। পরমাণুতে সমান সংখ্যক ইলেক্ট্রন বিপরীত অভিযুক্ত ঘূর্ণনরত থাকলে, এ পরমাণুতে লব্ধি চৌম্বকক্ষেত্র থাকে না। পক্ষাত্তরে, কোনো পরমাণুতে যদি বিপরীত অভিযুক্ত ঘূর্ণায়মান ইলেক্ট্রনের সংখ্যা সমান না হয় তাহলে সেক্ষেত্রে চৌম্বক ঘূর্মের সৃষ্টি হয়। এভাবে ইলেক্ট্রন স্পিন পদাৰ্থের চৌম্বক ধৰ্মের প্রভাবক হিসেবে কাজ করে।

প্রশ্ন ১৭। মেরুতে ভূ-চৌম্বক প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশ শূন্য কেন-ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৭]

উত্তর : মেরুতে ভূ-চৌম্বক প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশ শূন্য আমরা জানি চৌম্বকক্ষেত্র  $B$  এবং বিনতি  $S$  হলে ভূ-চৌম্বক প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশ,  $H = B \cos 90^{\circ}$ .

আবার  $H = B \cos 90^{\circ} = 0$  তাই দুই মেরুতে  $H$  এর মান শূন্য।

প্র ১৮। কোনো পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহিত হলে পরিবাহীর আশেপাশে চৌমুক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়। কিন্তু পরিবাহী নিজে চুক্তে পরিণত হয় না কেন? [সেলু-১]

উত্তর : কোনো পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর আশেপাশে চৌমুক ক্ষেত্র তৈরি হয় কিন্তু পরিবাহীর নিজের হয় না— কোনো পরিবাহকের ক্ষত্র অংশ  $d_L$  এর ভেতর দিয়ে যান। তড়িৎ প্রবাহ চলে এবং এর মধ্যবিন্দু হতে  $0$  কোণে  $\perp$  দূরত্বে অবস্থিত  $P$  বিন্দুতে চৌমুক

$$\text{ক্ষেত্র } d_B = k \frac{I \sin \theta}{r^2}$$

পরিবাহীর আশে পাশে সকল বিন্দুতে  $0$  এর একটি মান থাকে। অপর দিকে পরিবাহীর নিজের বিন্দুতে  $0 = 0^\circ$  হয়।

$$\text{তাই, } d_B = k \frac{I \sin 0}{r^2} = 0$$

অর্থাৎ কোনো চৌমুকক্ষেত্র তৈরি হয় না।

প্র ১৯। স্থায়ী চুম্বক তৈরির জন্য পদার্থের কী কী গুণ থাকা প্রয়োজন? [সেলু-১]

উত্তর : স্থায়ী চুম্বক তৈরির জন্য চৌমুক পদার্থে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন।

- উচ্চ নিশ্চল সহনশীলতা সম্পন্ন হওয়া প্রয়োজন।
- পদার্থটির সম্পৃক্ত চৌমুক মান অধিক হওয়া প্রয়োজন।

প্র ২০। ফেরোচৌমুক পদার্থের বৈশিষ্ট্য লিখ। [প্রামাণিক-৫; তফাজল-১০]

উত্তর : ফেরোচৌমুক পদার্থের বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ—

- এরা চুম্বক ক্ষেত্র দ্বারা প্রভেশ্যতা আকর্ষিত হয়;
- এদের চৌমুক প্রবেশ্যতা  $\mu >> 1$ ;
- এদের নিদিষ্ট কুরুবিন্দু আছে;
- এদের হিস্টোরেসিস ধর্ম রয়েছে।

প্র ২১।  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$  সমীকরণে কোন কোন ডেটের জোড়া পরম্পর লম্ব এবং কোন ডেটের জোড়ার মধ্যবর্তী কোণ যেকোনো মানের হতে পারে? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১২]

উত্তর :  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$  সমীকরণে  $\vec{F}$  ও  $\vec{v}$  ডেটের পরম্পর লম্ব এবং  $\vec{F}$  ও  $\vec{B}$  ডেটের পরম্পর লম্ব। উক্ত সমীকরণে  $\vec{v}$  ও  $\vec{B}$  ডেটের জোড়ার মধ্যবর্তী কোণ যেকোনো মানের হতে পারে।

প্র ২২। চৌমুক ক্ষেত্র কী ব্যাখ্যা কর। এর এককের সংজ্ঞা দাও। [প্রামাণিক-২]

উত্তর : কোনো চুম্বক বা তড়িৎবাহী তারের চারদিকে যে অঞ্চল জুড়ে একটি চুম্বক শলাকা বিক্ষেপ প্রদর্শন করে তাকে ঐ চুম্বক বা তড়িৎবাহী তারের চৌমুকক্ষেত্র বলে। অর্থাৎ, একটি গতিশীল আধান বা স্থায়ী চুম্বক তার চারপাশে চৌমুক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে। একটি চৌমুক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে একক বেগে চলমান একটি একক আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল ঐ চৌমুক ক্ষেত্রের মান।

চৌমুক ক্ষেত্র-এর একক টেসলা। এর সংজ্ঞা নিম্নরূপ—

কোনো চৌমুক ক্ষেত্রে 1 কুলো আধান ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে  $1 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল হলে যদি ক্ষেত্রটি আধানের উপর 1 N বল প্রয়োগ করে তাহলে ঐ চৌমুক ক্ষেত্রের মানকে 1 টেসলা বলে।

প্র ২৩। সুষম চৌমুকের ক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল কি কি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল? [বি. বো. '১৫] [আধির-২২; প্রামাণিক-১৪, তপন-৪]

উত্তর : সুষম চৌমুকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল, নিম্নবর্ণিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে

- পরিবাহকে তড়িৎবাহ
- পরিবাহকের দৈর্ঘ্য
- চৌমুকক্ষেত্রের মান
- তড়িৎবাহী পরিবাহক ও চৌমুকক্ষেত্রের মধ্যকার কোণ।

প্র ২৪। ফেরোচৌমুক পদার্থের চৌমুক প্রবণতা ব্যাখ্যা কর।

[স্থায়ী কলেজ, রাজশাহী] [সেলু-২৮, প্রামাণিক-৫২]

উত্তর : যেসব পদার্থকে চৌমুকক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চুক্তকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে শক্তিশালী চুম্বকত্ত লাভ করে তাদেরকে ফেরোচৌমুক পদার্থ বলে। যেমন, লোহা, কোবাল্ট, ফেরাইট নিকেল ইত্যাদি। ফেরোচৌমুক পদার্থের চৌমুক ধর্মকে ফেরোচৌমুকত্ত বলে।

ফেরোচৌমুক পদার্থকে একটি অসম চৌমুক ক্ষেত্রে রাখা হলে ক্ষেত্রটির দুর্বল অঞ্চল থেকে প্রবল অঞ্চলের দিকে প্রবলভাবে ধাবিত হয়। এই কারণে ফেরোচৌমুক পদার্থের চৌমুক প্রবণতা  $K$  ধনাত্মক এবং অত্যন্ত বৃহৎ মানের।

প্র ২৫। ফেরিচৌমুক পদার্থ বলতে কী বুঝায়? [সেলু-৩৮, প্রামাণিক-৫০]

উত্তর : কিছু পদার্থ আছে যাতে দু'টি ভিন্ন ধরনের আয়ন থাকে। আয়নসমূহের মোমেন্ট প্রতি সমাত্রাল সজ্জায় থাকলেও মান সমান না হওয়ায় নীট চৌমুক মোমেন্ট থাকে। এদেরকে ফেরিচৌমুক পদার্থ বলে। যেমন, ফেরাইট ( $Fe_3O_4$ ) একটি ফেরিচৌমুক পদার্থ।

প্র ২৬। প্যারাচুম্বক পদার্থের ৪টি বৈশিষ্ট্য লেখ।

[সেলু-৩৩, প্রামাণিক-৪৭]

উত্তর : প্যারাচুম্বক পদার্থের ৪টি বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ—

- এরা চুম্বক দ্বারা কম আকর্ষিত হয়;
- এদের চৌমুক ধারকত্ত নেই;
- এদের চৌমুক প্রবেশ্যতা নেই;
- চৌমুক ক্ষেত্র অপসারণ করলে চুম্বকত্ত লোপ পায়।

প্র ২৭। পরিবাহী চৌমুক ক্ষেত্রের সমকোণে থাকলে তার উপর ক্রিয়াশীল বলের সমীকরণ লেখ। [সেলু-৩৯, প্রামাণিক-৮]

উত্তর : একটি  $I$  দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট ধাতব পরিবাহী  $B$  প্রাবল্যের সুষম চৌমুক ক্ষেত্রের সমকোণে থাকলে  $\theta = 90^\circ$  হয় এবং  $\sin \theta = 1$  হয়। অতএব এক্ষেত্রে ক্ষত্র অংশ  $dL$  এর উপর ক্রিয়ারত বল হলো  $BIdL$  এবং সম্পূর্ণ পরিবাহীর উপর ক্রিয়ার বল,

$$F = BI \sum dL = BIl.$$

প্র ২৮। চৌমুক ফ্লাক্স ঘনত্ব বলতে কী বুঝ? [সেলু-৪০]

উত্তর : কোনো সুষম চৌমুক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত কোনো তলের একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যাকে চৌমুক ফ্লাক্স ঘনত্ব বলে। চৌমুক ক্ষেত্রে চৌমুক ফ্লাক্স ঘনত্ব। একে সাধারণত ' $B$ ' চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক  $Weberm^{-2}$  যা  $tasla$  ( $T$ ) নামে অভিহিত হয়। অর্থাৎ,  $1 T = 1 webm^{-2}$ ;  $B$  এর অন্য একক একলো  $NA^{-1} m^{-1}$ ।

ব্যাখ্যা : চিত্রানুযায়ী, তলটির ক্ষেত্রফল  $A$  এবং এর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যা তথা মোট ফ্লাক্স  $\Phi_B$  হলে, ফ্লাক্স ঘনত্ব,  $B = \frac{\Phi_B}{A}$ ।



সুতরাং,  $\Phi = AB$ ।

প্র ২৯। কোনো কুণ্ডলীর চৌমুক ক্ষেত্রের মান  $15 T$  বলতে কী বুঝ?

[বি. বো. '১৭] [আধির-১; প্রামাণিক-৩]

উত্তর : কোনো কুণ্ডলীর চৌমুকক্ষেত্রের মান  $15 T$  বলতে বুঝায় এই কুণ্ডলীর চৌমুক ক্ষেত্রের অভিমুখের সাথে সমকোণে। কুলো চার্জ  $1 m s^{-1}$  বেগে গতিশীল হলে তা  $15 N$  বল অনুভব করবে।

প্র ৩০। ডায়াচৌমুক পদার্থে চৌমুক মোমেন্ট থাকে না কেন?

[বি. বো. '১৫; বি. বো. '১৭] [আধির-১৩; প্রামাণিক-৪০, তপন-২৫]

উত্তর : যেসব পদার্থের চৌমুক প্রবেশ্যতা,  $\mu < 1$  এবং চৌমুক গ্রাহীতা  $k$  অণ্টাক তাদেরকে ডায়াচৌমুক পদার্থ বলে। যেমন, Bi, Sb, Zn, Cu, Au,  $H_2O$  ইত্যাদি। এদেরকে চৌমুক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে এরা চৌমুকক্ষেত্র থেকে সরে যায় অর্থাৎ এদেরকে শক্তিশালী চুম্বক মেরুর কাছে আনলে বিকর্ষিত হয়। তাই এদের চৌমুক মোমেন্ট থাকে না।

প্রশ্ন ৩১। তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার কেন শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয়?

[সকল বোর্ড '১৮]

উত্তর : তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয়। কারণ, অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ, এর তুলনায় বাইরের রোধ R অনেক বড় হয়। সমান্তরালে যুক্ত করলে প্রবাহিত তড়িৎ অ্যামিটারের মধ্যাদিয়ে প্রবাহিত হবে। ফলে সমগ্র বর্তনীতে অপেক্ষাকৃত কম তড়িৎ প্রবাহিত হবে। তাই সমগ্র বর্তনীর প্রবাহ নির্ণয় সম্ভব হবে না।

শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে, একই প্রবাহ অন্যান্য রোধ ও অ্যামিটারের মধ্যাদিয়ে প্রবাহিত হবে। তাই তড়িৎ বর্তনীতে অ্যামিটার শ্রেণিতে সংযুক্ত করা হয়।

প্রশ্ন ৩২। তৌপোলিক ও চৌম্বক মধ্যতলের অন্তর্ভুক্ত কোণ ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. '১৭] [সেলু-৩, প্রামাণিক-৩২, তপন-৩৪]

উত্তর : পৃথিবীর কোনো স্থানে তৌপোলিক মধ্যতল ও চৌম্বক মধ্যতলের মধ্যবর্তী কোণকে ঐ স্থানের ডু-চূর্ছকত্বের বিচ্যুতি কোণ বা বিচ্যুতি বলে। একে ০ ঘারা প্রকাশ করা হয় ও ডিগ্রিতে মাপা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিচ্যুতিকোণের মান বিভিন্ন।

প্রশ্ন ৩৩। অ্যাম্পিয়ারের সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। [প্রামাণিক-১০, তপন-৭]

উত্তর : অ্যাম্পিয়ারের সূত্রটি নিম্নরূপ—

কোনো বস্তুপথ বরাবর কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের রৈখিক সমাকলন, পর্যটি ঘারা আবস্থ ক্ষেত্রফলের মধ্যে প্রবাহিত মোট তড়িৎ প্রবাহের ৫০ গুণ।

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

এখানে,  $\mu_0$  = শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা

$d\vec{l}$  = পথের ব্যবকলন সরণ ভেট্টের

$\oint$  প্রতীক ঘারা বস্তুপথের সমাকলন বুঝানো হয়েছে।

প্রশ্ন ৩৪। শূন্য স্পিন, স্পিন-এক, স্পিন-দুই কাকে বলে চিত্রসহ লিখ। [সেলু-৩০, আমির-১৫; প্রামাণিক-২৮]

উত্তর : যে স্পিনবিশিষ্ট কণাকে একটি বিন্দুর মতো দেখায় অর্থাৎ সবদিক থেকে দেখলে একইরকম দেখায় তার স্পিনই শূন্য স্পিন।

আবার, কোনো কণাকে একটি একমুখী তারের মতো দেখলে অর্থাৎ 360° কোণে ঘুরালে অর্থাৎ পূর্ণ আবর্তনে দেখতে একই রকম হলে তার স্পিন হবে স্পিন-এক।



চিত্র : শূন্য স্পিন



চিত্র : স্পিন-এক



চিত্র : স্পিন-দুই

আবার, দুই মাথাওয়ালা তারের মতো কোনো বস্তুর স্পিনকে বলা হয় স্পিন-দুই।

প্রশ্ন ৩৫। তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া বলতে কী বোঝ?

[সেলু-৪২, প্রামাণিক-১]

উত্তর : যে ক্রিয়া ঘারা পরিবাহীর ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। সেই ক্রিয়াই হলো তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া।

প্রশ্ন ৩৬। একটি ফেরোচৌম্বক পদার্থকে তাপ দিতে থাকলে কী ঘটবে?

[সেলু-৪৩, প্রামাণিক-৪৫]

উত্তর : ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক গ্রাহীতা (K) তাপমাত্রার ব্যক্তিগতিক। এ কারণে, ফেরোচৌম্বক পদার্থকে তাপ দিতে থাকলে এর চৌম্বক গ্রাহীতা কমতে থাকবে। তাপমাত্রাকে একটি বিশেষ মানের (কুরীবিন্দু) উর্ধ্বে উঠালে বিনিয়ম যুগলায়ন হঠাতে বিলুপ্ত হয়ে বস্তুটি প্যারাচুম্বক পদার্থে পরিণত হবে।

প্রশ্ন ৩৭। দুটি একমুখী সমান্তরাল প্রবাহের ক্ষেত্রে চৌম্বক বল পরস্পরের আকর্ষণ মূলক হয় কেন?

[সেলু-৩২, প্রামাণিক-২৪]

উত্তর : PQ এবং RS দুটি সমান্তরাল পরিবাহী শূন্যস্থানে অবস্থিত। এদের মধ্য দিয়ে যথাক্রমে  $I_1$  ও  $I_2$  প্রবাহ একই দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। পরিবাহী দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব  $r$ ।

PQ পরিবাহীর  $I_1$  তড়িৎ প্রবাহের জন্য RS পরিবাহীর যেকোনো বিপুল মধ্যবর্তী ক্ষেত্রে  $B_1$  এর অভিমুখ পরিবাহীরয়ের সমতলের সাথে দুই এবং সমতলের ভেতরের দিকে।

RS পরিবাহীর  $I_2$  দৈর্ঘ্যের ওপর প্রযুক্ত বল F। ক্ষেত্রের বামহস্ত সূত্রানুসারে এই বলের দিক PQ এর দিকে। অনুরূপভাবে, PQ পরিবাহীর  $I_1$  প্রবাহের জন্য RS এর দিকে এই পরিমাণ বল অনুভব করে।

তাই, দুটি একমুখী সমান্তরাল প্রবাহের ক্ষেত্রে চৌম্বক বল পরস্পরের আকর্ষণমূলক হয়।

প্রশ্ন ৩৮। "চূর্ছক ঘারা বৈদ্যুতিক শক্তি তৈরি করা যাব" – ব্যাখ্যা কর। [জ. বো. '১৬]

উত্তর : একটি গতিশীল চূর্ছক কিংবা তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর প্রভাবে একটি বস্থ তার কুণ্ডলীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তি এবং তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করা যায়। একটি চূর্ছককে স্থির রেখে একটি বস্থ কুণ্ডলীকে চূর্ছকের দিকে দৃত সরালে অথবা বস্থ কুণ্ডলীকে স্থির রেখে চূর্ছকটিকে কুণ্ডলীর দিকে সরালে অথবা চূর্ছক ও কুণ্ডলীকে এক সাথে পরস্পরের দিকে আনলে বস্থ কুণ্ডলীতে তড়িচালক শক্তি অর্থাৎ বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন হবে। এ প্রক্রিয়াটির নাম হলো তড়িৎ চূর্ছকীয় আবেশ।

প্রশ্ন ৩৯। ডায়াচৌম্বক পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সঙ্গেও চূর্ছক ঘারা বিকর্ষিত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৬] [আমির-২০; প্রামাণিক-৪৫, তপন-২৩]

উত্তর : ডায়া চৌম্বক পদার্থের ওপর চৌম্বক ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে একটি চৌম্বক মোমেন্ট আবিষ্ট হয় এবং এর অভিমুখ বহিঃস্থ চৌম্বক ক্ষেত্রের বিপরীত দিকে হয়, ফলে বিকর্ষণ হয়। এজনই ডায়াচৌম্বক, পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সঙ্গেও চূর্ছক ঘারা বিকর্ষিত হয়।

প্রশ্ন ৪০। স্থায়ী চূর্ছক তৈরিতে কাঁচা লোহা ব্যবহার করা হয় না— ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৬] [আমির-২১; প্রামাণিক-৫৪, তপন-৩০]

উত্তর : স্থায়ী চূর্ছক তৈরিতে কাঁচা লোহা ব্যবহৃত হয় না। কারণ স্থায়ী চূর্ছক তৈরির জন্য পদার্থের উচ্চমানের নিয়ন্ত সহনক্ষমতা, উচ্চমানের ধারণক্ষমতা ও হিটেরেসিস লুপের ক্ষেত্রফল বেশি হওয়া প্রয়োজন। এই বৈশিষ্ট্যগুলো কাঁচা লোহায় নেই। তাই কাঁচা লোহাকে কোমল চূর্ছক তৈরিতে ব্যবহার করা হলেও স্থায়ী চূর্ছক তৈরিতে ব্যবহার করা হয় না।

প্রশ্ন ৪১। একটি ছোট দণ্ড দেওয়া হলো। সেটা প্যারাচুম্বক কিংবা ডায়াচৌম্বক কিংবা ফেরোচৌম্বক তা কীভাবে পরীক্ষা করবে?

[সেলু-৩১, প্রামাণিক-৪২]

উত্তর : দণ্ডটিকে সুতা দিয়ে অনুভূমিকভাবে একটি শক্তিশালী তড়িচূর্ছকের দু প্রাতের মাঝে ঝুলিয়ে দিতে হবে। এবার তড়িচূর্ছক চালু করে দিলে (i) দণ্ডটি দৃত ঘূরে তড়িচূর্ছকের N - S বরাবর নিজেকে স্থাপন করলে— দণ্ডটি ফেরো চৌম্বক পদার্থ (ii) ধীরে ধীরে ঘূরে N-S বরাবর স্থাপন করলে— প্যারাচুম্বক পদার্থ এবং (iii) তড়িচূর্ছকের N - S অভিমুখের সঙ্গে সমকোণে স্থাপিত হলে পদার্থটি ডায়া চৌম্বক পদার্থ।

প্রশ্ন ৪২। বিজ্ঞান চৌম্বক মেরু পাওয়া সম্ভব নয় কেন?

[ব. বো. '১৫] [আমির-২৪; প্রামাণিক-৩৫, তপন-৩০]

উত্তর : প্রত্যেক চূর্ছকের দুটি মেরু থাকে— উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু। চূর্ছককে ভাঙলেও দুই মেরু বিভক্ত হয় না। যতবারই ভাঙা হোক, প্রতিটি ভগ্ন অংশেই উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু বিদ্যমান থাকে। এমনকি ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র বা অগ্রচূর্ছকের ক্ষেত্রেও এরূপ ঘটে। তাই বিজ্ঞান চৌম্বক মেরু পাওয়া সম্ভব নয়।

**প্রশ্ন ৪৩।** ক্লিং-এর ডান হস্ত নিয়ম বলতে কী বুঝা? [সেল-৪১, আমির-২]

**উত্তর :** ক্লিং-এর ডান হস্ত নিয়মটি হলো— একটি বিস্তৃতবাহী তারকে বিদ্যুৎ প্রবাহের দিকে বৃষ্টাঙ্গলি রেখে দক্ষিণ হস্তে ধরলে অন্য আঙুলগুলো চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখে ঘিরে থাকবে অর্থাৎ চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্দেশ করবে। এ নিয়ম ডান হস্ত নিয়ম হিসেবে পরিচিত। এ নিয়মে সহজেই কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ণয় করা যায়।

**প্রশ্ন ৪৪।** হিস্টোরেসিস লুপের সাহায্যে পদার্থের কী কী বিষয় জানা যায়? [সেল-৪৫, আমালিক-৫৩]

**উত্তর :** হিস্টোরেসিস লুপের সাহায্যে কোনো চৌম্বক পদার্থের নিম্নোক্ত বিষয়গুলো সম্পর্কে জানা যায়—

১. ধারণ ক্ষমতা; ২. সহনশীলতা; ৩. চৌম্বকগ্রাহীতা ও ৪. প্রবেশ্যতা।

**প্রশ্ন ৪৫।** বায়োট-স্যাভার্টের সূত্রটি বিবৃত কর। [সেল-৮, আমালিক-৯, তপন-৬]

**উত্তর :** বায়োট-স্যাভার্টের সূত্রটি হলো— ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে যে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় তার কোনো বিদ্যুতে চৌম্বকীয় আবেশের মান—

১. বিদ্যুৎ প্রবাহীয়ার সমানুপাতিক;
২. পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক;
৩. পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিদ্যুত সংযোগ রেখা এবং পরিবাহীর অন্তর্ভুক্ত কোণের সাইনের সমানুপাতিক এবং
৪. পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিদ্যুত দূরত্বের বর্গের ব্যন্তানুপাতিক।

**প্রশ্ন ৪৬।** একটি তড়িৎবাহী পরিবাহী চৌম্বক ক্ষেত্রের সমান্তরাল থাকলে এর উপর প্রযুক্ত বল কী হবে? [সেল-৪৪]

**উত্তর :** পরিবাহীর উপর চৌম্বক ক্ষেত্রে কর্তৃক প্রযুক্ত বল,  $F = I/B \sin \theta$ । পরিবাহী চৌম্বক ক্ষেত্রের সমান্তরাল থাকলে  $\theta = 0^\circ$  অর্থাৎ  $\sin \theta = 0$  হয়। কাজেই এক্ষেত্রে পরিবাহীর উপর কোনো বল প্রযুক্ত হবে না।

**প্রশ্ন ৪৭।** চুম্বকের মেরুজয়কে অবিচ্ছেদ্য মনে করা হয় কেন? [সেল-২৯]

**উত্তর :** আমরা জানি, প্রত্যেক চুম্বকের দুটি মেরু থাকে, উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু। চুম্বককে ভাঙলেও দুই মেরু বিভক্ত হয় না। কারণ যতবারই ভাঙা হোক; প্রতিটি উভয় অংশে উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু বিদ্যমান থাকে। এমনকি ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র বা অগু চুম্বকের ক্ষেত্রেও এরূপ ঘটে। অর্থাৎ বিচ্ছিন্ন মেরু পাওয়া সম্ভব নয়। তাই মনে করা হয় চুম্বকের মেরুজয় অবিচ্ছেদ্য।

**প্রশ্ন ৪৮।** কোনো স্থানের বিনতি  $33^\circ S$  বলতে কী বোঝায়?

[ব. বো. '১৫; দ. বো. '১৫] [আমির-২৫; তপন-২১]

**উত্তর :** কোনো স্থানের বিনতি  $33^\circ S$  বলতে বুঝায় এই স্থানে একটি দণ্ড চুম্বককে মুক্তভাবে তার ভারকেন্দ্র হতে ঝুলালে দণ্ড চুম্বকটির দক্ষিণ মেরু অনুভূমিকের নিচের দিকে ঝুলে স্থির থাকবে এবং চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিক তলের সাথে  $33^\circ$  কোণ উৎপন্ন করবে।

**প্রশ্ন ৪৯।** চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জ বল অনুভব করে কেন?

[দি. বো. '১৫] [সেল-২, আমির-২৬; আমালিক-১২]

**উত্তর :** একটি গতিশীল আধান তার চারপাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে। কোনো আধানকে একটি তড়িৎক্ষেত্রে স্থাপন করলে আধানটি একটি তড়িৎ বল অনুভব করে। ঠিক তেমনি কোনো গতিশীল আধানকে কোনো চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে, আধানটির গতিশীলতার কারণে এ চৌম্বকক্ষেত্রে আধানটির উপর একটি বেগ নির্ভর বল বা চৌম্বক বল প্রয়োগ করে। এ বলের মান আধানের পরিমাণ, আধানের বেগ, চৌম্বকক্ষেত্রের মানের উপর নির্ভর করে।

**প্রশ্ন ৫০।** নরম লোহার চেয়ে ইল্পাতের ধারকতা ও সহনশীলতা বেশি কেন? [আমালিক-১৮]

**উত্তর :** নরম লোহার নিশ্চয়-সহনশীলতা ইল্পাত অপেক্ষা কম। অর্থাৎ ইল্পাতকে বিচুক্তকার্যত করতে যে পরিমাণ বিরুদ্ধ চূক্তায়ন ক্ষেত্র প্রয়োজন, তা নরম লোহার তুলনায় অনেক বেশি। এ কারণেই নরম লোহার চেয়ে ইল্পাতের ধারকতা ও সহনশীলতা বেশি।

**প্রশ্ন ৫১।** তড়িৎবাহী কুণ্ডলীকে চৌম্বক মেরুর বলে কেন? [আমালিক-২৫]

**উত্তর :** কোনো কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে, যেদিক থেকে তাকালে কুণ্ডলীর মধ্যে ঘড়ির কঠিটার বিপরীতে তড়িৎ প্রবাহিত হয়, কুণ্ডলীটির সেই প্রান্তে উত্তর মেরু এবং এর বিপরীত প্রান্তে দক্ষিণ মেরুর সৃষ্টি হয়। এ কারণেই তড়িৎবাহী কুণ্ডলীকে চৌম্বক মেরুর বলে। আয়তাকার, বৃত্তাকার ইত্যাদি যেকোনো আকৃতিকারী কুণ্ডলী হোক না কেন প্রত্যেকেই এক একটি চৌম্বক ডাইপোল হিসেবে কাজ করে।

**প্রশ্ন ৫২।** ডায়া, প্যারা ও ফেরোচৌম্বক পদার্থের অধ্যকার তুলনা কর।

[সেল-৩৪, আমির-৩০; আমালিক-৪৩, তপন-২৪]

**উত্তর :** যেসব পদার্থের আণবিক চৌম্বক মেরুর মোমেন্ট শূন্য অর্থাৎ যেসব পদার্থের অগু স্থায়ী চৌম্বক মেরুর নয় সেগুলোই ডায়াচৌম্বক পদার্থ। এসব পদার্থের অগুস্থ বিভিন্ন ইলেক্ট্রনের কক্ষীয় ও শিশন গতির জন্য সৃষ্টি চৌম্বক ভোকল মোমেন্টের ভেষ্টের যোগফল শূন্য হয়। প্যারাচৌম্বক পদার্থের অগুস্থ বিভিন্ন ইলেক্ট্রনের কক্ষীয় ও শিশন গতির জন্য সৃষ্টি চৌম্বক মোমেন্টের ভেষ্টের যোগফল শূন্য হয় না বলে অণুগুলো স্থায়ী চৌম্বক মেরুর 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 ইত্তেজতঃভাবে ছান্নো থাকে এবং ফেরোচৌম্বক পদার্থের কেলাসে অনেকগুলো চৌম্বক মোমেন্ট সমান্তরালে ও একই অভিমুখী থেকে এক একটি ডোমেইন গঠন করে।

**প্রশ্ন ৫৩।** কীভাবে তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বৃদ্ধি করা সম্ভব?

[সেল-৪৯, আমালিক-৫]

**উত্তর :** তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রে,  $B = \frac{4\pi I}{2r}$

সমীকরণ হতে স্পষ্ট যে,  $B \propto n$ ,  $B \propto I$  এবং  $B \propto \frac{1}{r}$  সূতরাং কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা ও তড়িৎপ্রবাহের মান বাড়িয়ে এবং ব্যাসার্ধের মান কমিয়ে কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান (B) বৃদ্ধি করা সম্ভব।

**প্রশ্ন ৫৪।** অস্থায়ী চুম্বক তৈরিতে কাঁচা লোহা ব্যবহার করা হয়?

[সরকারি সৈয়দ হাতে আলী কলেজ, বরিশাল] [সেল-৩৫]

**উত্তর :** অস্থায়ী চুম্বক তৈরিতে কাঁচা লোহা ব্যবহার করা হয়। কারণ কাঁচা লোহার—

১. সম্পৃক্ত চুম্বক মাত্রা উচ্চ মানের।
২. ধারণ ক্ষমতা কম ফলে চৌম্বকক্ষেত্রে সরিয়ে নিলে এটি সম্পূর্ণ চুম্বকত সহজেই হারিয়ে ফেলে।
৩. সহনশীলতা কম।
৪. হিস্টোরেসিস ক্ষয় কম হয়।

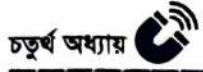
**প্রশ্ন ৫৫।** পরিবাহীর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে এর আশেপাশের কোনো বিদ্যুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের কীভাবে পরিবর্তন হবে?

**উত্তর :** বায়োট-স্যাভার্টের সূত্রানুসারে, কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর আশেপাশের কোনো বিদ্যুতে চৌম্বক সৃষ্টি ক্ষেত্রের মান পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক। তাই পরিবাহীর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে এর আশেপাশের কোনো বিদ্যুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বৃদ্ধি পাবে।

**প্রশ্ন ৫৬।** ট্রালক্রমারের 'কোর' তৈরিতে নরম লোহা ব্যবহৃত হয় কেন?

[সরকারি এম এম কলেজ, ঘৰেং]

**উত্তর :** আমরা জানি, নরম লোহার ধারকতা ও সহনশীলতা এবং চূক্তায়ন পরিমাণ অনেক বেশি এবং সহনশীলতা তুলনামূলকভাবে কম থাকে। তাই ট্রালক্রমারের কোর হিসেবে নরম লোহা ব্যবহৃত হয়।



প্রশ্ন ৫৭। ডোমেইন বলতে কী বুঝা?

[প্রামাণিক-৪৮, তগন-২৮]

উত্তর : ফেরোচৌম্বক পদার্থের অভ্যন্তরে অজস্র কুন্দু কুন্দু অঙ্গল রয়েছে। এ অঙ্গলে  $10^{15} - 10^{19}$  সংখ্যক পরমাণু থাকে এবং এ অঙ্গলটি একটি ব্যক্ত চূম্বকের ন্যায় আচরণ করে। এ অঙ্গলকে ডোমেইন বলে।

প্রশ্ন ৫৮। কাগজ তলে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক কীভাবে নির্দেশিত হয়?

উত্তর : কাগজ তলে উপরের দিকে ও ভিতরের দিকে দুটি অভিলম্ব দিক আছে। চৌম্বক ক্ষেত্র কাগজ তলের বাইরের দিকে অর্থাৎ পাঠকের দিকে তা দেখানোর জন্য কতকগুলো ডট (Dot) চিহ্ন দ্বারা এবং ভিতরের দিকে প্রকাশের জন্য কতকগুলো ক্রস (cross, X) চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের চিহ্ন দেখলেই বুঝা যায় চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক কোন দিকে।

প্রশ্ন ৫৯। বিদ্যুৎ প্রবাহের দ্বারা সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক কীভাবে নির্ণয় করবে?

[সেলু-৩৬, প্রামাণিক-১৭]

উত্তর : একটি বিদ্যুৎবাহী তারকে বিদ্যুৎ প্রবাহের দিকে বৃত্তাঙ্কুলি রেখে দক্ষিণ হস্তে ধরলে অন্য আঙুলগুলো চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্দেশ করবে। এটি ফ্রেমিং এর ডান হস্ত নির্যাম নামে পরিচিত।

প্রশ্ন ৬০। চার্জের অভিমুখ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখ পরস্পর সম্মত হলে পতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল কেমন হবে?

উত্তর : চার্জের অভিমুখ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখ পরস্পর সম্মত হলে পতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান সর্বোচ্চ হবে। e মানের চার্জ B চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে v বেগে অগ্রসর হলে তার উপর ক্রিয়াশীল বল,  $F = Bev$ ।

প্রশ্ন ৬১। পরিবাহী তার হতে কোনো বিদ্যুর দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে চৌম্বক ক্ষেত্র কেমন হবে?

[সেলু-৫০]

উত্তর : বায়োট-স্যান্ডের সূত্রানুসারে, কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর আশেপাশের কোনো বিদ্যুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান পরিবাহীর মধ্যবিদ্যু হতে এ বিদ্যুর দূরত্ত্বের বর্গের ব্যন্তানুপাতিক। তাই পরিবাহী তার হতে কোনো বিদ্যুর দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান হ্রাস পাবে।

প্রশ্ন ৬২। পতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের দিক কীভাবে নির্ণয় করবে?

উত্তর : তান হাত বিস্তৃত করলে আঙুলগুলোর দিক চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক এবং বৃত্তাঙ্কুলি চার্জের বেগের দিক নির্দেশ করলে ধনাত্মক চার্জের ক্ষেত্রে হাতের তালুর উপরে বহিমুখী লম্ব চৌম্বক বলের দিক নির্দেশ করবে। ঝণাঝক চার্জের ক্ষেত্রে বল বিপরীতমুখী অর্থাৎ হাতের তালুর ভেতরের দিকে লম্ব বরাবর হবে।

প্রশ্ন ৬৩। আয়তাকার তড়িৎবাহী কুণ্ডলীকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে কী ঘটবে?

[সেলু-৩৭]

উত্তর : তড়িৎবাহী আয়তাকার কুণ্ডলীকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে এর বাহুর উপর চৌম্বক ক্ষেত্র বল প্রয়োগ করবে। কুণ্ডলীর দুটি বিপরীত বাহুর উপর সমান ও বিপরীতমুখী বল প্রযুক্ত হওয়ায় এটি টক বা ব্যবর্তন বল লাভ করবে। ফলে কুণ্ডলীটি ঘুরতে চেঁটা করবে।

প্রশ্ন ৬৪। সিলু-১ বিশিষ্ট কণা কীভাবে শনাক্ত করা যায়?

উত্তর : সিলু-১ বিশিষ্ট কণা দেখতে একমুখী তাঁরের মতো। এ কণাকে  $360^{\circ}$  ঘূরালে একই রকম দেখা যাবে। অর্থাৎ পূর্ণ আবর্তনে সিলু-১ বিশিষ্ট কণা দেখতে একই রকম হয়। এসব দেখে সিলু-১ বিশিষ্ট কণা শনাক্ত করা যায়।

প্রশ্ন ৬৫। বিশেষভাবে নির্মিত চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যদিয়ে এক বাঁক সিলভার ধাতুর পরমাণু প্রবাহিত করলে কী ঘটবে?

[সেলু-৪৬]

উত্তর : বিশেষভাবে নির্মিত চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে সিলভার ধাতুর এক বাঁক পরমাণু প্রবাহিত করা হলে পরমাণুসমূহ দুই তাগ হয়ে যায়। এর কারণ প্রতিটি পরমাণুর ইলেক্ট্রন একাই কুন্দু চূম্বক বিমেরুর মতো আচরণ করে এবং এদের দুটি ভিন্ন দিক থাকে। পরমাণুসমূহ বিমেরুকে যাওয়ায় বোধ যায় যে, পরমাণুসমূহ চূম্বকের ন্যায় আচরণ করে।

প্রশ্ন ৬৬। চৌম্বক শলাকাকে দক্ষিণ মেরুর দিকে নিয়ে গেলে কী হবে?

উত্তর : চৌম্বক শলাকাকে দক্ষিণ মেরুর দিকে নিয়ে যেতে থাকলে এর দক্ষিণ মেরু ক্রমশ ভূ-পৃষ্ঠের দিকে ঝুকে যায়। এভাবে ধীরে ধীরে শলাকাটিকে ভূ-চূম্বকের দক্ষিণ মেরুতে নিয়ে গেলে এর চৌম্বক অক্ষ দক্ষিণ মেরু নিচে রেখে সম্পূর্ণ উল্লম্ব হয়ে থাকে।

প্রশ্ন ৬৭। পৃথিবী এক চূম্বকের মতো আচরণ করে— ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-৪৭, আমির-৩০, প্রামাণিক-৩০, তগন-১৭]

উত্তর : মুক্তভাবে সূতার সাহায্যে অনুভূমিকভাবে ঝুলান একটি চূম্বক শলাকা সব সময় পৃথিবীর উত্তর-দক্ষিণ মেরু বরাবর অবস্থান করে। দীর্ঘদিন খাড়াভাবে মাটিতে পোতা একটি লোহার দণ্ডে ক্ষীণ চূম্বক ধর্ম দেখা যায়। এই সকল উদাহরণ পর্যালোচনা করে এই সিদ্ধান্ত নেওয়া যায় যে, পৃথিবী একটি বৃহৎ চূম্বক।

প্রশ্ন ৬৮। ডায়াচৌম্বক পদার্থের ধর্ম লেখ।

[সেলু-৪৮]

উত্তর : নিম্ন ডায়াচৌম্বক পদার্থের ৪টি ধর্ম দেওয়া হলো—

- এরা চূম্বক দ্বারা বিকর্ষিত হয়।
- এরা কঠিন, তরল এবং বায়বীয় হয়।
- এদের চৌম্বক ধারকত ধর্ম নেই।
- এদের কুরী বিদ্যু নেই।
- এদের চৌম্বকগ্রাহিতা বা প্রবণতা ঝণাঝক।

প্রশ্ন ৬৯। চৌম্বক মধ্যতলের সাথে সমকোণে অবস্থিত কোন তলে আপাত বিনতির মান অসীম কেন? ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-২২]

উত্তর : পৃথিবীর কোনো স্থানে ভারকেন্দু দিয়ে মুক্তভাবে ঝুলত চূম্বকের চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিকের সাথে যে কোন উৎপন্ন করে স্থির থাকে তাকে ঐ স্থানের ভূ-চূম্বকের বিনতি কোণ বা বিনতি বলে। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানের বিনতি বিভিন্ন। এখন চৌম্বক মধ্যতলের সাথে সমকোণে অবস্থিত কোনো তলের সাথে চৌম্বক অক্ষ  $90^{\circ}$  কোণ উৎপন্ন করে ফলে  $\frac{V}{H} = \frac{B \sin 90^{\circ}}{B \cos 90^{\circ}} = \infty$

এক্ষেত্রে,  $\delta = \tan^{-1}(\infty) = \infty$  অর্থাৎ আপাত বিনতির মান অসীম হবে।

প্রশ্ন ৭০। হল ক্রিয়ার সাহায্যে কি কি নির্ণয় করা যায়?

[সেলু-১৭, প্রামাণিক-২৩]

উত্তর : হল ক্রিয়ার সাহায্যে নিম্নোক্ত বিষয়গুলো নির্ণয় করা যায় :

- প্রবাহ সৃষ্টিকারী চার্জের প্রকৃতি (ধনাত্মক বা ঝণাঝক)
- হল বিভব ও প্রতি একক আয়তনে চার্জের সংখ্যা।

প্রশ্ন ৭১। তড়িৎবাহী পরিবাহীর চতুর্দিকে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো বিদ্যুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের আবল্য  $\cos \alpha$  এর সমানুপাতিক না হয়ে  $\sin \alpha$ -এর সমানুপাতিক হয় কেন?

[সেলু-১০]

উত্তর : কোনো চূম্বক বা তড়িৎবাহী তারের চতুর্দিকে যে অঙ্গল জুড়ে একটি চৌম্বক শলাকা বিক্ষেপ দেখায় তাই এই চৌম্বক বা তড়িৎবাহী তারের চৌম্বক ক্ষেত্রের আবল্যের উপর সংযোগ রেখার উল্লম্ব উপাংশের সমানুপাতিক। অনুভূমিক ও উল্লম্ব উপাংশকে যথক্রমে  $\cos \alpha$  ও  $\sin \alpha$  দ্বারা প্রকাশ করা যায়। এজন্যই তড়িৎবাহী পরিবাহীর চতুর্দিকে সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো বিদ্যুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের আবল্য  $\cos \alpha$  এর সমানুপাতিক না হয়ে  $\sin \alpha$  এর সমানুপাতিক হয়।