

# তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ

## Electromagnetic Induction and Alternating Current

অধ্যায়  
০৫

এ অধ্যায়ে  
অন্য সংযোজন

শিখনফলের  
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

পাঠ্যবইয়ের সূত্রসহ  
সমষ্টি অধ্যায়ের  
প্রশ্ন ও উত্তর

সেরা কলেজের  
প্রশ্ন বিশ্লেষণ

আপস-এ  
MCQ Exam

### ডু. মি. কা (Introduction)

১৮১৯ খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী ও যেমনস্টেড আবিষ্কার করেন, তাড়িৎ প্রবাহ চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি করতে পারে। এ আবিষ্কারের পর বিজ্ঞানীদের মনে কৌতুহল সৃষ্টি হয়, চৌম্বকক্ষেত্র তাড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করতে পারে কি-না? এই কৌতুহল থেকে বিভিন্ন বিজ্ঞানী পৃথকভাবে কাজ শুরু করেন। ১৮৩১ খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী মাইকেল ফ্যারাডে সর্বপ্রথম এই কৌতুহলের অবসান ঘটান। তিনি আবিষ্কার করেন যে, চৌম্বকক্ষেত্র দ্বারাও তাড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করা যায় যা তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশ নামে পরিচিত। তাড়িৎ প্রবাহ দুই প্রকার— সমতাড়িৎ প্রবাহ এবং পরিবর্তী তাড়িৎ প্রবাহ। তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশ ও পরিবর্তী তাড়িৎ প্রবাহ আমাদের দৈনন্দিন জীবনযাপনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে অপরিহার্য বিষয় বলে বিবেচিত।

### ► 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 ফরয়াট অনুসরণে শিখনফলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

সূজনশীল অংশ  
কমন উপযোগী প্রশ্ন ও উত্তর  
পৃষ্ঠা : ৩৪৩-৩৭২

বহুনির্বাচনি অংশ  
১০০% নির্ভুল প্রশ্ন ও উত্তর  
পৃষ্ঠা : ৩৭৩-৩৮৫



### যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সূজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নব্যাংকে পৃষ্ঠা ৩৮৭



### এক্সক্লুসিভ সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও ইচ্যুএসসি পরীক্ষা উপযোগী সাজেশন্স পৃষ্ঠা ৩৮৮



### বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধারার গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নের সম্বন্ধে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ৩৮৮



### এক্সক্লুসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পৃষ্ঠাগত প্রস্তুতি নিশ্চিতকরে অভিনব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ৩৮৮

### EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রশ্নোত্তর পৃষ্ঠা ৩৮৯

চিচার্স ম্যানুয়াল অনুসরণে  
ভিন্ন ধারায় উপস্থাপন



শিখনফল

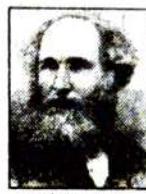


শিখন যাচাই



উপকরণ

### অধ্যায় সংশ্লিষ্ট বিজ্ঞানীর পরিচিতি



**ম্যাক্সেল** টিশ পদার্থবিজ্ঞানী জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সেল দেখান যে, আলোক এক প্রকার তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গ। তিনি তাড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্রকে একীভূত করে তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গের বিকাশ ঘটান।



**ফারাডে** ব্রেজ পদার্থবিজ্ঞানী মাইকেল ফারাডে তাড়িৎ বলবেরার ধারণা প্রদান করেন। তাড়িৎ রসায়নেও তাঁর অবদান অসামান্য। ফ্যারাডে প্রতিষ্ঠা করেন যে, চূম্বক আলোক রশ্মিকে প্রভাবিত করে।



**হেইনেল** পদার্থবিদ হেনরিখ ফেডরিক ইমিল লেঞ্জ তাড়িচালক বলের ফলে সৃষ্টি তাড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ নির্ণয়ের জন্য একটি সূত্র প্রদান করেন। তাঁর নামানুসারে এ সূত্রকে লেঞ্জ-এর সূত্র বলা হয়।



### ও.য়ে.ব.সা.ই.ট তথ্য সংযোগ

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

[https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic\\_induction](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_induction)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Alternating\\_current](https://en.wikipedia.org/wiki/Alternating_current)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Solenoid>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Electromotive\\_force](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromotive_force)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Lenz%27s\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Lenz%27s_law)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Eddy\\_current](https://en.wikipedia.org/wiki/Eddy_current)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Transformer>

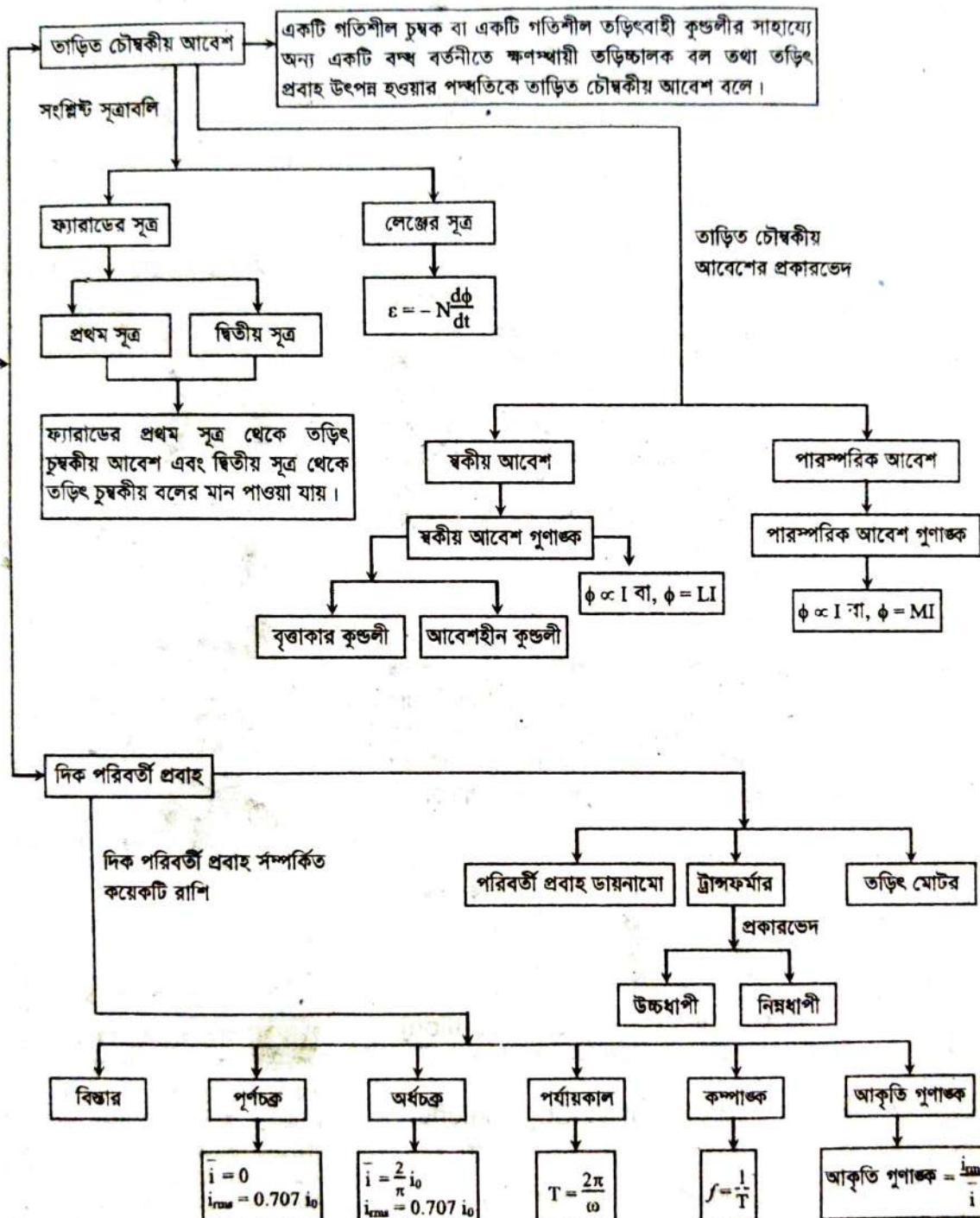
<https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamo>

৭৯  
নজরে

অধ্যায়ের  
প্ৰবাহ চিত্ৰ

প্ৰিয় শিক্ষার্থী বন্ধুৱা, কোনো অধ্যায়েৰ বিষয়বস্তুৰ বিন্যাস ও ধাৰাবাহিকতা সম্পর্কে  
পূৰ্ব হতে ধাৰণা থাকলে প্ৰশ্ন ও উত্তৰ আৰুচি কৰা সহজ হয়। নিম্নে এ অধ্যায়েৰ  
গুৱাহাটী বিষয়াবলি প্ৰবাহ চিত্ৰ (Flow Chart) আকাৰে উপস্থাপন কৰা হলো, যা  
তোমাদেৰ সহজেই এক নজৰে অধ্যায়টি সম্পর্কে স্পষ্ট ধাৰণা পেতে সহায়তা কৰবে।

১০৮২  
স্বতীয় পদার্থবিজ্ঞান  
৭৯ তাড়িত চৌৰকীয় আবেশ



অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis).....

- ৬৬ টি সূজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ (বোৰ্ড প্ৰশ্ন ১২টি + অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৩৭টি + মাস্টাৰ ট্ৰেইনাৰ প্ৰশ্ন ১১টি + কলেজ প্ৰশ্ন ৫টি + সমৰ্পিত প্ৰশ্ন ১টি)
- ৩০২ টি বহুনিৰ্বাচনি প্ৰশ্ন ও উত্তৰ (বোৰ্ড প্ৰশ্ন ৮৮টি + মাস্টাৰ ট্ৰেইনাৰ প্ৰশ্ন ১০৪টি + কলেজ প্ৰশ্ন ১০২টি + অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৩৮টি)

অনলাইনে প্ৰস্তুতি যাচাই

INTERNET  
BASED

সূজনশীল মডেল টেস্ট ০৫টি  
বহুনিৰ্বাচনি মডেল টেস্ট ০৫টি





শ্রিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পর্কুলে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দৃষ্টি অংশে বিভক্ত—সৃজনশীল অংশ ও বহুনির্বাচনি অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও উত্তরের পাশাপাশি এইচএসসি পরীক্ষা, যাটার ট্রেইনার প্র্যানেল, সর্বশেষ সংশোধিত ফরমাট অনুসৃত হয়েছে। প্রশ্ন ও উত্তরে

### অধ্যায়ের শিখনক্ষম

অধ্যায়টি অনুশীলন করে আমি যা জানতে পারব—

- তাড়িতচৌমুকীয় আবেশ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- চূর্ছকের সাহায্যে তড়িৎশক্তি উৎপাদন বর্ণনা করতে পারব।
- আবিষ্ট তড়িচালক বল সৃষ্টি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ফ্যারাডের তাড়িতচৌমুকীয় আবেশের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব।
- লেজের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব।
- লেজের সূত্রের সাথে শক্তির নিয়তার সূত্রের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।
- স্বকীয় আবেশ ও পারম্পরিক আবেশ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- দিক পরিবর্তী প্রবাহ সূচিতে কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারব।
- বর্গমূলীয় গড় মান নির্ণয় করতে পারব।
- তড়িচালক শক্তির গড় মান নির্ণয় করতে পারব।



### সকল বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষার সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

শ্রিয় শিক্ষার্থী, সারা দেশের ৮টি শিক্ষা বোর্ডের এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯, ২০১৮, ২০১৭, ২০১৬ ও ২০১৫-এ আসা এ অধ্যায়ের সৃজনশীল 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** শিলা দিকপরিবর্তী তড়িচালক শক্তির একটি সমীকরণ লিখল এভাবে  $E = 6 \sin 314t$ . নাবিল বলল, কার্যকর তড়িচালক শক্তির মান  $6\text{ V}$  এর কম হবে।

**ক.** এক ফ্যারাড কী?

১

**খ.** কোনো বস্তুর চার্জ  $0.8 \times 10^{-19}\text{ C}$  হতে পারে না—  
ব্যাখ্যা কর।

২

**গ.** তড়িচালক বলের পর্যায়কাল নির্ণয় কর।

৩

**ঘ.** নাবিল কি সঠিক বলেছিল? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

৪

[চ. রো. '১৯]

### ১নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** কোনো ধারককে এক কুলুর চার্জ প্রদান করলে যদি এর বিভব এক ভোল্ট বৃত্তি পায়, তবে উক্ত ধারকের ধারকত্বকে এক ফ্যারাড বা সংক্ষেপে ফ্যারাড বলে।

**খ.** কোন বস্তুতে আধানের মান নিরবচ্ছিন্ন হতে পারে না, একটি নির্দিষ্ট সর্বনিম্ন মানের সরল গুণীতক হবেই। যেহেতু বস্তুর আধান  $0.8 \times 10^{-19}\text{ C}$  যা একটি নির্দিষ্ট সর্বনিম্ন মান (ইলেকট্রনের আধান  $1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ ) এর সরল গুণীতক নয় অতএব কোনো বস্তুর চার্জ  $0.8 \times 10^{-19}\text{ C}$  হতে পারে না।

**গ.** এখানে,  $E = 6 \sin 314t$

উক্ত সমীকরণে  $E = E_0 \sin \omega t$  এর সাথে তুলনা করে পাই,

$$E_0 = 6\text{ V} \text{ এবং } \omega = 314$$

$$\text{বা, } \frac{2\pi}{T} = 314$$

$$\text{বা, } T = \frac{2\pi}{314} = 0.02001\text{ s}$$

**ঘ.** উক্তিপক্ষে তড়িচালক শক্তির সর্বোচ্চ মান,  $E_0 = 6\text{ V}$  ('গ' হতে)

∴ কার্যকর তড়িচালক শক্তির মান,

$$E_{\text{max}} = 0.707 \times E_0 = (0.707 \times 6)\text{ V} = 4.2\text{ V}$$

এখানে,  $E_{\text{max}} < 6\text{ V}$

অতএব নাবিলের বক্তব্য সঠিক ছিল।

### শিখন অর্জন যাচাই

- তাড়িত চৌমুকীয় আবেশ সম্পর্কে জানতে পারব।
- আবিষ্ট তড়িচালক বল নির্ণয় করতে পারব।
- লেজের সূত্র শিখতে পারব।
- দিক পরিবর্তী প্রবাহ কীভাবে সৃষ্টি হয় তা জানতে পারব।
- বর্গমূলীয় গড় মান নির্ণয় করতে পারব।
- তড়িচালক শক্তির গড় মান নির্ণয় করতে পারব।

### শিখন সহায়ক উপকরণ

- দণ্ড চূর্ছক, একটি বৰ্ত্ত তারকুণ্ডলী, গ্যালভানোমিটার।
- চূর্ছকের সাহায্যে তড়িৎ শক্তি উৎপাদনের ছবি।
- এ. সি. ডায়নামোর একটি ছবি, ট্রান্সফরমারের ছবি।
- ক্যালকুলেটর, পাঠসংগ্রহ ভিডিও ক্লিপ।

**প্রশ্ন ২** | একটি বিদ্যুৎ উৎপাদনকারী কুণ্ডলীকে  $20\text{ Wbm}^{-2}$  মানের সূষ্ম চৌমুক ক্ষেত্রে  $6.28\text{ rad s}^{-1}$  সমকোণিক বেগে ঘূরতে দেয়া হলো। কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা ও ক্ষেত্রফল যথাক্রমে  $100$  এবং  $1.0\text{ m}^2$ ।

**ক.** স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কাকে বলে?

১

**খ.** গ্যালিলিও বৃপ্তির লরেঞ্জ বৃপ্তিরের একটি বিশেষ অবস্থা—ব্যাখ্যা কর।

২

**গ.** যখন কুণ্ডলীটি চৌমুক ক্ষেত্রের সাথে লম্বালম্বিতভাবে থাকে তখন কুণ্ডলীতে আবিষ্ট ভোল্টেজের মান কত?

৩

**ঘ.** কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌমুক হলোজের সর্বোচ্চ মান এবং কুণ্ডলীতে আবিষ্ট ভোল্টেজের সর্বোচ্চ মান একই সময়ে হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ বক্তব্য কর।

৪

[পি. রো. '১৯]

### ২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** কোনো বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ একক হারে পরিবর্তিত হলে যে তড়িচালক শক্তি উভব হয় তাকে স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

**খ.** লরেঞ্জ বৃপ্তির সমীকরণসমূহ:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ y' = y; z' = z \\ t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

যদি  $v \ll c$  হয় তখন  $\frac{v}{c} = 0$

সুতরাং লরেঞ্জ বৃপ্তির সমীকরণগুলো দাঢ়ায়

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - 0}} = x - vt$$

$$y' = y; z' = z; t' = t$$

যা আসলে গ্যালিলীয় বৃপ্তির সমীকরণ

যা গ্যালিলীয় বৃপ্তির লরেঞ্জ বৃপ্তিরের এক বিশেষ অবস্থা।

এখনে, চৌম্বক ফ্লাক্স,

$$\varphi = AB \cos \theta \\ = AB \cos \omega t$$

আবিষ্ট তড়িচালক ভোল্টেজ,

$$e = -N \frac{d\varphi}{dt} = +NAB \omega \sin \omega t$$

আমরা জানি,  $t = 0, \frac{\pi}{\omega}, \frac{2\pi}{\omega}$  ইত্যাদি সময়ে কুন্ডলী চৌম্বকক্ষেত্রের  
সাথে লম্বালম্বি অবস্থান করে।

সূতরাং  $t = 0$  হলে

$$e = NAB \omega \sin 0 = 0$$

অর্থাৎ এ সময় কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তির মান সর্বনিম্ন হয়।

ধৰা যাক,  $t = 0$  সময়ে

$$\text{চৌম্বক ফ্লাক্স}, \varphi = AB \cos \omega t = AB \cos 0$$

$$= AB = \text{সর্বোচ্চ}$$

আবার ঐ সময়ে ( $t = 0$ ) আবিষ্ট তড়িচালক

$$\text{ভোল্টেজের মান}, e = +NAB \omega \sin \omega t \times 0 = 0 = \text{সর্বনিম্ন}$$

$$\text{আবার}, t = \frac{T}{4} \text{ হলে}, \varphi = AB \cos \frac{\omega T}{4} = AB \cos \frac{\pi}{2} = 0 = \text{সর্বনিম্ন}$$

$$\text{আবার}, t = \frac{T}{4} \text{ হলে}, e = NAB \omega \sin \frac{\omega T}{4}$$

$$= NAB \omega \sin \frac{\pi}{2} = NAB \omega = e_0$$

$$= \text{সর্বোচ্চ মান}$$

∴ একই সময়ে কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বকফ্লাক্স ও আবিষ্ট তড়িচালক শক্তির মান সর্বোচ্চ হবে না।

**প্রয়োগ ২** একটি ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুন্ডলীতে প্রযুক্ত প্রবাহমাত্রা  $i = 5 \sin 100 \pi t$ । এর গৌণ কুন্ডলীতে প্রাপ্ত ক্ষমতা  $150 \text{ W}$  এবং গৌণ কুন্ডলীর রোধ  $20 \Omega$ ।

ক. হল প্রভাব কাকে বলে?

১

খ. কঠিন ও কোমল চৌম্বক পদার্থ নির্ধারণে হিস্টেরেসিস

লুপের ব্যবহার ব্যাখ্যা কর।

২

গ. মুখ্য কুন্ডলীতে কার্যকর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে উদ্দীপকের ট্রান্সফর্মারের  
প্রকৃতি নির্ধারণ কর।

৪

[বি. বো. '১৯]

### ৩০১০ প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তলের ক্ষেত্রফল এবং ঐ তলের লম্ব বরাবর চৌম্বক  
ক্ষেত্রের উপাংশের গুণফলই ঐ তলের সাথে সংশ্লিষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্স।

খ. তড়িত চৌম্বক আবেশের উপর ভিত্তি করে ট্রান্সফর্মার তৈরি  
করা হয়। ট্রান্সফর্মার কেবল এ.সি. লাইনে ব্যবহার করা হয়। কারণ  
ট্রান্সফর্মার ডি.সি. লাইনে কাজ করে না। মুখ্য কুন্ডলীতে ডি.সি.  
ভোল্টেজ বা প্রবাহ প্রয়োগ করলে ট্রান্সফর্মারের মজ্জার মধ্য দিয়ে  
ধ্বনিমানের চৌম্বক ফ্লাক্স গমন করে। এ ধ্বনিমানের চৌম্বক ফ্লাক্স গৌণ  
কুন্ডলীতে কোনো তড়িচালক বল আবিষ্ট করতে পারে না। ফলে  
ইনপুট ডি.সি. ভোল্টেজের মান যাই হোক না কেন, আটপুট গৌণ  
কুন্ডলীর ভোল্টেজ সর্বদাই শূন্য হয়। তাই ট্রান্সফর্মার ডিসি প্রবাহে  
কাজ করে না।

গ. এখনে, মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজ,  $E_p = 220 \text{ V}$

গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N_p = 500$

গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N_s = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\text{বা, } N_s = \frac{N_p \times E_s}{E_p} = \frac{500 \times 2200}{220} = 5000$$

অতএব, গৌণকুন্ডলীর পাকসংখ্যা 5000।

ঘ. এখনে, মুখ্য কুন্ডলীর রোধ,  $R_p = 0.5 \Omega$

আমরা জানি,

মুখ্য কুন্ডলীতে প্রদত্ত শক্তি = গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট শক্তি  
উভয়পক্ষে সময় ধ্বনি ভাগ করে পাই,

মুখ্য কুন্ডলীর ক্ষমতা = গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট ক্ষমতা

বা,  $P_p = P_s$

$$\text{বা, } \frac{E_p^2}{R_p} = \frac{E_s^2}{R_s} \left[ \because P = \frac{V^2}{R} \right]$$

$$\text{বা, } \frac{R_p}{R_s} = \frac{E_p^2}{E_s^2} = \left( \frac{220}{2200} \right)^2$$

$$\therefore R_p : R_s = 1 : 100$$

ঘ. 'গ' হতে পাই,

$$\text{মুখ্য কুন্ডলীতে কার্যকর প্রবাহমাত্রা, } I_{rms} = \frac{5}{\sqrt{2}} A = 3.54 A$$

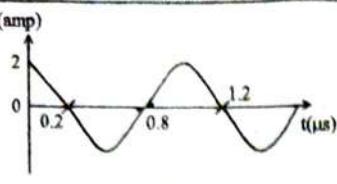
ধরি, গৌণ কুন্ডলীতে কার্যকর প্রবাহমাত্রা  $I_{rms}'$



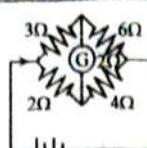
### ইচএসসি পরীক্ষা ২০১৮ এর প্রশ্ন ও উত্তর

১

অংশ



১ম চিত্র



২য় চিত্র

রাফি ও শাফি উপরের চিত্র মোতাবেক কাজ করছে। রাফি বলল ১ম চিত্রের তড়িৎ প্রবাহের বিস্তারের সমান তড়িৎ প্রবাহ ২য় চিত্রের বর্তনীর জন্য যথার্থ। কিন্তু শাফি বলল, “না”, ২য় চিত্রের বর্তনীর জন্য যথার্থ তড়িৎপ্রবাহ হচ্ছে ১ম চিত্রের তড়িৎ প্রবাহের গড় মানের সমান।

২

ক. পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক কাকে বলে?

১

৩

খ. লেনজ এর সূত্রের ভৌত তাৎপর্য লিখ।

২

৪

গ. ১ম চিত্র থেকে  $6.8 \mu\text{s}$  পর তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর।

৩

ঘ. কার উক্তি সঠিক যাচাই কর।

৪

[খ সেট: ঢাকা; সিলেট; দিনাজপুর বোর্ড '১৮]

### ৫ম প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো মুখ্য কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ একক হারে পরিবর্তিত হলে গৌণ কুণ্ডলীতে যে আবিষ্ট তড়িতচালক শক্তি উৎপন্ন হয় তাকে পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

খ. কোনো দণ্ড চূমককে কুণ্ডলীর দিকে নিয়ে যাওয়ার সময় দুই সময়ের বিকর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ বা গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। একইভাবে চূমকটি সরিয়ে নেওয়ার সময় দুই বিপরীত মেরুর আকর্ষণ বলের বিরুদ্ধেও কাজ বা গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। এ যান্ত্রিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে। এটি লেজের সূত্রের শক্তির নিয়ত্যতা সূত্র।

এটিই লেজের সূত্রের ভৌত তাৎপর্য।

গ. উদীপক অনুসারে, ১নং চিত্রের তড়িৎপ্রবাহের বিস্তার ২ এবং  $t = 0$  তে এটি বিস্তারে অবস্থান করছে। সূতরাং, তড়িৎ প্রবাহটি একটি cosine curve হবে।

পরিবর্তী প্রবাহটির পর্যায়কাল,  $T = 0.8 \mu\text{s} = 0.8 \times 10^{-6} \text{s}$ 

$$\therefore \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.1416}{0.8 \times 10^{-6}} \text{ rad s}^{-1}$$

$$= 7854000 \text{ rad s}^{-1}$$

১নং চিত্রের প্রবাহটির সমীকরণ,  $I = 2 \cos \omega t$ যেখানে,  $\omega = 7854000 \text{ rad s}^{-1}$ ১.  $6.8 \mu\text{s}$  পর তড়িৎ প্রবাহটির মান,

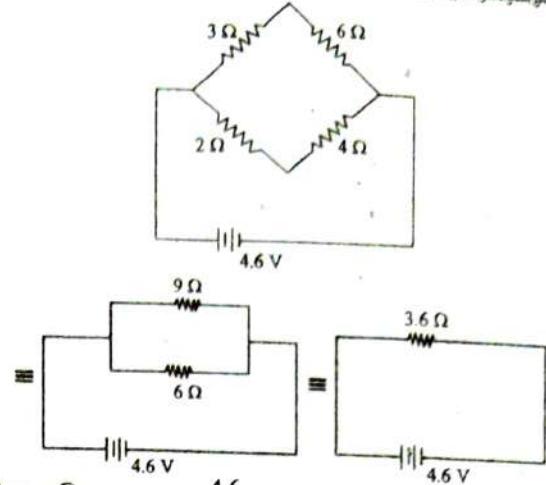
$$I_{6.8 \mu\text{s}} = 2 \cos (7854000 \times 6.8 \times 10^{-6}) \text{ A}$$

$$= -2 \text{ A}$$

অতএব, উদীপকের ১ম চিত্রে  $6.8 \mu\text{s}$  পর তড়িৎ প্রবাহের মান - 2 A.ঘ. উদীপকে প্রদত্ত ত্রীজ বর্তনীতে, ১ম বাহুর রোধ,  $P = 3 \Omega$ ২য় বাহুর রোধ,  $Q = 6 \Omega$ ৩য় বাহুর রোধ,  $R = 2 \Omega$ ৪র্থ বাহুর রোধ,  $S = 4 \Omega$ 

$$\begin{aligned} \frac{P}{Q} &= \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \\ \frac{R}{S} &= \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \\ \therefore \frac{P}{Q} &= \frac{R}{S} \end{aligned}$$

অতএব, হুইটস্টেন ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় আছে। অর্থাৎ গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ শূন্য। সূতরাং, গ্যালভানোমিটারটিকে এখানে খোলা বর্তনী হিসেবে বিবেচনা করা যায়। সেক্ষেত্রে, বর্তনীটির বৃপ্ত দাঁড়ায়—



$$\text{বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ}, I = \frac{4.6}{3.6} \text{ A} = 1.27 \text{ A}$$

$$1n\text{ং চিত্রের তড়িৎ প্রবাহের শীর্ষমান} = 2 \text{ এবং গড়মান} = \frac{2}{\pi} \times 2 = 1.27 = 2n\text{ং চিত্রের বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ}.$$

দেখা যাচ্ছে ২নং চিত্রের বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ ১নং চিত্রের তড়িৎ প্রবাহের গড় মানের সমান। অতএব, শাফির উক্তি সঠিক।

### ইচএসসি পরীক্ষা ২০১৭ এর প্রশ্ন ও উত্তর

১

অংশ

সায়েম পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগারে একটি তার কুণ্ডলী নিয়ে পরীক্ষা করছে। সে 500 পাকের কুণ্ডলীতে 2.5 A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে চৌম্বক ফ্লাজের পরিবর্তন পেল  $2 \times 10^{-2} \text{ Wb}$ । সায়েম ধারণা করছে, কুণ্ডলীটিতে 2 s সময় পর্যন্ত তড়িৎ প্রবাহ চালিয়ে সে 8 V আবিষ্ট তড়িতচালক শক্তি পাবে।

২

ক. লরেঞ্জ বল কী?

খ. কোনো কুণ্ডলীর চৌম্বক ক্ষেত্রের মান 15 T বলতে কী বুঝায়? ১

গ. কুণ্ডলীটির স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ২

ঘ. সায়েমের ধারণার যথার্থতা যাচাই কর। ৩

[ৱা. বো. '১৭]

### ৬ম 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। চৌম্বক ক্ষেত্র  $B$  এবং বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র  $E$  হলে উভয় ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে ইলেক্ট্রনের গতির জন্য লরেঞ্জ বল—

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

খ. কোনো কুণ্ডলীর চৌম্বকক্ষেত্রের মান 15 T বলতে বুঝায় এই কুণ্ডলীর চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিযুক্তের সাথে সমকোণে 1 কুলো চার্জ  $1 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল হলে তা 15 N বল অনুভব করবে।

ঘ. এখানে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 2.5 \text{ A}$ চৌম্বক ফ্লাজের মান,  $\phi = 2 \times 10^{-2} \text{ Wb} \times 500 = 10 \text{ Wb}$ স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক,  $L = ?$ আমরা জানি,  $\phi = LI$ 

$$\text{বা, } L = \frac{\phi}{I} = \frac{10 \text{ Wb}}{2.5 \text{ A}} = 4 \text{ H}$$

অতএব, স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্কের মান 4 H.

ঘ. আবিষ্ট তড়িতচালক শক্তি ৪ হলে,

আমরা জানি,

$$e = N \frac{d\phi}{dt}$$

$$= 500 \times \frac{2 \times 10^{-2} \text{ Wb}}{2 \text{ s}}$$

$$= 5 \text{ V}$$

এখানে,  $e < 8 \text{ V}$ 

অতএব, সায়েমের ধারণা যথার্থ নয়।

এখানে, তড়িৎ প্রবাহ,  $dI = 2.5 \text{ A}$ সময়,  $dt = 2 \text{ s}$ পাকসংখ্যা,  $N = 500$ 

চৌম্বক ফ্লাজের পরিবর্তন,

$$d\phi = 2 \times 10^{-2} \text{ Wb}$$

**প্রম্ভ ৭** দুটি দিক পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণ যথাক্রমে  
 $I_1 = 50 \sin 628\pi t$  এবং  $I_2 = 50 \sin 400\pi t$ .

- ক. আবিষ্ট তড়িচালক বল কাকে বলে? ১  
 খ. 'একটি চশমার ক্ষমতা +4 ডায়ন্টার' বলতে কী  
 বুঝায়? ২  
 গ. প্রথম সমীকরণে তড়িতের গড় মান নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. আকৃতি গুণাঙ্ক কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল নয়—  
 উক্তিপক্ষের আলোকে যাচাই কর। ৪

(য. বো. '১৭)

### ৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্থ বর্তনীতে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশে স্ফট ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তিকে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি বলে।

**খ** কোনো একটি চশমার ক্ষমতা +4 ডায়ন্টার বলতে বোঝায়—

১. চশমার ক্ষমতা ধনাত্মক হওয়ায় চশমাটি উত্তল এবং
২. চশমাটির ফোকাস দূরত্ব  $\frac{1}{4}$  মিটার বা  $0.25\text{ m}$  বা  $25\text{ cm}$ , অর্থাৎ চশমাটি  $25\text{ cm}$  দূরে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে একগুচ্ছ আলোকরশ্মিকে একত্রিত (অভিসারী) করবে।

**গ** এখানে, প্রথম সমীকরণ,  $I_1 = 50 \sin 628\pi t$

এই সমীকরণকে  $I = I_0 \sin \omega t$  এর সাথে তুলনা করে পাই,  
 প্রবাহের শীর্ষমান,  $I_0 = 50\text{ A}$

$$\begin{aligned} \text{আবার, আমরা জানি, গড়মান} &= \frac{2}{\pi} \times \text{শীর্ষমান} \\ &= \frac{2}{\pi} \times 50\text{ A} = 31.83\text{ A} \end{aligned}$$

অতএব, প্রথম সমীকরণে তড়িতের গড়মান  $31.83\text{ A}$

**ঘ** এখানে, প্রথম সমীকরণ,  $I_1 = 50 \sin 628\pi t$

এই সমীকরণকে  $I = I_0 \sin \omega t$  এর সাথে তুলনা করে পাই,  
 প্রবাহের শীর্ষমান,  $I_0 = 50\text{ A}$

$$\omega = 2\pi f = 628\pi$$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক}, f = \frac{628\pi}{2\pi} = 314\text{ Hz.}$$

প্রথম সমীকরণে,

$$\begin{aligned} \text{আকৃতি গুণাঙ্ক} &= \frac{\text{প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূলমান}}{\text{প্রবাহের গড়মান}} \\ &= \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \times \text{প্রবাহের শীর্ষমান}}{\frac{2}{\pi} \times \text{প্রবাহের শীর্ষমান}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \times 50\text{ A}}{\frac{2}{\pi} \times 50\text{ A}} = 1.11 \end{aligned}$$

আবার, দ্বিতীয় সমীকরণ,  $I_2 = 50 \sin 400\pi t$

এই সমীকরণকে  $I = I_0 \sin \omega t$  এর সাথে তুলনা করে পাই,  
 প্রবাহের শীর্ষমান,  $I_0 = 50\text{ A}$

$$\omega = 2\pi f = 400\pi$$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক}, f = \frac{400\pi}{2\pi} = 200\text{ Hz}$$

$$\text{আকৃতি গুণাঙ্ক} = \frac{\text{প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূলমান}}{\text{প্রবাহের গড়মান}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \times \text{প্রবাহের শীর্ষমান}}{\frac{2}{\pi} \times \text{প্রবাহের শীর্ষমান}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \times 50\text{ A}}{\frac{2}{\pi} \times 50\text{ A}} = 1.11 \end{aligned}$$

এখানে, দুই সমীকরণ থেকে প্রাপ্ত কম্পাঙ্কের মান ভিন্ন হওয়া সত্ত্বেও উভয়ের আকৃতি গুণাঙ্কের মান সমান। সুতরাং আমরা বলতে পানি আকৃতি গুণাঙ্কের মান কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল নয়।

- প্রম্ভ ৮**  $100\text{ cm}^2$  গড় ক্ষেত্রফল এবং  $200$  পাকসংখ্যানিশিট একটি বস্থ কুণ্ডলীকে  $0.2 \times 10^{-4}$  tesla মানের একটি সূমন চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে লম্বভাবে রাখা আছে। কুণ্ডলীটিকে  $\frac{1}{10}\text{ s}$ -এ  $180^\circ$  ঘূরানো হলো।
- ক. বহির্জাত অর্ধপরিবাহী কাকে বলে? ১  
 খ. পদার্থের চৌম্বক ধর্ম কীভাবে প্রকৃতিগতভাবে সৃষ্টি হয় ২  
 গ. কুণ্ডলীটিতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তির গড় মান নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. কুণ্ডলীটিকে একই বেগে  $360^\circ$  ঘূরালে আবিষ্ট বিন্দুৎ প্রবাহের প্রকৃতি কীবৃপ্ত হবে—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(চ. বো. '১৭)

### ৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যেসব অর্ধ পরিবাহীতে অপদ্রব্য মিহিত থাকে তাদেরকে বহির্জাত অর্ধপরিবাহী বলে।

**খ** আমদের পৃথিবীর অন্তর্বস্তুর শতকরা  $60\%$  ভাগ অতি উষ্ণ আয়নিত প্রবাহী পদার্থ দ্বারা গঠিত। এই প্রবাহী পদার্থ বিভিন্ন তরে বিন্যস্ত থাকে। পৃথিবীর আপন অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণনের দ্বয়ুন এই প্রবাহী স্তরগুলোর মধ্যে অসম ঘূর্ণন সৃষ্টি হয়। ফলে চৌম্বক ক্ষেত্রের উভব হয়। পৃথিবীর অন্তর্বস্তুতে পরিচলন প্রবাহ সৃষ্টি হওয়ার কারণে তাপ পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে পৃষ্ঠার দিকে সঞ্চালিত হয়ে আসে। পৃথিবীর ঘূর্ণনের ফলে অর্ধমুখী পরিচলন প্রবাহ পদ্ধিম দিকে বিস্কিপ্ত হয় এবং পৃথিবীর গলিত নিকেল-লোহ অন্তর্বস্তুর বাইরের স্তরগুলো ভেতরের দিকে দুট গতিতে ঘোরে। আয়নিত কণাগুলোর গতির ফলে প্রথমে সামান্য চৌম্বকক্ষেত্রের উভব হয় এবং স্তরগুলোর অসম ঘূর্ণনের কারণে এই চৌম্বকক্ষেত্রের মান দুট বৃদ্ধি পায়। এভাবেই পদার্থের চৌম্বকধর্ম প্রকৃতিগতভাবে সৃষ্টি হয়।

**গ** এখানে, গড় ক্ষেত্রফল  $A = 100\text{ cm}^2 = 100 \times 10^{-4}\text{ m}^2$

পাকসংখ্যা,  $N = 200$ ; চৌম্বকক্ষেত্র,  $B = 0.2 \times 10^{-4}\text{ T}$

$$\text{সময়, } t = \frac{1}{10}\text{ s} = 0.1\text{ s}; T = 2t = 2 \times 0.1\text{ s} = 0.2\text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi$$

$360^\circ$  ঘূর্ণনে একটি পূর্ণক্রম সম্পূর্ণ হয় বলে  $180^\circ$  ঘূর্ণনে অর্ধক্রম সম্পূর্ণ হয়।

$$\therefore \text{আবিষ্ট তড়িচালক বল, } \varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt} = -N \frac{d}{dt} (AB \cos \omega t) = \omega NAB \sin \omega t = \varepsilon_0 \sin \omega t$$

$$\therefore \text{গড় মান, } \bar{\varepsilon} = \frac{2\varepsilon_0}{\pi} = \frac{2\omega NAB}{\pi} = \frac{2 \times 10\pi \times 200 \times 100 \times 10^{-4} \times 0.2 \times 10^{-4}}{\pi} = 8 \times 10^{-4}\text{ V}$$

নির্ণেয় গড় তড়িচালক শক্তির মান  $8 \times 10^{-4}\text{ V}$ ।

**ঘ** এখানে, পাকসংখ্যা,  $N = 200$

গড় ক্ষেত্রফল,  $A = 100\text{ cm}^2 = 100 \times 10^{-4}\text{ m}^2$

চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 0.2 \times 10^{-4}\text{ T}$

$$180^\circ$$
 ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময়,  $dt = \frac{1}{10}\text{ s} = 0.1\text{ s}$

$180^\circ$  ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি

$$E = 4 \times 10^{-4}\text{ V} \quad [\text{গ থেকে প্রাপ্ত}]$$

এখন, একই বেগে  $360^\circ$  ঘূর্ণনের প্রয়োজনীয় সময়,  $dt_1 = \frac{0.1 \times 360}{180} = 0.2\text{ s}$

এক্ষেত্রে, চৌম্বক ফ্লাইওরে পরিবর্তন  $d\phi$  হলো,

$$\begin{aligned} d\phi_1 &= NAB \cos 360^\circ \\ &= 200 \times 100 \times 10^{-4}\text{ m}^2 \times 0.2 \times 10^{-4}\text{ T} \times 1 \\ &= 4 \times 10^{-5}\text{ Tm}^2 \end{aligned}$$

এক্ষেত্রে, আবিষ্ট তড়িতচালক শক্তি  $E_1$  হলে,

$$E_1 = - \frac{d\phi_1}{dt_1}$$

$$= - \frac{4 \times 10^{-5} \text{ Tm}^2}{0.2 \text{ s}}$$

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

এখনে,  $E_1 < E$

অতএব, কুণ্ডলীটিকে একই বেগে  $360^\circ$  কোণে ঘূরালে আবিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহের মান কমে যাবে এবং দিক বিপরীত হয়ে যাবে।

### ঘোষণা পরীক্ষা ২০১৬ এর প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১:** চিত্রে পরম্পরার সমান্তরালে

১০ m সমদৈর্ঘ্যের প্রবাহাহী দূর্তি

প্রবাহাহীর মধ্যবর্তী দূরত্ব  $5 \text{ cm}$ । P

বিদ্যুতি তার দুটির মধ্যবিদ্যুতে অবস্থিত

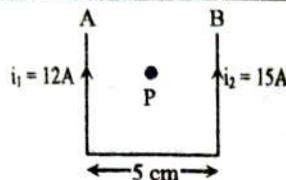
$$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1})$$

ক. সরঞ্জ বল কী?

খ. কোনো কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $8 \text{ H}$  বলতে কী বুঝায়?

গ. A-তারের প্রতি একক দৈর্ঘ্যে চৌম্বক বলের মান কত?

ঘ. B-তারের প্রবাহ বিপরীতমুখী করলে P বিদ্যুতে চৌম্বকক্ষেত্র পরিবর্তিত হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।



[কু. বো. '১৬]

### ১৯ং 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। চৌম্বক ক্ষেত্র  $\vec{B}$  এবং বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র  $\vec{E}$  হলে উভয় ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে ইলেক্ট্রনের গতির জন্য লরেঞ্জ বল,  $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$

**খ:** কোনো কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $8 \text{ henry}$  বলতে বুঝায়, এ কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে  $1 \text{ A}$  হারে পরিবর্তিত হলে এই কুণ্ডলীতে  $8 \text{ volt}$  তড়িতচালক বল আবিষ্ট হবে।

$$\text{অর্থাৎ } 8 \text{ H} = \frac{8 \text{ V}}{1 \text{ A} \times 1 \text{ s}^{-1}}$$

$$\therefore 8 \text{ H} = 8 \text{ Vs A}^{-1}$$

**গ:** A-তারের প্রতি একক দৈর্ঘ্যে বলের পরিমাণ F হলে,

$$F = I_1 I_2 B$$

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 12 \times 15 \times 1}{2\pi \times 0.05 \text{ m}}$$

$$\therefore F = 7.2 \times 10^{-4} \text{ N}$$

∴ প্রতি একক দৈর্ঘ্যে A-তারে বলের পরিমাণ  $7.2 \times 10^{-4} \text{ N}$ ।

এখনে,

$$I_1 = 12 \text{ A}$$

$$I_2 = 15 \text{ A}$$

$$a = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

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

$$l = 1 \text{ m}$$

**ঘ:** B তারের প্রবাহ বিপরীতমুখী করলে P বিদ্যুতে চৌম্বকক্ষেত্রের পরিবর্তন হবে।

প্রথমে, B তারের তড়িৎপ্রবাহ পরিবর্তনের পূর্বে P বিদ্যুতে সম্মিলিত চৌম্বকক্ষেত্র,

$$B = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \left( \frac{I_1}{x} - \frac{I_2}{d-x} \right)$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \left( \frac{12}{x} - \frac{15}{0.05-x} \right)$$

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

আবার, B তারের তড়িৎপ্রবাহ পরিবর্তনের পর P বিদ্যুতে সম্মিলিত চৌম্বকক্ষেত্র,  $B' = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \left( \frac{I_1}{x} + \frac{I_2}{d-x} \right)$

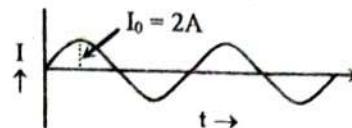
$$B' = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \left( \frac{12}{0.025} + \frac{15}{0.05-0.025} \right)$$

$$= 2.16 \times 10^{-4} \text{ T}$$

এখনে,  $B \neq B'$

অতএব, B তারের তড়িৎপ্রবাহ পরিবর্তন করলে P বিদ্যুতে চৌম্বকক্ষেত্রের পরিবর্তন হবে।

**জ্ঞান ১০:** একটি ট্রান্সফর্মারের প্রাইমারি কুণ্ডলীতে পর্যাপ্ত তড়িৎপ্রবাহ নিম্নের লেখচিত্রে দেখানো হলো : [গৌণ কুণ্ডলীর রোধ  $17.5 \Omega$ ]



ক. হল কিয়া কী?

খ. DC 220 V অপেক্ষা AC 220 V বেশি বিপজ্জনক কেন?

গ. ত্রিমুখায়ী  $\frac{7.5 \text{ T}}{4}$  সময়ে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর।

ঘ. ট্রান্সফর্মারটির গৌণ কুণ্ডলীতে  $140 \text{ W}$  ক্ষমতা পেতে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[চ. বো. '১৬]

### ১০নং প্রশ্নের উত্তর

**ক:** কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহাকে কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে অভিলম্ব বরাবর স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্র উভয়ের উপর লম্ব বরবর একটি বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়, এ ক্রিয়াই হলো হল ক্রিয়া।

**খ:** কোন ব্যক্তি যদি সমমানের ডি.সি ও এ.সি তে শক পান তবে এ.সি তে বেশি শক অনুভব করবেন। কারণ এ.সি ভোল্টেজের শীর্ষমান-এর গড় বর্গের বর্গমূল মানের  $\sqrt{2}$  গুণ। যেমন— কোন ব্যক্তির কাছে 220 V ডি.সি অপেক্ষা 220 V এসিতে বেশী শক অনুভূত হবে। কারণ 220 V এ.সি তে ব্যক্তি 220  $\times \sqrt{2} = 311 \text{ V}$  এর শক পাবেন। তাই ডি.সি অপেক্ষা এ.সি বেশি বিপজ্জনক।

**গ:** ত্রিমুখায়ী,  $I_0 = 2 \text{ A}$ ; আবি দশা,  $\delta = 0$

তাহলে, AC তড়িৎপ্রবাহ I হলো,  $I = I_0 \sin(\omega t + \delta)$

$$\therefore I = 2 \sin \omega t \text{ A}$$

$$\text{এখনে, } t = \frac{7.5T}{4}$$

$$\text{আমরা জানি, } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\therefore I = 2 \sin \left( \frac{2\pi}{T} \times \frac{7.5T}{4} \right) \text{ A} = 2 \sin \left( \frac{15}{4}\pi \right) = 2 \times -\frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore I = -\sqrt{2} \text{ A}$$

$$\therefore \frac{7.5T}{4} \text{ সময়ে তড়িৎপ্রবাহের মান } \sqrt{2} \text{ A।}$$

**ঘ:** এখনে, গৌণ কুণ্ডলীর রোধ  $17.5 \Omega$  এবং ক্ষমতা,  $P = 140 \text{ W}$  মনে করি, গৌণ কুণ্ডলীর সর্বোচ্চ প্রবাহ ও পাকসংখ্যা যথাক্রমে I, এবং N.

$$\text{এখন, } P = I_s^2 \times R$$

$$\text{বা, } 140 = I_s^2 \times 17.5$$

$$\therefore I_s = 2\sqrt{2} \text{ A}$$

অর্থাৎ, মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহ  $2 \text{ A}$  এবং গৌণ কুণ্ডলীর প্রবাহ  $2\sqrt{2} \text{ A}$ .

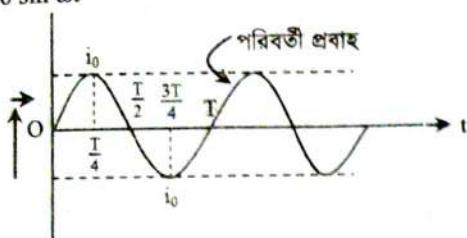
এখন, যেকোনো ট্রান্সফর্মারের জন্য,

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

অর্থাৎ, মুখ্য কুণ্ডলী থেকে গৌণ কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ বৃদ্ধির জন্য মুখ্য ভোল্টেজ অপেক্ষা গৌণ ভোল্টেজ হ্রাস পাবে। অর্থাৎ এই প্রক্রিয়ার জন্য স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করতে হবে।

প্রৱৰ্তী প্ৰবাহের সমীকৰণ

$$i = 40 \sin \omega t$$



ক. দিক পৰিবৰ্তী প্ৰবাহ কী?

১

খ. কোনো তাৰ কুণ্ডলীৰ স্বৰূপ আবেশ গুণাঙ্ক 10 হেন্ৰি বলতে কি বুঝায়?

২

গ. উদ্ধীপকের আলোকে দিক পৰিবৰ্তী প্ৰবাহের বৰ্গমূলীয় গড়মান নিৰ্ণয় কৰ।

৩

ঘ. উদ্ধীপকে যখন,  $t = \frac{3T}{4}$  তখন দিক পৰিবৰ্তী প্ৰবাহের মান এৰ শৰ্ষমানেৰ সমান কি-না গণিতিক বিশ্লেষণসহ যুক্তি দাও।

৪

(দি. বো. '১৬)

### ১১নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. যে প্ৰবাহেৰ দিক বা অভিযুক্ত একটি নিৰ্দিষ্ট সময় অন্তৰ অন্তৰ বৃত্তস্ফূর্তভাৱে পৰিবৰ্তিত হতে থাকে, তাকে দিক পৰিবৰ্তী প্ৰবাহ বলে।

খ. স্বৰূপ আবেশ গুণাঙ্ক 10 হেন্ৰি বলতে বুঝায়, কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্ৰবাহ প্ৰতি সেকেডে 1 A হারে পৰিবৰ্তিত হলে যদি ঐ কুণ্ডলীতে 10 volt তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়, তাহলে ঐ কুণ্ডলীৰ স্বৰূপ আবেশ গুণাঙ্ক হবে 10 হেন্ৰি।

$$\text{অৰ্থাৎ } 10 \text{ হেন্ৰি} = \frac{10 \text{ V}}{1 \text{ A} \times 1 \text{ s}^{-1}} = 10 \text{ Vs A}^{-1}$$

গ. এখানে,  $i = 40 \sin \omega t$

পৰ্যাকলাপ হলে একটি পূৰ্ণচক্ৰেৰ জন্য তড়িৎপ্ৰবাহেৰ গড় বৰ্গমান হবে,

$$\begin{aligned} \bar{I}^2 &= \frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt = \frac{1}{T} \int_0^T 40^2 \sin^2 \omega t dt \\ &= \frac{1600}{2T} \int_0^T 2 \sin^2 \omega t dt \\ &= \frac{800}{T} \int_0^T (1 - \cos 2\omega t) dt \\ &= \frac{800}{T} \left[ t - \frac{1}{2\omega} (\sin 2\omega t) \right]_0^T \\ &= \frac{800}{T} \left\{ T - \frac{1}{2\omega} (\sin 2\omega T - \sin 0) \right\} \\ &= \frac{800}{T} \left\{ T - \frac{T}{4\pi} (\sin 4\pi - \sin 0) \right\}; \quad \left[ \because \omega = \frac{2\pi}{T} \right] \\ \bar{I}^2 &= \frac{800}{T} \{T - 0\} = 800 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{তড়িৎ প্ৰবাহেৰ বৰ্গমূলীয় গড় বৰ্গ এৰ মান}, \sqrt{\bar{I}^2} = \sqrt{800} = 28.284 \text{ A}$$

ঘ. এখানে,  $i = 40 \sin \omega t \dots \dots \dots (1)$

এখানে, দিক পৰিবৰ্তী প্ৰবাহেৰ শৰ্ষমান 40A

$$\text{এখন}, t = \frac{3T}{4} \text{ এবং } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ হলে (1) নং হতে পাই}$$

$$i = 40 \sin \left( \frac{2\pi}{T} \times \frac{3T}{4} \right)$$

$$= 40 \sin \left( \frac{3\pi}{2} \right) = -40 \text{ A}$$

অৰ্থাৎ,  $t = \frac{3T}{4}$  সময় পৰ দিক পৰিবৰ্তী প্ৰবাহেৰ মান শৰ্ষমানেৰ সমান হবে কিন্তু এৰ দিক বিপৰীতমুখী হবে।

### ইচএসসি পৰীক্ষা ২০১৫ এৰ প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

প্ৰশ্ন ১১। সালমা  $100 \Omega$  ৰোধেৰ একটি বৈদ্যুতিক হিটাৰ  $160 \text{ V}$  বিভব এবং  $50 \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কেৰ একটি এসি উৎসেৰ সাথে সংযুক্ত কৰল। পৰিবৰ্তীতে নাজমা হিটাৰটি  $120 \text{ V}$  ডিসি উৎসেৰ সাথে সংযুক্ত কৰল।

ক. লেঞ্জ-এৰ সূত্ৰটি লিখ।

১

খ. ডিসি অপেক্ষা এসি বেশি বিপজ্জনক— ব্যাখ্যা কৰ।

২

গ. এসি উৎসেৰ গড় ভোল্টেজ নিৰ্ণয় কৰ।

৩

ঘ. কোন সংযোগে হিটাৰটি বেশি কাৰ্যকৰ— গণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

৪

(চ. বো. '১৫)

### ১২নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. লেঞ্জ-এৰ সূত্ৰটি হলো— যেকোনো তড়িৎচৌম্বক আবেশেৰ বেলায় আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি বা প্ৰবাহেৰ দিক এমন হয় যে তা সৃষ্টি হওয়া মাত্ৰই যে কাৰণে সৃষ্টি হয় সেই কাৰণকেই বাধা দেয়।

খ. কোন ব্যক্তি যদি সমমানেৰ ডি.সি ও এ.সিতে শক পান তবে এ.সিতে বেশি শক অনুভূত কৰবেন। কাৰণ এ.সি ভোল্টেজেৰ শৰ্ষমান-এৰ গড় বৰ্গেৰ বৰ্গমূল মানেৰ  $\sqrt{2}$  গুণ। যেমন— কোন ব্যক্তিৰ কাছে  $220 \text{ V}$  ডি.সি অপেক্ষা  $220 \text{ V}$  এসিতে বেশী শক অনুভূত হবে। কাৰণ  $220 \text{ V}$  এ.সিতে ব্যক্তি  $220 \times \sqrt{2} = 311 \text{ V}$  এৰ শক থাবেন। তাই ডি.সি অপেক্ষা এ.সি. বেশি বিপজ্জনক।

গ. ধৰি, এসি উৎসেৰ গড় ভোল্টেজ,  $E$

আমৰা জানি,

$$E = 0.637 E_0$$

$$= 0.637 \times 160 \text{ V}$$

$$= 101.92 \text{ V}$$

অৰ্থাৎ এ.সি উৎসেৰ গড় ভোল্টেজ  $101.92 \text{ V}$ ।

ঘ. এখানে, হিটাৰেৰ ৰোধ,  $R = 100 \Omega$

ধৰা যাক, যখন হিটাৰটিকে এ.সি উৎসেৰ সাথে সংযুক্ত কৰা হয়েছে তখন, কাৰ্যকৰ ক্ষমতা  $P_1$

এবং তড়িৎ প্ৰবাহেৰ শৰ্ষমান  $I_0$

এবং তড়িৎ প্ৰবাহেৰ গড় বৰ্গেৰ বৰ্গমূল মান,  $I_{\text{rms}}$

তাহলে,  $E_0 = I_0 R$

$$\text{বা, } I_0 = \frac{E_0}{R} = \frac{160 \text{ V}}{100 \Omega} = 1.6 \text{ A}$$

$$\therefore I_{\text{rms}} = 0.707 I_0 = 0.707 \times 1.6 \text{ A} = 1.13 \text{ A}$$

অৰ্থাৎ কাৰ্যকৰ ক্ষমতা,  $P_1 = (I_{\text{rms}})^2 R$

$$= (1.13 \text{ A})^2 \times 100 \Omega$$

$$= 127.96 \text{ W}$$

আবাৰ ধৰা যাক, হিটাৰটিকে যখন ডি.সি উৎসেৰ সাথে সংযুক্ত কৰা হয়েছে তখন, কাৰ্যকৰ ক্ষমতা  $P_2$

ভোল্টেজেৰ গড় বৰ্গেৰ বৰ্গমূল মান,  $E'_{\text{rms}} = 120 \text{ V}$

ভোল্টেজেৰ শৰ্ষমান  $E'_0$ ,

তড়িৎ প্ৰবাহেৰ গড় বৰ্গেৰ বৰ্গমূল মান  $I'_{\text{rms}}$

$$\text{আমৰা জানি, } E'_0 = \sqrt{2} E'_{\text{rms}} = \sqrt{2} \times 120 \text{ V} = 169.7 \text{ V}$$

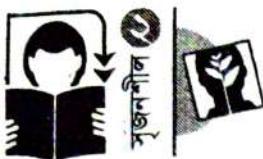
$$\text{আবাৰ, } I'_0 = \frac{E'_0}{R} = \frac{169.7 \text{ V}}{100 \Omega} = 1.697 \text{ A}$$

$$\therefore I'_{\text{rms}} = 0.707 \times 1.697 \text{ A} = 1.2 \text{ A}$$

অৰ্থাৎ, কাৰ্যকৰ ক্ষমতা,  $P_2 = (I'_{\text{rms}})^2 R$

$$= (1.2 \text{ A})^2 \times 100 \Omega = 143.96 \text{ W}$$

অৰ্থাৎ দেখা যাচ্ছে ডি.সি উৎসেৰ সাথে যুক্ত অবস্থায় হিটাৰেৰ কাৰ্যকৰ ক্ষমতা বেশী অথবা বেশী কাৰ্যকৰ।

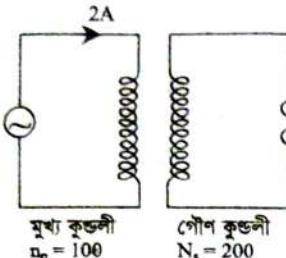


## NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নমুনা সৃজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্নগুলির অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন ও মান সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

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

**প্রশ্ন ১৩** প্রতিক পাকের বাসার্ধ  $0.1 \text{ m}$  মুখ্য কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ  $0.05 \text{ s}$ -এ  $2 \text{ A}$  থেকে  $4 \text{ A}$  এ পরিবর্তিত হয়।



ক. ১ হেনরি কাকে বলে?

১

খ. AC ও DC ডায়নামোর পার্থক্য লিখ।

২

গ. মুখ্য কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

৩

ঘ. গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি  $2 \text{ V}$ -এর চেয়ে কম— গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

### ১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে এক অ্যাম্পিয়ার হারে পরিবর্তিত হলে যদি ঐ কুণ্ডলীতে এক ভোল্ট তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়, তাহলে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ককে এক হেনরি বলে।

খ. এ.সি ও ডি.সি ডায়নামোর মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো—

এ.সি ডায়নামো	ডি.সি ডায়নামো
১. যান্ত্রিক শক্তিকে পরিবর্তী বা পর্যাপ্ত তড়িৎ প্রবাহে বৃপ্তির করে।	১. যান্ত্রিক শক্তিকে একমুখ্য তড়িৎ প্রবাহে বৃপ্তির করে।
২. কুণ্ডলীর দুপ্রান্তে দুটি ছাঁপরিং থাকে।	২. কুণ্ডলীর দুপ্রান্তে দুটি অর্ধবৃত্তাকার তামার পাত থাকে। যাকে কম্যুটেটর বলে।
৩. অধিক পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।	৩. এ.সির তুলনায় কম ব্যবহৃত হয়।

গ. আমরা জানি,

$$L = \frac{\pi \mu_0 N^2 r}{2}$$

$$\therefore L = \frac{3.142 \times 4\pi \times 10^{-7} \times (100)^2 \times 0.1}{2}$$

$$= 1.98 \times 10^{-3} \text{ H}$$

অতএব, মুখ্য কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $1.98 \times 10^{-3} \text{ H}$ ।

ঘ. আমরা জানি,  
মুখ্য তড়িচালক শক্তি,

$$E_p = L \frac{dI}{dt}$$

$$= 1.98 \times 10^{-3} \times \frac{2}{0.05}$$

$$= 0.0792 \text{ V}$$

$$\text{আবার, } \frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\text{বা, } E_p = \frac{E_p \times N_s}{N_p} = \frac{0.0792 \times 200}{100}$$

$$= 0.1584 \text{ V}$$

$\therefore E_p < 2 \text{ V}$  অর্থাৎ গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি  $2 \text{ V}$ -এর চেয়ে কম।

এখানে,

$$\text{কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা, } N = 100$$

$$\text{কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ, } r = 0.1 \text{ m}$$

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

$$\text{স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক, } L = ?$$

এখানে,

$$\text{স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক, } L = 1.98 \times 10^{-3} \text{ H}$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, } dI = 4A - 2A = 2A$$

$$\text{সময়, } dt = 0.05 \text{ s}$$

$$\text{মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িচালক শক্তি, } E_p = ?$$

**প্রশ্ন ১৪** একটি দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের সূচীকরণ,  
 $I = 50 \sin 400 \pi t$

এখানে তড়িৎ প্রবাহ অ্যাম্পিয়ার এবং সময় সেকেন্ড এককে প্রকশিত।

ক. চৌম্বক ফ্লাক্স কাকে বলে?

১

খ. তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের সূত্র দুটি লেখ।

২

গ. উদ্বীপকের তথ্য থেকে তড়িৎ প্রবাহের শীর্ষমান, কৌণিক কম্পাঙ্ক, কম্পাঙ্ক ও মূল গড় বর্গের বর্গমূল মান নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্বীপক অনুসারে আকৃতি গুণাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

### ১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তলের ক্ষেত্রফল এবং এ তলের লম্ব বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্রের উপাংশের গুণফলকে ঐ তলের সাথে সংশ্লিষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।

খ. তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের সূত্র দেওয়া হলো:  
 প্রথম সূত্র : যখনই কোনো বন্ধ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটে, তখনই কুণ্ডলীতে একটি তড়িচালক শক্তি আবিষ্ট হয়। যতক্ষণ চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটে, আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি ততক্ষণই স্থায়ী হয়।

বিত্তীয় সূত্র : কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান ঐ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের ঝগড়াক মানের সমানুপাতিক।

গ. এখানে, প্রদত্ত সমীকরণ,  $I = 50 \sin 400 \pi t$  ..... (১)

আমরা জানি,  $I = I_0 \sin \omega t$

বা,  $I = I_0 \sin 2\pi f t$

$\therefore I = I_0 \sin 2f\pi t$  ..... (২)

সমীকরণ (১) ও (২) তুলনা করে পাই,

প্রবাহের শীর্ষমান,  $I_0 = 50 \text{ A}$

আবার,  $2f = 400$

$\therefore$  কম্পাঙ্ক,  $f = 200 \text{ Hz}$

$\therefore$  কৌণিক কম্পাঙ্ক,  $\omega = 2\pi f$

$$= 2 \times 3.1416 \times 200 \text{ Hz} = 1256.64 \text{ rad s}^{-1}$$

প্রবাহের মূল গড় বর্গের বর্গমূল মান,  $I_{rms} = 0.707 I_0$

$$= 0.707 \times 50 \text{ A}$$

$$= 35.35 \text{ A}$$

$\therefore$  তড়িৎ প্রবাহের শীর্ষমান  $50 \text{ A}$ , কৌণিক কম্পাঙ্ক  $1256.64 \text{ rad s}^{-1}$ , কম্পাঙ্ক  $200 \text{ Hz}$ , প্রবাহের মূল গড় বর্গের বর্গমূল মান  $35.35 \text{ A}$ ।

ঘ. উদ্বীপকের তথ্য অনুসারে আকৃতি গুণাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব, তা নিচে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো—

প্রদত্ত তড়িৎ প্রবাহের সমীকরণ,  $I = 50 \sin 40 \pi t$

এখানে, তড়িৎ প্রবাহের শীর্ষমান,  $I_0 = 50 \text{ A}$

তড়িৎ প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল মান,

$$I_{rms} = 0.707 I_0 = (0.707 \times 50) \text{ A} = 35.35 \text{ A}$$

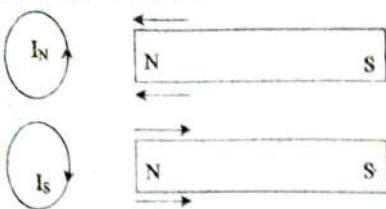
আবার, তড়িৎ প্রবাহের গড় মান,

$$I_{avg} = 0.637 I_0 = (0.637 \times 50) \text{ A} = 31.85 \text{ A}$$

$$\therefore \text{আকৃতি গুণাঙ্ক} = \frac{I_{rms}}{I_{avg}} = \frac{35.35}{31.85} = 1.11$$

এটিই নির্ণেয় আকৃতি গুণাঙ্ক।

**প্রশ্ন ১৫** নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



ক. হেনরি কাকে বলে ?

১

খ. স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্ধীপকে যে সূত্রটির ধারণা দেওয়া হয়েছে তার ব্যাখ্যা দাও।

ঘ. উক্ত সূত্রটি শক্তির নিয়তা সূত্রকে সমর্থন করে তা

উদ্ধীপকের আলোকে ব্যাখ্যা কর।

৪

[অনুলিপনীর প্রশ্ন ৩]

**১৫নং প্রশ্নের উত্তর**

ক. কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে এক অ্যাম্পিয়ার হারে পরিবর্তিত হলে যদি ঐ কুণ্ডলীতে এক ভোল্ট তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়, তাহলে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ককে এক হেনরি বলে।

খ. কোনো তার কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। ফলে, সৃষ্টি চৌম্বক ফ্লাক্স (f), তড়িৎ প্রবাহমাত্রা (I) এর সমানুপাতিক। অর্থাৎ,  $f \propto I$

বা,  $f = LI$  ..... (১)

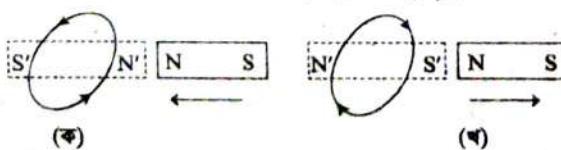
এখানে, L সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে। যদি  $I = 1$  একক হয়, তাহলে  $f = L$

∴ কোনো কুণ্ডলীতে এক একক তড়িৎ প্রবাহিত হলে কুণ্ডলীতে সংযুক্ত মোট চৌম্বক ফ্লাক্সকে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ককে বলে। এর S. I. একক হেনরি।

গ. উদ্ধীপকটিতে লেজের সূত্রের ধারণা দেওয়া হয়েছে। নিচে তার ব্যাখ্যা দেওয়া হলো—

লেজের সূত্রটি হলো— যেকোনো তাড়িতচৌম্বক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচালক বল বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে, তা সৃষ্ট হওয়া মাঝেই যে কারণে সৃষ্টি হয়, সে কারণকেই বাধা দেয়।

উদ্ধীপকের চিত্রটিতে একটি দণ্ড চুম্বক NS এর উত্তর মেরু N-কে একটি তার কুণ্ডলীর দিকে আনা হচ্ছে। তাড়িত চৌম্বকীয় আবেশের দূরুন কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হবে। লেজের সূত্রানুসারে, এ তড়িৎ প্রবাহ এমন হবে যে তার উৎপত্তির কারণ অর্থাৎ চুম্বকের গতিকে বাধা দিবে। এটি স্বত্ব হবে যদি উত্তর মেরুর উত্তর সম্মুখস্থ কুণ্ডলীর তলে উত্তর মেরুর উত্তর হয়। কাজেই এ স্থলে চুম্বক যে পাশে সে পাশ থেকে কুণ্ডলীর দিকে তাকালে, কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ বামাবতী অর্থাৎ N বলে মনে হবে [চিত্র : (ক)]।



আবার, চুম্বকটিকে টেনে কুণ্ডলী হতে দূরে নিতে থাকলে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ চুম্বকের সম্মুখবর্তী কুণ্ডলীর পৃষ্ঠে দক্ষিণ মেরু উৎপন্ন করে এ টেনে নেওয়াকে বাধা দিবে। কুণ্ডলীর এ পৃষ্ঠে দক্ষিণ মেরু উৎপন্ন হলে, কুণ্ডলীতে প্রবাহের অভিমুখ দক্ষিণবর্তী অর্থাৎ S হবে [চিত্র : (খ)]। এভাবেই লেজের সূত্রের মাধ্যমে তড়িচালক বল ও তড়িৎ প্রবাহের দিক নির্ণয় করা যায়।

ঘ. উদ্ধীপকের ধারণা করা সূত্রটি লেজের সূত্র। লেজের সূত্র শক্তির নিয়তা সূত্রকে সমর্থন করে তার ব্যাখ্যা নিচে দেওয়া হলো—

উদ্ধীপকের চিত্রে, একটি দণ্ড চুম্বক NS এর উত্তর মেরু N কে একটি তার কুণ্ডলীর দিকে আনা হচ্ছে। ফলে ঐ মেরুর সম্মুখের তলাটি

**১৬নং সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্র**

একাদশ-বাদশ শ্রেণি  
সমমেরু (N) এর ন্যায় আচরণ করে অর্থাৎ বিকর্ষণ বল দ্বারা ঐ আবেশী মেরুর অথাসরে বাধা দেয়। আবার, আবেশী মেরুকে দূরে সরালে আবিষ্ট প্রবাহ বিপরীত দিকে প্রবাহিত হবে যাতে কুণ্ডলীর নিকটতম বিপরীত মেরু (S) এর ন্যায় আচরণ করে অর্থাৎ আবেশী মেরুর উপর আকর্ষণ দ্বারা চৌম্বক ফ্লাক্সের বিরোধিতা করে।

আপাত দৃষ্টিতে মনে হবে যে, তড়িৎ শক্তি উৎপন্ন করার জন্য অন্য কোনো শক্তি ব্যায় করা হচ্ছে না, অর্থাৎ আমরা কোনো কিছু না করেই শক্তি উৎপাদন করতে পারছি। প্রকৃতপক্ষে তা সত্য নয়। কারণ দণ্ড চুম্বকটিকে কুণ্ডলীর দিকে নিয়ে যাওয়ার সময় দুই সমমেরুর বিকর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ বা গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। একইভাবে চুম্বকটিকে সরিয়ে নেওয়ার সময় দুই বিপরীত মেরুর আকর্ষণ বলের বিরুদ্ধেও কাজ বা গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। এ যান্ত্রিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে বৃপ্তিরিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে। ইসাব করে দেখা গেছে, ব্যয়িত যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন তড়িৎ শক্তির সমান। অতএব, উপরের আলোচনা হতে বলা যায়, লেজের সূত্র শক্তির নিয়তা সূত্র মনে চলে।

**প্রশ্ন ১৬** দুটি প্রবাহকে যথাক্রমে  $I = 5 \sin \omega t$  এবং  $I = 10 \sin [\omega(t + \frac{T}{6})]$  সমীকরণ দ্বারা নির্দেশ করা হলো :

ক. ফ্লাক্স ঘনত্ব কী?

১

খ. আকৃতি গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্ধীপকের প্রথম প্রবাহের গড়মান এবং শৈর্ষমানের পার্থক্য নির্ণয় কর +

৩

ঘ. প্রবাহহ্যায়ের আদি দশাৰ সমষ্টি এদের পার্থক্যের সমান।  
উক্তিটির সত্যতা নিরূপণ কর।

৪

[অনুলিপনীর প্রশ্ন ৪]

**১৬নং প্রশ্নের উত্তর**

ক. কোনো বিন্দুর চারপাশে একক ক্ষেত্রফল দিয়ে অতিক্রমকারী চৌম্বক ফ্লাক্সকে ঐ বিন্দুতে ঐ তলের লম্ব বরাবর ফ্লাক্স ঘনত্ব বলে।

খ. দিক পরিবর্তী তড়িচালক শক্তি বা প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল মান ও গড় মানের অনুপাতকে আকৃতি গুণাঙ্ক বলে।

$$\therefore \text{আকৃতি গুণাঙ্ক} = \frac{I_{\text{max}}}{I} = \frac{0.707 I_0}{0.637 I_0} = 1.11$$

আকৃতি গুণাঙ্কের কোনো একক নেই।

গ. প্রদত্ত প্রথম সমীকরণ হলো  $I = 5 \sin \omega t$  ..... (১)

আমরা জানি,  $I = I_0 \sin \omega t$  ..... (২)

সমীকরণ (১) ও (২) তুলনা করে পাই,

শৈর্ষমান,  $I_0 = 5 \text{ A}$

আবার, আমরা জানি,

$$\text{গড় মান} = \frac{2}{\pi} \times \text{শৈর্ষমান}$$

$$= \frac{2}{3.1416} \times 5 \text{ A} = 3.18 \text{ A}$$

∴ শৈর্ষমান ও গড়মানের পার্থক্য হবে  $(5 \text{ A} - 3.18 \text{ A})$  বা  $1.82 \text{ A}$

ঘ. প্রবাহহ্যায়ের আদি দশাৰ সমষ্টি এদের পার্থক্যের সমান— উক্তিটি সঠিক। নিচে এর সত্যতা যাচাই করা হলো—

১ম প্রবাহ,  $I = 5 \sin \omega t$  ও ২য় প্রবাহ,

$$I = 10 \sin \left[ \omega \left( t + \frac{T}{6} \right) \right]$$

এখানে,  $t$  সময়ে ১ম প্রবাহের দশা,  $\theta_1 = \omega t$

$$\therefore \text{যখন, } \text{সময়}, \text{ } t = 0, \text{ তখন } 1\text{ম প্রবাহের আদি দশা}, \theta_1 = \omega \times 0 = 0$$

$$\text{আবার, } t \text{ সময়ে } 2\text{য় প্রবাহের দশা}, \theta_2 = \left[ \omega \left( t + \frac{T}{6} \right) \right] = \omega t + \frac{\omega T}{6}$$

যখন সময়,  $t = 0$ , তখন ২য় প্রবাহের আদি দশা,

$$\theta_2 = \omega \times 0 + \frac{\omega T}{6} = \frac{\omega T}{6}$$

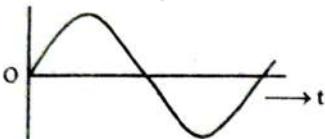
$$\therefore \text{প্রবাহসহয়ের আদি দশার সমষ্টি} = 0 + \frac{\omega T}{6} = \frac{\omega T}{6}$$

$$\text{এবং প্রবাহসহয়ের আদি দশার পার্থক্য} = \theta_2 - \theta_1$$

$$= \frac{\omega T}{6} - 0 = \frac{\omega T}{6}$$

$\therefore$  প্রবাহসহয়ের আদি দশার সমষ্টি এদের পার্থক্যের সমান।

**প্রস্তাৱ ১৭।** চিত্ৰে দিক পরিবর্তী প্রবাহ দেখানো হলো। প্রবাহের শীৰ্ষমান  $7.07 \text{ A}$ । এটি একটি ট্রান্সফর্মেটোরের মুখ্য কুণ্ডলী হিসেবে ব্যবহার কৰা হলো। ঐ ট্রান্সফর্মারের গোণ কুণ্ডলীৰ রোধ  $2 \Omega$  এবং ক্ষমতা  $900 \text{ W}$ .



**ক.** চৌম্বক ফ্লাক্সের সংজ্ঞা দাও।

**খ.** ট্রান্সফর্মার AC লাইনে ব্যবহার কৰা হয় কেন?

**গ.**  $30^\circ$  দশায় তড়িৎ প্রবাহ নিৰ্ণয় কৰ।

**ঘ.** ট্রান্সফর্মারটি কোনু ধৰনেৰ— যুক্তি দাও।

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৫]

### ২ ১৭নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**ক** কোনো তলেৰ ক্ষেত্ৰফল এবং ঐ তলেৰ লম্ব বৰাবৰ চৌম্বকক্ষেত্ৰেৰ উপাংশেৰ গুণফলকে ঐ তলেৰ সাথে সংপৰ্শিত চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।

**খ** ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্ৰ দিক পৰিবৰ্তী বিভু পৰিবৰ্তন কৰে। কাৰণ ট্রান্সফর্মারেৰ ভিতৰে চৌম্বক ক্ষেত্ৰ থাকে। আবাৰ এতে কুণ্ডলী থাকে দুটি— মুখ্য কুণ্ডলী ও গোণ কুণ্ডলী। বিভু প্ৰয়োগ কৰা হলে মুখ্য কুণ্ডলী থেকে ভোটেজ পৰ্যাবৃত্ত পৰিবৰ্তনেৰ মাধ্যমে গোণ কুণ্ডলীতে স্থানান্তৰিত হয়। তাই বলা হয় ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্ৰ দিক পৰিবৰ্তী বিভু পৰিবৰ্তন কৰে। এজন্যই ট্রান্সফর্মার AC লাইনে ব্যবহার কৰা হয়।

**গ** ধৰি, তড়িৎ প্রবাহ, I

$$\text{আমৰা জানি, } I = I_0 \sin \omega t$$

$$\text{বা, } I = I_0 \sin \theta \quad [\theta = \omega t]$$

$$\text{বা, } I = 7.07 \text{ A} \times \sin 30^\circ$$

$$\therefore I = 3.535 \text{ A}$$

$$\therefore \text{লেখচিত্ৰে } 30^\circ \text{ দশায় তড়িৎ প্রবাহ } 3.535 \text{ A}।$$

**ঘ** দেওয়া আছে, ট্রান্সফর্মারেৰ মুখ্য কুণ্ডলীৰ প্ৰবাহমাত্ৰা,

$$I_p = 7.07 \text{ A}$$

$$\text{ট্রান্সফর্মারেৰ গোণ কুণ্ডলীৰ রোধ, } R_g = 2 \Omega$$

$$\text{এবং গোণ কুণ্ডলীৰ ক্ষমতা, } P_g = 900 \text{ W}$$

$$\therefore \text{ট্রান্সফর্মারেৰ গোণ কুণ্ডলীৰ প্ৰবাহমাত্ৰা, } I_g = \sqrt{\frac{P_g}{R_g}}$$

$$= \sqrt{\frac{900 \text{ W}}{2 \Omega}} = 21.21 \text{ A}$$

**ঘ** গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায়, ট্রান্সফর্মারটিৰ প্ৰবাহমাত্ৰা বৃদ্ধি পেয়েছে। আমৰা জানি, অবৰোহী ট্রান্সফর্মারে প্ৰবাহমাত্ৰা বৃদ্ধি পায় অৰ্থাৎ, গোণ কুণ্ডলীৰ প্ৰবাহমাত্ৰা মুখ্য কুণ্ডলীৰ প্ৰবাহমাত্ৰা হতে বেশি হয়। গাণিতিক হিসাব হতে দেখা যায়, ট্রান্সফর্মারটিৰ গোণ কুণ্ডলীৰ প্ৰবাহমাত্ৰা  $21.21 \text{ A}$  এবং মুখ্য কুণ্ডলীৰ প্ৰবাহমাত্ৰা  $7.07 \text{ A}$ ।

**ঘ** ট্রান্সফর্মারটি একটি অবৰোহী ট্রান্সফর্মার।

**প্ৰশ্ন ১৮।** একটি আবেশকেৰ স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $10 \text{ henry}$ . এতে  $6 \times 10^{-2}$  সেকেন্ডে প্ৰবাহ  $10 \text{ A}$  থেকে  $7 \text{ A}$  পৰিবৰ্তিত হয়।

**ক.** ওয়েবোৱাৰ কী?

**খ.** দিক পৰিবৰ্তী তড়িতচালক বল বলতে কী বুঝা?

**গ.** আবিষ্ট তড়িতচালক বল কত?

**ঘ.** প্ৰবাহমাত্ৰা সমপৰিমাণ বৃদ্ধি কৰা হলে এবং বিগুণ তড়িতচালক বল অৰ্জন কৰতে চাইলে সময়েৰ পৰিবৰ্তন আবশ্যক কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৬]

### ৩ ১৮নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**ক** এক পাকেৰ একটি কুণ্ডলীৰ সাথে সংপৰ্শিত যে পৰিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্স এক সেকেন্ডে সুষমভাৱে হ্ৰাস পেয়ে শূন্যতে নেমে আসলে ঐ কুণ্ডলী এক ভোক্ট তড়িতচালক বল আবিষ্ট হয়, সে পৰিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্সই এক ওয়েবোৱাৰ বা সংক্ষেপে শুধু ওয়েবোৱাৰ।

**খ** যে তড়িতচালক বলেৰ ক্ৰিয়া কোনো বৰ্তনীতে তড়িৎ প্ৰবাহ যদি একটি নিৰ্দিষ্ট সময় পৰ দিক পৰিবৰ্তন কৰে এবং নিৰ্দিষ্ট সময় পৰ পৰ সৰ্বোচ্চ ও সৰ্বনিম্ন মান প্ৰাপ্ত হয়, সেই তড়িতচালক বলকে দিক পৰিবৰ্তী তড়িতচালক বল বলে। দিক পৰিবৰ্তী তড়িতচালক বলেৰ একক ভোক্ট (V)।

**ঘ** ধৰি, আবিষ্ট তড়িতচালক বল  $E$  **উদ্বীপক হতে পাই,** আমৰা জানি,  $E = L \frac{dI}{dt}$  **বৰ্কীয় আবেশ গুণাঙ্ক,**  $L = 10 \text{ H}$  **সময়,**  $dt = 6 \times 10^{-2} \text{ s}$  **তড়িৎ প্ৰবাহেৰ পৰিবৰ্তন,**  $dI = 10 \text{ A} - 7 \text{ A} = 3 \text{ A}$  **∴ আবিষ্ট তড়িতচালক বল**  $500 \text{ V}$ ।

**ঘ** উদ্বীপকেৰ তথ্য অনুসাৱে, প্ৰবাহমাত্ৰা সমপৰিমাণ বৃদ্ধি এবং বিগুণ তড়িতচালক বল পেতে হলে সময়েৰ পৰিবৰ্তন কৰা আবশ্যক হবে কিনা তা নিম্নে গাণিতিকভাৱে উপস্থাপন কৰা হলো—

পৰ্বেৰ প্ৰবাহমাত্ৰাৰ পৰিবৰ্তন,  $dI = 3 \text{ A}$

সমপৰিমাণ বৃদ্ধি কৰলে বৰ্তমানে প্ৰবাহমাত্ৰাৰ পৰিবৰ্তন,

$$dI' = (3 + 3) \text{ A} = 6 \text{ A}$$

'গ' নং হতে প্ৰাপ্ত, তড়িতচালক বল,  $E = 500 \text{ V}$

বিগুণ তড়িতচালক বল অৰ্জন কৰতে হলে,  $E' = (500 \times 2) \text{ V} = 1000 \text{ V}$

বৰ্কীয় আবেশ গুণাঙ্ক,  $L = 10 \text{ H}$

সময়েৰ পৰিবৰ্তন,  $dt' = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } E' = L \frac{dI'}{dt'} \text{ বা, } dt' = \frac{L dI'}{E'} = \frac{10 \text{ H} \times 60 \text{ A}}{1000 \text{ V}}$$

$$\therefore dt' = 0.06 \text{ s}$$

সুতৰাং, দেখা যাচ্ছ যে,  $dt' = dt = 6 \times 10^{-2} \text{ s}$

অৰ্থাৎ, বলা যায় যে, প্ৰবাহমাত্ৰা সমপৰিমাণ বৃদ্ধি কৰা হলে এবং বিগুণ তড়িতচালক বল অৰ্জন কৰতে চাইলে সময়েৰ পৰিবৰ্তন কৰা আবশ্যক হবে না।

**প্ৰশ্ন ১৯।** জয়নাল বুয়েটেৰ ইলেকট্ৰনিক বিভাগেৰ ল্যাব সহকাৰী, ল্যাবে 200 V মানে AC আছে। সে একটি ট্রান্সফর্মার নিয়ে কাজ কৰছিল যার মুখ্য ও গোণ কুণ্ডলীৰ পাকসংখ্যা যথাকৰে 50 ও 100।

**ক.** ট্রান্সফর্মার কী?

**খ.** দিক পৰিবৰ্তী প্ৰবাহেৰ ক্ষেত্ৰে গড় মান নিৰ্ণয় না কৰে মূল গড় বৰ্গ মান বেৰ কৰা হয় কেন?

**গ.** ট্রান্সফর্মারটিৰ প্ৰথম কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্ৰবাহ হবে বেৰ কৰ।

**ঘ.** ওয়েভিং-এৰ কাজে 880 V প্ৰয়োজন হলে জয়নালকে কী ব্যৱস্থা নিতে হবে গাণিতিক যুক্তিৰ মাধ্যমে বেৰ কৰ।

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৭]

### ১৯নং প্রশ্নের উত্তর

**১** যে বৈদ্যুতিক যন্ত্রের সাহায্যে পর্যায়বৃত্ত উচ্চ বিভবকে নিয় বিভবে অথবা নিয় বিভবকে উচ্চ বিভবে রূপান্তরিত করা যায় তাকে বৈদ্যুতিক ট্রান্সফরমার বলে।

**২** দিক পরিবর্তী তড়িচালক শক্তি বা তড়িৎ প্রবাহের মান শূন্য হতে বাড়তে বাড়তে শীর্ষ মান, এরপর কমতে কমতে শূন্য মানে এসে পুনরায় বিপরীত অভিযুক্ত একই চক্র সম্পর্ক করে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে যেকোনো সময়ে তড়িৎ প্রবাহের দিক নির্দিষ্ট থাকে না। সুতরাং গালিলিওন গড় তড়িচালক শক্তি বা প্রভাবে প্রকৃত মান নির্দেশ করে না। এ কারণে গণনায় তড়িৎ প্রবাহের দিককে নাকচ করার প্রথমে বর্গ করা হয় এবং পরিবর্তী এর গড়কে বর্গমূল করা হয়। তাই দিক পরিবর্তী প্রবাহের ক্ষেত্রে গড় মান নির্ণয় না করে মূল গড় বর্গমান বের করা হয়।

**৩** এখানে, মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $n_p = 50$   
গৌণ " " ,  $n_s = 100$

১ম কুণ্ডলী বা মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ,  $I_p = 2A$   
২য় " বা গৌণ " " ,  $I_s = ?$

আমরা জানি,  $\frac{n_p}{n_s} = \frac{I_s}{I_p}$   
বা,  $I_s = \frac{n_p}{n_s} \times I_p = \frac{50}{100} \times 2 = IA$

অতএব, ২য় কুণ্ডলীর প্রবাহ  $IA$ ।

**৪** উদ্দীপক অনুযায়ী, মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $n_p = 50$   
গৌণ " " ,  $n_s = 100$

$\frac{n_p}{n_s} = \frac{50}{100}$   
বা,  $n_p : n_s = 1 : 2$

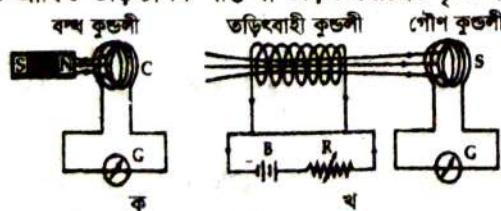
৪৮০ V পেতে হলে জয়নালকে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যার অনুপাত পরিবর্তন করতে হবে।

এক্ষেত্রে, মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ,  $E_p = 200 V$   
গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ,  $E_s = 880 V$

আমরা জানি,  $\frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s}$  বা,  $\frac{200}{880} = \frac{n_p}{n_s}$   
 $\therefore n_p : n_s = 5 : 22$

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

**প্রশ্ন ১৮** নিচের চিত্রে 'ক'-এ একটি দন্ত চূৰ্চক অথবা 'খ'-এ একটি তড়িৎবাহী তার কুণ্ডলী এবং একটি বন্ধ গৌণ তার কুণ্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি দেখানো হয়েছে। এ আপেক্ষিক গতির ফলে গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি বা তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়।



**১** ক. তড়িৎ চূৰ্চকীয় আবেশ কী?  
খ. আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি ও আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ ব্যাখ্যা কর।

**২** গ. উদ্দীপকের চিত্রের কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা ১০০। একে চূৰ্চকের নিকট হতে  $0.04 s$ -এ সরিয়ে প্রতিটি পাকের চৌম্বক ফ্লার  $30 \times 10^{-5} Wb$  হতে  $2 \times 10^{-5} Wb$ -এ পরিণত করা হলো। কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি নির্ণয় কর।

**৩** ঘ. 'খ' চিত্রে গৌণ ও মুখ্য কুণ্ডলীতে ভোল্টেজের অনুপাত  $x$  এবং গৌণ ও মুখ্য কুণ্ডলীর পাক সংখ্যার অনুপাত  $y$  হলে গৌণ ও মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহের অনুপাত নির্ণয় কর। গৌণ কুণ্ডলীতে ভোল্টেজ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল?

গৌণ কুণ্ডলীতে ৪৮০ V পেতে হলে জয়নালকে নিম্নের পদ্ধতি অনুসরণ করতে হবে।

$$\begin{aligned} \text{যখন } \text{গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা } 22 \text{ তখন মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা } 15 \\ " " " 100 " " " \frac{5 \times 100}{22} \\ = 23 \text{টি (প্রায়)} \end{aligned}$$

.. মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা কমাতে হবে  $(50 - 23)$ টি বা ২৭টি অনুরূপভাবে,

$$\text{গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা বাড়াতে হবে } 100 - \left( \frac{22}{5} \times 50 \right) = 120 \text{টি}.$$

অতএব, ওয়েলডিং এর কাজে ৪০০ V এর ভোল্টেজ পেতে হলে জয়নালকে মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 27টি কমাতে হবে অথবা গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 120টি বাড়াতে হবে।

**প্রশ্ন ২০** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ২১** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ২২** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ২৩** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ২৪** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ২৫** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তরের জন্য ৩৬৮ পৃষ্ঠার ৩ নং (জ্ঞানমূলক), ৩৬৯ পৃষ্ঠার ৩ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৩৪৬ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ২৬** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তরের জন্য ৩৬৮ পৃষ্ঠার ৫ নং (জ্ঞানমূলক), ৩৭০ পৃষ্ঠার ৫ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৩৪৬ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ২৭** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য ৩৬৮ পৃষ্ঠার ৪ নং (জ্ঞানমূলক), ৩৬৯ পৃষ্ঠার ৪ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৩৪৮ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

### ২৮নং প্রশ্নের উত্তর

**১** একটি গতিশীল চূৰ্চক বা একটি গতিশীল তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর সাহায্যে অন্য একটি বন্ধ বর্তনীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হওয়ার পদ্ধতি হলো তড়িৎ চূৰ্চকীয় আবেশ।

**২** কোনো বন্ধ বর্তনীতে তড়িৎ চৌম্বক আবেশে সৃষ্টি ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তিকে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি ও প্রবাহকে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ এবং কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হবে না। বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করতে হলে চূৰ্চক ও বন্ধ কুণ্ডলীর মধ্যে একটি আপেক্ষিক গতি বজায় রাখতে হবে। ফলে বন্ধ কুণ্ডলীতে চৌম্বক বলরেখার ছাস-বৃশ্চিক ঘটবে এবং তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হবে। এভাবে সৃষ্টি ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তিকে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ বলে।

**৩** ধরি, কুণ্ডলীটিতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি,  $E$   
আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= -N \frac{d\phi}{dt} \\ &= -\frac{100 \times 28 \times 10^{-5} Wb}{0.04 s} \\ &= -0.7 V \\ \therefore \text{আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি } 0.7 V \end{aligned}$$

৩) 'খ' চিত্রে, গৌণ ও মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজের অনুপাত,  $\frac{E_s}{E_p} = x$

গৌণ ও মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যার অনুপাত,  $\frac{N_s}{N_p} = y$

∴ গৌণ ও মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহের অনুপাত,  $\frac{I_s}{I_p} = ?$

আমরা জানি,  $\frac{E_s}{E_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_s}{I_p}$

$$\therefore \frac{I_s}{I_p} = \frac{E_p}{E_s} = \frac{1}{x}$$

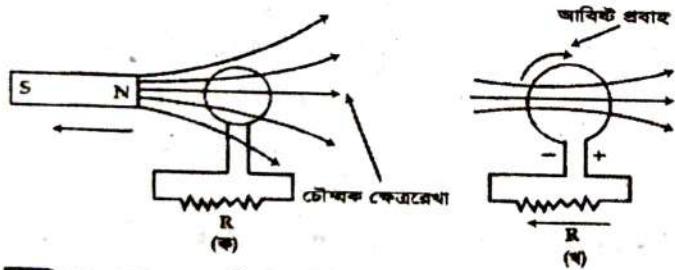
আবার,  $\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{1}{y}$

∴ এখানে গৌণ ও মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহের অনুপাত  $\frac{1}{x}$  অথবা  $\frac{1}{y}$ ।

গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ যে যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে—

১. গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা : গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা বেশি হলে গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ বেশি হবে, পাকসংখ্যা কম হলে ভোল্টেজ কম হবে।
২. গৌণ কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ : গৌণ কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ বেশি হলে গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ কম হবে। তড়িৎ প্রবাহ কম হলে, গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ বেশি হবে।

**প্রয়োগ ২৯** নিচের চিত্রে একটি দণ্ড চুম্বক NS-এর উত্তর মেরু N-কে একটি তার কুণ্ডলীর দিকে আনা হচ্ছে। কুণ্ডলীর সঙ্গে বহিঃস্থ বর্তনীতে একটি রোধ R সংযোগ দেওয়া হয়েছে। দণ্ড চুম্বকটি কুণ্ডলীর যত কাছে আসবে কুণ্ডলীর ভেতর দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাইভ তত বৃদ্ধি পাবে। আবার চুম্বক দণ্ডটি কুণ্ডলী থেকে দূরে সরিয়ে নিলে বিপরীত ঘটনা ঘটবে।



- ক. লেজের সূত্র বিবৃত কর।
- খ. কী কী বিষয়ের পরিবর্তনে আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহের মাত্রা বৃদ্ধি পায়?
- গ. উদ্ধীপকের কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 500। এর মধ্য দিয়ে  $8 \times 10^{-3}$  Wb চৌম্বক ফ্লাইভ অতিক্রান্ত হয়।  $0.015\text{ s}$ -এ ফ্লাইভ হাস পেয়ে  $3 \times 10^{-3}$  Wb এ পরিণত হয়। আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি কত?
- ঘ. উদ্ধীপকে উল্লেখিত বর্তনীতে শক্তির নিত্যতার সূত্র কার্যকর হয় কি-না বিশ্লেষণ কর।

(অনুশীলনীর প্রয়োগ ২)

### ২৯নং প্রয়োগের উত্তর

ক. লেজের সূত্রটি হলো— কোনো তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি বা তড়িৎ প্রবাহের দিক এমন হয় যে, তা সূচি হওয়া মাঝাই যে কারণে সূচি হয়, সেই কারণকেই বাধা দেয়।

খ. নিয়ন্ত্রিত বিষয়গুলোর পরিবর্তনে আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহের মাত্রা বৃদ্ধি পায়—

১. কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল এবং পাকসংখ্যা বৃদ্ধি পেলে,
২. ব্যবহৃত চুম্বকের মেরুশক্তি বাঢ়লে,
৩. চুম্বক ও কুণ্ডলীর আপেক্ষিক গতি বৃদ্ধি করলে,
৪. কুণ্ডলীর অভ্যন্তরে কাঁচা লোহার মজ্জা থাকলে।

৭) আমরা জানি,

$$E = N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

$$= \frac{500 \times 5 \times 10^{-3} \text{ Wb}}{0.015 \text{ s}}$$

$$= 166.67 \text{ volt}$$

অতএব আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি 166.67 V।

উদ্ধীপক থেকে পাই,  
কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, N = 500

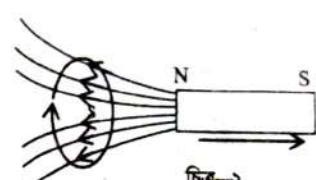
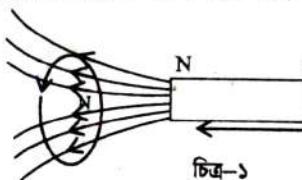
$$\text{ফ্লাইভ পরিবর্তন},$$

$$d\phi = (8 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-3}) \text{ Wb}$$

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

আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি, E = ?  
সময়, dt = 0.015 s

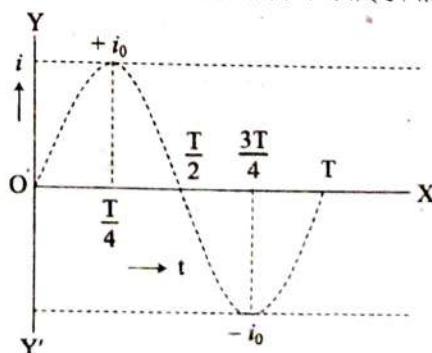
৮) উদ্ধীপকে উল্লেখিত বর্তনীতে শক্তির নিত্যতা সূত্র কার্যকর হয়।  
যুক্তিসহ বিশ্লেষণ : তড়িতচৌম্বক আবেশের ফলে মনে হয় কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে সৃষ্টি তড়িচালক শক্তি উৎস ছাড়াই তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন করে। আপাতদৃষ্টিতে এটি শক্তির নিত্যতা সূত্রের ব্যতিক্রম বলে মনে হয়। বিস্তৃ প্রকৃতপক্ষে তড়িৎ চৌম্বক আবেশে শক্তির নিত্যতা সূত্র বিরোধী কোনো ঘটনা ঘটে না।



লেজের সূত্র মতে কোনো কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বল, এর সৃষ্টির কারণকেই বাধা দেয়। যেমন-কোনো দণ্ড চুম্বককে কোনো কুণ্ডলীর দিকে আনতে থাকলে দুই সময়ের (চিত্র-১) N - N এর মধ্যে বিকর্ষণ বল সৃষ্টি হয় এবং দণ্ড চুম্বককে কুণ্ডলীর কাছ থেকে দূরে সরাতে চাইলে দুই বিষম মেরু (চিত্র-২) S - N এর মধ্যে আকর্ষণ বল সৃষ্টি হয়। সুতরাং চুম্বকের স্বাভাবিক গতি বজায় রাখতে চাইলে সর্বদা কিছু যান্ত্রিক শক্তি ব্যয় করতে হয়। এ যান্ত্রিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে বৃপ্তিরিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে।

হিসাব করে দেখা গেছে যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন তড়িৎ প্রবাহের সমান। কাজেই লেজের সূত্র শক্তির নিত্যতার সূত্র মনে চলে।

**প্রয়োগ ৩০** নিচের চিত্রে একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহ দেখানো হয়েছে।



১. ক. দিক পরিবর্তী প্রবাহ বা এ. সি. প্রবাহ কী?

২. খ. ডিসি অপেক্ষা এসি বেশি বিপজ্জনক— ব্যাখ্যা কর।

৩. গ. উদ্ধীপকের পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণ  $i = 50 \sin 628 t$  হলে তড়িৎপ্রবাহের (i) শীর্ষ মান (ii) কম্পাক্ষ (iii) মূল গড় বর্ণন মান নির্ণয় কর।

৪. প্রয়োগ ২৯ নিচের চিত্রে দেখানো হলো একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহ। এটি পরিবর্তন হবে?

(অনুশীলনীর প্রয়োগ ৪)

### ৩০নং প্রয়োগের উত্তর

ক. কোনো বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ যদি একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর দিক পরিবর্তন করে এবং নির্দিষ্ট সময় পর পর সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান প্রাপ্ত হয়, সেই তড়িৎ প্রবাহকে দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহ বলে।

**খ** কোনো ব্যক্তি যদি সমমানের ডি.সি ও এ.সিতে শক পান তবে এ.সিতে বেশি শক অনুভব করবেন। কারণ এ.সি ডোন্টেজের শীর্ষমান-এর গড় বর্গের বর্গমূল মানের  $\sqrt{2}$  গুণ। যেমন— কোন ব্যক্তির কাছে 220 V ডি.সি অপেক্ষা 220 V এসিতে বেশী শক অনুভূত হবে। কারণ 220 V এ.সিতে ব্যক্তিটি  $220 \times \sqrt{2} = 311$  V এর শক থাবেন। তাই ডি.সি অপেক্ষা এ.সি. বেশি বিপজ্জনক।

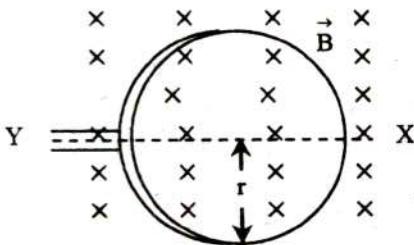
**গ** দেওয়া আছে, পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণ,  $i = 50 \sin 628 t$  একে দিক পরিবর্তী প্রবাহের প্রমিত সমীকরণ,  $i = i_0 \sin 2\pi f t$  এর সাথে তুলনা করে পাই, তড়িৎ প্রবাহের,

১. শীর্ষমান,  $i = 50A$
২. কম্পাঙ্গক  $f$  হলে,  $2\pi f = 628 t$
- $\therefore f = \frac{628 t}{2\pi} = 100 \text{ Hz}$

**ঢ** গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সংজ্ঞাল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১** অনুশীলনীর সংজ্ঞাল প্রশ্ন ১-এর উত্তরের জন্য সংজ্ঞাল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৩৩** চিত্রে  $r$  ব্যাসার্ধের N পাকের একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলী  $\vec{B}$  সূহম চৌম্বক ক্ষেত্রে আছে।



- ক. পারম্পরিক আবেশ কাকে বলে? ১
- খ. দিক পরিবর্তী প্রবাহের মূল গড় বর্গ মান বলতে কী বুঝায়? ২
- গ.  $N = 1000$  ও  $r = 10 \text{ cm}$  হলে কুণ্ডলীটির স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কুণ্ডলীটিকে XY অক্ষের সাপেক্ষে ঘূরানো হলে কী ঘটবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

### ৩৩নং প্রশ্নের উত্তর

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

**খ** কোনো দিক পরিবর্তী প্রবাহের যেকোনো সময়ের তাঙ্কণিক তড়িৎ প্রবাহের বর্গকে সময়ের সাপেক্ষে নির্দিষ্ট সময় সীমার মধ্যে সমাকলন করে উন্নত সময় স্থারা ভাগ করে এর বর্গমূল নিলে ঐ সময় সীমায় তড়িৎ প্রবাহের মূল গড় বর্গ মান পাওয়া যায়। এটি তড়িৎ প্রবাহের কার্যকর মান হিসেবে গণ্য করা হয়।

**গ** আমরা জানি, কোনো কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক,

$$L = \frac{\mu_0 N^2 r}{2}$$

এখনে, কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা,  $N = 1000$

কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক,  $L = ?$

$$\text{সূতরাং, } L = \frac{(3.1416)(4 \times 3.1416 \times 10^{-7})(1000)^2(0.1)}{2} \text{ H}$$

$$= 0.1974 \text{ H}$$

$$\text{৩. মূল গড় বর্গের মান, } i_{\text{rms}} = \frac{i_0}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{50}{\sqrt{2}} = 35.36 \text{ A}$$

**ঘ** T এর দ্বিগুণ হলেও অর্ধচক্র সম্পন্ন হয়।

$$\text{আমরা জানি, } I = 0.637 \times I_0$$

$$= 0.637 \times 50$$

$$= 31.85$$

$$= \frac{31.85}{100} \times 100 = 0.32\%$$

অতএব, T এর মান দ্বিগুণ হলে গড় বিদ্যুৎ প্রবাহের 0.32% পরিবর্তন হবে।

**প্রশ্ন ৩৪** অনুশীলনীর প্রশ্ন ৮নং এর উত্তরের জন্য অধ্যায় ৪ এর সংজ্ঞাল প্রশ্ন ১৪ এর গ ও ঘ নং উত্তর দ্রষ্টব্য।

**ঢ** চিত্রে তার কুণ্ডলীটি চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত। সুতরাং এর সাথে কিছু চৌম্বক ফ্লাক্স জড়িত। এখন কুণ্ডলীটিকে XY অক্ষের সাপেক্ষে ঘূরানো হলে এর মধ্য দিয়ে গমনকারী চৌম্বক ফ্লাক্স পরিবর্তিত হবে। ফলে কুণ্ডলীতে তড়িচালক বল আবিষ্ট হবে।

ধরা যাক, কুণ্ডলীটিকে XY অক্ষের সাপেক্ষে  $\theta$  সমকোণিক দ্রুতিতে ঘোরানো হচ্ছে। আরও ধরা যাক, সময় গমনার শুরুতে কুণ্ডলীটি চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লভভাবে অবস্থান করছিল। এ সময় কুণ্ডলীর তল ডেক্টর  $\vec{A}$  ও চৌম্বক ক্ষেত্র  $\vec{B}$ -এর মধ্যবর্তী কোণ হবে  $\theta = \omega t$ । সুতরাং কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স,

$$\Phi_B = \vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta = AB \cos \omega t$$

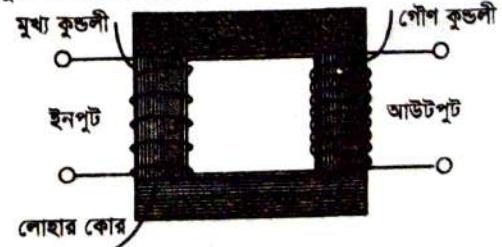
$\Phi_B$  সময়ের সাথে পরিবর্তনশীল। তাই  $\Phi_B$  কে সময়,  $t$  এর সাপেক্ষে ব্যবকলন করলে ফ্যারাডের স্তূর্যনুসারে কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বল,

$$\epsilon = -N \frac{d\Phi_B}{dt} = -N \frac{d}{dt} (AB \cos \omega t) = NAB \omega \sin \omega t$$

$$\therefore \epsilon = \epsilon_m = \sin \omega t$$

এখনে,  $\epsilon_m = NAB \omega$   $\epsilon$ -এর সর্বোচ্চ মান।

**প্রশ্ন ৩৫** চিত্রে একটি বৃপ্তান্তরক দেখানো হয়েছে। একটি আয়তাকার লোহার কোরের বিপরীত দুই বাহুতে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলী জড়ানো আছে। মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা যথাক্রমে 300 ও 3000 এবং মুখ্য কুণ্ডলীর রোধ  $0.5 \Omega$ ।



**ক** লেজের সূচিটি লিখ।

**খ** “কুণ্ডলী ও চুম্বকের মধ্যে আপেক্ষিক গতি যতক্ষণ স্থায়ী হয় আবিষ্ট তড়িচালক বলও ততক্ষণ স্থায়ী হয়” — ফ্যারাডের তাড়িত চৌম্বক আবেশে হিতীয় সূত থেকে ব্যাখ্যা কর।

**গ** ইনপুটে 200 V কার্যকর বিভব সম্পন্ন দিক পরিবর্তী বিভব প্রয়োগ করা হলে আউটপুট প্রবাহের কার্যকর মান নির্ণয় কর।

**ঘ** দিক পরিবর্তী বিভবের ক্ষেত্রে বৃপ্তান্তরক কাজ করে কিন্তু একমুখ্য প্রবাহের ক্ষেত্রে কাজ করে না কেন ব্যাখ্যা কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৮]

 ৩৪নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ) কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটলে কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িতচালক বলের সৃষ্টি হয়। ফ্লাক্সের বৃদ্ধি বা হ্রাস উভয় ক্ষেত্রেই এই ঘটনা ঘটে। ফ্লাক্সের পরিবর্তন না ঘটলে কোনো আবিষ্ট তড়িতচালক বলের সৃষ্টি হয় না। আবার কুণ্ডলী ও চুম্বকের মধ্যে যতক্ষণ আপেক্ষিক গতি থাকে ততক্ষণ ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটে। তাই কুণ্ডলী ও চুম্বকের মধ্যে আপেক্ষিক গতি যতক্ষণ স্থায়ী হয় আবিষ্ট তড়িতচালক বলও ততক্ষণ স্থায়ী হয়।

গ) এখানে, মুখ্য কুণ্ডলীর রোধ,  $R_p = 0.5 \Omega$

মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N_p = 300$

মুখ্য কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা,  $N_s = 3000$

মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ,  $E_p = 200 \text{ V}$

গৌণ কুণ্ডলীর প্রবাহ,  $I_s = ?$

$$I_p = \frac{E_p}{R_p}$$

$$\text{বা, } I_p = \frac{200}{0.5} = 400 \text{ A}$$

$$\text{আবার, } \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\text{বা, } \frac{I_s}{400} = \frac{300}{3000} \therefore I_s = 40 \text{ A}$$

ঘ) গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা  $N_s$ , গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িতচালক শক্তি  $E_s$  এবং মুখ্য কুণ্ডলীতে চৌমুকীয় ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হার  $\frac{d\phi}{dt}$  হলে,

$$E_s = -N_s \frac{d\phi}{dt}$$

dc ভোল্টেজ উৎসের জন্য মুখ্য কুণ্ডলীতে উৎপন্ন চৌমুক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হার,  $\frac{d\phi}{dt} = 0$

অর্থাৎ গৌণ কুণ্ডলীতে প্রাপ্ত ভোল্টেজ,  $E_s = 0$

এ কারণে ট্রান্সফর্মার শূধু পর্যাপ্ত ভোল্টেজ পরিবর্তন করে। dc ভোল্টেজ পরিবর্তন করতে পারে না।

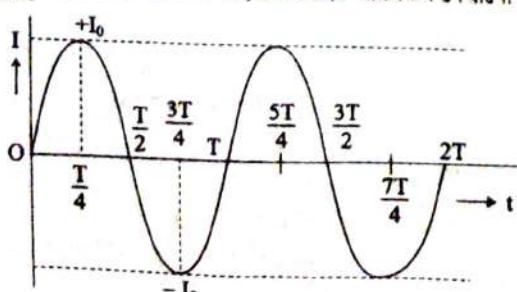
অর্থাৎ উদ্ধীপকে ব্যবহৃত স্টেপ-আপ ট্রান্সফর্মার d.c ভোল্টেজ উৎসের জন্য ব্যবহার করা যাবে না।

ঙ) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

চিঠি বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ হলে জরুরি বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য একটি গার্মিটেস কারখানায় 300 ভোল্ট বিস্তারের একটি দিক পরিবর্তী উৎস ও 220 ভোল্টের একটি একমুখী উৎস আছে। কারখানায় কাপড় ইঞ্জিনিয়ার জন্য  $60 \Omega$  রোধের কিছু বৈদ্যুতিক ইঞ্জিনিয়ার ব্যবহৃত হয়।

ড) ড. শাহজাহান তপন, মুহম্মদ আজিজ হাসান ও ড. রানা কৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

ঢ) চিঠে দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।



ক. লেঞ্জের সূত্রটি লিখ।

খ. অবরোহী ট্রান্সফর্মারের মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা অনুপাত কীরূপ হবে?

গ. দিক পরিবর্তী উৎসের তড়িতচালক বলের গড় মান নির্ণয় কর।

ঘ. বৈদ্যুতিক ইঞ্জিনিয়ারের ক্ষেত্রে কোন উৎসটি বেশি কার্যকর— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১২]

 ৩৬নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ) আরোহী ট্রান্সফর্মারের উচিত বিভব নিয়ম বিভবে পরিণত হয়। অর্থাৎ মুখ্য কুণ্ডলীর চেয়ে গৌণ কুণ্ডলীর বিভব কম হয়। ট্রান্সফর্মারের কুণ্ডলীয়ের তড়িতচালক বল এদের পাকসংখ্যার সমানুপাতিক। সুতরাং গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যার চেয়ে কম হলে ট্রান্সফর্মারটি অবরোহী হবে। অতএব, অবরোহী ট্রান্সফর্মারের মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যার অনুপাত সর্বদা । এর চেয়ে বড় হবে।

গ) এখানে, তড়িতচালক বলের শীর্ষমান,  $E_0 = 300 \text{ V}$  তড়িতচালক বলের গড়মান,  $\bar{E} = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= \frac{2}{\pi} E_0 \\ &= \frac{2}{3.1416} \times 300 \text{ V} = 190.99 \text{ V} \end{aligned}$$

নির্ণয় গড় তড়িতচালক বল 190.99 V।

ঘ) দিক পরিবর্তী উৎসের তড়িতচালক বলের শীর্ষমান,  $E_0 = 300 \text{ V}$  একমুখী উৎসের তড়িতচালক বল,  $\bar{E} = 220 \text{ V}$

এখন, দিক পরিবর্তী উৎসের তড়িতচালক বলের মূল গড় বর্গ মান,

$$E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{300 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 212.132 \text{ V}$$

দেখা যাচ্ছে,  $E_{rms} < \bar{E}$

অতএব, বৈদ্যুতিক ইঞ্জিনিয়ারের ক্ষেত্রে একমুখী উৎসটি বেশি কার্যকর হবে। কারণ এক্ষেত্রে বেশি তাপশক্তি উৎপন্ন হবে।

ঙ) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

চিঠি অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

ঢ) অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

ক. দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহ কাকে বলে?

খ. সময়ের পরিবর্তনের সাথে একমুখী প্রবাহের পরিবর্তন লেখচিত্রের মাধ্যমে দেখাও।

গ. কোনো দিক পরিবর্তী প্রবাহের শীর্ষমান 5 A এবং কম্পাঙ্ক 60 Hz। এর বর্গমূলীয় গড় মান কত? শূধু থেকে শীর্ষমানে পৌছাতে কত সময় লাগবে?

ঘ. দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহ কীভাবে উৎপন্ন করা যায় বর্ণনা করে উদ্ধীপকে দেখানো লেখচিত্রের সাহায্যে দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর।

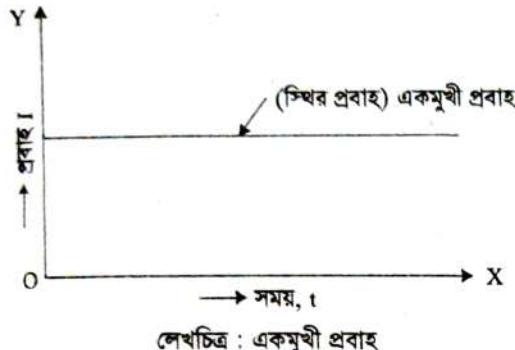
[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

নতুন সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্র  একাদশ-বাদশ শ্রেণি

 ৪০মং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ যদি একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর দিক পরিবর্তন করে এবং নির্দিষ্ট সময় পর পর সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান প্রাপ্ত হয়, সেই তড়িৎ প্রবাহকে দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহ বলে।

**খ** সময়ের পরিবর্তনের সাথে একমুখী প্রবাহের পরিবর্তনের লেখচিত্র হলো—



লেখচিত্র হতে দেখা যায়, একমুখী প্রবাহের ক্ষেত্রে, সময় বাড়লেও প্রবাহমাত্রা একই থাকে অর্থাৎ প্রবাহ স্থির থাকে। তড়িৎ প্রবাহের অভিযুক্ত সর্বনা একই থাকে।

**গ** ধরি, প্রবাহের বর্গমূলীয় গড় মান,  $I_{rms}$   
এবং শীর্ষমানে পৌছানোর সময়,  $t$

আমরা জানি,

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{5 A}{\sqrt{2}} = 3.535 A$$

∴ প্রবাহের বর্গমূলীয় গড় মান  $3.535 A$

$$\text{শূন্য থেকে শীর্ষমানে পৌছানোর সময়}, t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4f} = \frac{1}{4 \times 60 \text{ Hz}}$$

$$= 4.167 \times 10^{-3} \text{ s}$$

∴ প্রবাহের বর্গমূলীয় গড় মান  $3.535 A$  এবং শীর্ষমানে পৌছানোর সময়  $4.167 \times 10^{-3} \text{ s}$ ।

এখনে,  
প্রবাহের শীর্ষমান,  $I_0 = 5 A$   
কম্পাঙ্ক,  $f = 60 \text{ Hz}$

**ঘ** ধরি, N এবং S একটি চূম্বকের দুটি মেরু যা H প্রাবল্যের একটি সুষম চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করেছে। মনে করি, AB একটি বন্ধ কুণ্ডলী। এটি চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিলম্ব তলে অবস্থিত। কুণ্ডলীটি তার নিজস্ব অনুভূমিক অক্ষে  $\theta$  কোণিক বেগে ঘূরছে।

ধরি, কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা n ও

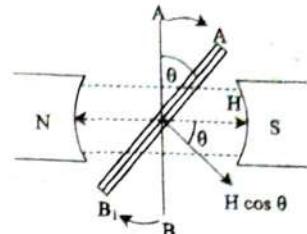
ক্ষেত্রফল A। কুণ্ডলীটি t

সময়ে  $\theta$  কোণে ঘূরে  $A_1 B_1$

অবস্থানে গিয়েছে।

এমতাবস্থায় চৌম্বকক্ষেত্রের

অভিলম্ব উপাংশ  $= H \cos \theta$



অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাই,  $\Phi_N = n\mu AH \cos \theta$

$$= n\mu AH \cos \omega t \quad [\because \theta = \omega t]$$

কুণ্ডলীতে তড়িচালক শক্তি আবিষ্ট হবে চৌম্বকীয় আবেশের কারণে।

$$\therefore \text{আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি}, \varepsilon = -\frac{d\Phi_N}{dt} = -\frac{d}{dt}(n\mu AH \cos \omega t)$$

$$= n\mu Ah \omega \sin \omega t$$

সর্বোচ্চ তড়িচালক শক্তি,  $\varepsilon_0 = n\mu AH \omega$  হলে,  $\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t$

যদি কুণ্ডলীটির রোধ R হয় তাহলে, যেকোনো মুহূর্তে t তে প্রবাহমাত্রা,  $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_0 \sin \omega t}{R} = I_0 \sin \omega t$

$$\therefore I = I_0 \sin \omega t$$

দিক পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণটি হলো,  $I = I_0 \sin \omega t$

সমীকরণ হতে দেখা যায়, I এর মান  $\omega t$  এর উপর নির্ভর করে। উদ্দীপকে দেখানো লেখচিত্র হতে দেখা যায়,

১. যখন  $t = 0, \frac{T}{2}, T, \frac{3}{2}T, 2T$  ইত্যাদি হয়, তখন তড়িৎ প্রবাহ I শূন্য হয়।

২.  $t = \frac{T}{4}, \frac{5}{4}T$  ইত্যাদি হলে,  $I = +I_0$  এবং  $t = \frac{3}{4}T, \frac{7}{4}T$  ইত্যাদি হলে  $I = -I_0$  হয়।

∴ দেখা যাচ্ছে যে, কুণ্ডলীর সঙ্গে তড়িৎ প্রবাহ I এর মান শূন্য হতে বৃদ্ধি পেয়ে  $+I_0$  ও এরপর ক্রমশ হাস পেয়ে পুনরায় শূন্য মানে চলে আসে। অতঃপর বিপরীত দিকে পুনরায় বৃদ্ধি পেয়ে  $-I_0$  হয় ও আবার হাস পেয়ে শূন্য মানে আসে। এভাবেই দিকপরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটে।

 ৩০মং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তড়িৎ প্রবাহ যেমন চৌম্বক ক্ষেত্রে সৃষ্টি করতে পারে। তেমনি তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করতে পারে। চৌম্বক ক্ষেত্রে থেকে তড়িৎ প্রবাহের ঘটনাকে 'তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশ' বলা হয়। ইমন একটি অস্তুরাকৃতির চুম্বক ঘারা সৃষ্টি 0.5 Wb চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে 0.01 m ব্যাসার্দের ও ঘনসমিক্রণ 10 পাকের একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলী তলকে ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে স্থাপন করলো। এতে কুণ্ডলীর তলের মধ্যে দিয়ে ফ্লাই অতিক্রান্ত হলো।

**ক.** তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশ কী?

**খ.** ফ্যারাডের তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশের সূত্রগুলো ব্যাখ্যা কর। ২

**গ.** উদ্দীপকে কুণ্ডলীর সাথে জড়িত মোট ফ্লাই নর্ণয় কর। ৩

**ঘ.** একটি তামার রিং ও একটি কাঠের রিংয়ের মধ্যে দিয়ে

দুটি সদৃশ দণ্ড চুম্বককে একই উচ্চতা থেকে ফেলে দিলে

দুটি কি একই তরণে পড়বে? উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

**ঘ** প্রথম সূত্র : কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে আবন্ধ চৌম্বক আবেশের রেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাইরের পরিবর্তন হলে কুণ্ডলীতে তড়িচালক শক্তি আবিষ্ট হয় এবং যতক্ষণ এ পরিবর্তন স্থায়ী হয়, কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বল বা আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহও ততক্ষণ স্থায়ী হয়।

**ঘির্তীয় সূত্র :** কোনো কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বল, সময়ের সাথে ঐ কুণ্ডলীর মধ্যে দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাইরের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক।

এক পাকের কোনো বন্ধ কুণ্ডলীর মধ্যে দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাইরের পরিবর্তন  $dt$  সময়ে  $d\Phi_B$  হলে ফ্যারাডের রিং সূত্রানুসারে কুণ্ডলীতে এই সময়ের আবিষ্ট তড়িচালক বল—

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

**ঘ** দেওয়া আছে, চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 0.5 \text{ Wb/m}^2$

কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল,  $A = \pi (0.01)^2 \text{ m}^2$

বের করতে হবে, ফ্লাই,  $\varphi = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, ফ্লাই, } \varphi &= \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos \theta \\ &= 0.5 \text{ Wb/m}^2 \times \pi \times (0.01)^2 \text{ m}^2 \times \cos 0^\circ \\ &= 1.57 \times 10^{-4} \text{ Wb} \end{aligned}$$

 ৪১মং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি গতিশীল চুম্বক কিংবা তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর প্রভাবে একটি বন্ধ তার কুণ্ডলীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তি উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়কে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ বলে।



$$1 \text{ পাকের সাথে জড়িত ফ্লাজ } = 1.57 \times 10^{-4} 10 \text{ Wb}$$

$$100 \text{ পাকের সাথে জড়িত মোট ফ্লাজ } = 1.57 \times 10^{-4} 10 \text{ Wb}$$

$$= 1.57 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

আমরা জানি, মুক্তভাবে পড়ত বস্তু অভিকর্ষ ত্বরণে পতিত হয়। চূর্ছক দুটির উপর কোনো বাধা না থাকলে এরাও একই অভিকর্ষজ ত্বরণে পতিত হতো। তামা পরিবাহী হওয়ায় তামার রিংয়ের ভিতর দিয়ে চূর্ছক গমন কালে এতে তড়িচালক বল আবিষ্ট হবে এবং লেজের সূতানুসারে একটি বাধা জনিত বল ক্রিয়া করবে কিন্তু কাঠ অপরিবাহী হওয়ায় কাঠের রিংয়ের ভিতর দিয়ে চূর্ছক গমনের সময় কোনো তড়িচালক বল আবিষ্ট হবে না ফলে এর উপর কোনো বাধা ক্রিয়া করবে না। সুতরাং বলা যায়, তামার রিং ও কাঠের রিংয়ের মধ্য দিয়ে দুটি সদৃশ দণ্ড চূর্ছককে একই উচ্চতা থেকে ফেরে দিলে চূর্ছক দুটি একই ত্বরণে পড়বে না।

**প্রশ্ন ৪২** ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষা করার সময় রহমান সাহেব দেখলেন যে পাশাপাশি রাখা দুটি কুণ্ডলীর একটি মধ্য দিয়ে 0.01 sec সময়ে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা 0 থেকে 10A-এ পরিবর্তন করার ফলে অপর কুণ্ডলীতে 500V তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়।

- ক. পারম্পরিক আবেশ কী? ১
- খ. কোনো কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক 1 henry বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. রহমান সাহেব যে দুটি কুণ্ডলী দিয়ে পরীক্ষা করছিলেন এদের পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. দুটি সদৃশ বৃত্তাকার তারের কুণ্ডলী A ও B কে পাশাপাশি রাখা হলো। A কুণ্ডলীর মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করা হলো যা সময়ের সাথে বৃদ্ধি পেতে থাকে। B কুণ্ডলীতে কি কোনো বল সৃষ্টি হবে? যদি হয় বলের প্রকৃতি কী হবে? ব্যাখ্যা কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

### ৪২নং প্রশ্নের উত্তর

কোন একটি কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তন করলে নিকটবর্তী অন্য একটি কুণ্ডলীতে যে তড়িচৌম্বক আবেশ সৃষ্টি হয় তাকে পারম্পরিক আবেশ বলে।

কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা এক অ্যাম্পিয়ার হারে পরিবর্তিত হলে যদি ঐ কুণ্ডলীতে এক ভোল্ট তড়িচালক শক্তি আবিষ্ট হয় তাহলে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ককে এক হেনরি বলে।

$$\text{অর্থাৎ, } 1 \text{ হেনরি} = \frac{1 \text{ ভোল্ট}}{1 \text{ অ্যাম্পিয়ার/সে.}} = \frac{\text{ভোল্ট-সেকেন্ড}}{\text{অ্যাম্পিয়ার}}$$

$$\therefore 1H = 1 VsA^{-1}$$

আমরা জানি,

$$E = -M \frac{dI}{dt}$$

$$\text{বা, } 500V = -M \frac{(-10A)}{0.01 \text{ sec}}$$

$$\therefore M = 0.05 \text{ H}$$

এখানে,

$$\text{সময়, } dt = 0.01 \text{ sec}$$

তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন,

$$dI = 0A - 10A = -10A$$

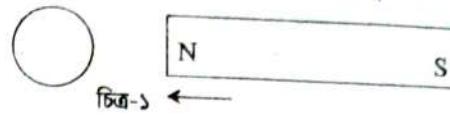
আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি,  $E = 500V$

পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক,  $M = ?$

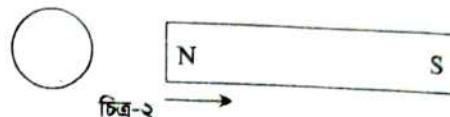
দুটি সদৃশ বৃত্তাকার তারের কুণ্ডলী A ও B কে পাশাপাশি রেখে A কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করলে এতে চৌম্বক বলরেখার সৃষ্টি হয়। এ চৌম্বক বলরেখার কিছু অংশ B কুণ্ডলীতে একটি চৌম্বক ফ্লাজের সৃষ্টি হয়। B কুণ্ডলীটি A কুণ্ডলীর যত কাছে অবস্থান করে এতে ফ্লাজের পরিযাণ তত বৃদ্ধি পায়। এখন A কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটে। ফলে সাথে B কুণ্ডলীতে তড়িৎ

প্রবাহের পরিবর্তন করলে A কুণ্ডলীতে সৃষ্টি চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তন ঘটে। ফলে সাথে B কুণ্ডলীতে সৃষ্টি ফ্লাজেরও পরিবর্তন ঘটে। এ ফ্লাজের পরিবর্তন ঘটায় B কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের সৃষ্টি হয়। B কুণ্ডলীতে সৃষ্টি ফ্লাজের পরিযাণ বেশি হলে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান ও বেশি হয়।

**প্রশ্ন ৪৩** উদ্বিগ্নিটি স্ক্র কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র-১



চিত্র-২

ক. তড়িচালক বলের একক কী?

খ. স্বকীয় আবেশ ব্যাখ্যা কর।

গ. ১নং-চিত্রে কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 100 এবং 0.04 s এ চৌম্বক ফ্লাজ  $30 \times 10^{-5}$  Wb থেকে  $2 \times 10^{-5}$  Wb পরিবর্তিত হয়। কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বল নির্ণয় কর।

ঘ. ১নং ও ২নং চিত্রে আবিষ্ট তড়িচালক বলের সঠিক দিক অঙ্কন কর ও তার কারণ বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

### ৪৩নং প্রশ্নের উত্তর

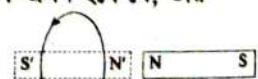
**ক** তড়িচালক বলের একক volt বা  $Wb s^{-1}$ ।

**খ** যখন কোনো বস্তু কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় তখন এ প্রবাহ চৌম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন করে এবং কুণ্ডলী নিজে এ চৌম্বক ক্ষেত্ররেখার দ্বারা জড়িত হয়ে পড়ে। কাজেই এ কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রার পরিবর্তন ঘটলে কুণ্ডলীর সাথে জড়িত বা কুণ্ডলী দিয়ে অভিক্রমকারী চৌম্বক ক্ষেত্ররেখারও পরিবর্তন ঘটে এবং কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তির উত্তর যা মূল তড়িৎ প্রবাহের এ পরিবর্তনকে বাধা দেয়। একে স্বকীয় আবেশ বলে।

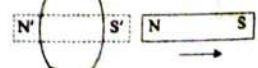
**গ** স্জিনশীল প্রশ্ন ২৯ (গ) এর উত্তরের অনুরূপ।

১নং ও ২নং চিত্রের আবিষ্ট তড়িচালক বলের সঠিক দিক অঙ্কন নিচে করা হলো—

এখানে, ১নং চিত্রে একটি দণ্ড চূর্ছক NS-এর মেরু N-কে একটি তার কুণ্ডলীর দিকে আনা হচ্ছে। তাড়িচৌম্বকীয় আবেশের দলুন কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের সৃষ্টি হবে। লেঙ্গ-এর সূতানুসারে এ তড়িচালক বলের বা তড়িৎ প্রবাহের দিক এমন হবে যে, তার উৎপত্তির কারণ অর্থাৎ চূর্ছকের গতিকে বাধা দিবে। এটি সম্ভব হবে যদি উত্তর মেরুর সম্মুখস্থ কুণ্ডলীর তলে উত্তর মেরুর উত্তর হয়। কাজেই এ স্থলে চূর্ছক যে পাশে আছে সে পাশ থেকে কুণ্ডলীর দিকে তাকালে, কুণ্ডলীর তড়িচালক বল বামাবর্তী অর্থাৎ N বলে মনে হবে।



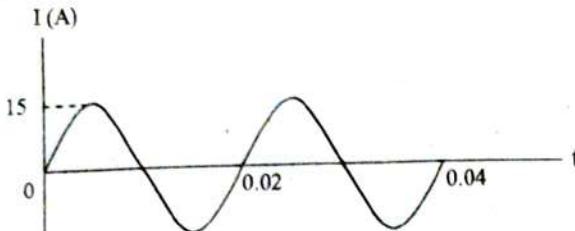
অবারার, ২নং চিত্রে যখন চূর্ছকটিকে টেনে কুণ্ডলী হতে দূরে নিতে থাকলে আবিষ্ট তড়িচালক বল চূর্ছকের সম্মুখবর্তী কুণ্ডলীর পৃষ্ঠে দক্ষিণ মেরু উৎপন্ন করে এ টেনে নেওয়াকে বাধা দিবে। কুণ্ডলীর এ পৃষ্ঠে দক্ষিণ মেরু উৎপন্ন হলে, কুণ্ডলীতে তড়িচালক বলের অভিমুখ দক্ষিণাবর্তী অর্থাৎ S হবে।



অভাবেই আবিষ্ট তড়িচালক বলের দিক নির্ণয় করা হয়।

### ৩. ননী গোপাল, অচিষ্ট্য, গফুর, নির্মল, প্রাণেশ ও মোমেনুল স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সংজ্ঞাল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ৪৪** কুমুদিনী কলেজে শ্রেণিকক্ষে প্রজেক্টরের পর্দায় প্রাণেশ স্যার নিম্নৰূপ সংকেতটি প্রদর্শন করে শিক্ষার্থীদের মূল নিয়মে  $I_{rms}$  এর মান হিসেব করতে বললেন।



- ক. তড়িৎ চৌম্বক আবেশ কাকে বলে? ১  
 খ. DC অপেক্ষা AC ব্যবহার করা বিপজ্জনক কেন— ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ.  $\frac{1}{300}$  sec পর বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা কত হবে হিসেব কর। ৩  
 ঘ. প্রাণেশ স্যারের নির্দেশ মোতাবেক শিক্ষার্থীদের হিসেবকৃত মান, 'গ' হতে প্রাপ্ত মান অপেক্ষা কম না বেশি হবে— বিশ্লেষণ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

### ৪৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি গতিশীল চুম্বক বা একটি গতিশীল তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর সাহায্যে অন্য একটি বন্ধ বর্তনীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হওয়ার পদ্ধতিই হলো তড়িৎ চৌম্বক আবেশ।

**খ** কোনো ব্যক্তি যদি সমমানের DC ও AC-তে শক পান তবে AC-তে বেশি শক অনুভব করবেন। কারণ AC ভোল্টেজের শীর্ষমান-এর গড় বর্গের বর্গমূল মানের  $\sqrt{2}$  গুণ। যেমন— কোনো ব্যক্তির কাছে 220 V DC অপেক্ষা 220 V AC-তে বেশি শক অনুভূত হবে। কারণ 220 V AC তে ব্যক্তিটি  $220 \times \sqrt{2} = 311$  V এর শক পাবেন। তাই DC অপেক্ষা AC বেশি বিপজ্জনক।

**গ** এখানে, পরিবর্তী প্রবাহের শীর্ষমান,  $I_0 = 15$  A

পর্যায়কাল,  $T = 0.02$  s

প্রবাহটির সমীকরণ,

$$\begin{aligned} I &= I_0 \sin(\omega t + \delta) = I_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \delta\right) \\ &= 15 \sin\left(\frac{2\pi}{0.02} t + 0\right) = 15 \sin(100\pi t) \\ \therefore t &= \frac{1}{300} \text{ s পর বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা—} \\ I &= 15 \sin\left(100\pi \times \frac{1}{300}\right) \\ &= 15 \sin\frac{\pi}{3} = 15 \sin 60^\circ = 15 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 12.99 \text{ A} \end{aligned}$$

নির্ণেয় প্রবাহমাত্রা 12.99 A।

**ঘ** পরিবর্তী প্রবাহটির কার্যকর মান মূল নিয়মে বের করি,

$$\begin{aligned} I^2_{rms} &= \frac{1}{T} \int_0^T I^2 dt \\ &= \frac{1}{T} \int_0^T 15^2 \sin^2(100\pi t) dt \\ &= \frac{1}{0.02} \int_0^{0.02} 225 \sin^2(100\pi t) dt \\ &= \frac{225}{0.02} \int_0^{0.02} \frac{1}{2} (1 + \cos(200\pi t)) dt \\ &= \frac{225}{0.02 \times 2} \left[ t + \frac{\sin 200\pi t}{200\pi} \right]_0^{0.02} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 5625 \left[ (0.02 - 0) + \frac{1}{200\pi} \{ \sin(200\pi \times 0.02) - \sin 0 \} \right] \\ &= 5625 \left[ 0.02 + \frac{1}{200\pi} (\sin 4\pi - 0) \right] \\ &= 5625 \left[ 0.02 + \frac{1}{200\pi} \times 0 \right] = 112.5 \text{ A}^2 \end{aligned}$$

$$\therefore I_{rms} = \sqrt{112.5 \text{ A}^2} = 10.6 \text{ A}$$

গ থেকে প্রাপ্ত মান,  $I = 12.99$  A

এখানে,  $I_{rms} < I$

অতএব, শিক্ষক মহোদয়ের নির্দেশনা মোতাবেক শিক্ষার্থী কর্তৃক প্রাপ্ত মান গ হতে প্রাপ্ত মান অপেক্ষা কম।

**প্রশ্ন ৪৫** মেধাবী ছাত্রী সুস্মিতা পরস্পরের কাছাকাছি দুটি কুণ্ডলী A ও B, যাদের পাক সংখ্যা যথাক্রমে  $N_A$  ও 1000, স্থাপন করে A এর ডেতর দিয়ে 2 A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে। ফলে সে দেখতে পেল A ও B কুণ্ডলীতে যথাক্রমে  $2.4 \times 10^{-4}$  Wb ও  $1.6 \times 10^{-4}$  Wb চৌম্বক ফ্লাই তৈরি হয়। সুস্মিতা আরও লক্ষ করল A কুণ্ডলীতে 0.4s এ প্রবাহমাত্রা থেমে যাওয়ায় B কুণ্ডলীতে 0.5 V তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়। [A কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক,  $L_A = 0.024$ H]

ক. দিক পরিবর্তী প্রবাহ কাকে বলে? ১

খ. কোনো ব্যক্তি যদি তার কক্ষে বলে 220 V দ্বারা শক পান তাহলে তিনি 220 V এর বেশি ভোল্টেজ দ্বারা শক পান— ব্যাখ্যা কর। ২

গ.  $N_A$  এর মান হিসেব কর। ৩

ঘ. উদ্বীপকে উল্লিখিত সুস্মিতার শেষ পর্যবেক্ষণটি সঠিক কিনা যাচাই কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

### ৪৫নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বর্তনীতে প্রবাহমাত্রা যদি একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর বার বার বিপরীতমুখী হয় এবং প্রবাহমাত্রা একটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর সর্বাধিক ও সর্বনিম্ন মান প্রাপ্ত হয়, তাহলে এ ধরনের তড়িৎ প্রবাহকে দিক পরিবর্তী তড়িৎপ্রবাহ বলে।

**খ** আমাদের দেশে বাড়িয়ের এসি তড়িৎ সরবরাহ করা হয়। এ সরবরাহ ভোল্টেজের মান 220 V। এ মান E এর গড় বর্গের বর্গমূল মান বা  $E_{rms}$  নির্দেশ করে। অর্থাৎ

$$E_{rms} = 220 \text{ V}$$

শীর্ষমান,  $E_0 = E_{rms} \times \sqrt{2} = 220 \text{ V} \times \sqrt{2} = 311 \text{ V}$   
 ফলে কোনো ব্যক্তি যদি 220 V DC শক পান তাহলে তা 220 V দ্বারা হবে। কিন্তু 220 V AC শক পেলে তিনি সর্বাধিক শক পাবেন 311 V, এর যা 220 V এর শক এর চেয়ে অনেক বেশি। তাই AC 220 V, DC 220 V অপেক্ষা অধিকতর বিপজ্জনক।

**গ** এখানে, A কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক,  $L = 0.024$  H

তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 2$  A

কুণ্ডলীর প্রতিপাকে জড়িত চৌম্বক ফ্লাই,  $\phi = 2.4 \times 10^{-4}$  Wb

কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N_A = ?$

আমরা জানি,

$$N_A \phi = LI$$

$$\text{বা, } N_A = \frac{LI}{\phi} \\ = \frac{0.024 \times 2}{2.4 \times 10^{-4}} \\ = \frac{0.048}{2.4 \times 10^{-4}} \\ = 200$$

অতএব,  $N_A$  এর মান 200

পঞ্চম অধ্যায় তাড়িতচৌমুকীয় আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ

**১** A তে প্রবাহমাত্রা  $0.4 \text{ s}$  এ থেমে গেলে B কুণ্ডলীতে  $\Delta t = 0.4 \text{ s}$  সময়কালে চৌমুক ফ্লাজ্যোর পরিবর্তন,

$$\Delta\phi = -1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb} \times 1000$$

$$= -0.16 \text{ Wb}$$

আবার, B কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বল,

$$E = \frac{d\phi}{dt} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{-0.16 \text{ Wb}}{0.4 \text{ s}} = 0.4 \text{ V}$$

এখানে,  $E \neq 0.5 \text{ V}$

অতএব, সুস্থিতার শেষ পর্যবেক্ষণটি সঠিক নয়।

**জ্যেষ্ঠ ৪৬।** 160 V বিত্তার এবং 60 Hz কম্পাঙ্ক-এর একটি AC উৎসকে 20 Ω রোধের সাথে যুক্ত করে শিক্ষক শিক্ষার্থীদের উদ্দেশ্যে বললেন, হিসেব করলে দেখা যাবে উত্তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের পরিমাণ  $643 \text{ J s}^{-1}$ ।

**ক**. ফ্যারাডের তাড়িত চৌমুকীয় আবেশের প্রথম সূত্রটি লিখ। ১

**খ**. চৌমুক ফ্লাজ্যো 2 Wb বলতে কী বুঝ? ২

**গ**. উৎসটির কার্যকর ভোল্টেজ ( $E_{rms}$ ) হিসেব কর। ৩

**ঘ**. শিক্ষকের বক্তব্যের সত্যতা যাচাই কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

### ৪৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক**. ফ্যারাডের তাড়িত চুম্বকীয় আবেশের প্রথম সূত্রটি হলো— যখনই কোনো বস্তু তার কুণ্ডলীতে আবস্থ চৌমুক আবেশ রেখার সংখ্যা বা চৌমুকফ্লাজ্যো এর পরিবর্তন ঘটে তখনই উক্ত কুণ্ডলীতে একটি তড়িচালক শক্তি আবিষ্ট হয়।

**১** ড. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**জ্যেষ্ঠ ৪৭।** সালমা 100 Ω রোধের একটি বৈদ্যুতিক হিটার 160 V বিত্ত এবং 50 Hz কম্পাঙ্কের একটি এসি উৎসের সাথে সংযুক্ত করল। প্রবর্তীতে নাজমা হিটারটি 120 V ডিসি উৎসের সাথে সংযুক্ত করল।

**ক**. লেঙ্গ-এর সূত্রটি লিখ। ১

**খ**. ডিসি অপেক্ষা এসি বেশি বিপজ্জনক— ব্যাখ্যা কর। ২

**গ**. এসি উৎসের গড় ভোল্টেজ নির্ণয় কর। ৩

**ঘ**. কোন সংযোগে হিটারটি বেশি কার্যকর— গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

### ৪৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক**. লেঙ্গ-এর সূত্রটি হলো— যেকোনো তড়িচৌমুক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে তা সৃষ্টি হওয়া মাত্রাই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকেই বাধা দেয়।

**খ**. কোন ব্যক্তি যদি সমমানের ডি.সি ও এ.সি-তে শক পান তবে এ.সি-তে বেশি শক অনুভব করবেন। কারণ এ.সি ভোল্টেজের শীর্ষমান-এর গড় বর্গের বর্গমূল মানের  $\sqrt{2}$  গুণ। যেমন— কোন ব্যক্তির কাছে 220 V ডি.সি অপেক্ষা 220 V এসিতে বেশী শক অনুভূত হবে। কারণ  $220 \text{ V}$  এ.সি-তে ব্যক্তি  $220 \times \sqrt{2} = 311 \text{ V}$  এর শক খাবেন। তাই ডি.সি অপেক্ষা এ.সি. বেশি বিপজ্জনক।

**গ**. ধরি, এসি উৎসের গড় ভোল্টেজ,  $E$

আমরা জানি,

$$E = 0.637 E_0 \\ = 0.637 \times 160 \text{ V} \\ = 101.92 \text{ V}$$

অর্থাৎ এসি উৎসের গড় ভোল্টেজ  $101.92 \text{ V}$ ।

এখানে,

এসি উৎসের ভোল্টেজের শীর্ষমান,

$$E_0 = 160 \text{ V}$$

**ঘ**. কোনো কুণ্ডলীর সাথে সংশ্লিষ্ট চৌমুকফ্লাজ্যো  $2 \text{ Wb}$  বলতে বুবায় ঐ কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল  $1 \text{ m}^2$  হলে কুণ্ডলীর তলের লম্ব বরাবর চৌমুকক্ষেত্রের উপাংশ হচ্ছে  $2 \text{ T}$ ।

**জ**. এখানে, সর্বোচ্চ তড়িচালক বল,  $E_0 = 160 \text{ volt}$  রোধ,  $R = 20 \Omega$

কার্যকর ভোল্টেজ  $E_{rms} = ?$

আমরা জানি,  $E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$

$$= \frac{160 \text{ volt}}{\sqrt{2}} = 113.14 \text{ volt}$$

অতএব, উৎসটির কার্যকর ভোল্টেজ  $113.14 \text{ volt}$

**ঘ**. এখানে,

তড়িচালক শক্তির সর্বোচ্চ মান,  $E_0 = 160 \text{ V}$

রোধ,  $R = 20 \Omega$

$$\therefore \text{তড়িৎপ্রবাহের সর্বোচ্চ মান}, I_0 = \frac{E_0}{R} = \frac{160 \text{ V}}{20 \Omega} = 8 \text{ A}$$

$$\text{এখন, কার্যকর প্রবাহমাত্রা}, I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{8}{\sqrt{2}} = \frac{8}{1.41} = 5.67 \text{ A}$$

এখন, উত্তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের হার,

$$= I_{rms}^2 R \\ = (5.67 \text{ A})^2 \times 20 \Omega = 643 \text{ J s}^{-1}$$

অতএব শিক্ষকের বক্তব্য সঠিক।

**ঘ**. এখানে, হিটারের রোধ,  $R = 100 \Omega$

ধরা যাক, যখন হিটারটিকে এ.সি উৎসের সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে তখন, কার্যকর ক্ষমতা  $P_1$  এবং তড়িৎ প্রবাহের শীর্ষমান  $I_0$

এবং তড়িৎ প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল মান,  $I_{rms}$

তাহলে,  $E_0 = I_0 R$

$$\text{বা}, I_0 = \frac{E_0}{R} = \frac{160 \text{ V}}{100 \Omega} = 1.6 \text{ A}$$

$$\therefore I_{rms} = 0.707 I_0 = 0.707 \times 1.6 \text{ A} = 1.13 \text{ A}$$

অর্থাৎ কার্যকর ক্ষমতা,  $P_1 = (I_{rms})^2 R$

$$= (1.13 \text{ A})^2 \times 100 \Omega = 127.96 \text{ W}$$

আবার ধরা যাক, হিটারটিকে যখন ডি.সি উৎসের সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে তখন, কার্যকর ক্ষমতা  $P_2$

ভোল্টেজের গড় বর্গের বর্গমূল মান,  $E'_{rms} = 120 \text{ V}$

ভোল্টেজের শীর্ষমান  $E'_0$ ,

এবং তড়িৎ প্রবাহের শীর্ষমান  $I'_0$ ,

তড়িৎ প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল মান  $I'_{rms}$ ,

$$\text{আমরা জানি}, E'_0 = \sqrt{2} E'_{rms} = \sqrt{2} \times 120 \text{ V} = 169.7 \text{ V}$$

$$\text{আবার}, I'_0 = \frac{E'_0}{R} = \frac{169.7 \text{ V}}{100 \Omega} = 1.697 \text{ A}$$

$$\therefore I'_{rms} = 0.707 \times 1.697 \text{ A} = 1.2 \text{ A}$$

$$\text{অর্থাৎ, কার্যকর ক্ষমতা}, P_2 = (I'_{rms})^2 \times R$$

$$= (1.2 \text{ A})^2 \times 100 \Omega = 143.96 \text{ W}$$

অর্থাৎ দেখা যাচ্ছে ডি.সি উৎসের সাথে যুক্ত অবস্থায় হিটারের কার্যকর ক্ষমতা বেশী অধিবা বেশী কার্যকর।

**জ্যেষ্ঠ ৪৮।** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**জ্যেষ্ঠ ৪৯।** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।



## মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল কর্তৃক প্রশীত সূজনশীল প্রক্ষ ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল এ অধ্যায়ের জন্য শিখনফলের ধারায় নিম্নোক্ত সূজনশীল প্রক্ষ ও উত্তরসমূহের যথাযথ অনুশীলন কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার জন্য তোমদের মেরা প্রস্তুতি গ্রহণ এবং আভাবিকাস বৃশিক্ত সহায়তা করবে।

### ৫.১

#### শিখনকষ্ট : আবিষ্ট তড়িচালক বল সূচী ব্যাখ্যা করতে পারব ?

**প্রশ্ন ১০।**  $\vec{A} = (\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}) \text{ m}^2$  ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট এক পাকের একটি কুণ্ডলীকে একটি পরিবর্তনশীল চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করা হলো যেখানে চৌম্বক ক্ষেত্র কুণ্ডলী তলের লম্ব বরাবর ক্রিয়াশীল। কুণ্ডলীর সাথে সংপ্রিষ্ঠ চৌম্বক ফ্লাক্স,  $\phi = \left(\frac{5}{6}t^3 - 10t^2 + 3\right) \text{ Wb}$ ।

[১ সেকেন্ডে পরিমিত]

ক. শীর্ষ গুণক কী?

খ. ট্রানজিস্টরের 'ইনপুট দশা' এবং 'আউটপুট দশা' পরম্পর বিপরীত কেন?

গ.  $t = 0 \text{ sec}$  সময়ে ক্রিয়াশীল চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর।

ঘ. উকীপকের কুণ্ডলীটিতে সর্বোচ্চ 40 V উৎপন্ন করা যাবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

$$\text{আবার, } \frac{d\phi}{dt} = \left( \frac{d\phi}{dt} \right)_{\max} \text{ হবে যখন } \frac{d}{dt} \left( \frac{d\phi}{dt} \right) = 0$$

$$\text{বা, } -5t + 20 = 0$$

$$\text{বা, } t = \frac{20}{5} = 4 \text{ s}$$

সূতরাং উকীপক অনুসারে,  $t = 4 \text{ s}$  এ আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি সর্বোচ্চ হবে।

$$\therefore E_{\max} = -\frac{5}{2} \times 4^2 + 20 \times 4 = +40 \text{ V}$$

অতএব, উকীপকের কুণ্ডলীটিতে সর্বোচ্চ 40 V উৎপন্ন হবে।

### ৫০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রবাহের শীর্ষমান এবং বর্গমূল গড় বর্গমানের অনুপাতই শীর্ষ গুণক।

খ. সাধারণত একটি ট্রানজিস্টরের ইনপুট দশা ও আউটপুট দশা পরম্পর বিপরীত হয়। এর কারণ হলো— যদি প্রথম অর্ধচক্রে এসি অঙ্গীয়ানী ভোল্টেজ ধনাত্মক হয় তাহলে পীঠ ভোল্টেজ আরও ধনাত্মক হবে কারণ এটি বায়াস ভোল্টেজ  $V_{BE}$  এর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত। এর ফলে নিম্নরক্ষের ঝণাঝক সম্মুখীন বায়াস বৃদ্ধি পাওয়ার নিঃসারক প্রবাহ বৃদ্ধি পাবে ফলে সংগ্রাহক প্রবাহও বৃদ্ধি পাবে। সংগ্রাহক প্রবাহ বৃদ্ধি পাওয়ার  $R_i$  এ অধিক পরিমাণ বিভব পতন হয় যার দরুণ সংগ্রাহক শীঠ ভোল্টেজ  $V_{CB}$  হ্রাস পায়। যেহেতু সংগ্রাহক  $V_{CC}$  ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত তাই  $V_{CB}$  হ্রাস পাওয়ার অর্থই হচ্ছে সংগ্রাহক কম ধনাত্মক হয় ফলে ঝণাঝক বহিগায়ী ভোল্টেজ পাওয়া যায়। অর্থাৎ বহিগায়ী ও অঙ্গীয়ানী ভোল্টেজ সর্বদা বিপরীত দশায় থাকে।

গ. এখানে,  $\vec{A}$  ও  $\vec{B}$  এর মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 0^\circ$

$$\vec{A} = (\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}) \text{ m}$$

$$\phi = \frac{5}{6}t^3 - 10t^2 + 3$$

$$\therefore t = 0 \text{ sec} \text{ এ } \phi = 0 - 0 + 3 = 3$$

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

$$\text{বা, } B = \frac{\phi}{A \cos \theta} = \frac{3}{\sqrt{1+4+4 \cdot \cos 0^\circ}} = \frac{3}{3} = 1 \text{ T}$$

অতএব ক্রিয়াশীল চৌম্বকক্ষেত্রের মান 1 T।

ঘ. আমরা জানি,

$$\text{আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি, } \epsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি সর্বোচ্চ হবে যখন  $\frac{d\phi}{dt}$  সর্বোচ্চ হবে

$$\text{এখন, } -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt} \left( \frac{5}{6}t^3 - 10t^2 + 3 \right)$$

$$\text{বা, } \epsilon = -\left( \frac{5}{6} \cdot 3t^2 - 10 \times 2t + 0 \right)$$

$$= -\frac{5}{2}t^2 + 20t$$

### ৫১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. অ্যাম্পিয়ারের সূত্রটি হলো— কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহীকে কেন্দ্র করে কান্ডিনিক কোনো বন্ধ রেখা বা লুপের ওপর  $\vec{B} \cdot d\vec{l}$  এর রৈখিক যোগজীকরণ এ পরিবাহীতে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহমাত্রা i এবং  $\mu_0$  এর গুণফল সমান।

খ. ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র দিক পরবর্তী বিভব পরিবর্তন করে। কারণ ট্রান্সফর্মারের ভিতরে চৌম্বক ক্ষেত্র থাকে। আবার এতে কুণ্ডলী থাকে দুটি— মুখ্য কুণ্ডলী ও গৌণ কুণ্ডলী। বিভব প্রয়োগ করা হলে মুখ্য কুণ্ডলী থেকে ভোল্টেজ পর্যাপ্ত পরিবর্তনের মাধ্যমে গৌণ কুণ্ডলীতে স্থানান্তরিত হয়। তাই বলা হয় ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র দিক পরিবর্তী বিভব পরিবর্তন করে।

গ. ধরি, মোট চৌম্বক ফ্লাক্স,  $\Phi$

$$\text{উকীপক থেকে পাই, কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ, } r = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$

$$\text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } B = 0.5 \text{ T}$$

চৌম্বক তলের ক্ষেত্রফল ও চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ,  $\theta = 0^\circ$

আমরা জানি,  $\Phi = \vec{A} \cdot \vec{B}$

$$= AB \cos \theta$$

$$= \pi r^2 \times B \cos \theta$$

$$= \pi \times (0.02 \text{ m})^2 \times 0.5 \text{ T} \times \cos 0^\circ = 6.283 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

অতএব, কুণ্ডলী তলের সাথে জড়িত মোট চৌম্বক ফ্লাক্সের মান  $6.283 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ ।

ঘ. 'g' থেকে প্রাপ্ত,

$$\text{কুণ্ডলীর সাথে সংপ্রিষ্ঠ চৌম্বক ফ্লাক্স, } \Phi = 6.283 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

তড়িৎ ফ্লাক্সের মান 0.06 s এ শূন্যে নামানো হলে,

$$\text{ফ্লাক্সের পরিবর্তন, } d\Phi = 0 - 6.283 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$= -6.283 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

সময়,  $dt = 0.06 \text{ s}$

পাকসংখ্যা,  $N = 6$

## পঞ্চম অধ্যায় তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ

৩৬১ ৯

কুণ্ডলীর সাথে সংপ্লিট আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি

$$\begin{aligned} \epsilon_0 &= -N \frac{d\phi}{dt} \\ &= -6 \times \frac{(-6.283 \times 10^{-4} \text{ Wb})}{0.06 \text{ s}} = 6.283 \times 10^{-2} \text{ V} \end{aligned}$$

আবার, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 3 \text{ A}$

$$\therefore \text{সঞ্চিত শক্তি}, E = \epsilon_0 I = 6.283 \times 10^{-2} \text{ V} \times 3 \text{ A} = 0.19 \text{ J}$$

অর্থাৎ কুণ্ডলীতে সঞ্চিত শক্তি  $0.19 \text{ J}$ ।

$\therefore$  ১য় কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি,

$$\epsilon_1 = -N \frac{d\phi_1}{dt} = -500 \times \frac{-10 \times 10^{-4}}{0.5} B = 1 \times B$$

২য় কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি,

$$\epsilon_2 = -N \frac{d\phi_2}{dt} = -500 \times \frac{-25 \times 10^{-4}}{0.5} B = 2.5 \text{ B}$$

$$\therefore \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{1 \times B}{2.5 \times B}$$

$$\text{বা, } \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} = 2.5$$

$$\text{বা, } \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} > 1$$

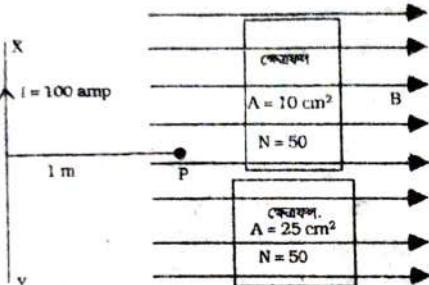
$$\therefore \epsilon_2 > \epsilon_1$$

অতএব, ২য় কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান বেশি হবে।

## 5.2

শিখনকল : ফ্যারাডের তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব।

প্রথ ৫২



উদ্দীপকের চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে  $10 \text{ cm}^2$  এবং  $25 \text{ cm}^2$  ক্ষেত্রফলের একটি আয়তাকার ও একটি বর্গাকার 500 পাকের দুটি কুণ্ডলী  $0.5 \text{ sec}$  সময়ে ক্ষেত্র থেকে বের করে নেওয়া হলো।

- ক. চৌম্বক আবেশ, চুম্বকন মাত্রা এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের মধ্যে সম্পর্কটি লেখ।  
 ? খ. স্থায়ী চুম্বক তৈরির জন্য পদার্থের কী কী গুণ থাকা প্রয়োজন?  
 গ. XY তারের প্রবাহের জন্য P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর।  
 ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত কুণ্ডলী দুটির মধ্যে কোনটিতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান বেশি হবে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ যুক্তি দাও।

8

## ৫২নং প্রশ্নের উত্তর

$$\text{ক. } \vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{I}$$

খ. স্থায়ী চুম্বক তৈরির জন্য চৌম্বক পদার্থে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন।

- উচ্চ নিঃশব্দ সহনক্ষমতা সম্পর্ক হওয়া প্রয়োজন।
- পদার্থটির সম্পৃক্ত চৌম্বক মান অধিক হওয়া প্রয়োজন।

গ. দেওয়া আছে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 100 \text{ A}$ ; দূরত্ব,  $a = 1 \text{ m}$

$$\text{এখন, } P \text{ বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র, } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100}{2 \times \pi \times 1} = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$$

ঘ. উদ্দীপকের চৌম্বক ক্ষেত্র  $B$

$$1\text{য় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল, } A_1 = 10 \text{ cm}^2 = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$2\text{য় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল, } A_2 = 25 \text{ cm}^2 = 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

উভয় কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N = 500$ ; সময় ব্যবধান,  $dt = 0.5 \text{ s}$

$$1\text{য় কুণ্ডলীতে সংপ্লিট চৌম্বক ফ্লাই, } \phi_1 = A_1 B \cos 0 = 10 \times 10^{-4} B$$

$$2\text{য় কুণ্ডলীতে সংপ্লিট চৌম্বক ফ্লাই, } \phi_2 = A_2 B \cos 0$$

$$\text{বা, } \phi_2 = 25 \times 10^{-4} B$$

$\therefore$  কুণ্ডলী দুটিকে চৌম্বক ক্ষেত্র থেকে বের করে নিলে কুণ্ডলীছয়ের সাথে সংপ্লিট চৌম্বক ফ্লাইর মান শূন্য।

$$\therefore d\phi_1 = 0 - 10 \times 10^{-4} B = -10 \times 10^{-4} B$$

$$d\phi_2 = 0 - 25 \times 10^{-4} B = -25 \times 10^{-4} B$$

ক. কোনো পূর্ণক্ষেত্রের বিভিন্ন সময়কার তড়িচালক শক্তির বর্গের গড়ের বর্গমূলকে তা পাত তড়িচালক শক্তি বলে।

খ. কোন ব্যক্তি যদি সমমানের DC ও AC-তে শক পান তবে এসিটে বেশি শক অনুভব করবেন। কারণ এসি ভোটেজের শীর্ষমান-এর গড় বর্গের বর্গমূল মানের  $\sqrt{2}$  গুণ। যেমন— কোন ব্যক্তির কাছে 220 V DC অপেক্ষা 220 V AC-তে বেশি শক অনুভূত হবে। কারণ 220 V DC-তে শুধুমাত্র 220 V শক থাবে কিন্তু 220 V AC-তে ব্যক্তি 220  $\times \sqrt{2} = 311$  V এর শক থাবেন। তাই DC অপেক্ষা AC বেশি বিপজ্জনক।

গ. এখানে, কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

$$1\text{য় ক্ষেত্রে, চৌম্বক ক্ষেত্রের মান, } B = 0.5 \text{ T} = 0.5 \text{ Wbm}^{-2}$$

$$\text{কুণ্ডলী তলের ক্ষেত্রফল, } A = \pi r^2 = 3.1416 \times (0.2 \text{ m})^2 = 0.1257 \text{ m}^2$$

এখন, চৌম্বক ফ্লাই,  $\phi = AB \cos \theta$

$$= 0.1257 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ Wbm}^{-2} \times \cos 0^\circ \\ = 0.0629 \text{ Wb}$$

নির্ণয় চৌম্বক ফ্লাই 0.0629 Wb।

ঘ. আমরা জানি, আবিষ্ট তড়িচালক বল,  $\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$

এখন,  $N$  ও  $dt$  ধূরক হলে,  $\epsilon \propto d\phi$

আবার,  $\phi = AB \cos \theta$

এখন,  $\theta = 0^\circ$  এবং  $B$  অপরিবর্তনীয় হলে  $\phi \propto A$

সূতৰাঙ,  $d\phi \propto A$

এখন, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল,  $A = 0.1257 \text{ m}^2$  ['গ' নং থেকে প্রাপ্ত] এখন, তারটিকে পেচিয়ে বর্গাকার করা হলে, বর্গের পরিসীমা হবে তারের পরিধির সমান। এখন বর্গের বাহুর দৈর্ঘ্য  $x$  হলে,

$$4x = 2\pi r$$

$$\text{বা, } x = \frac{2\pi r}{4} = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.2 \text{ m}}{4} = 0.3142 \text{ m}$$

$$\therefore \text{বর্গের ক্ষেত্রফল, } A' = x^2 = (0.3142 \text{ m})^2 = 0.0987 \text{ m}^2$$

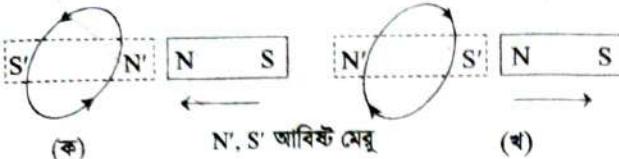
এখানে,  $A \neq A'$ . অর্থাৎ, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল ও বর্গের ক্ষেত্রফল সমান নয়। এখন  $\phi \propto A$  বলে উভয়ক্ষেত্রে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান সমান হবে না।



## ৫.৩

**শিখনকল :** লেজের সূত্ৰ ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব এবং এৱং এৱং সাথে শক্তিৰ নিয়তাৰ সূত্ৰ ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।

**প্ৰশ্নৰ নিচেৰ চিত্ৰ দুটি লক্ষ কৰ-**



- ক. তড়িৎ প্ৰবাহেৰ সাথে চৌম্বকক্ষেত্ৰ সম্পর্কিত এটি আবিষ্কাৰ কৰেন কে? ১  
খ. আবেশহীন রোধ কুণ্ডলী বলতে কী বুৰা? ২  
গ. উদীপকেৰ আলোকে লেজেৰ সূত্ৰটি ব্যাখ্যা কৰ। ৩  
ঘ. উদীপকে নিৰ্দেশিত বিষয়টি শক্তিৰ সংৰক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে—যুক্তি সহকাৰে উপস্থাপন কৰ। ৪

## ৫৪নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

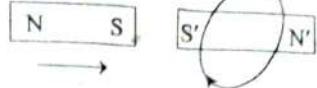
**ক** তড়িৎ প্ৰবাহেৰ সাথে চৌম্বক ক্ষেত্ৰ সম্পর্কিত এটি ১৮১৯ খ্ৰিষ্টাব্দে বিজ্ঞানী ওয়েইলস্টেড আবিষ্কাৰ কৰেন।

**খ** এক ধৰনেৰ কুণ্ডলীকে এমনভাৱে জড়ানো হয় যাতে এৱং এক অৰ্ধেকেৰ তড়িৎপ্ৰবাহ অপৰ অৰ্ধেকেৰ তড়িৎ প্ৰবাহেৰ বিপৰীতমুখী এবং পাশাপাশি হয়। এৱং ফলে এক-অৰ্ধেকেৰ তড়িৎ প্ৰবাহেৰ দৰুন সৃষ্টি চুম্বক ফ্লাজ অপৰ অৰ্ধেকেৰ তড়িৎ প্ৰবাহেৰ দৰুন সৃষ্টি চুম্বক ফ্লাজ পৰম্পৰাৰ বিপৰীতমুখী হওয়ায় পৰম্পৰাকে প্ৰশ্মিত কৰে দেয়। ফলে এৱুপ কুণ্ডলীৰ মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্ৰবাহেৰ কোনো পৰিবৰ্তন হলে কোনো আবিষ্ট তড়িচালক বলেৰ সৃষ্টি হয় না। এৱুপ জড়ানো রোধ কুণ্ডলীকে আবেশহীন রোধ কুণ্ডলী বলে।

**গ** লেজেৰ সূত্ৰানুসাৰে, যেকোনো তাঢ়িতচৌম্বকীয় আবেশেৰ বেলায় আবিষ্ট তড়িৎ প্ৰবাহেৰ অভিমুখ এমন হবে যে, যে কাৰণে বা পৰিবৰ্তনেৰ ফলে প্ৰবাহেৰ সৃষ্টি হয়, প্ৰবাহ সৰ্বদা সেই কাৰণকে বা পৰিবৰ্তনকে বাধা দেয়।

**ঘ** উদীপকে একটি চুম্বকেৰ উত্তৰ মেৰু এবং এৱং এৱং কাৰাকাৰি অবস্থাত একটি পৰিবাৰহী কুণ্ডলীৰ প্ৰস্থচ্ছেদ দেখানো হয়েছে। কুণ্ডলীটিৰ দিকে চুম্বকটি ঠেলে দিলে, কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎপ্ৰবাহেৰ সৃষ্টি হয়। লেজেৰ সূত্ৰানুসাৰে এ প্ৰবাহেৰ অভিমুখ নিম্নৰূপে ব্যাখ্যা দেওয়া যায়— একটি তড়িৎবাৰী কুণ্ডলী চৌম্বক পাত হিসেবে ক্ৰিয়া কৰে। এৱং একটি পৃষ্ঠ উত্তৰ মেৰুৰ মতো এবং অপৰটি দক্ষিণ মেৰুৰ মতো আচৰণ কৰে। যে পাশ থেকে তাকালে প্ৰবাহ ঘড়ি বিষমাবৰ্তী মনে হয় সে পাশে উত্তৰ মেৰু সৃষ্টি হয়। লেজেৰ সূত্ৰানুসাৰে, কুণ্ডলীটিকে এৱং দিকে অগ্ৰসৰমান উত্তৰ মেৰুৰ পাতকে বাধা দিতে হলে, এ মেৰুৰ সমূখবৰ্তী কুণ্ডলীৰ পৃষ্ঠে উত্তৰ মেৰুৰ উত্তৰ হওয়া দৱকাৰ। কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্ৰবাহেৰ অভিমুখ উদীপকেৰ (ক) নং চিত্ৰে প্ৰদৰ্শিত দিকে হলেই কেবল এটি সত্ত্ব। এৱুপ হলে কুণ্ডলীৰ সৃষ্টি উত্তৰ মেৰু এবং চুম্বকেৰ উত্তৰ মেৰু পৰম্পৰাকে বিৰুদ্ধ কৰিব। কাজেই এ স্থলে চুম্বক যে পাশে আছে সে পাশ থেকে কুণ্ডলীৰ দিকে তাকালে, কুণ্ডলীৰ তড়িৎ প্ৰবাহ বায়াবৰ্তী বলে মনে হয়। আবাৰ চুম্বকটি টেনে কুণ্ডলী হতে দূৰে নিতে থাকলে আবিষ্ট তড়িৎ প্ৰবাহ চুম্বকেৰ সমূখবৰ্তী কুণ্ডলীৰ পৃষ্ঠে দক্ষিণ মেৰু উৎপন্ন কৰে এ টেনে নেওয়াকে বাধা দিবে। কুণ্ডলীৰ এ পৃষ্ঠে দক্ষিণ মেৰু উৎপন্ন হলে কুণ্ডলীতে প্ৰবাহেৰ অভিমুখ উদীপকেৰ (খ) নং চিত্ৰে প্ৰদৰ্শিত অভিমুখেৰ মতো হবে। অৰ্থাৎ এ স্থলে প্ৰবাহ হবে দক্ষিণবৰ্তী। সুতৰাং লেজেৰ সূত্ৰ হতে আমোৱা আবিষ্ট তড়িচালক বল তথা তড়িৎপ্ৰবাহেৰ অভিমুখ পাই।

১. ধৰি, একটি দণ্ড চুম্বকেৰ দক্ষিণ মেৰু (S) একটি তাৰেৰ কুণ্ডলীৰ দিকে নেওয়া হচ্ছে।



চিত্ৰে, কুণ্ডলীতে বাম দিক থেকে অবলোকন কৰা হচ্ছে।

তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশেৰ দৰুন কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্ৰবাহেৰ উত্তৰ হবে। লেজেৰ সূত্ৰানুসাৰে, কুণ্ডলীতে ঘড়ি সমাবৰ্তী দিকে তড়িৎ প্ৰবাহ সৃষ্টি হবে, যাতে সামনেৰ মুখে দক্ষিণ মেৰু সৃষ্টি হয় এবং চুম্বকেৰ অগ্ৰগমনকে বাধা দেয়।

আবাৰ, দণ্ড চুম্বকেৰ S মেৰুকে কুণ্ডলী হতে দূৰে নিতে থাকলে কুণ্ডলীতে ঘড়ি বিষমাবৰ্তী দিকে তড়িৎ প্ৰবাহ সৃষ্টি হবে, যাতে সামনেৰ মুখে উত্তৰ মেৰু সৃষ্টি হয় এবং চুম্বকেৰ পশ্চাগমনকে বাধা দেয়।

অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, তড়িৎ কোষ ছাড়াও দণ্ডচুম্বকেৰ মেৰুশক্তি ক্ষয় না কৰেও কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্ৰবাহ সৃষ্টি কৰা যায়। এক্ষেত্ৰে শক্তিৰ সংৰক্ষণ সূত্ৰ লজ্জিত হচ্ছে বলে মনে হয়, কিন্তু প্ৰকৃতপক্ষে তা ঠিক নহয়।

উপৰে বৰ্ণিত পৰীক্ষায় লক্ষণীয় যে, দণ্ডচুম্বকেৰ গতি বজায় রাখাৰ জন্য সব সময় কিছু যান্ত্ৰিক শক্তি ব্যয় কৰা প্ৰয়োজন হয়। দণ্ড চুম্বককে কুণ্ডলীৰ দিকে অগ্ৰসৰ কৰাৰ সময় দুই সময়েৰ মধ্যকাৰ বিকৰণজনিত বাধাৰ বিৰুদ্ধে কিছু যান্ত্ৰিক শক্তি ব্যয় কৰাৰ প্ৰয়োজন হয়। আবাৰ কুণ্ডলী হতে দূৰে সৱিয়ে নিয়ে যাওয়াৰ সময় দুই বিষম মেৰুৰ মধ্যে ক্ৰিয়াৰত আকৰ্ষণজনিত বলেৰ বিৰুদ্ধেও কিছু যান্ত্ৰিক শক্তি ব্যয় কৰতে হয়। এ যান্ত্ৰিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে বৃপ্তান্তৰিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্ৰবাহেৰ সৃষ্টি কৰে। সঠিকভাৱে হিসাব কৰলে দেখা যাবে যে, ব্যায়িত যান্ত্ৰিক শক্তি উৎপন্ন তড়িৎশক্তিৰ সমান। কাজেই তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশে শক্তিৰ সংৰক্ষণ সূত্ৰ লজ্জিত হয় না।

সুতৰাং উদীপকে নিৰ্দেশিত বিষয়টি শক্তিৰ সংৰক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে।

## ৫.৪

**শিখনকল :** বৰ্কীয় আবেশ ও পাৰম্পৰাক আবেশ ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।

**প্ৰশ্নৰ নিচেৰ নথিৰ উত্তৰ**

ক. ০.১ m ব্যাসাৰ্ধবিশিষ্ট একটি কুণ্ডলীৰ পাক সংখ্যা 100। কুণ্ডলীতে 10 min সময়ব্যাপী 20 A তড়িৎ প্ৰবাহিত কৰা হয়।

১. ক. আকৃতি গুণাঙ্ক কী?

২. খ. দুটি কুণ্ডলীকে পাশাপাশি রেখে মুখ্য কুণ্ডলীতে প্ৰবাহেৰ পৰিবৰ্তন ঘটালে মুখ্য কুণ্ডলীতে বৰ্কীয় আবেশ এবং গৌণ কুণ্ডলীতে পাৰম্পৰাক আবেশ সৃষ্টি হয়— ব্যাখ্যা কৰ।

৩. গ. কুণ্ডলীৰ বৰ্কীয় আবেশ গুণাঙ্ক নিৰ্ণয় কৰ।

৪. ঘ. পাকেৰ মধ্যে দিয়ে 10 A তড়িৎ 20 min সময়ব্যাপী প্ৰবাহিত হলে কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলেৰ পৰিবৰ্তন কত হবে?

## ৫৫নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক. দিক পৰিবৰ্তী তড়িচালক শক্তি বা প্ৰবাহমাত্ৰাৰ গতি বৰ্গমূল মান এবং গতি মানেৰ অনুপাতই আকৃতি গুণাঙ্ক।

খ. দুটি কুণ্ডলী পাশাপাশি রেখে মুখ্য কুণ্ডলীতে চাৰী বন্ধ কৰলে তড়িৎ প্ৰবাহেৰ মান শূন্য হতে একটি স্থিৰ মানে পৌছে এতে কিছু সময় লাগে, ঐ সময়ে তড়িৎ প্ৰবাহেৰ মানেৰ পৰিবৰ্তনেৰ জন্য বৰ্তনীতে যে আবেশ ঘটে তাকে বৰ্কীয় আবেশ বলে। আবাৰ গৌণ কুণ্ডলী, মুখ্য কুণ্ডলীৰ খুব কাছাকাছি হওয়ায় মুখ্য কুণ্ডলীতে সৃষ্টি চৌম্বক ফ্লাজ গৌণ কুণ্ডলীৰ সাথে সংঞ্চারিত চৌম্বক ফ্লাজ বৰ্ণিত কৰে ফলে গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎপ্ৰবাহ সৃষ্টি হয় একে পাৰম্পৰাক আবেশ বলে।



**১** আমরা জানি,

$$N\phi = LI$$

$$\text{বা, } NAB = LI$$

$$\text{বা, } N\pi r^2 \times \frac{\mu_0 NI}{2r} = LI$$

$$\text{বা, } \frac{N^2 \pi \mu_0}{2} = L$$

$$\text{বা, } L = \frac{(100)^2 \times \pi \times 0.1 \times 4\pi \times 10^{-7}}{2} H = 1.974 \times 10^{-3} H$$

নির্ণয় স্বীকৃত আবেশ গুণাঙ্ক,  $L = ?$

দেওয়া আছে, কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N = 100$

কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ,  $r = 0.1 m$

প্রবাহ,  $I = 20 A$

সময়,  $t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$

স্বীকৃত আবেশ গুণাঙ্ক,  $L = ?$

**২** উদ্দীপক থেকে পাই,  $B$  কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N_B = 1000$

$B$  কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাজ,  $\phi_B = 1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

প্রবাহমাত্রা,  $I = 2 A$

সময়,  $dt = 0.4 \text{ s}$

এখন,  $B$ -তে পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক  $M$  হলে,

আমরা জানি,  $N_B \phi_B = MI$

$$\text{বা, } M = \frac{N_B \phi_B}{I} = \frac{1000 \times 1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb}}{2 \text{ A}} = 0.08 \text{ H}$$

এখন,  $B$ -তে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি  $E$  হলে,

$$E = M \cdot \frac{dI}{dt} = \frac{0.08 \text{ H} \times 2 \text{ A}}{0.4 \text{ s}} = 0.4 \text{ V}$$

এখনে,  $E < 0.5 \text{ V}$

অতএব,  $A$ -তে প্রবাহমাত্রা  $0.4 \text{ s}$  এ থেমে গেলে  $B$  কুণ্ডলীতে  $0.5 \text{ V}$  আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি পাওয়া যাবে না।

**৩** ১ম ক্ষেত্রে,  $N = 100$

$$dI = 10 \text{ A}; dt = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$$

$$\therefore \text{আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি, } E_1 = -NL \frac{dI}{dt}$$

$$= -100 \times 1.974 \times 10^{-3} \times \frac{10}{600}$$

$$= -3.29 \times 10^{-3} \text{ V}$$

২য় ক্ষেত্রে,  $N = 100$

$$dI = 10 \text{ A}$$

$$dt = 20 \text{ min} = 1200 \text{ s}$$

$$\text{আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি, } E_2 = -NL \frac{dI}{dt}$$

$$= -100 \times 1.974 \times 10^{-3} \times \frac{10}{1200}$$

$$= -1.645 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$\therefore$  আবিষ্ট তড়িচালক শক্তির পরিবর্তন,

$$\Delta E = E_1 - E_2$$

$$= (-3.29 \times 10^{-3} + 1.645 \times 10^{-3}) \text{ V}$$

$$= -1.645 \times 10^{-3} \text{ V}$$

**প্রশ্ন ৫৬** পরম্পরারের কাছাকাছি দুটি কুণ্ডলী  $A$  ও  $B$  এর পাকসংখ্যা যথাক্রমে  $N_A$  ও  $1000$ । কুণ্ডলী  $A$  দিয়ে  $2 \text{ A}$  তড়িৎ প্রবাহে কুণ্ডলীতে  $2.4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$  এবং  $B$  কুণ্ডলীতে  $1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb}$  চৌম্বক ফ্লাজ উৎপন্ন হয়।

**১** ক. পারম্পরিক আবেশ কাকে বলে?

খ. দিক পরিবর্তী প্রবাহের পরিবর্তন ক্রচ বলতে কী বুঝ?

**২** গ.  $A$  কুণ্ডলীর স্বীকৃত আবেশ গুণাঙ্ক  $0.024 \text{ H}$  হলে  $N_A$  এর মান নির্ণয় কর।

ঘ.  $A$ -তে প্রবাহমাত্রা  $0.4 \text{ s}$  এ থেমে গেলে  $B$  কুণ্ডলীতে  $0.5 \text{ V}$  আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি পাওয়া যাবে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

১

২

৩

৪

৫

### ৫৬ং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো একটি কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তন করলে এর নিকটবর্তী অন্য একটি কুণ্ডলীতে তাড়িতচৌম্বকীয় আবেশ বা তড়িচালক বল আবিষ্ট হওয়ার ঘটনাকে পারম্পরিক আবেশ বলে।

**খ** দিক পরিবর্তী প্রবাহের মাত্র শূন্যমান থেকে বৃদ্ধি পেয়ে শীর্ষমান এরপর ছাস পেয়ে শূন্যমানে এসে বিপরীত অভিমুখে পুনরায় বৃদ্ধি পেয়ে ঐ শীর্ষমানে উঠে আবার ছাস পেয়ে শূন্যমানে উপনীত হওয়াকে বলা হয় দিক পরিবর্তী প্রবাহের পরিবর্তন ক্রচ। প্রতিটি ক্রচের জন্য অতিরিক্ত অতিক্রান্ত দূরত্ব হচ্ছে তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং প্রয়োজনীয় সময় হলো পর্যায়কাল।

**গ** আমরা জানি,  $N_A \phi = LI$

$$\text{বা, } N_A = \frac{LI}{\phi}$$

$$= \frac{0.024 \text{ H} \times 2 \text{ A}}{2.4 \times 10^{-4} \text{ Wb}}$$

$$= 200$$

অতএব,  $N_A$  এর মান  $200$ ।

উদ্দীপক থেকে পাই,

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 2 \text{ A}$

চৌম্বক ফ্লাজ,  $\phi = 2.4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

স্বীকৃত আবেশ গুণাঙ্ক,  $L = 0.024 \text{ H}$

পাকসংখ্যা,  $N_A = ?$

**১** উদ্দীপক থেকে পাই,  $B$  কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N_B = 1000$

$B$  কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাজ,  $\phi_B = 1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

প্রবাহমাত্রা,  $I = 2 A$

সময়,  $dt = 0.4 \text{ s}$

এখন,  $B$ -তে পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক  $M$  হলে,

আমরা জানি,  $N_B \phi_B = MI$

$$\text{বা, } M = \frac{N_B \phi_B}{I} = \frac{1000 \times 1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb}}{2 \text{ A}} = 0.08 \text{ H}$$

এখন,  $B$ -তে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি  $E$  হলে,

$$E = M \cdot \frac{dI}{dt} = \frac{0.08 \text{ H} \times 2 \text{ A}}{0.4 \text{ s}} = 0.4 \text{ V}$$

এখনে,  $E < 0.5 \text{ V}$

অতএব,  $A$ -তে প্রবাহমাত্রা  $0.4 \text{ s}$  এ থেমে গেলে  $B$  কুণ্ডলীতে  $0.5 \text{ V}$  আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি পাওয়া যাবে না।

### ৫.৫

**শিখনফল :** দিক পরিবর্তী প্রবাহ সৃষ্টির কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারব।

**প্রশ্ন ৫৭** একটি ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুণ্ডলীতে  $200 \sin 30t$  পরিবর্তী বিভব প্রযুক্ত হলো।

**১** ক. কার্যকর প্রবাহ কাকে বলে?

খ. ট্রান্সফরমারের মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীতে e.m.f এর দশা পার্থক্য থাকে কি? ব্যাখ্যা কর।

গ. মুখ্য কুণ্ডলীর রোধ  $5 \Omega$  হলে মুখ্য কুণ্ডলীতে  $I_{rms}$  এর মান নির্ণয় কর।

ঘ. ট্রান্সফরমারটির মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যার অনুপাত  $4 : 1$  হলে গৌণকুণ্ডলীতে প্রাপ্ত e.m.f এর সমীকরণ নির্ণয় কর। উভয়ের স্পর্শে প্রয়োজনীয় ব্যাখ্যা দাও।

১  
২  
৩  
৪  
৫

**৫৭ং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** পরিবর্তী প্রবাহের গড়বর্গের বর্গমূল মানকে কার্যকর প্রবাহ বলে।

খ. ট্রান্সফরমারের মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীতে e.m.f এর কোন দশা পার্থক্য থাকে না। ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাজের যে পরিবর্তন হয় সে কারণেই গৌণ কুণ্ডলীতে e.m.f আবিষ্ট হয়। যেহেতু দুই কুণ্ডলীর e.m.f. একই সময়ে একই ফ্লাজ পরিবর্তনের দরুণ সৃষ্টি হয় তাই তাদের মধ্যে কোন দশা পার্থক্য থাকে না।

**গ** দেওয়া আছে, মুখ্য কুণ্ডলীতে পরিবর্তী প্রবাহ,  $V_p = 200 \sin 30t$

$$\therefore \text{মুখ্য কুণ্ডলীর পরিবর্তী প্রবাহ, } I_p = \frac{V_p}{5}$$

$$= \frac{200 \sin 30t}{5} = 40 \sin 30t$$

অর্থাৎ, মুখ্য কুণ্ডলীতে  $I_0 = 40 \text{ A}$

$$\therefore \text{মুখ্য কুণ্ডলীতে, } I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{40}{\sqrt{2}} \text{ A} = 20\sqrt{2} \text{ A} = 28.284 \text{ A}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,  $\frac{N_p}{N_s} = \frac{4}{1}$

আমরা জানি, গৌণ কুণ্ডলীর প্রতি পাকে মুখ্য কুণ্ডলীর সমান সংখ্যক ফ্লাজ সংযুক্ত হয়।

$$\text{সূতরাং } \frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\text{বা, } E_p = \frac{N_p}{N_s} \cdot E_s$$

$$\text{বা, } E_s = \frac{N_s}{N_p} \cdot E_p$$

$$\text{বা, } E_s = \frac{1}{4} \times 200 \sin 30t$$

$$\therefore E_s = 50 \sin 30t$$

$$\therefore E_p = -N_p \frac{d\phi}{dt}$$

$$E_s = -N_s \frac{d\phi}{dt}$$

$$[\because \frac{N_p}{N_s} = \frac{4}{1}]$$

$$[\because E_p = 200 \sin 30t]$$

অতএব গৌণ কুণ্ডলীতে প্রাপ্ত e.m.f এর সমীকরণ  $50 \sin 30t$ .  
আমরা জানি, কুণ্ডলীতে সৃষ্টি e.m.f. কুণ্ডলীর পাক সংখ্যার সমানুপাতিক। এখানে গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা মূল্য কুণ্ডলীর এক-চতুর্থাংশ তাই গৌণ কুণ্ডলীতেও মূল্য কুণ্ডলীর এক চতুর্থাংশ।

**প্রয়োগ ১৮** পরম্পর কাজকাছি দুটি কুণ্ডলী A ও B এর পাকসংখ্যা যথক্রমে  $N_A$  ও  $1000$  কুণ্ডলী A দিয়ে  $2 A$  তড়িৎ প্রবাহ কুণ্ডলীতে  $2.4 \times 10^{-4} Wb$  চৌম্বক ফ্লাই উৎপন্ন করে। (A কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $0.024 H$ )

- ক. ওয়েবার কী?
- খ. ট্রান্সফর্মারের দুটি কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা সমান হলে কী হবে?
- গ. A তে প্রবাহ মাত্রা  $0.4 sec$  এ থেমে গেলে B কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বল কত?
- ঘ. A কে মুখ্যকুণ্ডলী ও B কে গৌণকুণ্ডলী ধরলে সেটি কোন প্রকৃতির ট্রান্সফর্মার হবে? গাণিতিক যুক্তি দিয়ে বিশ্লেষণ কর।

১

২

৩

৪

### ৫৮নং প্রশ্নের উত্তর

- ক. ওয়েবার হচ্ছে চৌম্বক ফ্লাইরের একক।
- খ. ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে বিভিন্ন পার্থক্য ও তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটানো হয়। এ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত সূত্রটি হলো  $\frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s} = \frac{I_s}{I_p}$ । এখন কুণ্ডলীছয়ের পাকসংখ্যা সমান হলে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর বিভিন্ন পার্থক্য ও প্রবাহমাত্রা সমান হবে। ফলে এটি ব্যবহারে কোনো সুবিধা পাওয়া যাবে না।

১ এখানে, ফ্লাইরের পরিবর্তন,  $d\phi = -2.4 \times 10^{-4} Wb$

সময় ব্যবধান,  $dt = 0.4 s$

B কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা  $N_B = 1000$

$\therefore B$  কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি,

$$E_B = -N_B \frac{d\phi}{dt}$$

$$= -1000 \times \frac{-2.4 \times 10^{-4}}{0.4}$$

$$= 0.6 V$$

অতএব, B কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি  $0.6 V$ ।

- ঘ. দেওয়া আছে, A কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $L = 0.024 H$  'গ' হতে,  $2A$  তড়িৎপ্রবাহ  $0.4 sec$  এ বন্ধ করলে B কুণ্ডলীতে সৃষ্টি তড়িচালক শক্তি,  $E_B = 0.6 V$ ।
- ২A তড়িৎপ্রবাহ  $0.4 sec$  এ বন্ধ করলে A কুণ্ডলীতে সৃষ্টি তড়িচালক শক্তি,  $E_A = -L \frac{dI}{dt} = -0.024 \times \frac{-2}{0.4}$   $\therefore E_A = 0.12 V$   $dI = -2 A$   $dt = 0.4 sec$  যেহেতু,  $E_B > E_A$ , অতএব A কে মুখ্য কুণ্ডলী এবং B কে গৌণ কুণ্ডলী বিবেচনা করলে সেটি আরোহী ট্রান্সফর্মার হবে।

### ৫.৬

প্রয়োগ ১৯: কুণ্ডলীর গভীরান, শীর্ষস্থান এবং প্রবাহ ব্যাখ্যা করাতে পাই

**প্রয়োগ ১৯** একটি বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রে একজন প্রকোশলী কাজ করছেন। তিনি একটি তারের কুণ্ডলীকে একটি যন্ত্রে  $12 Wb m^{-2}$  মানের কোন সুব্যবস্থা দ্বারা প্রভাবিত করে আছে। যন্ত্রের পাকসংখ্যা  $150$  এবং বৃত্তাংশ তলের ক্ষেত্রফল  $1.5 m^2$ । কুণ্ডলীটি ঘূর্ণনের শুরুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমত্বালোচিত।

ক. একমুখী প্রবাহ কী?

খ. স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক ও পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্কের মধ্যে পার্থক্য কী?

গ. কুণ্ডলীটিতে সর্বোচ্চ কত মানের ভোল্টেজ আবিষ্ট হবে? ঘ.

যে মুহূর্তে সর্বোচ্চ মানের ভোল্টেজ আবিষ্ট হবে এবং অপর যে মুহূর্তে কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত ফ্লাই সর্বোচ্চ মানের হবে এই দুই মুহূর্তের ন্যূনতম ব্যবধান বের কর।

১

২

৩

৪

### ৫৯নং প্রশ্নের উত্তর

- ক. সময়ের সাথে যে প্রবাহের দিক অপরিবর্তিত থাকে তাই একমুখী প্রবাহ।
- খ. স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক এবং পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্কের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ :

স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক	পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক
১. একটি মাত্র বর্তনীতে একক তড়িৎ প্রবাহের দরুন যে চৌম্বক ফ্লাই আবিষ্ট হয় তাকে স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে।	১. মুখ্য কুণ্ডলীতে একক তড়িৎ প্রবাহের চালনা করলে গৌণ কুণ্ডলীতে যে চৌম্বক ফ্লাই আবিষ্ট হয় তাকে পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলে।
২. শুধুমাত্র মুখ্য কুণ্ডলী লাগে।	২. মুখ্য এবং গৌণ উভয় কুণ্ডলী লাগে।
৩. যে কোনো বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সৃষ্টি হয়।	৩. ট্রান্সফরমারে উৎপন্ন হয়।

ঘ. ধরি, আবিষ্ট ভোল্টেজ,  $E$

উদ্বৃত্তিপূর্ণ থেকে পাই,

সুব্যবস্থা চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 12 Wb m^{-2}$

কোণিক বেগ,  $\omega = 6.28 rad/s$

পাকসংখ্যা,  $N = 150$

তলের ক্ষেত্রফল,  $A = 1.5 m^2$

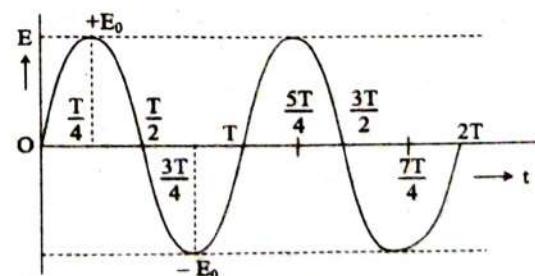
আমরা জানি,  $E = NAB \omega$

$$= 150 \times 1.5 m^2 \times 12 Wbm^{-2} \times 6.28 rad s^{-1}$$

$$= 16956 V$$

অতএব, কুণ্ডলীতে  $16956 V$  মানের ভোল্টেজ আবিষ্ট হবে।

ঘ. আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি,  $E = E_0 \sin \omega t$  এর ক্ষেত্রে গ্রাফ করে পাই,



গ্রাফ থেকে দেখা যায়,  $t = 0, \frac{T}{2}, T, \frac{3T}{2}, 2T$  ইত্যাদি সময়ে  $E = 0$  এবং

$t = \frac{T}{4}, \frac{5T}{4}$  ইত্যাদি সময়ে  $E = +E_0$  এবং  $t = \frac{3T}{4}, \frac{7T}{4}$  ইত্যাদি সময়ে  $E = -E_0$ .

অর্থাৎ,  $t = \frac{T}{4}, \frac{3T}{4}, \frac{5T}{4}, \frac{7T}{4}$  ইত্যাদি সময়ে  $E = \pm E_0$  হবে,

আবার কুণ্ডলীর মাঝে অতিক্রান্ত সর্বোচ্চ ফ্লাইরের ক্ষেত্রে  $\theta = 0^\circ$

এক্ষেত্রে  $\varphi_{max} = AB \cos 0^\circ = AB$

কিন্তু,  $E = E_0 \sin 0^\circ = 0$

অর্থাৎ ভোল্টেজের সর্বোচ্চ মান ও ফ্লাইরের সর্বোচ্চ মানের মধ্যবর্তী

সময়ের ব্যবধান  $= \frac{T}{4} - 0 = \frac{T}{4}$

**প্রশ্ন ৬০।** একটি এ.সি উৎসের বিস্তার  $110\text{ V}$  এবং কম্পাঙ্ক  $60\text{ Hz}$ ।

- ক. আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. নিম্নধাপী ট্রান্সফর্মার কোথায় ব্যবহৃত হয়? ২
- গ. কোনো ব্যক্তি উল্লেখিত ভোল্টেজের ডি.সি লাইনে শক্তি পেলে সে কত বিভব পার্থক্যে এ.সি লাইনে শক্তি পাবে? ৩
- ঘ. উল্লেখিত উৎসের সাথে  $20\ \Omega$  রোধ যুক্ত করা হলে এর কার্যকর ভোল্টেজ ও উত্তাপজনিত শক্তিক্ষয় কীরূপ হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

### ৬০নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বন্ধ বক্তনীতে তড়িৎ চূম্বকীয় আবেশে সৃষ্টি ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তিকে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি বলে।

**খ** নিম্নধাপী ট্রান্সফর্মার নিম্নরূপ ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়—

১. টেপরেকর্ডার, ভি.সি.আর, ভিসিপি, ইলেকট্রিক ঘড়ি, ওয়াকম্যান প্রভৃতি নিম্ন ভোল্টেজ ব্যবহারকারী যন্ত্রপাতিতে নিম্নধাপী বা অবরোধী ট্রান্সফর্মার ব্যবহৃত হয়।
২. অধিক বিভবের অল্প তড়িৎপ্রবাহকে অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহে বৃপ্তান্তরিত করতে ব্যবহৃত হয়।
৩. বাসাবাড়িতে  $220\text{ V}$  তড়িৎ প্রবাহ ব্যবহার করতে হয়। কিন্তু সরবরাহকৃত তড়িৎ প্রবাহের বিভব বেশি থাকার ফলে বাসাবাড়িতে সংযোগ নেওয়ার পূর্বে নিম্নধাপী ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করতে হয়।



### শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল সারা দেশের শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার প্রশ্পত্র বিশ্লেষণ করে তা থেকে গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নাবলি উত্তর সহকারে নিচে সংযোজন করেছেন। কলেজের নাম সংবলিত এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা পরীক্ষায় কমনের নিষ্ঠতা পাবে।

**১** শক্তিক স্যার কোনো একটি পরীক্ষণে একটি টেপ-আপ ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করেন, যাতে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যার অনুপাত  $1 : 20$ । ট্রান্সফর্মারে  $100\text{ V}$  প্রয়োগ করলে এর আউটপুটে  $2\text{ A}$  বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া গেল। স্যার শিক্ষার্থীদের বললেন, ট্রান্সফর্মারে মুখ্য কুণ্ডলী থেকে বিদ্যুৎশক্তির পুরোটাই গৌণ কুণ্ডলীতে সঞ্চালিত হয়।

- ক. পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্কক কাকে বলে? ১
- খ. বিদ্যুৎবাহী তারের নিকট চূৰ্ছক শলাকা বিক্ষিণ হয় কেন? ২
- গ. গৌণ কুণ্ডলী সৃষ্টি ভোল্টেজ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. মুখ্য কুণ্ডলীতে থেকে গৌণ কুণ্ডলীতে শক্তি সঞ্চালন সংক্রান্ত শক্তিক স্যারের বক্তব্যের সত্যতা গাণিতিক বিশ্লেষণে যাচাই কর। ৪

[শহীদ বীর উত্তম লেঃ আনন্দার গার্জন কলেজ, ঢাকা]

### ৬১নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো মুখ্য কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ একক হারে পরিবর্তিত হলে গৌণ কুণ্ডলীতে যে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি উৎপন্ন হয় তাকে পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

**খ** কোনো তড়িৎবাহী তারের অনুরূপ স্থাপিত চৌম্বক শলাকাটি নিম্নোক্ত ক্রিয়ায়ের যিনিত প্রভাবের কারণে বিক্ষিণ হয়।

১. চূ-চৌম্বক ক্ষেত্র,
২. বিদ্যুৎ প্রবাহের দ্বারা সৃষ্টি চৌম্বক ক্ষেত্র।

**গ** এখানে, মুখ্য ও গৌণ পাকসংখ্যার অনুপাত  $n_p : n_s = 1 : 20$

মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ  $E_p = 100\text{ V}$

গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ,  $E_s = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s}$$

$$\text{বা, } \frac{100\text{ V}}{E_s} = \frac{1}{20}$$

$$\text{বা, } E_s = 2000\text{ V}$$

**১** আমরা জানি,

$$E_0 = \sqrt{2} \times E_{r.m.s}$$

$$= \sqrt{2} \times 110\text{ V} = 155.56\text{ V}$$

অতএব, কোনো ব্যক্তি উল্লেখিত ভোল্টেজের অর্থাৎ  $110\text{ V}$  ডি.সি লাইনে শক্তি পেলে সে কত বিভব পার্থক্যে এ.সি লাইনে শক্তি পাবে?

**২** আমরা জানি, কার্যকর ভোল্টেজ = ভোল্টেজের গড়বর্গের বর্গমূল =  $E_{r.m.s}$

উদ্দীপক থেকে পাই,

ডি.সি লাইনের ভোল্টেজ,

$$E_{r.m.s} = 110\text{ V}$$

তাই ভোল্টেজের শীর্ষমান = ভোল্টেজের বিস্তার =  $E_0 = 110\text{ V}$

$$\therefore E_{r.m.s} = 0.707 \times E_0$$

$$= 0.707 \times 110\text{ V} = 77.77\text{ V}$$

আবার, কার্যকর প্রবাহমাত্রা = প্রবাহের গড়বর্গের বর্গমূল =  $I_{r.m.s}$

এখানে, প্রবাহের শীর্ষমান  $I_0$  হলে,

$$I_0 = \frac{E_0}{R} \quad [\text{সংযুক্ত রোধ, } R = 20\ \Omega]$$

$$= \frac{110\text{ V}}{20\ \Omega} = 5.5\text{ A}$$

এখন,  $I_{r.m.s} = 0.707 \times I_0 = 0.707 \times 5.5\text{ A} = 3.89\text{ A}$

এখন, উত্তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের হার  $H$  হলে,

$$H = I_{r.m.s}^2 \times R = (3.89\text{ A})^2 \times 20\ \Omega = 302.64\text{ J s}^{-1}$$

অতএব, উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে পাই, উল্লেখিত উৎসের সাথে  $20\ \Omega$  রোধ যুক্ত করা হলে এর কার্যকর ভোল্টেজ ও উত্তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের মান হবে যথাক্রমে  $77.77\text{ V}$  ও  $302.64\text{ J s}^{-1}$ ।

**২** শক্তিক স্যার কোনো একটি পরীক্ষণে একটি টেপ-আপ ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করেন, যাতে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যার অনুপাত  $1 : 20$ । ট্রান্সফর্মারে  $100\text{ V}$  প্রয়োগ করলে এর আউটপুটে  $2\text{ A}$  বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া গেল। স্যার শিক্ষার্থীদের বললেন, ট্রান্সফর্মারে মুখ্য কুণ্ডলী থেকে বিদ্যুৎশক্তির পুরোটাই গৌণ কুণ্ডলীতে সঞ্চালিত হয়।

- ক. পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্কক কাকে বলে? ১
- খ. বিদ্যুৎবাহী তারের নিকট চূৰ্ছক শলাকা বিক্ষিণ হয় কেন? ২

গ. গৌণ কুণ্ডলী সৃষ্টি ভোল্টেজ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. মুখ্য কুণ্ডলীতে থেকে গৌণ কুণ্ডলীতে শক্তি সঞ্চালন সংক্রান্ত শক্তিক স্যারের বক্তব্যের সত্যতা গাণিতিক বিশ্লেষণে যাচাই কর। ৪

**৩** উদ্দীপকে উল্লেখিত যন্ত্রটি একটি ট্রান্সফর্মার। শক্তিক স্যারের মন্তব্য ছিল ট্রান্সফর্মারে মুখ্য কুণ্ডলী থেকে বিদ্যুৎ শক্তির পুরোটাই গৌণ কুণ্ডলীতে সঞ্চালিত হয়। কিন্তু ট্রান্সফর্মার থেকে শতভাগ আউটপুট পাওয়া সম্ভব নয়।

**যুক্তিসহ বিশ্লেষণ :** আমরা জানি, ট্রান্সফর্মার একটি অত্যন্ত দক্ষ যন্ত্র। এ সত্ত্বেও বিভিন্ন কারণে এতে কিছু শক্তি ক্ষয় হয়। নিচে কারণগুলোর বর্ণনা দেওয়া হলো—

**১.** **কুণ্ডলীর রোধ :** সাধারণত কুণ্ডলীতে তামার তার ব্যবহার করা হয়। এ তারের কিছু রোধ আছে; ফলে  $I^2R$  জনিত কারণে কিছু শক্তি তাপ শক্তিতে বৃপ্তান্তরিত হয়ে ক্ষয় হয়। মোট তামার তার ব্যবহার করে এ ক্ষয় কমানোর চেষ্টা করা হয়।

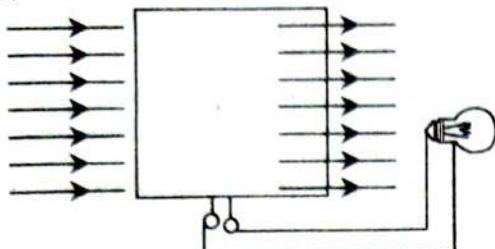
**২.** **মূলী বিদ্যুৎ প্রবাহ :** লোহার মজ্জার পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে ঘৃণী বিদ্যুৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয় এবং এর ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। লোহার মজ্জাটিকে অসংখ্য পাতলা পাতে বিস্তৃত করে এবং প্রত্যেক পাতকে অপর পাত থেকে অন্তরীত করে এ ক্ষয় কমানো হয়।

**৩.** **হিস্টেরেসিস :** পরিবর্তী বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে সৃষ্টি লোহার মজ্জার চূৰ্ছকত্ব পরিবর্তিত হতে থাকে। এর ফলে মজ্জায় যে শক্তি ব্যবহৃত হয় তা তাপ হয়ে দেখা দেয়। কম হিস্টেরেসিস সম্পর্ক চূৰ্ছক পদার্থ, যেমন— মুহুর্টাল ছারা মজ্জা তৈরি করে এ ক্ষয় কমানো যায়।

**৪.** **ফাল্স লীকেজ :** মুখ্য কুণ্ডলী কর্তৃক সৃষ্টি সকল চূৰ্ছক বলরেখা গৌণ কুণ্ডলীর সাথে জড়িত নাও হতে পারে। এটা হতে পারে যদি মজ্জা ঠিক পরিকল্পনা মতো তৈরি না করা হয় অথবা পাতগুলোর মধ্যে বাতাস থাকে।

অতএব, উপরোক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে বলা যায় যে, উদ্দীপকের যন্ত্রটি থেকে শতভাগ আউটপুট পাওয়া সম্ভব নয়।

**প্রশ্ন ৬১** বিজ্ঞান শিক্ষার্থী আবিদ ও অর্ধা ১T মানের চৌম্বক ক্ষেত্রে প্রদর্শিত চিত্রের মত  $1\text{m}^2$  ক্ষেত্রফলের একপাকের কুণ্ডলীকে ঘূরিয়ে এর সাথে সংযুক্ত 100 W-220 V এর একটি বৈদ্যুতিক বাতি জ্বালাতে চেষ্টা করছে। আবিদ বলল, “কুণ্ডলীকে প্রতি সেকেন্ডে একটি নিমিট্ট সংখ্যায় ঘূরাতে পারলে বাতিটি সর্বোচ্চ উজ্জ্বলতায় জ্বলবে।”



- ক. চৌম্বক ফ্লাক্স কাকে বলে? ১  
খ. তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশে ব্যবহৃত চুম্বকের চৌম্বক শক্তি হ্রাস পায় না কেন? ২  
গ. কুণ্ডলীর সাথে সংযুক্ত সর্বোচ্চ চৌম্বক ফ্লাক্স নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. উদ্ধীপকের আবিদের বক্তব্যের সত্যতা নিরূপণ কর। ৪

[সরকারি রাজ্যিক কলেজ, ফরিদপুর]

### ৬২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো তলের ক্ষেত্রফল এবং ঐ তলের লম্ব বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্রের উপাংশের গুণফলকে ঐ তলের সাথে সংযুক্ত চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।

**খ** তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশে চৌম্বক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয় না বরং লেঞ্জের সূত্রানুসারে চুম্বককে গতিশীল রাখতে আমাদের দ্বারা কৃতকাজ বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অতএব, তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশে যেহেতু চুম্বক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয় না তাই ব্যবহৃত চুম্বকের চৌম্বক শক্তি হ্রাস পায় না।

**গ** এখানে, চৌম্বক ক্ষেত্র,  $B = 1\text{T}$

ক্ষেত্রফল,  $A = 1\text{m}^2$

$$\begin{aligned} \text{কুণ্ডলীর সাথে সংযুক্ত সর্বোচ্চ চৌম্বক ফ্লাক্স}, \phi_{\max} &= B A \cos 0 \\ &= (1 \times 1 \times 1) \text{Wb} \\ &= 1 \text{Wb} \end{aligned}$$

অতএব, কুণ্ডলীর সাথে সংযুক্ত সর্বোচ্চ চৌম্বক ফ্লাক্স 1 Wb।

**ঘ** ‘গ’ হতে পাই,

কুণ্ডলীর সাথে সংযুক্ত সর্বোচ্চ চৌম্বক ফ্লাক্স,  $\phi = 1 \text{Wb}$

কুণ্ডলীর সাথে সংযুক্ত সর্বনিম্ন চৌম্বক ফ্লাক্স,  $\phi_{\min} = B A \cos 90^\circ = 0$

$$\begin{aligned} \therefore \text{কুণ্ডলীতে সংযুক্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন}, d\phi &= Q_{\max} - Q_{\min} \\ &= (1 - 0) \text{Wb} \\ &= 1 \text{Wb} \end{aligned}$$

$$\therefore 220 \text{V rms} \text{ এর জন্য বিস্তার}, V_0 = (220 \times \sqrt{2}) \text{V} = 311.13 \text{V}$$

$$e = \frac{dQ}{dt}$$

$$\text{বা, } dt = \frac{dQ}{e} = \frac{1}{311.13} \text{s} \quad \left| \text{এখানে, } e = V_0 = 311.13 \text{V} \right.$$

$$\therefore dt = 3.21 \times 10^{-3} \text{s}$$

$$\therefore 311.13 \text{V তড়িচালক শক্তি পেতে কুণ্ডলীটিকে } 3.21 \times 10^{-3} \text{s এ } \frac{1}{4}$$

অংশ ঘূরতে হবে।

$$\therefore 220 \text{V rms ভোল্টেজ পাওয়ার জন্য প্রতি সেকেন্ড } \frac{1}{4 \times 3.21 \times 10^{-3}} = 77.783 \text{ টি ঘূর্ণন সম্পন্ন করতে হবে।}$$

অর্থাৎ, কুণ্ডলীটিকে প্রতি সেকেন্ডে 77.783 সংখ্যক বার ঘূরাতে পারলে বাতিটি সর্বোচ্চ উজ্জ্বলতায় জ্বলবে। অতএব, আবিদের বক্তব্যটি সঠিক।

৬৩নং সংজ্ঞানীয় পদার্থবিজ্ঞান ছিতীয় পত্র একাদশ-ভাদশ প্রেসি

**প্রশ্ন ৬২** কোনো একটি ট্রান্সফর্মারে 250 V সরবরাহ করে 2500 V পাওয়া যায়। ট্রান্সফর্মারটির মুখ্য কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা 400 এবং এর রোধ 0.5 Ω। এক্ষেত্রে সরবরাহ লাইনের তড়িৎ প্রবাহযাত্রা 3A।

ক. বিগ ব্যাং কী?

খ. ইলেক্ট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $0.0315 \text{\AA}$  বলতে কী বোঝা?

গ. উদ্ধীপকে উল্লেখিত ট্রান্সফর্মারের বাহ্যিক ক্ষমতা নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্ধীপকের তথ্য অনুসারে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর রোধের অনুপাত নির্ণয় করা সম্ভব কিনা— পারিপন্থিক বিশ্লেষণ করে দেখাও।

[সরকারি এম এম কলেজ, যশোর]

### ৬৩নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** মহাবিশ্ব সৃষ্টির শুরুতে একটি মহাবিশ্বেকারণ এর মাধ্যমে সবকিছু প্রসারিত হতে থাকে। একে বিগ ব্যাং বলে।

**খ** ইলেক্ট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $0.0315 \text{\AA}$  বলতে বোঝায় ফোটন যদি ইলেক্ট্রনের সাথে সংঘর্ষ ঘটায় তবে কম্পটন ক্রিয়ার মাধ্যমে আপত্তিত ও নির্ণয় ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য হবে  $0.0315 \text{\AA}$

**গ** আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{ক্ষমতা, } P &= VI \\ &= 250 \times 3 \\ &= 750 \text{W} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{প্রাইমারি বিভব, } \\ V &= 250 \text{V} \\ \text{প্রাইমারি তড়িৎ, } I &= 3 \text{A} \end{aligned}$$

ট্রান্সফর্মারে অঙ্গীকীয় ও বহিক ক্ষমতা একই।

$\therefore$  বাহ্যিক ক্ষমতা  $750 \text{W}$

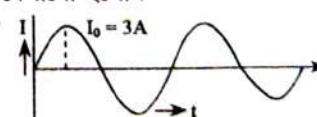
**ঘ** আমরা জানি,  $\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s}$

$$\begin{aligned} I_s &= \frac{250}{2500} \times 3 = .3 \text{A} \\ R_s &= \frac{V_s}{I_s} = \frac{2500}{.3} = \frac{25000}{3} \Omega \\ \frac{R_p}{R_s} &= \frac{0.5}{25000} = \frac{3}{50000} \end{aligned}$$

$$\therefore R_p : R_s = 3 : 50000. \quad \begin{aligned} \text{এখানে,} \\ \text{মুখ্য কুণ্ডলীর বিভব, } V_p &= 250 \text{V} \\ \text{গৌণ কুণ্ডলীর বিভব, } V_s &= 2500 \text{V} \\ \text{মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ, } I_p &= 3 \text{A} \\ \text{গৌণ তড়িৎ প্রবাহ, } I_s &=? \\ \text{মুখ্য কুণ্ডলীর রোধ, } R_p &= 0.5 \Omega \end{aligned}$$

$$\therefore R_p : R_s = 3 : 50000.$$

**প্রশ্ন ৬৩** একটি ট্রান্সফর্মারের প্রাইমারি কুণ্ডলীতে পর্যাপ্ত তড়িৎপ্রবাহ নিম্নের লেখচিত্রে দেখানো হলো।



**ক** হল ক্রিয়া কী?

**খ** বৰুৱায় আবেশগুণাঙ্ক 4 H বলতে কী বুঝায়?

**গ** চিত্রানুযায়ী  $\frac{3}{4} \text{T}$  সময়ে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর।

**ঘ** ট্রান্সফর্মারটির গৌণ কুণ্ডলীতে  $360 \text{W}$  ক্ষমতা পেতে কি ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে? পারিপন্থিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[ইস্পাহানী পাবলিক কলেজ, কুমিল্লা]

### ৬৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহীকে কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে অভিসরণ বরাবর স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্রে উভয়ের উপর সম্পূর্ণ বরাবর একটি বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয়, এ ক্রিয়াই হলো হল ক্রিয়া।

**খ** বৰুৱায় আবেশ গুণাঙ্ক 4 H বলতে বুঝায়, কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে 1 A হারে পরিবর্তিত হলে ঐ কুণ্ডলীতে 4 volt তড়িচালক বল আবিষ্ট হবে।

$$\text{অর্থাৎ } 4H = \frac{4V}{1A \times 1s^{-1}}$$

$$\therefore 4H = 4VsA^{-1}$$

**১** চিনানুযায়ী,  $I_0 = 3A$ ; আদি দশা,  $\delta = 0$   
তাহলে, AC তড়িতপ্রবাহ I হলে,  $I = I_0 \sin(\omega t + \delta)$

$$\therefore I = 3 \sin \omega t A$$

$$\text{এখন, } t = \frac{3T}{4}$$

$$\text{আমরা জানি, } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\therefore I = 3 \sin \left( \frac{2\pi}{T} \times \frac{3T}{4} \right) A = 3 \sin \left( \frac{3}{2}\pi \right) = 3 \times (-1)$$

$$\therefore I = -3A$$

$$\therefore \frac{3T}{4} \text{ সময়ে তড়িতপ্রবাহের মান } 3A।$$

**২** এখন, গৌণ কুণ্ডলীর রোধ  $20\Omega$  এবং ক্ষমতা,  $P = 360W$   
মনে করি, গৌণ কুণ্ডলীর সর্বোচ্চ প্রবাহ ও পাকসংখ্যা যথাক্রমে  $I_s$   
এবং  $N_s$ .

$$\text{এখন, } P = I_s^2 \times R$$

$$\text{বা, } 360 = I_s^2 \times 20$$

$$\therefore I_s = 3\sqrt{2} A$$

অর্থাৎ, মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহ  $3A$  এবং গৌণ কুণ্ডলীর প্রবাহ  $3\sqrt{2}A$ .  
এখন, যেকোনো ট্রান্সফর্মারের জন্য,

$$\frac{E_0}{E_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\text{বা, } \frac{N_p}{N_s} = \frac{3\sqrt{2}}{3} = \sqrt{2}$$

$$\therefore N_s < N_p$$

অর্থাৎ, মুখ্য কুণ্ডলী থেকে গৌণ কুণ্ডলীতে তড়িতপ্রবাহ বৃদ্ধির জন্য  
মুখ্য ভোল্টেজ অপেক্ষা গৌণ ভোল্টেজ হ্রাস পাবে। অর্থাৎ এই  
প্রক্রিয়ার জন্য স্টেপ-ডাউন ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করতে হবে।

**প্রয়োগ ৫** 5T মানের দুটি সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে 50 পাকের একটি 10 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার এবং 10 cm দৈর্ঘ্যের একটি বর্গাকার কুণ্ডলী  
পৃথকভাবে স্থাপন করে জেনারেটর তৈরি করা হলো। কুণ্ডলীয়ের প্রতি  
সেকেতে 10 বার পূর্ণ ঘূর্ণন সম্পন্ন করে।

**১** ক. চৌম্বক সহনশীলতা কী?

**২** খ. চুম্বকায়ন অপেক্ষা বিচুম্বকায়ন দীর্ঘ প্রক্রিয়া— ব্যাখ্যা কর।

**৩** গ. প্রথম কুণ্ডলীতে আবিষ্ট চৌম্বক ফ্লাই নির্ণয় কর।

**৪** ঘ. কোন জেনারেটরটি অধিক লাভজনক হবে— গাণিতিকভাবে  
মতামত দাও।

8

[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]



### একাধিক অধ্যায়ের সময়ের প্রীতি সূজনশীল প্রব ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, এইচএসসি পরীক্ষায় সূজনশীল প্রব সাধারণত একাধিক অধ্যায়ের সময়ের এসে থাকে। তোমরা যাতে  
পরীক্ষার জন্য এ ধরনের প্রয়োজন সম্পর্কে পূর্ব প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পার, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়ের সাথে সংযুক্ত অধ্যায়ের সময়ে  
প্রীতি সূজনশীল প্রব ও উত্তর নিচে দেওয়া হলো।

**১** বারেক ও তারেক দুটি ডিম বিষয় নিয়ে কাজ করছিল।  
বারেক এমন একটা কার্নো ইঞ্জিন নিয়ে কাজ করছিল যার কর্মদক্ষতা  
34.36% এবং তাপ উৎসের তাপমাত্রা  $600^{\circ}\text{C}$ । আর তারেক দুটি  
কুণ্ডলী পাশাপাশি রেখে কাজ করছিল যার মুখ্য কুণ্ডলী ও গৌণ  
কুণ্ডলীর পাক সংখ্যার অনুপাত ছিল  $5 : 10$ । বারেকের পাওয়া তাপ  
গ্রাহকের তাপমাত্রার পূর্ণ সংখ্যামানের সমপরিমাণ mA, প্রবাহ তারেক  
প্রতিসেকেতে মুখ্য কুণ্ডলীতে পরিবর্তন করছিল ফলে গৌণ কুণ্ডলীতে  
তড়িতচালক শক্তি আবিষ্ট হয়েছিল।

**১** ক. পালসার কী?

**২** খ. এক্স-রে ও গামা-রে এর পার্থক্য লেখ।

**৩** গ. বারেকের কার্নো ইঞ্জিনের তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা কত?

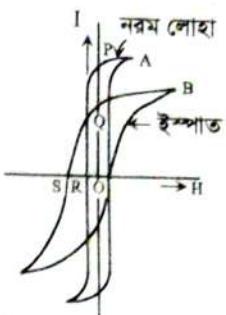
**৪** ঘ. তারেকের পরীক্ষায় গৌণ কুণ্ডলীতে প্রতি সেকেতে কী পরিমাণ

তড়িতপ্রবাহ পাওয়া যায় এবং কেন পাওয়া যায়? ব্যাখ্যা কর।

[অধ্যায় ১ ও ৫-এর সময়ের প্রীতি]

### ৬৬নং প্রশ্নের উত্তর

**১** ক. নিউটন স্টারের সাথে অতি উচ্চ চৌম্বক ক্ষেত্র জড়িত। তাই  
একটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর রেডিও পালস বা বেতার স্পন্দন  
নির্গমন করে। একে ‘পালসার’ বলে।



### ৬৫নং প্রশ্নের উত্তর

**১** ক. চৌম্বক পদার্থের ধর্মকে নমুনার চৌম্বক সহনশীলতা বা নিম্নলিখিত সহনশীলতা বলে।

**২** চুম্বকায়ন অপেক্ষা বিচুম্বকায়ন দীর্ঘ প্রক্রিয়া। ইলেক্ট্রোলিস লুপ থেকে আমরা পাই, চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্র  $B_0$  বৃদ্ধির সাথে সাথে ফেরোচুম্বকের চৌম্বকক্ষেত্র বৃদ্ধি পাচ্ছে। অর্থাৎ চুম্বকায়ন হচ্ছে। কিন্তু  $B_0$  কমালে সাথে সাথে চৌম্বকক্ষেত্র কমে 0 হয় না। চৌম্বকক্ষেত্র 0 তে আনার জন্য  $B_0$  আরও কমাতে হয়। তাই চুম্বকায়ন অপেক্ষা বিচুম্বকায়ন দীর্ঘ হয়।

**৩** দেওয়া আছে, চৌম্বকক্ষেত্র,  $B = 5T$

পাক সংখ্যা,  $N = 50$ ; ব্যাসার্ধ,  $r = 10\text{ cm} = 10 \times 10^{-2}\text{ m}$

কুণ্ডলীটি যখন চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে সমকোণে অবস্থান করে।

আবিষ্ট চৌম্বক ফ্লাই,  $\phi = NBA \cos 0^{\circ}$

$$= 50 \times 5 \times \pi^2$$

$$= 250 \times 3.1416 \times (10 \times 10^{-2})^2 \text{ Wb}$$

$$= 7.854 \text{ Wb}$$

কুণ্ডলীটি যখন চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে সমান্তরালে অবস্থান করে:

আবিষ্ট চৌম্বক ফ্লাই,  $\phi = NBA \cos 90^{\circ} = 0$

অতএব, প্রথম কুণ্ডলীতে আবিষ্ট চৌম্বক ফ্লাই 0 থেকে 7.854 Wb-পর্যন্ত।

**৪** যেহেতু পাকসংখ্যা এবং ঘূর্ণন সংখ্যা উভয় কুণ্ডলীর জন্য একই সেহেতু যে কুণ্ডলীতে যত বেশি চৌম্বক ফ্লাই আবিষ্ট হবে তাতে তড়িতচালক শক্তি তত বেশি আবিষ্ট হবে। ফলে সেই কুণ্ডলীকে জেনারেটর হিসাবে ব্যবহার তত লাভজনক হবে।

‘g’ হতে পাই, ১ম কুণ্ডলীতে আবিষ্ট চৌম্বক ফ্লাই 0 থেকে 7.854 Wb। অতএব ১ম কুণ্ডলীতে আবিষ্ট চৌম্বক ফ্লাইর পরিবর্তন,

$$d\phi = 7.854 \text{ Wb.}$$

এখন, ২য় কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাই,  $\phi' = NAB \cos 0$

[যখন কুণ্ডলী চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে]

$$= 50 \times a^2 \times 5 \times 1$$

$$= 50 \times (10 \times 10^{-2})^2 \times 5 \text{ Wb}$$

$$\therefore \phi' = 2.5 \text{ Wb}$$

আবার,  $\phi' = NAB \cos 90^{\circ} = 0$  [যখন কুণ্ডলীটি চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের  
সাথে সমান্তরালে অবস্থান করে।]

**৫** ২য় কুণ্ডলীতে আবিষ্ট চৌম্বক ফ্লাইর পরিবর্তন,

$$d\phi' = 2.5 \text{ Wb}$$

যেহেতু,  $d\phi > d\phi'$  সেহেতু ১ম কুণ্ডলীটিতে বেশি তড়িতচালক শক্তি  
আবিষ্ট হবে। অতএব, ১ম জেনারেটরটি অধিক লাভজনক হবে।

**১** এক্স-ৱে ও গামা-ৱে এর মধ্যকার পার্থক্য নিম্নরূপ :

এক্স-ৱে	গামা-ৱে
১. অধিক আয়নায়ন ক্ষমতাসম্পন্ন।	১. স্বল্প আয়নায়ন ক্ষমতাসম্পন্ন।
২. এর ভেদন পাই কয়েক সেন্টিমিটার মাস্তে।	২. এর ভেদন পাই 30 cm লোহা।
৩. এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $1.37 \times 10^{-10}$ m থেকে $7.1 \times 10^{-4}$ m।	৩. এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $10^{-8}$ থেকে $10^{-10}$ m।
৪. এর শক্তি ক্রম তুলনামূলক ভাবে গামা-ৱে অপেক্ষা কম।	৪. এর শক্তি বেশি।

**২** এখানে, কার্নে ইঞ্জিনের দক্ষতা,  $\eta = 34.36\% = 0.3436$

উৎসের তাপমাত্রা,  $T_1 = 600^{\circ}\text{C} = 600\text{ K}$

গ্রাহকের তাপমাত্রা,  $T_2 = ?$

আমরা জানি,

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\text{বা, } \frac{T_2}{T_1} = 1 - \eta$$

$$\text{বা, } T_2 = T_1 \times (1 - \eta) = 600\text{ K} \times (1 - 0.3436)$$

$$\therefore T_2 = 393.84\text{ K}$$

∴ তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা, 393.84 K।

**৩** 'গ' হতে প্রাপ্ত,

তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা = মুখ্যকুণ্ডলীর প্রবাহমাত্রা =  $I_p$

$$\therefore I_p = 393.84\text{ mA}$$

গৌণকুণ্ডলীর প্রবাহমাত্রা,  $I_s = ?$

মুখ্য ও গৌণকুণ্ডলীর পাকসংখ্যা,  $N_p : N_s = 5 : 10$

আমরা জানি,

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

$$\text{বা, } I_s = I_p \times \frac{N_p}{N_s} = 393.84\text{ mA} \times \frac{5}{10}$$

$$\therefore I_s = 196.92\text{ mA}$$

$$\therefore I_s < I_p \text{ এবং } N_s > N_p$$

সুতৰাং এটি একটি স্টেপ-আপ বা আরোহী ট্রান্সফর্মার যা গৌণকুণ্ডলীর প্রবাহমাত্রা কমিয়ে এবং বিভব বা ভোল্টেজ বাড়িয়ে উপকেন্দ্র বিদ্যুৎ প্রেরণ করে যা প্রয়োজন ও লাভজনক।

তাই প্রবাহমাত্রা কিছুটা কম হয় গৌণকুণ্ডলীতে স্টেপ-আপ ট্রান্সফর্মারে।



### ১০০% কমন উপযোগী জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কাকে বলে?

[য. বো. '১৯; পি. বো. '১৯] [সেলু-১৯, আমির-৬, প্রামাণিক-৬, তপন-১২]

উত্তর : কোনো কুণ্ডলীতে একক তড়িৎ প্রবাহিত হলে কুণ্ডলীতে সংযুক্ত মোট চৌম্বক ফ্লাক্সকে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

প্রশ্ন ২। চৌম্বক ফ্লাক্স কাকে বলে? [দি. বো. '১৯] [সেলু-১৮, তপন-৪, তফাজ্জল-২]

উত্তর : কোনো তলের ক্ষেত্রফল এবং ঐ তলের লম্ব বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্রের উপাশের গুণফলকে ঐ তলের সাথে সংপ্রিষ্ঠ চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।

প্রশ্ন ৩। একমুখী প্রবাহ কী?

[সেলু-১৭]

উত্তর : সময়ের সাথে যে প্রবাহের দিক অপরিবর্তিত থাকে তাই একমুখী প্রবাহ।

প্রশ্ন ৪। ট্রান্সফর্মার কিসের উপর ভিত্তি করে তৈরি হয়েছে? [সেলু-২৪]

উত্তর : ট্রান্সফর্মার তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের উপর ভিত্তি করে তৈরি হয়েছে।

প্রশ্ন ৫। বাংলাদেশে ব্যবহৃত বিদ্যুতের পর্যায়কাল কত?

[সেলু-২২, তফাজ্জল-১]

উত্তর : বাংলাদেশে ব্যবহৃত বিদ্যুতের পর্যায়কাল 0.02 sec.

প্রশ্ন ৬। ফ্যারাডের স্থিতীয় সূত্রটি লেখ। [সি. বো. '১৯] [সেলু-১৩, আমির-৩]

উত্তর : ফ্যারাডের স্থিতীয় সূত্রটি হলো— তার কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ৭। শীর্ষ গুণক কী?

[সেলু-২৩, প্রামাণিক-২২]

উত্তর : প্রবাহের শীর্ষমান এবং বর্গমূল গড় বর্গমানের অনুপাতি শীর্ষ গুণক।

প্রশ্ন ৮। ফ্যারাডের তাড়িত চৌম্বকীয় আবেশের প্রথম সূত্রটি লিখ।

[সেলু-৪, প্রামাণিক-৩]

উত্তর : ফ্যারাডের তাড়িত চুম্বকীয় আবেশের প্রথম সূত্রটি হলো— যখনই কোনো বন্ধ তার কুণ্ডলীতে আবন্ধ চৌম্বক আবেশ রেখাৰ সংখ্যা বা চৌম্বকফ্লাক্স এর পরিবর্তন ঘটে তখনই উক্ত কুণ্ডলীতে একটি তড়িচালক শক্তি আবিষ্ট হয়।

প্রশ্ন ৯। পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক কাকে বলে?

[সেলু-৮, আমির-১২, প্রামাণিক-১০, তপন-১৭]

উত্তর : কোনো মুখ্য কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ একক হারে পরিবর্তিত হলে গৌণ কুণ্ডলীতে যে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি উৎপন্ন হয় তাকে পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

প্রশ্ন ১০। ওয়েবার কী?

[সেলু-২, তপন-৫]

উত্তর : ওয়েবার হচ্ছে চৌম্বক ফ্লাক্সের একক। এক পাকের একটি কুণ্ডলীর সাথে সংপ্রিষ্ঠ যে পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্স এক সেকেন্ডে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে শূন্যতে নেমে আসলে ঐ কুণ্ডলী এক ভোল্ট তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়, সে পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্সই এক ওয়েবার বা সংক্ষেপে শুধু ওয়েবার।

প্রশ্ন ১১। আবিষ্ট তড়িচালক বল কাকে বলে?

[য. বো. '১৭] [আমির-১১, প্রামাণিক-১, তপন-৩]

উত্তর : কোনো বন্ধ বর্তনীতে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশে সৃষ্টি কৃণ্মূল্যী তড়িচালক শক্তিই আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি।

প্রশ্ন ১২। স্বকীয় আবেশ কী? [চ. বো. '১৬; সি. বো. '১৭; দি. বো. '১৭]

[সেলু-৬, আমির-১, প্রামাণিক-৯, তফাজ্জল-৬]

উত্তর : একটি মাত্র বন্ধ কুণ্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহের দরুন চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের ফলে অথবা কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে বন্ধ কুণ্ডলীর গতির ফলে যে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ঘটে, তাই স্বকীয় আবেশ।

প্রশ্ন ১৩। লেঞ্জ-এর সূত্রটি লিখ। [সকল বোর্ড '১৮; চ. বো. '১৫; ব. বো. '১৭]

[সেলু-৫, প্রামাণিক-৪, আমির-৫, তপন-৪, তফাজ্জল-৫]

উত্তর : লেঞ্জ-এর সূত্রটি হলো— যেকোনো তড়িচৌম্বক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে তা সৃষ্টি হওয়া মাঝেই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকেই বাধা দেয়।

প্রশ্ন ১৪। পারম্পরিক আবেশ কাকে বলে? [চ. বো. '১৮; সি. বো. '১৮, '১৬; ব. বো. '১৬; দি. বো. '১৮] [সেলু-৭, আমির-২, প্রামাণিক-১৩, তপন-১৬, তফাজ্জল-৯]

উত্তর : পাশাপাশি অবস্থিত দুটি কুণ্ডলীর যেকোনো একটিতে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটলে অপরটিতে তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়। এ ঘটনা পারম্পরিক আবেশ বলে।

## পঞ্জম অধ্যায় তাড়িতচৌষট্টীয় আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ

৩৬৯ ৪৪

প্রশ্ন ১৫। দিক পরিবর্তী প্রবাহ কী?

[দি. বো. '১৬] [সেলু-১৪, আমির-৪, প্রামাণিক-১৪, তপন-২৪]

উত্তর : যে প্রবাহের দিক বা অভিমুখ একটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর বর্তচূর্ণত্বাবে পরিবর্তিত হতে থাকে, তাকে দিক পরিবর্তী প্রবাহ বলে।

প্রশ্ন ১৬। হেনরি কাকে বলে? [সার্ভার ক্যাট. প্রামাণিক স্কুল ও কলেজ, ঢাকা]

[সেলু-২০, আমির-১০, প্রামাণিক-৭, তফাজ্জল-৮]

উত্তর : কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে এক অ্যাম্পিয়ার হারে পরিবর্তিত হলে যদি ঐ কুণ্ডলীতে এক ভোটে তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়, তাহলে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্গকে এক হেনরি বলে।

প্রশ্ন ১৭। মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলী কী? [সেলু-১৫]

উত্তর : তড়িৎবাহী কুণ্ডলীকে মুখ্য কুণ্ডলী এবং যে তারের কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাকে গৌণ কুণ্ডলী বলে।

প্রশ্ন ১৮। তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ কী? [সেলু-১, প্রামাণিক-২, তপন-১, তফাজ্জল-১]

উত্তর : একটি গতিশীল চুম্বক বা একটি গতিশীল তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর সাহায্যে অন্য একটি বস্থ বর্তনীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হওয়ার পক্ষতি হলো তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ।

প্রশ্ন ১৯। ফ্লাই ঘনত্ব কী? [সেলু-৩]

উত্তর : কোনো বিস্তুর চারপাশে একক ক্ষেত্রফল দিয়ে অতিক্রমকারী চৌম্বক ফ্লাইকে ঐ বিন্দুতে ঐ তলের লম্ব বরাবর ফ্লাই ঘনত্ব বলে।

প্রশ্ন ২০। প্রবাহের কম্পাঙ্গক কী? [সেলু-১৬, আমির-৯]

উত্তর : পরিবর্তী তড়িচালক শক্তি বা প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে যত সংখ্যক পরিবর্তী চক্র সম্পন্ন করে, তাকে উক্ত তড়িচালক বল বা প্রবাহের কম্পাঙ্গক বলে।

প্রশ্ন ২১। বিস্তার কী? [সেলু-২৫]

উত্তর : যেকোনো অভিমুখে তড়িচালক শক্তি বা প্রবাহের সর্বোচ্চ মানকে বিস্তার বা শীর্ষমান বলে।

প্রশ্ন ২২। তড়িচালক শক্তির গড় বর্গের বর্গমূল মান কী? [সেলু-২৬, আমির-১৪, প্রামাণিক-১৯, তপন-২৭, তফাজ্জল-১১]

উত্তর : কোনো পৃষ্ঠাক্রে বিভিন্ন সময়কার তড়িচালক শক্তির বর্গের গড়ের বর্গমূলকে তড়িচালক শক্তির গড় বর্গের বর্গমূল মান বলে।

প্রশ্ন ২৩। একমুখী প্রবাহ ডায়নামো কী? [সেলু-২৮, প্রামাণিক-১৮, তফাজ্জল-১১]

উত্তর : যে ডায়নামোর সাহায্যে একমুখী তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায় তাকে একমুখী প্রবাহ ডায়নামো বলে।

প্রশ্ন ২৪। বাংলাদেশে  $E_{max}$  এর মান কত? [সেলু-২৭]

উত্তর : বাংলাদেশে বাড়ি ঘরে ব্যবহৃত 220 V ভোটের এ.সি. তড়িৎ সরবরাহ করা হয় বলে 220 V ই এখানে  $E_{max}$  এর মান নির্দেশ করে।

প্রশ্ন ২৫। কার্যকর প্রবাহ কাকে বলে? [সেলু-১০, প্রামাণিক-২০]

উত্তর : পরিবাহী প্রবাহের গড়বর্গের বর্গমূল মানকে কার্যকর প্রবাহ বলে।

প্রশ্ন ২৬। দূর-দূরান্তে তড়িৎ প্রেরণের জন্য কী ধরনের ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয়? [সেলু-২১, প্রামাণিক-১১]

উত্তর : দূর-দূরান্তে তড়িৎ প্রেরণের জন্য আরোহী ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ২৭। মোটর কাকে বলে? [সেলু-১২, প্রামাণিক-১৭]

উত্তর : যে যন্ত্রের সাহায্যে তড়িৎ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে তাকে মোটর বলা হয়।

প্রশ্ন ২৮। তড়িৎ ক্ষেত্রের বিভব ও প্রাবল্যের মধ্যে সম্পর্ক লেখ।

উত্তর : তড়িৎ ক্ষেত্রের বিভব V এবং প্রাবল্য E হলে,  $V = E$

অর্থাৎ, বিভব = প্রাবল্য  $\times$  দূরত্ব।

প্রশ্ন ২৯। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি কী?

উত্তর : তড়িৎবিজ্ঞানে আমরা যেসব যন্ত্রপাতি ব্যবহার করি, তাদেরকে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি বলে।

প্রশ্ন ৩০। ডায়নামোতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের মান কিসের উপর নির্ভর করে?

উত্তর : আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহের মান কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, চুম্বকের শক্তি এবং আবর্তন বেগের উপর নির্ভর করে।

প্রশ্ন ৩১। আকৃতি গুণাঙ্গক কাকে বলে? [সেলু-৯, আমির-৭, তপন-২৯]

উত্তর : দিক পরিবর্তী তড়িচালক শক্তি বা প্রবাহমাত্রার গড় বর্গের বর্গমূল মান এবং গড় মানের অনুপাতকে আকৃতি গুণাঙ্গক বলে।

প্রশ্ন ৩২। ডায়নামো কাকে বলে? [সেলু-১১, প্রামাণিক-১৬]

উত্তর : যে যন্ত্র যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর করে তাকে জেনারেটর বা ডায়নামো বলে।

প্রশ্ন ৩৩। পরিবর্তী প্রবাহের গড় মান কী? [আমির-১৩]

উত্তর : পরিবর্তী প্রবাহের শীর্ষমানের  $0.637$  গুনক গড়মান বলে।

প্রশ্ন ৩৪। ট্রান্সফর্মার কাকে বলে? [সেলু-২৯, প্রামাণিক-১২, তপন-২০]

উত্তর : যে যন্ত্রের সাহায্যে পরিবর্তী বিভবকে অপেক্ষাকৃত উচ্চ বা নিম্ন বিভবে পরিণত করা যায় তাকে রূপান্তরক বা ট্রান্সফর্মার বলে।

প্রশ্ন ৩৫। আবেশহীন কুণ্ডলী কাকে বলে? [সেলু-৩০, প্রামাণিক-৮, তপন-১৯]

উত্তর : যে কুণ্ডলীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তন করা হলো তাতে তড়িচালক বল আবিষ্ট হয় না তাকে আবেশহীন কুণ্ডলী বলে।

## ৩ কমন উপযোগী অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। চৌম্বক ফ্লাই একটি ক্ষেলার রাশি— ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '১৯]

উত্তর : আমরা জানি, দুটি ভেট্টারের ক্ষেলার গুনে গুণফল একটি ক্ষেলার রাশি পাওয়া যায়। এখন, চৌম্বক ফ্লাই ছেছে চৌম্বকক্ষেত্রে ভেট্টারের এবং ক্ষেত্রফল ভেট্টারের ক্ষেলার গুণফল। অতএব, উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে চৌম্বক ফ্লাই একটি ক্ষেলার রাশি।

প্রশ্ন ২। দিক পরিবর্তী তড়িচালক বলের ক্ষেত্রে গড় মানের চেয়ে আপাত মান বেশি গুরুত্বপূর্ণ কেন? [য. বো. '১৯]

উত্তর : দিক পরিবর্তী তড়িচালক বল শূন্য হতে বাড়তে বাড়তে শীর্ষমান, এরপর কমতে কমতে শূন্য মানে এসে পুনরায় বিপরীত অভিমুখে 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।

প্রশ্ন ৩। ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র পর্যাপ্ত পরিবর্তন করে কেন? [সেলু-১১]

উত্তর : ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র দিক পরিবর্তী বিভব পরিবর্তন করে। কারণ ট্রান্সফর্মারের ভিতরে চৌম্বক ক্ষেত্র থাকে। আবার এতে কুণ্ডলী থাকে দুটি— মুখ্য কুণ্ডলী ও গৌণ কুণ্ডলী। বিভব প্রয়োগ করা হলে মুখ্য কুণ্ডলী থেকে ভেট্টেজ পর্যাপ্ত পরিবর্তনের মাধ্যমে গৌণ কুণ্ডলীতে স্থানান্তরিত হয়। তাই বলা হয় ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র দিক পরিবর্তী বিভব পরিবর্তন করে।

প্রশ্ন ৪। দিক পরিবর্তী প্রবাহের ক্ষেত্রে পৃষ্ঠাক্রে জন্য গড় তড়িচালক বল শূন্য কেন ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১৭, প্রামাণিক-৩০]

উত্তর : কোনো সময় ব্যবধানের তড়িচালক বল সকল মানের গড়কে এই সময় ব্যবধানের গড় তড়িচালক বল বলে।

আমরা জানি, ক্ষুদ্রতিক্ষুদ্র সময় ব্যবধানের তড়িচালক বল ও সময় ব্যবধানের গুণফলের সমষ্টি নিয়ে তাকে মোট সময় ব্যবধান দিয়ে ভাগ করলে এই সময় ব্যবধানের গড় তড়িচালক বল পাওয়া যায়।

তড়িচালক বল বা তড়িৎ প্রবাহের মান একটি অর্ধচক্রে পজিটিভ হলে অন্য অর্ধচক্রে নেগেটিভ হয়। এ কারণে একটি পূর্ণচক্রে গড় মান শূন্য হয়ে যায়।

**প্রশ্ন ৫।** ফ্যারাডের সূত্র ও লেজের সূত্রের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

[সেলু-২০, প্রামাণিক-১১]

**উত্তর :** ফ্যারাডের সূত্র ও লেজের সূত্রের মধ্যে পার্থক্য হলো—

ফ্যারাডের সূত্র	লেজের সূত্র
১. ফ্যারাডের সূত্র হতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের পরিমাণ জানা যায়।	১. লেজের সূত্র হতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের দিক জানা যায়।
২. ফ্যারাডের সূত্র মতে, আবিষ্ট তড়িচালক বলকে কোনো কিছু বাধা দেয় না।	২. লেজের সূত্র হতে, আবিষ্ট তড়িচালক বল যে কারণে সৃষ্টি হয়, সেই কারণকেই বাধা দেয়।

**প্রশ্ন ৬।** ট্রান্সফরমার ডিসি প্রবাহে কাজ করে না— ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৫; ঘ. বো. '১৭; সি. বো. '১৬; দি. বো. '১৯]

[সেলু-১০, আমির-১৪, প্রামাণিক-১৭, তপন-২১]

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

**প্রশ্ন ৭।** কোন কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $10 \text{ mH}$  বলতে কী বুঝায়?

[কুমিল্লা ডিজিটারিয়া সরকারি কলেজ, কুমিল্লা] [আমির-১৫, প্রামাণিক-১৪, তপন-১৫]

**উত্তর :** স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $10 \text{ mH}$  বলতে বুঝায়, কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে  $1 \text{ A}$  হারে পরিবর্তিত হলে যদি এই কুণ্ডলীতে  $10 \text{ mV}$  তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়, তাহলে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক হবে  $10 \text{ mH}$ ।

$$\text{অর্থাৎ } 10 \text{ mH} = \frac{10 \text{ mV}}{1 \text{ A} \times 1 \text{ s}}$$

$$\therefore 10 \text{ mH} = 10 \text{ mV s A}^{-1}$$

**প্রশ্ন ৮।** এসি ও ডিসি ডায়নামোর মধ্যে পার্থক্য লেখ। [প্রামাণিক-৩]

**উত্তর :** এসি ও ডিসি ডায়নামোর মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো—

এসি ডায়নামো	ডিসি ডায়নামো
১. যান্ত্রিক শক্তিকে পরিবর্তী বা পর্যাপ্ত তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তর করে।	১. যান্ত্রিক শক্তিকে একমুখী তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তর করে।
২. কুণ্ডলীর দুপ্রান্তে দুটি প্লিপরিং থাকে।	২. কুণ্ডলীর দুপ্রান্তে দুটি অর্ধবৃত্তাকার তামার পাত থাকে। থাকে কম্যুটেটর বলে।
৩. অধিক পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।	৩. এসির তুলনায় কম ব্যবহৃত হয়।

**প্রশ্ন ৯।** শীর্ষ গুণক ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-৩]

**উত্তর :** আমরা জানি, একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহের শীর্ষমান এবং এর গড় বর্গের বর্গমূল মানকে প্রবাহটির শীর্ষ গুণক বলে।

$$\therefore \text{শীর্ষ গুণক} = \frac{I_0}{0.707 I_0} = 1.414$$

**প্রশ্ন ১০।** কোন তার কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $5$  হলে রিলে বলতে কী বুঝায়? [চ. বো. '১৬; দি. বো. '১৮] [সেলু-১৫, আমির-১১, প্রামাণিক-১৮, তপন-১৫]

**উত্তর :** স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক  $5$  henry বলতে বুঝায়, কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে  $1 \text{ A}$  হারে পরিবর্তিত হলে ঐ কুণ্ডলীতে  $5 \text{ V}$ ; তড়িচালক বল আবিষ্ট হবে।

$$\text{অর্থাৎ } 5 \text{ H} = \frac{5 \text{ V}}{1 \text{ A} \times 1 \text{ s}}$$

$$\therefore 5 \text{ H} = 5 \text{ V s A}^{-1}$$

**প্রশ্ন ১১।** লেজের সূত্রের ভৌত তাৎপর্য লিখ।

[চ. বো. '১৮; সি. বো. '১৮; দি. বো. '১৮] [আমির-৫, তপন-১০]

**উত্তর :** কোনো দণ্ড চুম্বককে কুণ্ডলীর দিকে নিয়ে যাওয়ার সময় দুই সময়ের বিকর্ষণ বলের বিবৃত্তে কাজ বা গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। একইভাবে চুম্বকটি সরিয়ে নেওয়ার সময় দুই বিপরীত মেরুর আকর্ষণ বলের বিবৃত্তেও কাজ বা গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। এ যান্ত্রিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে। এটি লেজের সূত্রের ভৌত তাৎপর্য।

**প্রশ্ন ১২।** ডিসি অপেক্ষা এসিতে বেশি সতর্কতা অর্জন করতে হয় কেন?

[চ. বো. '১৬, '১৫] [সেলু-৬, আমির-১৬, প্রামাণিক-৩, তফাজ্জল-১০]

**উত্তর :** আমাদের দেশে বাড়িঘরে এসি তড়িৎ সরবরাহ করা হয়। এ সরবরাহ ভোল্টেজের মান  $220 \text{ V}$ । এ মান E এর গড় বর্গের বর্গমূল মান বা  $E_{rms}$  নির্দেশ করে। অর্থাৎ

$$E_{rms} = 220 \text{ V}$$

$$\therefore \text{শীর্ষমান}, E_0 = E_{rms} \times \sqrt{2} = 220 \text{ V} \times \sqrt{2} = 311 \text{ V}$$

ফলে কোনো ব্যক্তি যদি  $220 \text{ V DC}$  শক পান তাহলে তা  $220 \text{ V}$  ছারা হবে। কিন্তু  $220 \text{ V AC}$  শক পেলে তিনি সর্বাধিক শক পাবেন  $311 \text{ V}$  এর যা  $220\text{V}$  এর শক এর চেয়ে অনেক বেশি। তাই  $AC 220 \text{ V}, DC 220 \text{ V}$  অপেক্ষা বিপজ্জনক অধিকতর বেশি।

এজনই ডিসি অপেক্ষা এসিতে বেশি সতর্কতা অর্জন করতে হয়।

**প্রশ্ন ১৩।** দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের ক্ষেত্রে, আকৃতি গুণাঙ্কের মান নির্ণয় কর। [সেলু-২১] [জালালাবাদ ক্যাট. পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

**উত্তর :** দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল মান এবং গড়মানের অনুপাতকে আকৃতি গুণাঙ্ক বলে।

$$\text{অতএব, আকৃতি গুণাঙ্ক} = \frac{\text{গড় বর্গের বর্গমূল মান বা আপাত মান}}{\text{গড়মান}}$$

$$= \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \times \text{শীর্ষমান}}{\frac{2}{\pi} \times \text{শীর্ষমান}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} \times \pi}{\frac{2}{\sqrt{2}}} = 1.11$$

আকৃতি গুণাঙ্ক পরিবর্তী প্রবাহের আকার নির্দেশ করে। উল্লেখ যে আকৃতি গুণাঙ্কের এই  $1.11$  মান শুধুমাত্র সাইন ধর্মী ভোল্টেজ বা প্রবাহের ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য।

**প্রশ্ন ১৪।**  $220 \text{ V AC}$  শক  $DC$  অপেক্ষা বিপজ্জনক কেন?

[রা. বো. '১৯] [সেলু-২৩, আমির-১৩, তপন-২৮]

**উত্তর :**  $220 \text{ V A.C.}$ -এর ক্ষেত্রে, তড়িচালক শক,  $E_{rms} = 220 \text{ V}$

$$\therefore \text{এর শীর্ষমান}, E = \sqrt{2} \times E_{rms} = \sqrt{2} \times 220 \text{ V} = 311 \text{ V}$$

সুতরাং, কোনো ব্যক্তি যদি  $220 \text{ V D.C.}$  শক পান তাহলে তা  $220 \text{ V}$  ছারা হবে। কিন্তু  $220 \text{ V A.C.}$  শক পেলে তিনি সর্বাধিক শক পাবেন  $311 \text{ V}$  এর, যা  $220 \text{ V}$  এর শক এর চেয়ে অনেক বেশি। তাই  $220 \text{ V A.C.}$  শক,  $D.C.$  শক অপেক্ষা বিপজ্জনক।

**প্রশ্ন ১৫।** তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ শক্তির সৃষ্টি নয় বরং শক্তির রূপান্তর— ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. '১৯] [সেলু-১৩, প্রামাণিক-১৩]

**উত্তর :** একটি গতিশীল চুম্বক বা একটি গতিশীল তড়িৎকারী কুণ্ডলীর সাহায্যে অন্য একটি বন্ধ বর্তনীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হওয়ার পদ্ধতিই হলো তড়িতচৌম্বক আবেশ। চৌম্বক ক্ষেত্রের সাহায্যে বন্ধ বর্তনীতে বা কুণ্ডলীতে তড়িচালক শক বা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন করা যায়। একটি বন্ধ কুণ্ডলী বা বর্তনী এবং



একটি চূর্ছকের গতির ফলে এরূপ ঘটে। বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করতে চূর্ছক কিংবা তড়িৎবাহী কুণ্ডলী এবং বন্ধ কুণ্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি বজায় রাখতে হবে। ফলে চৌমুক বলরেখার হাস বৃদ্ধি ঘটবে এবং তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হবে।

উপরোক্ত আলোচনা হতে বলা যায় তড়িৎ প্রবাহ হলো গতিশীল চৌমুক শক্তির একটি ফল মাত্র। এক্ষেত্রে চৌমুক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর হয়েছে মাত্র। কোনো শক্তি তৈরি হয় না। তাই বলা চলে তড়িৎ চৌমুকীয় আবেশ শক্তি সৃষ্টি নয় বরং শক্তির রূপান্তর মাত্র।

প্রশ্ন ১৬। কুণ্ডলী ও চৌমুক এর মধ্যে আপেক্ষিক গতি না থাকলে তড়িৎ চালক শক্তি উৎপন্ন হয় না কেন? [সেলু-১৪, প্রামাণিক-৬]

উত্তর : কুণ্ডলী ও চৌমুক এর মধ্যে আপেক্ষিক গতি না থাকলে তড়িৎ চালক শক্তি উৎপন্ন হয় না।

ব্যাখ্যা : যখন কোনো বন্ধ কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌমুক ফ্লাজের পরিবর্তন ঘটে তখনই কুণ্ডলীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তি উৎপন্ন হয়। যতক্ষণ ফ্লাজের পরিবর্তন থাকে ততক্ষণই তড়িচালক বল বিদ্যমান থাকে। যদি এদের মধ্যে আপেক্ষিক গতি না থাকে তবে ফ্লাজের পরিবর্তন হয় না। সে ক্ষেত্রে ফ্যারাডের ২য় সূত্র মতে,

$$\epsilon = N \frac{d\phi}{dt}$$

$$\epsilon = N \frac{d}{dt} (0) = 0$$

অতএব কুণ্ডলী ও চৌমুক এর মধ্যে আপেক্ষিক গতি না থাকলে তড়িৎ চালক শক্তি শূন্য।

প্রশ্ন ১৭। ফ্যারাডের তড়িৎচৌমুক আবেশের ২য় সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১২, প্রামাণিক-৮]

উত্তর : ফ্যারাডের তড়িৎচৌমুক আবেশ সংক্রান্ত ২য় সূত্রটি হলো— কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তির মান ঐ কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌমুক ফ্লাজের পরিবর্তনের হারের ঝণাঝক মানের সমানুপাতিক।

$$\therefore \epsilon = -N \frac{dQ}{dt}$$

যেখানে,  $N$  = কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা

$$\text{এবং } \frac{dQ}{dt} = \text{চৌমুক ফ্লাজের পরিবর্তনের হার}$$

এ সূত্র থেকে আবিষ্ট তড়িচালক শক্তির দিক সম্পর্কে জানা যায়। এখানে, আবিষ্ট তড়িচালক শক্তির দিক এমন হয় যে, তা সৃষ্টি হওয়া মাত্রই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকে বাধা দেয়।

প্রশ্ন ১৮। ফ্যারাডের তড়িৎচৌমুক আবেশের সূত্র দুটি বিশ্লেষণ কর। [আধিক-৩, তপন-৬, তফাজ্জল-৩]

উত্তর : প্রথম সূত্র : যখনই কোনো বন্ধ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌমুক ফ্লাজের (চৌমুক ক্ষেত্র রেখা) পরিবর্তন ঘটে, তখনই কুণ্ডলীতে একটি ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তি তথা তড়িৎ প্রবাহ আবিষ্ট হয়। যতক্ষণ চৌমুক ফ্লাজের পরিবর্তন ঘটে, আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি তথা তড়িৎ প্রবাহ ততক্ষণই স্থায়ী হয়।

চৌমুক ফ্লাজের বৃদ্ধিতে তড়িৎ প্রবাহ যেদিকে ঘটে, হাস পেলে তড়িৎ প্রবাহ তার বিপরীত দিকে ঘটে।

দ্বিতীয় সূত্র : কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান ঐ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌমুক ফ্লাজের পরিবর্তনের হারের ঝণাঝক মানের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ১৯। ফ্যারাডের সূত্র মতে পারম্পরিক আবেশ পুণ্যাঙ্ক বলতে কী বুঝ? [সেলু-৫, প্রামাণিক-১৯, তফাজ্জল-৮]

উত্তর : ফ্যারাডের সূত্র অনুসারে, পারম্পরিক আবেশের ক্ষেত্রে গোপ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বল,

$$\epsilon_2 = -\frac{d}{dt} (N_2 \Phi_2) = -\frac{d}{dt} (MI_1) = -M \frac{dI_1}{dt}$$

$$\text{বা, } M = -\frac{\epsilon_2}{dI_1/dt}$$

উপরোক্ত সমীকরণ মতে দুটি কুণ্ডলীর মধ্যে একটির মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রার পরিবর্তনের হার একক হলে দ্বিতীয় কুণ্ডলীতে যে তড়িচালক বলের উন্নত হয়, তার সংখ্যাগত মান কুণ্ডলী দুটির পারম্পরিক আবেশ গুণাঙ্কের সমান।

প্রশ্ন ২০। স্বকীয় আবেশ ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-২৪, তপন-১১]

উত্তর : একটি মাত্র কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের ফলে অথবা কোনো চৌমুক ক্ষেত্রে কুণ্ডলীর গতির ফলে কুণ্ডলীর সাথে সংশ্লিষ্ট চৌমুক ফ্লাজের পরিবর্তন ঘটে। এ পরিবর্তনের জন্য যে তড়িৎ চৌমুক আবেশ ঘটে তাকে স্বকীয় আবেশ বলে। কোনো পরিবাহাই কুণ্ডলীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের ফলে ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয় এবং চৌমুক ক্ষেত্রের বলরেখাগুলো কুণ্ডলীর বিভিন্ন পাকের সাথে জড়িয়ে পড়ে। ফলে চৌমুক ফ্লাজের সৃষ্টি হয়। কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন হলে চৌমুক ফ্লাজেরও পরিবর্তন হয়। ফ্লাজের এ পরিবর্তনের কারণে কুণ্ডলীতে একটি তড়িচালক বল আবিষ্ট হয়। এই ঘটনাকেই স্বকীয় আবেশ বলা হয়।

প্রশ্ন ২১। কোনো কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক 1 henry বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর।

[আধিক-১]

উত্তর : কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা এক অ্যাম্পিয়ার হারে পরিবর্তিত হলে যদি ঐ কুণ্ডলীতে এক ভোল্ট তড়িচালক শক্তি আবিষ্ট হয় তাহলে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ককে এক হেনরি বলে।

$$\text{অর্থাৎ, } 1 \text{ হেনরি} = \frac{1 \text{ ভোল্ট}}{1 \text{ অ্যাম্পিয়ার/সে.}} = \frac{\text{ভোল্ট-সেকেন্ড}}{\text{অ্যাম্পিয়ার}}$$

$$\therefore 1H = 1 VsA^{-1}.$$

প্রশ্ন ২২। আবেশহীন রোধ কুণ্ডলী বলতে কী বুঝ?

[সেলু-২৭, প্রামাণিক-১৬, তপন-১৯]

উত্তর : এক ধরনের কুণ্ডলীকে এমনভাবে জড়ানো হয় যাতে এর এক অর্ধেকের তড়িৎপ্রবাহ অপর অর্ধেকের তড়িৎ প্রবাহের বিপরীতমুখী এবং পাশাপাশি হয়। এর ফলে এক-অর্ধেকের তড়িৎ প্রবাহের দরুন সৃষ্টি চূর্ছক ফ্লাজ অপর অর্ধেকের তড়িৎ প্রবাহের দরুন সৃষ্টি চূর্ছক ফ্লাজ পরম্পর বিপরীতমুখী হওয়ায় পরম্পরকে প্রশংসিত করে দেয়। ফলে এরূপ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের কোনো পরিবর্তন হলে কোনো আবিষ্ট তড়িচালক বলের সৃষ্টি হয় না। এরূপ জড়ানো রোধ কুণ্ডলীকে আবেশহীন রোধ কুণ্ডলী বলে।

প্রশ্ন ২৩। লেজের সূত্র ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-১]

উত্তর : লেজের সূত্র মতে তড়িৎ চৌমুক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচালক শক্তি এর সৃষ্টির কারণকেই বাধা দেয়। অর্থাৎ একটি দুটি চূর্ছকের  $N$  পোল বা মেরুকে একটি কুণ্ডলীর ভেতরে আনার সময় আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহের দিক এমন হবে যেন সেটি ঐ  $N$  পোলকে কুণ্ডলীর ভিতরে ঢুকতে বাধা দেবে অর্থাৎ বিকর্ষণ অনুভূত হবে আবার ঐ  $N$  পোলকে কুণ্ডলী থেকে বের করার সময় আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক এমন হবে যেন সেটি দুটি চূর্ছকের  $N$  পোলকে বের হতে বাধা দেবে অর্থাৎ আকর্ষণ অনুভূত হবে।

প্রশ্ন ২৪। তড়িৎচৌমুক আবেশের ফলে তড়িচালক শক্তি কেন উৎপন্ন হয়?

[সেলু-৭, প্রামাণিক-৫]

উত্তর : চৌমুক ক্ষেত্রের সাহায্যে বন্ধ বর্তনীতে বা কুণ্ডলীতে তড়িচালক শক্তি বা তড়িৎ প্রবাহ করা যায়। একটি বন্ধ কুণ্ডলী বা বর্তনী এবং একটি চূর্ছকের গতির ফলে এরূপ ঘটে। বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করতে চূর্ছক কিংবা তড়িৎবাহী কুণ্ডলী এবং বন্ধ কুণ্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি বজায় রাখতে হবে। ফলে চৌমুক বলরেখার হাস বৃদ্ধি ঘটবে এবং তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হবে।

**প্রশ্ন ২৫। মোটরের দৃতি কীভাবে বাড়ানো যায়?** [সেল-২৮]

**উত্তর :** মোটরের দৃতি বাড়ানোর জন্য এর চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বাঢ়াতে হবে। যা আমরা নিম্নোক্ত প্রক্রিয়ায় বাড়াতে পারি— ১. অধিকতর শক্তিশালী চুম্বক ব্যবহার করে, ২. তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি করে, ৩. আর্মেচারের পাকসংখ্যা বৃদ্ধি করে এবং ৪. কয়েলের দৈর্ঘ্য ও বেধ বাড়িয়ে।

**প্রশ্ন ২৬। ক্ষেত্র এর ডানহস্ত নিয়ম বলতে কী বুঝা?**

**উত্তর :** একটি চৌম্বকক্ষেত্রে কোনো পরিবাহী গতিশীল হলে এতে তড়িৎ প্রবাহ আবিষ্ট হয়। ডানহাতের বৃষ্টাঙ্গুলী, তজনী ও মাধ্যম পরম্পরের সাথে সমকোণে প্রসারিত করে যদি তজনী চৌম্বকক্ষেত্রের অভিমুখ, বৃষ্টাঙ্গুলী পরিবাহীর গতির অভিমুখ নির্দেশ করে, তাহলে মধ্যমা আবিষ্ট প্রবাহের অভিমুখ নির্দেশ করবে।

**প্রশ্ন ২৭। কোনো তড়িৎবাহী তারের নিকট দিকদর্শন যন্ত্র ঠিকভাবে কাজ করে না কেন?**

**উত্তর :** তড়িৎবাহী তারের নিকট দিক দর্শন যন্ত্র ঠিকভাবে কাজ করে না। তড়িৎবাহী তারের কুণ্ডলীর নিকট দিক দর্শন যন্ত্র তথা চুম্বকের উত্তর মেরু আনা হলে তড়িৎবাহী তারের কুণ্ডলী তলে একটি উত্তর মেরু সৃষ্টি হয়ে দণ্ড চুম্বকের উত্তর মেরুকে কাছে আসতে বাধা দেয়। আবার, দণ্ড চুম্বকের উত্তর মেরুটি বিকর্ষিত হয়ে দূরে সরে যেতে চাইলে তখন তড়িৎবাহী তারের কুণ্ডলী তলে একটি দক্ষিণ মেরু সৃষ্টি হয়ে তা দণ্ড চুম্বকের উত্তর মেরুকে আকর্ষণ করে ফলে, সেটাকে দূরে সরে যেতেও দেয় না। এ কারণেই তড়িৎবাহী তারের নিকট দিক-দর্শন যন্ত্র ঠিকভাবে কাজ করে না।

**প্রশ্ন ২৮। দিক পরিবর্তী প্রবাহের পরিবর্তন চক্র বলতে কী বুঝা?** [সেল-২৫]

**উত্তর :** দিক পরিবর্তী প্রবাহের মাত্র শূন্যমান থেকে বৃদ্ধি পেয়ে শীর্ষমান এরপর হ্রাস পেয়ে শূন্যমানে এসে বিপরীত অভিমুখে পুনরায় বৃদ্ধি পেয়ে ঐ শীর্ষমানে উঠে আবার হ্রাস পেয়ে শূন্যমানে উপনীত হওয়াকে বলা হয় দিক পরিবর্তী প্রবাহের পরিবর্তন চক্র। প্রতিটি চক্রের জন্য অতিরিক্ত অতিক্রান্ত দূরত্ব হচ্ছে তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং প্রয়োজনীয় সময় হলো পর্যায়কাল।

**প্রশ্ন ২৯। এ.পি.ডায়নামোর কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান কিসের উপর নির্ভর করে?** [প্রামাণিক-১৭]

**উত্তর :** এসি ডায়নামোর কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান নিম্নবর্ণিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে।

১. চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য, ২. ঘূর্ণন অক্ষ, ৩. কুণ্ডলীর ঘূর্ণনের গতি ও ৪. কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল।

**প্রশ্ন ৩০। চৌম্বক ফ্লাক্স এর বিভিন্ন একক ব্যাখ্যা কর।** [সেল-৩০]

**উত্তর :** চৌম্বক ফ্লাক্স-এর একক হচ্ছে টেসলা-মিটার<sup>2</sup> এবং এর নাম দেওয়া হয়েছে ওয়েবের (Weber, সংক্ষেপে Wb)।

অর্থাৎ,  $1 \text{ Wb} = 1 \text{ tesla metre}^2$

বা,  $1 \text{ tesla} = 1 \text{ Wb metre}^{-2}$

সংক্ষেপে  $1 \text{ T} = 1 \text{ Wbm}^{-2}$

**প্রশ্ন ৩১। মোটরের ব্যবহার ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর :** বৈদ্যুতিক পার্কা, পাম্প, রোলিং মিল ইত্যাদি বিভিন্ন কাজে বৈদ্যুতিক মোটর ব্যবহার করা হয়। বাড়িতে ব্যবহৃত পাম্প বৈদ্যুতিক মোটর ছাড়া আর কিছুই নয়। এর সাথে ব্যবহৃত নিয়ামক বা রেগুলেটর বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে। এর ফলে ঘূর্ণন বেগ নিয়ন্ত্রিত হয়। প্রবাহ বাড়লে ঘূর্ণন বাঢ়ে এবং প্রবাহ কমলে ঘূর্ণন কমে।

**প্রশ্ন ৩২। তড়িচালক শক্তির আগাত মান বলতে কী বুঝা?**

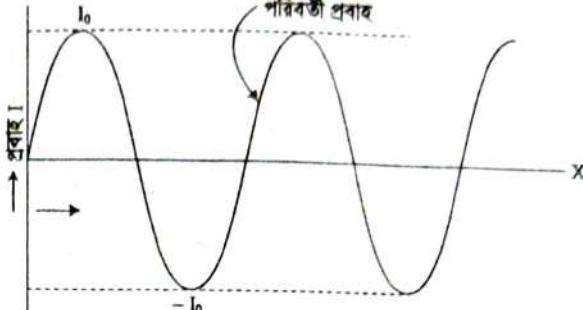
[সেল-২৬, প্রামাণিক-৩৪]

**উত্তর :** তড়িচালক শক্তির মান কুণ্ডলীর প্রতি আবর্তনে একবার ধনায়ক ও আবার একবার ঋণায়ক সর্বাধিক মান লাভ করে। ফলে একটি পূর্ণচক্রে তাদের গড় মান শূন্য হয় কিন্তু এ মান দুটির বর্গের গড়

**প্রশ্ন ৩৩। সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান ছিটীয় পত্র**  **একাদশ-আদশ শ্রেণি**  
শূন্য হয় না। কোনো পূর্ণচক্রের বিভিন্ন সময়কার তড়িচালক শক্তির বর্গের গড়ের বর্গমূলকে শক্তির আপাত তড়িচালক শক্তি ও বলে।  
 $\therefore \text{আগাত তড়িচালক শক্তি} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = 0.707 E_0$   
 $= 0.707 \times \text{তড়িচালক শক্তির শীর্ষ মান।}$

**প্রশ্ন ৩৩। একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহের অভিমুখ টিক্কের সাহায্যে দেখাও।**

**উত্তর :**



**প্রশ্ন ৩৪। ট্রান্সফর্মারের দৃষ্টি কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা সমান হলে কী হবে?**

[সেল-৪, প্রামাণিক-১০]

**উত্তর :** ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে বিভব পার্থক্য ও তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটানো হয়। এ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত সূত্রটি হলো  $E_p = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$ । এখন কুণ্ডলীস্থায়ের পাকসংখ্যা সমান হলে মুখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর বিভব পার্থক্য ও প্রবাহমাত্রা সমান হবে। ফলে এটি ব্যবহারে কোনো সুবিধা পাওয়া যাবে না।

**প্রশ্ন ৩৫। ফ্যারাডের তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের প্রথম সূত্রটি ব্যাখ্যা কর।**

[সেল-২৯, প্রামাণিক-১০]

**উত্তর :** যখনই কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে চৌম্বক বলরেখার মোট সংখ্যা অথবা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটে, তখনই কুণ্ডলীতে একটি আবিষ্ট বিদ্যুৎচালক বলের সৃষ্টি হয়।

আবিষ্ট বিদ্যুৎচালক বলের জন্য সৃষ্টি আবিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহের স্থায়িত্ব ততক্ষণই হবে যতক্ষণ কুণ্ডলীর ফ্লাক্স সংযুক্তির পরিবর্তন ঘটবে। ফ্লাক্স সংযুক্তি বৃদ্ধিতে বিদ্যুৎ প্রবাহ যে দিকে ঘটে, ফ্লাক্স সংযুক্তি হ্রাসে প্রবাহের অভিমুখ ঠিক তার বিপরীত দিকে হয়।

**প্রশ্ন ৩৬। লেজের সূত্র শক্তির নিয়ত্যা সূত্র মেনে চলে—ব্যাখ্যা কর।**

[সেল-১৯, আমির-৪, প্রামাণিক-১২, তফাজল-১১]

**উত্তর :** আপাতদৃষ্টিতে মনে হয়, লেজের সূত্র শক্তির নিয়ত্যা সূত্র মেনে চলে না। কিন্তু বাস্তবে তা নয়। কারণ দণ্ড চুম্বককে যখন কুণ্ডলীর দিকে নিয়ে যাওয়া হয়, তখন দুই সমমেরুর বিকর্ষণ বলের বিবৃত্বে গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। আবার চুম্বকটিকে যখন সেই নেওয়া হয়, তখন দুই বিপরীত মেরুর আকর্ষণ বলের বিবৃত্বে গতিশক্তি প্রয়োগ করতে হয়। এ যান্ত্রিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে বৃপ্তভূত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করে। হিসাব করে দেখা গেছে যে, যায়ত যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন তড়িৎ শক্তির সমান। কাজেই লেজের সূত্রে শক্তির নিয়ত্যা বিধি কার্যকর হয়।

**প্রশ্ন ৩৭। “চুম্বক ধারা বৈদ্যুতিক শক্তি তৈরি করা যায়”— ব্যাখ্যা কর।**

[ঢ. বো. '১৬] [আমির-২১, প্রামাণিক-৪, তপন-২৩]

**উত্তর :** একটি গতিশীল চুম্বক কিংবা তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর প্রভাবে একটি বন্ধ তার কুণ্ডলীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচালক শক্তি এবং তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করা যায়। একটি চুম্বককে স্থির রেখে একটি বন্ধ কুণ্ডলীকে চুম্বকের দিকে ধূত সরালে অথবা চুম্বক ও কুণ্ডলীকে এক সাথে পরম্পরের দিকে আনলে বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িচালক শক্তি অর্থাৎ বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন হবে। এ প্রক্রিয়াটির নাম হলো তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ।