

এইস এস সি পদার্থবিজ্ঞান

অধ্যায়-৫: তাড়িতচৌম্বক আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ

প্রশ্ন ১ সায়েম পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগারে একটি তার কুণ্ডলী নিয়ে পরীক্ষা করছে। সে 500 পাকের কুণ্ডলীতে 2.5 A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন পেল 2×10^{-2} Wb। সায়েম ধারণা করছে, কুণ্ডলীতে 2 sec সময় পর্যন্ত তড়িৎ প্রবাহ চালিয়ে সে 8 V আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি পাবে।

[রা. বো. ২০১৭]

- লরেঞ্জ বল কী? ১
- কোনো কুণ্ডলীর চৌম্বক ক্ষেত্রের মান 15T বলতে কী বোঝায়? ২
- কুণ্ডলীটির স্বকীয় আবেশ গুণাংক নির্ণয় করো। ৩
- সায়েমের ধারণার যথার্থতা যাচাই করো। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থানে একই সময়ে একটি তড়িৎক্ষেত্র ও একটি চৌম্বকক্ষেত্র বিদ্যমান থাকলে সেখানে একটি গতিশীল আধান যে লম্বি বল অনুভব করে তাকে লরেঞ্জ বল বলে।

খ কোনো কুণ্ডলীর চৌম্বক ক্ষেত্রের মান 15T বলতে বোঝায় চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে 1ms^{-1} বেগে একটি 1C মানের আধান গতিশীল হলে এর উপর 15N বল ক্রিয়া করবে।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

পাক সংখ্যা, $N = 500$

তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তন, $\Delta i = 2.5\text{A}$

চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন, $\Delta \phi_B = 2 \times 10^{-2}$ Wb

স্বকীয় আবেশ গুণাংক, $L = ?$

আমরা জানি,

$$N \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t} = L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

বা, $N \Delta \phi_B = L \Delta i$

$$\text{বা, } L = N \frac{\Delta \phi}{\Delta i}$$

$$\text{বা, } L = 500 \times \frac{2 \times 10^{-2}}{2.5}$$

$$\therefore L = 4\text{H (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

ফ্লাক্সের পরিবর্তন, $d\phi = 2 \times 10^{-2}$ Wb

সময়ের পরিবর্তন, $dt = 2$ সে.

পাক সংখ্যা, $N = 500$

আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি, $E = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } E = -500 \times \frac{2 \times 10^{-2}}{2}$$

$$= -5\text{V}$$

সায়েমের ধারণা ছিল কুণ্ডলীতে 8V তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হবে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে আলোচ্য ক্ষেত্রে 5V তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হবে। অতএব সায়েমের ধারণা যথার্থ নয়।

প্রশ্ন ২ একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহকে $i = 10 \sin 100\pi t$ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হলো।

[রা. বো. ২০১৬]

- গোলীয় দর্পণের প্রধান ফোকাস কী? ১
- কোনো কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 10V বলতে কী বোঝায়? ২
- তড়িৎ প্রবাহের মান শূন্য থেকে শীর্ষমানে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে? ৩
- গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে দেখাও যে, উদ্দীপকে বর্ণিত প্রবাহটি 100Ω রোধের কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে চালনা করলে উত্তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের হার 5000Js^{-1} । ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গোলীয় দর্পণের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল আলোক রশ্মিগুচ্ছ দর্পণে প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের উপরস্থ যে বিন্দুতে মিলিত হয় (অবতল দর্পণে) অথবা প্রধান অক্ষের উপরস্থ যে বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (উত্তল দর্পণে) ঐ বিন্দুকে উক্ত গোলীয় দর্পণের প্রধান ফোকাস বলে।

খ কোনো কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 10V বলতে বোঝায় 1C আধানকে ঐ কোষ সমেত কোন বর্তনীর একবিন্দু হতে একবার সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে 10 J কাজ সম্পন্ন হয়।

মুক্ত অবস্থায় অর্থাৎ যখন কোন তড়িৎপ্রবাহ চলে না তখন কোষটির দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে 10V।

গ প্রদত্ত সমীকরণ, $i = I_0 \sin 100 \pi t$ কে $i = I_0 \sin \omega t$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$$\omega = 100\pi$$

আমরা জানি,

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

$$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{100\pi} = \frac{1}{50} = 0.02\text{s}$$

তড়িৎ প্রবাহের মান শূন্য থেকে শীর্ষমানে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = \frac{T}{4} = \frac{0.02}{4} = 5 \times 10^{-3}\text{s (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{রোধ, } R = 100\Omega$$

$$\text{প্রবাহের শীর্ষ মান, } I_0 = 10\text{A}$$

ধরি, উত্তাপ জনিত শক্তি ক্ষয়ের হার = P

আমরা জানি,

$$I_{r.m.s} = \frac{1}{\sqrt{2}} I_0$$

$$\text{বা, } I_{r.m.s} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 10$$

$$\therefore I_{r.m.s} = 5\sqrt{2} \text{ A}$$

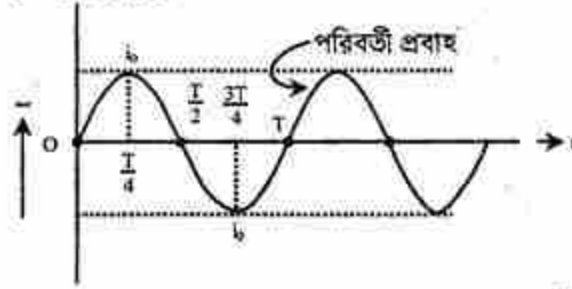
দিক পরিবর্তী প্রবাহের জন্য,

$$P = I_{r.m.s}^2 R = (5\sqrt{2})^2 \times 100 = 5 \times 100 = 5000 \text{Js}^{-1}$$

\therefore উদ্দীপকে বর্ণিত প্রবাহটি 100Ω রোধের কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে চালনা করলে উত্তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের হার 5000Js^{-1}

প্রশ্ন ৩ নিচের চিত্রে একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণ,

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



- ক. দিক পরিবর্তী প্রবাহ কী? ১
খ. কোনো তার কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাংক 10 হেনরী বলতে কি বুঝায়? ২
গ. উদ্দীপকের আলোকে দিক পরিবর্তী প্রবাহের বর্গমূলীয় গড় মান নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকে যখন, $t = \frac{3T}{2}$ তখন দিক পরিবর্তী প্রবাহের মান এর শীর্ষমানের সমান কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ যুক্তি দাও। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. কোনো তার কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাংক 10 হেনরী বলতে বুঝায়, ঐ কুন্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে এক অ্যাম্পিয়ার হারে পরিবর্তিত হলে, কুন্ডলীটিতে 10 ভোল্ট তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয়।

গ. এখানে,

দিক পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণ, $i = 40 \sin \omega t$

∴ শীর্ষমান, $i = 40 \text{ A}$

দিক পরিবর্তী প্রবাহের বর্গমূলীয় গড় মান, $i_{rms} = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} i_{rms} &= \frac{i_0}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{40 \text{ A}}{\sqrt{2}} \\ &= 28.28 \text{ A (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ. এখানে,

দিক পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণ, $i = 40 \sin \omega t$

∴ শীর্ষমান, $i = 40 \text{ A}$

যখন, $t = \frac{3T}{4}$ তখন, $i = 40 \sin \left(\omega \frac{3T}{4} \right)$

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

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

$$= 40 \times (-1) = -40 \text{ A} = -i_0$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায়, উদ্দীপকে যখন $t = \frac{3T}{4}$ তখন

দিক পরিবর্তী প্রবাহের মান এর শীর্ষমানের সমান।

প্রশ্ন ৪ 100 cm^2 ক্ষেত্রফল এবং 200 পাকসংখ্যা বিশিষ্ট একটি বদ্ধ কুন্ডলীকে $0.2 \times 10^{-4} \text{ Tesla}$ মানের একটি সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে লম্বভাবে রাখা আছে। কুন্ডলীটিকে $\frac{1}{10} \text{ s}$ -এ 180° ঘুরানো হল।

(স. বো. ২০১৭)

- ক. বহির্জাত অর্ধপরিবাহী কাকে বলে? ১
খ. পদার্থের চৌম্বক ধর্ম কীভাবে প্রকৃতিগতভাবে সৃষ্টি হয় তা ব্যাখ্যা কর। ২
গ. কুন্ডলীটিতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তির গড় মান নির্ণয় কর। ৩
ঘ. কুন্ডলীটিকে একই বেগে 360° ঘুরালে আবিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহের প্রকৃতি কীরূপ হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব অর্ধপরিবাহীতে পরিবাহীতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে সামান্য পরিমাণ সুবিধাজনক নির্দিষ্ট মৌলিক পদার্থ সুনিয়ন্ত্রিতভাবে ভেজাল হিসেবে দেয়া হয় তাকে বহির্জাত বা অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী বলে।

খ. আমরা জানি, পদার্থ অণু-পরমাণু দ্বারা গঠিত। পরমাণুর কেন্দ্রে প্রোটন ও নিউট্রন থাকে এবং ইলেকট্রনগুলো কেন্দ্রের চতুর্দিকে বিভিন্ন কক্ষপথে পরিভ্রমণ করে। আবার নিজ নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ইলেকট্রনগুলোর ঘূর্ণন বা স্পিন গতি রয়েছে। ইলেকট্রনের কক্ষীয় গতি এবং স্পিন গতির সঙ্গে সংশ্লিষ্ট মোমেন্টকে যথাক্রমে কক্ষীয় গতি ভ্রামক এবং স্পিন গতি ভ্রামক বলে। নিউক্লিয়াসের সঙ্গে সংশ্লিষ্ট মোমেন্টকে বলা হয় নিউক্লিয়ার চৌম্বক মোমেন্ট। এ মোমেন্টের সমষ্টিগত ক্রিয়ার ফলে পদার্থের ভিন্ন ভিন্ন চৌম্বক বৈশিষ্ট্য ও গুণাবলি প্রকাশ পায়।

গ. দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{ক্ষেত্রফল, } A &= 100 \text{ cm}^2 \\ &= 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ &= 10^{-2} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

পাকসংখ্যা, $N = 200$

কুন্ডলীর একটি পূর্ণ ঘূর্ণনে (360°) আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের একটি পূর্ণচক্র সম্পূর্ণ হয়। অতএব 180° ঘূর্ণনে অর্ধচক্র সম্পূর্ণ হয়।

$$\therefore T = 2 \times \frac{1}{10} \text{ s} = 0.2 \text{ s}$$

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

∴ আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল,

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$$= -N \frac{d}{dt} [BA \cos \omega t]$$

$$= \omega NBA \sin \omega t$$

$$= \mathcal{E}_0 \sin \omega t$$

যেখানে, $\mathcal{E}_0 = \omega NBA$

$$\therefore \text{গড় মান, } \mathcal{E}_{av} = \frac{2}{\pi} \mathcal{E}_0$$

$$= \frac{2}{\pi} \omega NBA$$

$$= \frac{2}{\pi} \times 10\pi \times 200 \times 0.2 \times 10^{-4} \times 10^{-2}$$

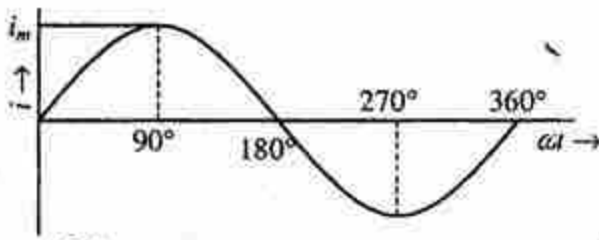
$$= 8 \times 10^{-4} \text{ volts. (Ans.)}$$

ঘ. দেওয়া আছে, $\theta = \omega t$

মনে করি, বর্তনীর রোধ $= R$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E}_0}{R} \sin \omega t = i_m \sin \omega t$$

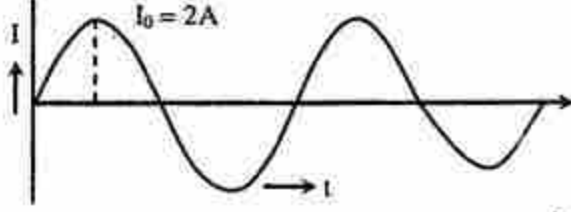
বর্তনীটিকে 360° কোণে ঘুরানোর অর্থ হচ্ছে একটি পূর্ণ চক্র সম্পন্ন করা। সুতরাং একটি পূর্ণ চক্র ঘূর্ণনের জন্য তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন নিম্নের লেখচিত্রের সাহায্যে দেখানো যায়।



অতএব, বর্তনীটিকে 360° কোণে ঘুরানো হলে তৎক্ষণাৎ তড়িৎপ্রবাহ, $i = i_m \sin 360^\circ t = 0$ হবে।

প্রশ্ন ৫ একটি ট্রান্সফর্মারের প্রাইমারী কুণ্ডলীতে পর্যাবৃত্ত তড়িৎপ্রবাহ নিম্নের লেখচিত্রে দেখানো হলো:

[গৌণ কুণ্ডলীর রোধ 17.5Ω]



চি. বো. ২০১৬/

- ক. হল ক্রিয়া কী? ১
- খ. DC 220V অপেক্ষা AC 220V বেশী বিপজ্জনক কেন? ২
- গ. চিত্রানুযায়ী $\frac{7.5T}{4}$ সময়ে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. ট্রান্সফর্মারটির গৌণ কুণ্ডলীতে 140W ক্ষমতা পেতে কি ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন পাত আকৃতির তড়িৎবাহী পরিবাহীকে চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে স্থাপন করা হলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর দুই বিপরীত পৃষ্ঠে একটি বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হয়। এ ঘটনাকে হল ক্রিয়া বলে।

খ 220V D.C দ্বারা যদি কোনো ব্যক্তি বৈদ্যুতিক শক পান তাহলে তিনি সর্বোচ্চ 220V দ্বারাই শক পান। কিন্তু কোনো ব্যক্তি যদি 220V A.C দ্বারা শক পান তবে তিনি সর্বোচ্চ $\sqrt{2} \times 200V = 311V$ দ্বারা শক পাবেন। এ কারণে DC 220V অপেক্ষা AC 220V বেশি বিপজ্জনক।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

দিক পরিবর্তী প্রবাহের শীর্ষমান, $i_0 = 2A$

সময়, $t = \frac{7.5T}{4}$

তড়িৎ প্রবাহ $i = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} i &= i_0 \sin \omega t \\ &= 2 \times \sin\left(\frac{2\pi}{T} \times \frac{7.5T}{4}\right) \\ &= 2 \sin(3.75\pi) \\ &= 2 \sin\left(4\pi - \frac{\pi}{4}\right) \\ &= -2 \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \\ &= -2 \times \frac{1}{\sqrt{2}} \\ &= -1.414A \end{aligned}$$

∴ তড়িৎ প্রবাহের মান, $i = 1.414 A$ (Ans.)

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

গৌণ কুণ্ডলীর রোধ, $R_s = 17.5\Omega$

গৌণ কুণ্ডলীর ক্ষমতা, $P_s = 140 W$

মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহের শীর্ষমান, $i_0 = 2 A$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} i_p &= 0.707 i_0 \\ &= 0.707 \times 2 \\ &= 1.414 A \end{aligned}$$

আবার,

$$\begin{aligned} P_s &= i_s^2 R_s \\ \text{বা, } i_s &= \sqrt{\frac{P_s}{R_s}} \\ &= \sqrt{\frac{140}{17.5}} \\ &= 2.828 A \end{aligned}$$

আবার,

$$\begin{aligned} \frac{N_p}{N_s} &= \frac{i_s}{i_p} \\ \text{বা, } \frac{N_p}{N_s} &= \frac{2.828}{1.414} \\ \therefore \frac{N_p}{N_s} &= 2 \end{aligned}$$

অতএব, ট্রান্সফর্মারটির গৌণ কুণ্ডলীতে 140 W ক্ষমতা পেতে হলে মুখ্য কুণ্ডলী ও গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যার অনুপাত 2 : 1 করতে হবে।

প্রশ্ন ৬ সালমা 100Ω রোধের একটি বৈদ্যুতিক হিটার 160V বিস্তার এবং 50 Hz কম্পাঙ্কের একটি এসি উৎসের সাথে সংযুক্ত করলো। পরবর্তীতে নাজমা হিটারটি 120V ডিসি উৎসের সাথে সংযুক্ত করলো।

চি. বো. ২০১৪/

ক. লেজ -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

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে কোনো তড়িতচৌম্বক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে, তা সৃষ্ট হওয়া মাত্রই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকেই বাধা দেয়।

খ একই মানের DC ভোল্টেজ অপেক্ষা AC ভোল্টেজ বেশি বিপজ্জনক। যেমন, 220V ডিসি ভোল্টেজের শক মানে হলো, শক খাওয়ার সময়কালে সর্বদা 220V মানের ভোল্টেজের শক খাওয়া। এতে দেহে ক্ষয়ক্ষতির আশংকা রয়েছে। তবে একই সময়কাল ধরে 220V এসি ভোল্টেজের শক খেলে দেহে ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ বেশি হবে। কারণ 220V এসি মানে নির্দিষ্ট ক্ষুদ্র সময় অন্তর অন্তর সর্বোচ্চ $220V \times \sqrt{2} = 311V$ মানের ভোল্টেজ। এসি ভোল্টেজের ক্ষেত্রে r.m.s বা কার্যকর মান 220V হলে শীর্ষমান হবে 311V.

গ দেওয়া আছে,

এসি উৎসের বিস্তার, $\varepsilon_0 = 160V$

এসি উৎসের গড় ভোল্টেজ, $\bar{\varepsilon} = ?$

আমরা জানি, $\bar{\varepsilon} = \frac{2\varepsilon_0}{\pi}$

$$\begin{aligned} &= 0.637\varepsilon_0 \\ &= 0.637 \times 160 \\ &= 101.92V \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ আমরা জানি,

কার্যকর ভোল্টেজ = ভোল্টেজের গড় বর্গের বর্গমূল = ε_{rms}

এখানে, এসি উৎসের ক্ষেত্রে, $\varepsilon_0 = 160V$

ডিসি উৎসের ক্ষেত্রে, $\varepsilon_0 = 120V$

উভয়ের ক্ষেত্রে, $\varepsilon_{rms} = ?$

$$\begin{aligned} \text{এসি উৎসের ক্ষেত্রে, } E_{\text{rms}} &= \frac{E_0}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{160}{\sqrt{2}} \\ &= 113.14V \end{aligned}$$

ডিসি উৎসের ক্ষেত্রে, ভোল্টেজের কার্যকর তথা ধ্রুবমান = 120V

এসি উৎসের সাথে যুক্ত করলে হিটারের ক্ষমতা,

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(113.14V)^2}{100\Omega} = 128 \text{ watt}$$

ডিসি উৎসের সাথে যুক্ত করলে হিটারের ক্ষমতা,

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(120V)^2}{100} = 144 \text{ watt}$$

যেহেতু 144 watt > 128 watt

সুতরাং ডিসি সংযোগে হিটারটি বেশি কার্যকর।

প্রশ্ন ৭ একটি AC উৎসের বিস্তার 220V এবং কম্পাংক 50Hz। এর সাথে 1000Ω এর একটি বৈদ্যুতিক বুম হিটার সংযুক্ত করা হল। পরবর্তীতে ঐ হিটারকে 220V এর DC উৎসের সাথে যুক্ত করা হল।

[সি. বো. ২০১৬/]

- ক. হল ক্রিয়া কী? ১
- খ. ট্রান্সফরমার DC তে চলে না—ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের পরিবর্তী তড়িচ্চালক বলের সমীকরণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কোন সংযোগে বুম হিটারটি বেশি কার্যকর পাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন পাত আকারের তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বকক্ষেত্রে লম্বভাবে স্থাপন করলে তড়িৎ প্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর একটি বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তথা ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। এই ঘটনাকে হল ক্রিয়া বলে।

খ ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুণ্ডলীতে যদি DC ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তাহলে কোরের মধ্য দিয়ে ধ্রুবমানের চৌম্বকক্লাস্ত্র অতিক্রম করবে। তখন $\frac{d\phi}{dt} = 0$ হওয়ায় তড়িৎ চৌম্বক আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের দ্বিতীয়

সূত্রানুসারে $(\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt})$ গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান শূন্য। এ কারণে ট্রান্সফরমার দ্বারা DC ভোল্টেজের মান পরিবর্তন করা যায় না।

গ এখানে,

AC উৎসের বিস্তার তথা শীর্ষমান, $E_0 = 220V$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \omega &= 2\pi f \\ &= 2\pi \times 50 \\ &= 100\pi \end{aligned}$$

আবার যে কোন সময় t এ শীর্ষমান E_0 এবং কৌণিক বেগ ω হলে,

$$E = E_0 \sin \omega t$$

$$\therefore E = 220 \sin 100\pi t$$

অর্থাৎ উদ্দীপকের পরিবর্তী তড়িচ্চালক বলের সমীকরণ,

$$E = 220 \sin 100\pi t \text{ (Ans)}$$

ঘ এখানে,

AC উৎসের বিস্তার, $E_0 = 220V$

হিটারের রোধ, $R = 1000\Omega$

DC উৎসের বিভব, তথা কার্যকর ভোল্টেজ, $V = 220V$

AC উৎসের ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \text{কার্যকর ভোল্টেজ, } E_{\text{rms}} &= \frac{E_0}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{220}{\sqrt{2}} \\ &= 155.56V \end{aligned}$$

\therefore এসি উৎসের সাথে যুক্ত করলে হিটারের ক্ষমতা,

$$\begin{aligned} P &= \frac{E_{\text{rms}}^2}{R} \\ &= \frac{(155.56)^2}{1000} \\ &= 24.2 \text{ watt} \end{aligned}$$

আবার, ডি. সি উৎসের সাথে যুক্ত করলে ক্ষমতা,

$$\begin{aligned} P &= \frac{V^2}{R} \\ &= \frac{(220)^2}{1000} \\ &= 48.4 \text{ watt} \end{aligned}$$

যেহেতু ডি. সি উৎসের ক্ষেত্রে হিটারের ক্ষমতা বেশি, অতএব ডি. সি উৎসের সংযোগে হিটারটি বেশী কার্যকর।

প্রশ্ন ৮ দুইটি দিক পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণ যথাক্রমে $I_1 = 50\sin 628\pi t$ এবং $I_2 = 50\sin 400\pi t$. [ঘ. বো. ২০১৭/]

- ক. আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল কাকে বলে? ১
- খ. একটি চশমার ক্ষমতা +4 ডায়ান্টার বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. প্রথম সমীকরণে তড়িৎের গড় মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. আকৃতি গুণাঙ্ক কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল নয়-উদ্দীপকের আলোকে যাচাই কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎচৌম্বকীয় আবেশের ফলে বন্ধ কুণ্ডলীতে উৎপন্ন তড়িচ্চালক বলকে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল বলে।

খ এখানে, $p = +4$ ডায়ান্টার

$$\therefore f = \frac{1}{4} m = 0.25m$$

তাহলে চশমার ক্ষমতা +4 ডায়ান্টার বলতে বোঝায় ব্যবহৃত লেন্সটি উত্তল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 0.25m।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{প্রথম সমীকরণ, } I_1 = 50 \sin 628 \pi t$$

সমীকরণ থেকে পাই,

$$\text{শীর্ষমান, } I_0 = 50A$$

$$\text{তড়িৎের গড় মান, } I = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} I &= \frac{2}{\pi} \times I_0 \\ &= \frac{2}{3.1416} \times 50 A \\ &= 31.83 A \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ আমরা জানি,

$$\text{আকৃতি গুণাঙ্ক} = \frac{I_{\text{rms}}}{I_{av}}$$

$$\text{শীর্ষমান, } I_0$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{আকৃতি গুণাঙ্ক} &= \frac{\frac{1}{\sqrt{2}} I_0}{\frac{2}{\pi} I_0} \\ &= \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \end{aligned}$$

অর্থাৎ সমীকরণ অনুসারে আকৃতি গুণাঙ্ক কম্পাঙ্কের ওপর নির্ভর করে না। উদ্দীপকের ১ম সমীকরণের এবং ২য় সমীকরণের ক্ষেত্রে আকৃতি গুণাঙ্কের মান $\frac{\pi}{2\sqrt{2}}$ ।

কিন্তু সমীকরণে, কম্পাঙ্ক, $f_1 = \frac{628}{2} \text{ Hz}$

$= 314 \text{ Hz}$

২য় সমীকরণে, কম্পাঙ্ক, $f_2 = \frac{400}{2} \text{ Hz}$

$= 200 \text{ Hz}$

যদিও $f_1 \neq f_2$, তবুও আকৃতি গুণাঙ্ক সমান।

অতএব, আকৃতি গুণাঙ্ক কম্পাঙ্কের ওপর নির্ভরশীল নয়।

প্রশ্ন ১৯ পদার্থবিদ্যা গবেষণাগারে তোমার শিক্ষক তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ বোঝানোর জন্য ৫ টেসলা মানের চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে তিনটি পরিবাহী কুণ্ডলী রাখলেন, যাদের প্রতিটির পাক সংখ্যা ৫০০, এদের মধ্যে প্রথম কুণ্ডলীটি ৫ cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার, দ্বিতীয় ১০ cm^২ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট আয়তাকার এবং তৃতীয়টি ৪৫ cm^২ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট বর্গাকার। দ্বিতীয় এবং তৃতীয় কুণ্ডলীকে ০.৫ সেকেন্ডে ক্ষেত্র থেকে বের করে নেয়া হলো।

[বি. কে. ২০১৪]

- হল ক্রিয়া কী? ১
- কোনো স্থানের বিনতি ২৭°S বলতে কী বুঝ? ২
- প্রথম কুণ্ডলীতে জড়িত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিমাণ কত? ৩
- ওপরোক্ত কুণ্ডলী তিনটিতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মানের তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফলক বা পাত আকৃতির পরিবাহীর মধ্যে দৈর্ঘ্য বরাবর তড়িৎ প্রবাহিত হলে এবং বেধ বা উচ্চতা বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্র বিরাজ করলে এর প্রস্থ বরাবর দুই প্রান্তের মধ্যে একটি বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হওয়ার ঘটনাকে হল ক্রিয়া বলে।

খ কোনো স্থানের বিনতি ২৭°S বলতে বুঝায়, ঐ স্থানে ভারকেন্দ্র থেকে মূলভাবে ঝুলানো একটি চুম্বক শলাকার অক্ষ স্থির অবস্থায় অনুভূমিক তলের সাথে ২৭° কোণ করে আনত থাকবে এবং শলাকাটির দক্ষিণ মেরু নিচের দিকে ঝুঁকে থাকবে।

গ দেওয়া আছে,

প্রথম কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল, $A_1 = \pi r_1^2 = 3.1416 \times (5\text{cm})^2$
 $= 78.54 \text{ cm}^2 = 78.54 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান, $B = 5\text{T} = 5 \text{ Wbm}^{-2}$

কুণ্ডলীতল ভেক্টর (\vec{A}) ও \vec{B} এর মধ্যকার কোণ, $\theta = 0^\circ$

\therefore প্রথম কুণ্ডলীতে জড়িত চৌম্বক ফ্লাক্স, $\phi_1 = NA_1 \cdot B = NA B \cos \theta$
 $= 500 \times 78.54 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 5 \text{ Wbm}^{-2} \times \cos 0^\circ$
 $= 19.635 \text{ Wb (Ans.)}$

ঘ প্রথম কুণ্ডলীতে জড়িত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হয় না বলে $\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$

সূত্রানুসারে এতে কোনো তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয় না।

দ্বিতীয় কুণ্ডলীতে প্রতি পাকে প্রথমাবস্থায় জড়িত চৌম্বক ফ্লাক্স,

$\phi_2 = A_2 B \cos 0^\circ$
 $= 10 \times 10^{-4} \times 5 \times 1$
 $= 50 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

\therefore দ্বিতীয় কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল, $\varepsilon_2 = -N \frac{d\phi}{dt}$
 $= -500 \times \frac{(0 - 50) \times 10^{-4} \text{ Wb}}{0.5 \text{ sec}} = 5 \text{ volt}$

তৃতীয় কুণ্ডলীতে প্রথমাবস্থায় প্রতি পাকে জড়িত চৌম্বক ফ্লাক্স,

$\phi_3 = A_3 B \cos 0^\circ = 45 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 5 \text{ Wbm}^{-2} \times 1 = 225 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

\therefore তৃতীয় কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল, $\varepsilon_3 = -N \frac{d\phi}{dt}$
 $= -500 \times \frac{(0 - 225) \times 10^{-4} \text{ Wb}}{0.5 \text{ sec}} = 22.5 \text{ volt}$

সুতরাং ২য় কুণ্ডলী অপেক্ষা তৃতীয় কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান বেশি হবে।

প্রশ্ন ১০ ১০০ cm^২ ক্ষেত্রফল এবং ২০০ পাকসংখ্যা বিশিষ্ট একটি আবদ্ধ কুণ্ডলীকে ০.২ × ১০^{-৪} T চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে রাখা হলো। কুণ্ডলীটি $\frac{1}{10}$ s-এ ১৮০° কোণে ঘুরে যায়। [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]

- বহির্জাত অর্ধপরিবাহী কী? ১
- কীভাবে পদার্থের মধ্যে প্রাকৃতিকভাবে চৌম্বক ধর্ম তৈরি করা যায়— ব্যাখ্যা করো। ২
- কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তির গড় মান নির্ণয় করো। ৩
- কুণ্ডলীকে ৩৬০° কোণে একই বেগে ঘুরালে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের প্রকৃতি কেমন হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

৪নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১১ ৬ Wb/m^২ মানের সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রে একটি কুণ্ডলীকে ১২ rad/s বেগে ঘোরানো হচ্ছে। কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল ১.৫ m^২ এবং পাকসংখ্যা ২০। [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]

- চৌম্বক ফ্লাক্সের সংজ্ঞা দাও। ১
- তড়িতচৌম্বক আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের ২য় সূত্র বিবৃত এবং ব্যাখ্যা করো। ২
- আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের সর্বোচ্চ মান নির্ণয় করো। ৩
- যখন কুণ্ডলীতে সর্বোচ্চ মানের তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয় এবং যখন কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে সর্বাধিক ফ্লাক্স অতিক্রম করে। এ দু'য়ের মাঝে সময় ব্যবধান নির্ণয়ের জন্য গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তলের ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে লম্বভাবে অতিক্রান্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের পাকসংখ্যাকে ঐ তলের সাথে সংশ্লিষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।

খ ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্র হল—

কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তির মান ঐ কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের ঋণাত্মক মানের সমানুপাতিক।

ধরা যাক,

ϕ_1 = কোনো নির্দিষ্ট মুহূর্তে কোনো বন্ধ কুণ্ডলী বা বতনী দিয়ে অতিক্রমকারী চৌম্বক ফ্লাক্স।

ϕ_2 = t সময় পর ঐ কুণ্ডলী বা বতনী দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স।

সুতরাং t সময়ে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন = $\phi_2 - \phi_1$ এবং চৌম্বক ফ্লাক্স পরিবর্তনে হার = $\frac{\phi_2 - \phi_1}{t}$

ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি,

$\varepsilon \propto - \frac{\phi_2 - \phi_1}{t}$

বা, $\varepsilon = -k \frac{\phi_2 - \phi_1}{t}$

এখানে, k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক।

গ B মানের সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে প্রাথমিকভাবে লম্বভাবে রেখে ω কৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান কোনো কুণ্ডলীতে যেকোনো সময়,

t তে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিমাণ, $\phi = \vec{A} \cdot \vec{B}$

$= AB \cos \omega t$

\therefore N পাকের কুণ্ডলীটিতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান ε হলে,

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

ε সর্বোচ্চ হবে, যখন, $\sin \omega t = \pm 1$

∴ তড়িচ্চালক বলের সর্বোচ্চ মান ϵ_{\max} হলে,

$$\begin{aligned}\epsilon_{\max} &= \omega NAB \\ &= 12 \times 20 \times 1.5 \times 6 \\ &= 2160 \text{ V (Ans.)}\end{aligned}$$

এখানে,

কৌণিক বেগ, $\omega = 12 \text{ rad/s}$

পাকসংখ্যা, $N = 20$

কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল, $A = 1.5 \text{ m}^2$

চৌম্বকক্ষেত্র, $B = 6 \text{ Wb/m}^2$

ঘ 'গ' হতে পাই,

কুণ্ডলীটির মধ্যদিয়ে যে কোনো সময়ে অতিক্রান্ত ফ্লাক্স, ϕ হলে,

$$\phi = AB \cos \omega t_1$$

φ সর্বোচ্চ হবে যখন, $\cos \omega t_1 = 1$ হবে

$$\text{বা, } \omega t_1 = \cos^{-1}(1) = 0$$

$$\therefore t_1 = 0 \text{ sec}$$

∴ $t_1 = 0$ তে চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে রাখা কোনো কুণ্ডলীতে ফ্লাক্স সর্বোচ্চ হবে।

'গ' হতে পাই,

কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের যে কোনো সময় t_2 তে মান ε হলে,

$$\epsilon = \omega NAB \sin \omega t_2$$

ε সর্বোচ্চ হবে যখন, $\sin \omega t_2 = 1$

$$\text{বা, } \omega t_2 = \sin^{-1}(1) = \frac{\pi}{2}$$

$$\therefore t_2 = \frac{\pi}{2\omega}$$

$$= \frac{3.1416}{2 \times 12}$$

$$= 0.1309 \text{ sec}$$

∴ $t = 0$ তে কুণ্ডলীটিকে চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে রেখে ঘোরানো শুরু করলে $t_1 = 0$ সেকেন্ডে সর্বোচ্চ ফ্লাক্স ও $t_2 = 0.1309$ সেকেন্ডে সর্বোচ্চ তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হবে।

অতএব, কুণ্ডলীতে সর্বোচ্চ ফ্লাক্স ও সর্বোচ্চ তড়িচ্চালক বলের মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান 0.1309 sec.

প্রশ্ন ১১ একটি স্টেপ-আপ ট্রান্সফর্মার -এ 220V দেয়া হলে তা 2200V তৈরি করতে পারে। মুখ্য কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা ও রোধ যথাক্রমে 250 এবং 0.8Ω.

[পাওনা ক্যাডেট কলেজ, পাবনা]

ক. স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে ফ্যারাডের সূত্র বিবৃত কর। ২

গ. গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. "গৌণ কুণ্ডলীর রোধ 45Ω" -উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সময়ের সাথে একক হারে পরিবর্তিত হলে ঐ কুণ্ডলীতে যে তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয় তাকে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক (L) বলে।

খ প্রথম সূত্র: কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে আবদ্ধ চৌম্বক আবেশ রেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হলে কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয় এবং যতক্ষণ এ পরিবর্তন স্থায়ী হয়, কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল বা আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহও ততক্ষণ স্থায়ী হয়।

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

এক পাকের কোনো বন্ধ কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন dt সময়ে $d\phi$ হলে ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে কুণ্ডলীতে ঐ সময়ের আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল-

$$\epsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

গ গৌণ কুণ্ডলীতে পাক সংখ্যা = N_s হলে,

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$\begin{aligned}\therefore N_s &= N_p \times \frac{\epsilon_s}{\epsilon_p} \\ &= 250 \times \frac{2200}{220} \\ &= 2500 \text{ (Ans.)}\end{aligned}$$

দেওয়া আছে,

মুখ্য কুণ্ডলীতে,

তড়িচ্চালক শক্তি, $\epsilon_p = 220 \text{ V}$

পাক সংখ্যা, $N_p = 250$

গৌণ কুণ্ডলীতে,

তড়িচ্চালক শক্তি, $\epsilon_s = 2200 \text{ V}$

ঘ আমরা জানি, গৌণ ও মুখ্য কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ I_s ও I_p হলে,

$$\epsilon_p I_p = \epsilon_s I_s$$

$$\Rightarrow \epsilon_p \frac{\epsilon_p}{R_p} = \epsilon_s \frac{\epsilon_s}{R_s}$$

$$\Rightarrow \frac{\epsilon_p^2}{R_p} = \frac{\epsilon_s^2}{R_s}$$

$$\therefore R_s = \frac{\epsilon_s^2}{\epsilon_p^2} R_p$$

$$\begin{aligned}&= \frac{2200^2}{220^2} \times 0.8 \\ &= 80 \Omega\end{aligned}$$

অতএব, "গৌণ কুণ্ডলীর রোধ 45 Ω" উক্তিটি যথার্থ নয়।

প্রশ্ন ১৩

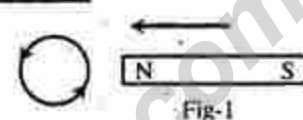


Fig-1

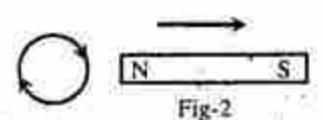


Fig-2

[রাংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. হল বিভব কি? ১

খ. ট্রান্সফর্মার AC প্রবাহে কাজ করে কিন্তু DC প্রবাহে করে না। ব্যাখ্যা করো। ২

গ. Fig-1 এ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 100 এবং 0.04 sec সময়ে ফ্লাক্স $30 \times 10^{-5} \text{ Wb}$ থেকে পরিবর্তিত হয়ে $2 \times 10^{-5} \text{ Wb}$ হলে কুণ্ডলীর ভিতরে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি কত? ৩

ঘ. উপরের পরীক্ষাটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে কি? বের করো এবং নিজের মতামত দাও। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর যে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তাকে হল বিভব পার্থক্য বলে।

খ ট্রান্সফর্মার তড়িৎ চৌম্বক আবেশ নীতির ভিত্তিতে কাজ করে। মুখ্য কুণ্ডলীতে পরিবর্তিত প্রবাহের দরুন গৌণকুণ্ডলীর পরিবর্তনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র আবিষ্ট হয়। এই পরিবর্তনশীল চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবেই গৌণ কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক বলের উদ্ভব হয়। কিন্তু ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুণ্ডলীতে DC ভোল্টেজ দেওয়া হলে গৌণকুণ্ডলীর আবিষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্সের কোনো পরিবর্তন হয় না। তাই কোনো আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলেরও উদ্ভব হয় না। তাই ট্রান্সফর্মার AC প্রবাহে কাজ করে কিন্তু DC প্রবাহে কাজ করে না।

গ এখানে,

কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n = 100$

সময়, $t = 0.04 \text{ s}$

$$\begin{aligned}\text{ফ্লাক্সের পরিবর্তন} &= d\phi = (30 - 2) \times 10^{-5} \text{ Wb} \\ &= 28 \times 10^{-5} \text{ Wb}\end{aligned}$$

আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি, $\epsilon = ?$

আমরা জানি,

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

$$\therefore \epsilon = 100 \times \frac{28 \times 10^{-5}}{0.04} = 0.7 \text{ V (Ans.)}$$

য। উপরের চিত্রে লেনজের সূত্রের পরীক্ষা দেখানো হয়েছে। দস্ত চুম্বকের দক্ষিণ মেবুকে একটি তারের কুন্ডলীর দিকে নিলে তড়িৎ চুম্বক আবেশের ফলে কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হবে। এখন এই তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ এমন হবে যেন তা তার উৎপত্তির কারণ অর্থাৎ চুম্বকের গতিকে বাধা দিবে। এটি সম্ভব যদি দক্ষিণ মেবুর সম্মুখস্থ কুন্ডলী তলে দক্ষিণ মেবুর উদ্ভব হয়। যে কারণে কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ হয় ঘড়ির কাঁটার দিকে। একইভাবে কুন্ডলী থেকে চুম্বক দূরে সরে গেলে কুন্ডলী চুম্বককে আকৃষ্ট করতে চায়। ফলে কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক হয় ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে।

এখানে, যেহেতু বন্ধ কুন্ডলীতে তড়িচ্চালক শক্তির উৎস ছাড়াই তড়িৎ প্রবাহ হচ্ছে, ফলে মনে হয় শক্তির নিত্যতা সূত্র ব্যাহত হয়। আসলে লেনজের সূত্রানুযায়ী, কোনো কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি এর সৃষ্টির কারণকেই বাধা দেয়। কোনো কুন্ডলী ও চুম্বকের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক গতির জন্য কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হয় যা ঐ আপেক্ষিক গতিকেই বাধা দেয়। সুতরাং, ঐ গতি বজায় রাখার জন্য সর্বদা কিছু যান্ত্রিক শক্তি ব্যয় করতে হয়। এই যান্ত্রিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে। সুতরাং, উপরের পরীক্ষাটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে।

প্রশ্ন ১৪ 1000 Ω রোধের একটি বাহ্য AC উৎসের সাথে সংযুক্ত যার ভোল্টেজ $E = 150 \sin \left(628t + \frac{\pi}{6} \right)$ তারপর এটিকে 130V DC উৎসের সাথে সংযুক্ত করা হয়।

[কুমিরা ক্যাডেট কলেজ]

- লেনজের সূত্রটি বিবৃত করো। ১
- স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক ব্যাখ্যা করো। ২
- $5 \frac{T}{4}$ সময় পর AC প্রবাহের ভোল্টেজ নির্ণয় করো। ৩
- কোন সংযোগে বাহ্যটি বেশি উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে—বিশ্লেষণ করো। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। যে কোনো তড়িৎ চৌম্বক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে, তা সৃষ্টি হওয়া মাত্রই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকেই বাধা দেয়।

খ। কোনো কুন্ডলীর মধ্যে 1 As^{-1} তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তিত হলে তার মধ্যে যে পরিমাণ তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয় তাকে ঐ কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

ফ্যারাডের সূত্রানুসারে,

$$\epsilon = \frac{d\phi}{dt}$$

$$\therefore \epsilon = -\frac{d}{dt} (Li) = -L \frac{di}{dt}$$

$$\text{বা, } \epsilon = L \frac{di}{dt} \text{ [' - ' চিহ্ন অগ্রাহ্য করে]}$$

$$\text{বা, } L = \frac{\epsilon}{di/dt}$$

$$\text{এখন, } \frac{di}{dt} = 1 \text{ হলে } L = \epsilon$$

অর্থাৎ কোনো কুন্ডলী তড়িৎ প্রবাহমাত্রা প্রতি সেকেন্ডে এক একক পরিবর্তিত হলে ঐ কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তির সমান।

গ। প্রদত্ত AC ভোল্টেজের সমীকরণ,

$$\begin{aligned} E &= 150 \sin \left(628t + \frac{\pi}{6} \right) \\ &= 150 \sin \left(6.28 \times 100t + \frac{\pi}{6} \right) \\ &= 150 \sin \left(2\pi \times 100t + \frac{\pi}{6} \right) \end{aligned}$$

একে $E = E_0 \sin (2\pi ft + \delta)$ সমীকরণের সাথে তুলনা করে পাই, কম্পাঙ্ক, $f = 100 \text{ Hz}$

$$\begin{aligned} \therefore E &= 150 \sin \left(\frac{2\pi}{100} t + \frac{\pi}{6} \right) \\ &= 150 \sin \left(\frac{2\pi}{T} t + \frac{\pi}{6} \right) \text{ [T = পর্যায়কাল]} \end{aligned}$$

সুতরাং $\frac{5T}{4}$ সময়পর অর্থাৎ $t = \frac{5T}{4}$ মুহূর্তে AC প্রবাহের ভোল্টেজ,

$$\begin{aligned} E &= 150 \sin \left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{5T}{4} + \frac{\pi}{6} \right) \\ &= 150 \sin \left(\frac{5\pi}{2} + \frac{\pi}{6} \right) = 150 \sin \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6} \right) = 150 \sin \left(\frac{3\pi + \pi}{6} \right) \\ &= 150 \sin \frac{2\pi}{3} = 150 \sin 120^\circ = 150 \frac{\sqrt{3}}{2} = 129.9 \text{ volt (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ। AC ভোল্টেজের শীর্ষমান, $E_0 = 150 \text{ volt}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{এর মূল গড় বর্গমান, } E_{\text{rms}} &= \frac{E_0}{\sqrt{2}} \\ &= \frac{150 \text{ volt}}{\sqrt{2}} = 106.066 \text{ volt} \end{aligned}$$

অর্থাৎ এসি ভোল্টেজটি 106.066 volt মানের ডিসি ভোল্টেজের সমতুল্য [সমপরিমাণ কাজ এবং ক্ষমতা প্রদর্শন করতে সক্ষম]

যেহেতু $106.066 \text{ volt} < 130 \text{ volt}$

সুতরাং উদ্দীপকের ক্ষেত্রে ডিসি সংযোগে বাহ্যটি বেশি উজ্জ্বলভাবে

জ্বলবে। কারণ $P = \frac{V^2}{R}$ সূত্রানুসারে বাহ্যের রোধ পরিবর্তিত হয় না ধরে

নিয়ে $P \propto V^2$

অর্থাৎ রূপান্তরিত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা, বাহ্যের প্রান্তীয় বিভব পার্থক্যের বর্গের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ১৫ $\vec{A} = (\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}) \text{ m}^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট এক পাকের একটি কুন্ডলীকে একটি পরিবর্তনশীল চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করা হলো। যেখানে চৌম্বক ক্ষেত্র কুন্ডলী তলের লম্ব বরাবর ক্রিয়াশীল। কুন্ডলীর

সাথে সংশ্লিষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্স $\phi = \left(\frac{5}{6}t^3 - 10t^2 + 3t \right) \text{ Wb}$ । t সেকেন্ডে পরিমিত।

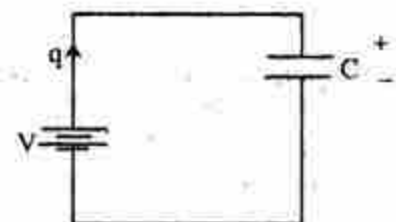
[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

- তাড়ন বেগ কাকে বলে? ১
- ধারক যুক্ত একটি বর্তনীতে কার্শফের লুপ উপপাদ্য প্রয়োগ করা যাবে কি-না ব্যাখ্যা কর। ২
- $t = 0 \text{ sec}$ সময়ে ক্রিয়াশীল চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের কুন্ডলীতে সর্বোচ্চ 40V উৎপন্ন করা যাবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। কোনো পরিবাহকের মধ্যে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো যে গড়বেগে প্রবাহিত হয়ে তড়িৎপ্রবাহ সৃষ্টি করে তাকে তাড়ন বেগ বলে।

খ। ধারকযুক্ত একটি বর্তনীতে কার্শফের লুপ উপপাদ্য প্রয়োগ করা যাবে। কারণ



এখানে ব্যাটারী কর্তৃক যে পরিমাণ চার্জ নির্গত হয় ঠিক সেই পরিমাণ চার্জ ধারক কর্তৃক গৃহীত হয়।

এখন ধারকের বিভব V_c হলে

$$-V + V_c = 0$$

$$\text{বা, } V = V_c$$

গ

চৌম্বক ফ্লাক্স, $\phi = AB \cos \theta$

এখানে তলের উপর লম্বের সাথে
চৌম্বক ক্ষেত্র সমান্তরালে।

সুতরাং, $\theta = 0^\circ$

$\therefore \phi = AB$

বা, $B = \frac{\phi}{A}$

$= \frac{3}{3}$

$= 1 \text{ T (Ans.)}$

ঘ এখানে,

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

আবিষ্ট তড়িচ্চালক বিভব, $\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$

$\varepsilon = -1 \times \frac{d}{dt} \left(\frac{5}{6} t^3 - 10t^2 + 3 \right)$

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

এখন, $\frac{d\varepsilon}{dt} = 20 - 5t$

বা, $20 - 5t = 0$

বা, $5t = 20$

$\therefore t = 4 \text{ sec}$

আবার, $\frac{d^2\varepsilon}{dt^2} = -5 (< 0)$

অতএব, $t = 4 \text{ sec}$ এ গুরুমান পাওয়া যাবে।

$\therefore \varepsilon = 20 \times 4 - \frac{5}{2} \times 4^2$

$= 40 \text{ V}$

উদ্দীপকের কুণ্ডলীটিতে 40V উৎপন্ন করা যাবে।

প্রশ্ন ১৬ একটি দিক পরিবাহী প্রবাহকে $I = 100 \sin 628t \text{ A}$ দ্বারা প্রকাশ করা হলো।

(রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা)

ক. দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহ কাকে বলে? ১

খ. লেঞ্জের সূত্র ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের ক্ষেত্রে কম্পাঙ্ক, প্রবাহের শীর্ষমান ও বর্গমূলীয় গড়মান কত? ৩

ঘ. অর্ধচক্রের জন্য গড় প্রবাহমাত্রা শীর্ষমানের 63.7% হবে কিনা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ লেঞ্জের সূত্র থেকে আমরা জানি, কোনো কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি এর সৃষ্টির কারণকেই বাধা দেয়। কোনো কুণ্ডলী ও চুম্বকের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক গতির জন্য কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হয় যা ঐ আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয়। সুতরাং ঐ গতি বজায় রাখার জন্য সর্বদা কিছু যান্ত্রিক শক্তি ব্যয় করতে হয়। এই যান্ত্রিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে। সুতরাং লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিত্যতা মেনে চলে।

গ পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণ, $I = 100 \sin 628 t$

প্রবাহের সাধারণ সমীকরণ $I = I_0 \sin 2\pi ft$

এর সাথে তুলনা করে পাই, $2\pi f = 628$

বা, $f = \frac{628}{2\pi}$

$= 99.95 \text{ Hz}$

$\approx 100 \text{ Hz}$

শীর্ষমান, $I_0 = 100 \text{ amp}$

বর্গমূলীয় গড়মান, $I_{\text{rms}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

$= \frac{100}{\sqrt{2}} = 70.7 \text{ amp (Ans.)}$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই পর্যায়কাল, $T = 0.01 \text{ sec}$

\therefore পর্যায়কাল, $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100} = 0.01 \text{ sec}$

$I_{\text{av}} = \frac{1}{0.01} \int_0^{0.01} 100 \sin 628 t \, dt$

$= 200 \int_0^{5 \times 10^{-3}} 100 \sin 628 t \, dt$

$= 20000 \int_0^{5 \times 10^{-3}} \sin 628 t \, dt$

$= -20000 \left[\frac{\cos 628 t}{628} \right]_0^{5 \times 10^{-3}}$

$= -31.847 (\cos 628 \times 5 \times 10^{-3} - \cos 0^\circ)$

$= 63.7\%$

অতএব, অর্ধচক্রের জন্য গড় প্রবাহমাত্রা শীর্ষমানের 63.7%।

প্রশ্ন ১৭ একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহের সাধারণ সমীকরণ হলো:

$I = 120 \sin 100\pi t$ । এখানে সবকটি রাশি এসআই এককে প্রদত্ত।

(ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা)

ক. কুরী তাপমাত্রা কী? ১

খ. হিস্টেরেসিস চক্রের সাহায্যে কোনো পদার্থের কী কী বিষয় জানা যেতে পারে- ব্যাখ্যা কর। ২

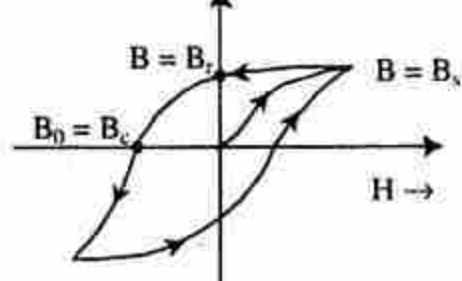
গ. প্রবাহ শূন্য থেকে শীর্ষ মানে পৌঁছতে কত সময় লাগবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রবাহের আকৃতি গুণাঙ্ক কীরূপ হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে থাকলে যে তাপমাত্রায় কোনো ফেরো-চৌম্বক পদার্থ প্যারাচৌম্বক পদার্থে পরিণত হয় তাকে ঐ ফেরোচৌম্বক পদার্থের কুরী তাপমাত্রা বলে।

খ হিস্টেরেসিস লুপ নিম্নরূপ:



কোনো চৌম্বক পদার্থের হিস্টেরেসিস লুপ হতে জানা যায়—

১. উক্ত চৌম্বক পদার্থে সর্বোচ্চ চৌম্বক আবেশ, B_s
২. উক্ত চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক ধারণ ক্ষমতা, B_r
৩. উক্ত চৌম্বক পদার্থের সহনশীল বল, H_c
৪. উক্ত চৌম্বক পদার্থকে চুম্বকায়ন ও বিচুম্বকায়ন প্রক্রিয়ায় হিস্টেরেসিস এর জন্য অপচয় হওয়া শক্তির মান।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 5 ms

ঘ উদ্দীপকের তড়িৎ প্রবাহের বর্গমূল গড় বর্গমান I_{rms} হলে,

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}, \text{ যেখানে প্রবাহের শীর্ষমান, } I_0 = 120A$$

তড়িৎ প্রবাহের গড়মান I_{av} হলে,

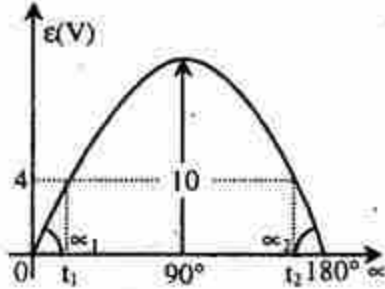
$$I_{av} = \frac{2}{\pi} \times I_0 = \frac{2I_0}{\pi}$$

$$\therefore \text{আকৃতি গুণাঙ্ক} = \frac{\text{প্রবাহের বর্গমূল গড় বর্গমান}}{\text{প্রবাহের গড় মান}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{I_0}{\frac{2I_0}{\pi}} \\ &= \frac{\sqrt{2}}{2} \\ &= \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \\ &= \frac{3.1416}{2\sqrt{2}} \\ &= 1.1 \end{aligned}$$

অতএব, তড়িৎ প্রবাহের আকৃতি গুণাঙ্ক 1.1।

প্রশ্ন ১৮ একটি দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক শক্তির সমীকরণ, $\varepsilon = 10 \sin 377t$ যার লেখচিত্র নিম্নে দেয়া হলো।



[ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

- চৌম্বক দ্বি-পোল ড্রামক কাকে বলে? ১
- চার্জ স্থির থাকলে লরেঞ্জ বলের প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপক অনুসারে দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক শক্তির মূল গড় বর্গ মান নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপক অনুসারে দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক শক্তির দশা কোণ α_1 ও α_2 এর তুলনা কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি চুম্বক বা চৌম্বক দ্বিপোলের যেকোনো একটি মেরুর মেরুশক্তির মান ও চৌম্বক দৈর্ঘ্যের গুণফলকে ঐ চুম্বক বা চৌম্বক দ্বিপোলের ড্রামক বলে।

খ আমরা জানি, লরেঞ্জ বল,

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

যেখানে, \vec{v} = চার্জের বেগ

\vec{B} = চৌম্বক ক্ষেত্র

\vec{E} = তড়িৎ ক্ষেত্র

যদি চার্জ স্থির থাকে, অর্থাৎ $\vec{v} = 0$ হয় তখন $\vec{F} = q\vec{E}$

অর্থাৎ তখন ঐ চার্জের উপর প্রযুক্ত সম্পূর্ণ বলই তড়িৎ বল। কোন চৌম্বক বল এক্ষেত্রে কাজ করে না।

গ

আমরা জানি,

$$\text{r.m.s মান} = \frac{\text{সর্বোচ্চ বিস্তার}}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{10}{\sqrt{2}}$$

$$= 7.07 \text{ V (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

তড়িচ্চালক বলের বিস্তার,

$$\varepsilon = 10 \text{ V}$$

ঘ মূল সমীকরণ: $\varepsilon = 10 \sin(377t)$

$$\therefore 10 \sin \alpha_1 = 4$$

$$10 \sin \alpha_2 = 4$$

$$\therefore \sin \alpha_1 = \sin \alpha_2$$

অর্ধচক্রের জন্য:

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 180^\circ$$

$$\text{আবার, } \alpha_1 = \sin^{-1} \left(\frac{4}{10} \right)$$

$$= \sin^{-1}(0.4)$$

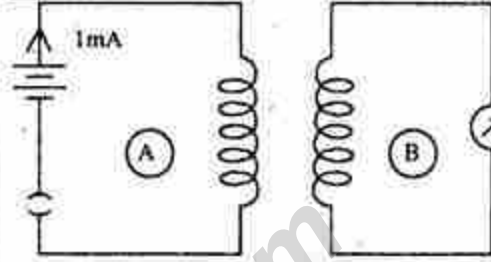
$$= 23.57^\circ$$

$$\therefore \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\alpha_1}{180^\circ - \alpha_1} = \frac{23.57^\circ}{180^\circ - 23.57^\circ} = 0.15$$

$$\text{বা, } \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{15}{100} = \frac{3}{20}$$

$$\therefore \alpha_1 : \alpha_2 = 3 : 20$$

প্রশ্ন ১৯ চিত্রটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



$$N_A = 200$$

$$N_B = 100$$

$$\phi_A = 2.4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\phi_B = 1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

- দিক পরিবর্তী প্রবাহ কাকে বলে? ১
- DC 220V অপেক্ষা AC 220V বিপদজনক কেন? ২
- A কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কত? ৩
- A কুণ্ডলীর প্রবাহমাত্রা 0.4 সেকেন্ডে থেমে গেলে B কুণ্ডলীতে 0.4 volt তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হবে কী? ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ 220V D.C. অপেক্ষা 220V A.C. বেশি বিপদজনক কারণ 220V ডি.সি. তে শক পেলে তা 220V দ্বারাই হবে। কিন্তু A.C. এর r.m.s মান 220V হলে এর শীর্ষ মান হবে $220 \times \sqrt{2} = 311 \text{ V}$ প্রায়। এ কারণে আপাত মান একই হলেও 220V A.C. বেশি বিপদজনক।

গ ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 0.24 H

ঘ উদ্দীপক মতে,

A কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_A = 1 \text{ mA}$

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

B কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা, $N_B = 100$

B কুণ্ডলীতে প্রতি পাকে জড়িত চৌম্বক ফ্লাক্স, $\phi_B = 1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

পারস্পরিক চৌম্বক আবেশ গুণাঙ্ক M হলে -

$$M = \frac{N_B \phi_B}{I_A} = \frac{100 \times 1.6 \times 10^{-4}}{10^{-3}} \text{ H}$$

$$\therefore M = 16 \text{ H}$$

A কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রার পরিবর্তনের হার = $\frac{dI_A}{dt}$

$$= \frac{0 - 10^{-3} \text{ A}}{0.4 \text{ s}}$$

$$= -2.5 \times 10^{-3} \text{ A/s}$$

\therefore B কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি,

$$\varepsilon_B = M \frac{dI_A}{dt} = -16 \times (-2.5 \times 10^{-3})$$

$$= 0.04 \text{ V}$$

সুতরাং A কুণ্ডলীর প্রবাহমাত্রা 0.4s এ থেমে গেলে B কুণ্ডলীতে 0.04V তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হবে না।

প্রশ্ন ২০ বাংলাদেশের গর্ব পদ্মা ব্রীজের স্প্যান (Span) ঝালাই ও বসানোর কাজ চলছে। মাইলস্টোন কলেজের একজন প্রাক্তন ছাত্র ইঞ্জিনিয়ার হিসাবে সেখানে কর্মরত। তার মতে ঝালাই-এর কাজে ব্যবহৃত ট্রান্সফরমারের মূখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যার অনুপাত ছিল ৪ : ১। ট্রান্সফরমারটির মূখ্য কুণ্ডলীতে, $E = 311.17 \sin(100\pi t)$ V তরঙ্গটি সঞ্চালিত হয় কিন্তু গৌণ কুণ্ডলীতে এর পরিবর্তন ঘটে।

[মাইলস্টোন কলেজ]

- ক. লরেঞ্জ বল কাকে বলে? ১
খ. লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে—ব্যাখ্যা করো। ২
গ. মূখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. গৌণ কুণ্ডলীতে পরিবর্তিত তরঙ্গটির সমীকরণ কীরূপ ছিল—তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন স্থানে একই সময়ে একটি তড়িৎক্ষেত্র ও একটি চৌম্বকক্ষেত্র বিদ্যমান থাকলে সেখানে একটি গতিশীল আধান যে লম্বি বল অনুভব করে তাকে লরেঞ্জ বল বলে।

খ লেঞ্জের সূত্র থেকে আমরা জানি, কোনো কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি এর সৃষ্টির কারণকেই বাধা দেয়। কোনো কুণ্ডলী ও চুম্বকের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক গতির জন্য কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হয় যা ঐ আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয়। সুতরাং ঐ গতি বজায় রাখার জন্য সর্বদা কিছু যান্ত্রিক শক্তি ব্যয় করতে হয়। এই যান্ত্রিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে। সুতরাং লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিত্যতা মেনে চলে।

গ মূখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহের মূল এখানে, সমীকরণ হতে, ভোল্টেজের শীর্ষমান $E_p = 311.17$ V অর্থাৎ মূখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ হবে ভোল্টেজের কার্যকর মান বা বর্গমূলীয় গড় মান।

$$\therefore E_{rms} = \frac{311.17}{\sqrt{2}} \text{ V}$$

$$= 220.03 \text{ V}$$

$$\approx 220 \text{ V (Ans.)}$$

ঘ এখন, $\frac{E_{rms,p}}{E_{rms,s}} = \frac{N_p}{N_s}$ $\therefore E_{rms,s} = \frac{1}{4} \times 220 = 55 \text{ V}$ এখানে, মূখ্য কুণ্ডলীর সমীকরণ, $E_p = 311.17 \sin 100\pi t$ ভোল্টেজের শীর্ষমান, $E_p = 311.17 \text{ V}$ G, হতে $E_{rms} = 220 \text{ V}$ মূখ্য কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা = N_p গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা = N_s

$$\therefore \text{গৌণ কুণ্ডলীতে পরিবর্তিত তরঙ্গটির সমীকরণ,}$$

$$E_s = E_{rms,s} \times \sqrt{2} \sin 100\pi t$$

$$= 55\sqrt{2} \sin 100\pi t$$

প্রশ্ন ২১ একটি দিক পরিবর্তী উৎসের তড়িৎ প্রবাহের কার্যকর মান ৭০.৭০ A এবং কম্পাংক ১০০ Hz। [সিরকারি হরগঙ্গা কলেজ, মুন্সিগঞ্জ]

- ক. দিক পরিবর্তী প্রবাহ কাকে বলে? ১
খ. ট্রান্সফরমার DC প্রবাহে কাজ করে না—ব্যাখ্যা করো। ২
গ. তড়িৎ প্রবাহ শূন্য হতে শীর্ষমানে পৌছাতে কত সময় লাগবে? ৩
ঘ. AC উৎসটির সমীকরণ নির্ণয় করো এবং তা লেখচিত্রের মাধ্যমে প্রদর্শন করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

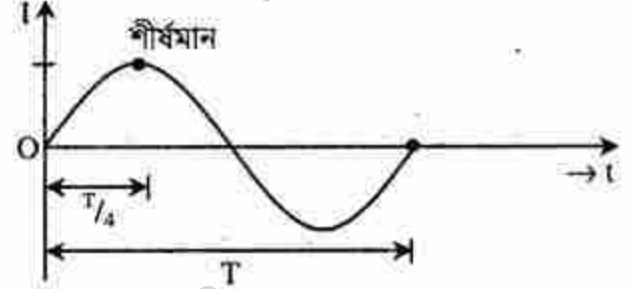
ক কোনো বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ যদি একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর দিক পরিবর্তন করে এবং নির্দিষ্ট সময় পরপর সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান প্রাপ্ত হয় সেই তড়িৎ প্রবাহকে দিক পরিবর্তী প্রবাহ বলে।

খ ট্রান্সফরমারের মূখ্য কুণ্ডলীতে যদি DC ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তাহলে কোরের মধ্য দিয়ে ধ্রুবমানের চৌম্বক ফ্লাক্স অতিক্রম করবে।

তখন $\frac{d\phi}{dt} = 0$ হওয়ায় তড়িৎ চৌম্বক আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের দ্বিতীয়

সূত্রানুসারে $(\mathcal{E} = -N \frac{d\phi}{dt})$ গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান শূন্য। এ কারণে ট্রান্সফরমার দ্বারা DC ভোল্টেজের মান পরিবর্তন করা যায় না। ফলে ট্রান্সফরমার DC প্রবাহে কাজ করে না।

গ



দেওয়া আছে,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = 100 \text{ Hz}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = \frac{1}{T}$$

$$\text{বা, } T = \frac{1}{f}$$

$$= \frac{1}{100}$$

$$= 0.01 \text{ sec}$$

শূন্য থেকে শীর্ষমানে পৌছাতে সময় লাগবে $\frac{T}{4} \text{ sec}$

$$= \frac{0.01}{4} \text{ sec}$$

$$= 2.5 \times 10^{-3} \text{ sec (Ans.)}$$

ঘ ধরি, AC উৎসের সমীকরণ,

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

কৌণিক কম্পনাঙ্ক, $\omega = 2\pi f$

দেওয়া আছে, $f = 100 \text{ Hz}$

কার্যকর মান, $I_{rms} = 70.70 \text{ A}$

$$\therefore \text{শীর্ষমান, } I_0 = \sqrt{2} \times I_{rms}$$

$$= \sqrt{2} \times 70.70$$

$$= 99.98 \text{ A}$$

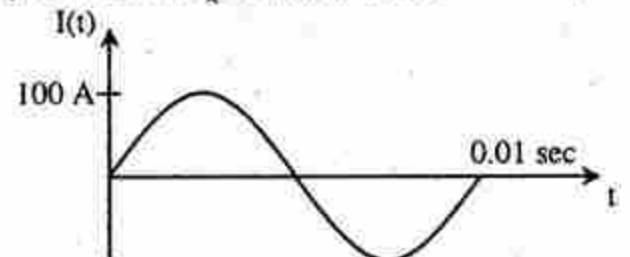
$$\approx 100 \text{ A}$$

\therefore উৎসের সমীকরণ,

$$I = I_0 \sin 2\pi f t$$

$$= 100 \sin 200\pi t$$

প্রবাহটিকে লেখচিত্রে নিম্নরূপে দেখানো হলো :



প্রশ্ন ২২ শুধু দেখল যে, একটি দিক পরিবর্তী তড়িৎ বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ $I = 5 \sin 628t$ সমীকরণ অনুযায়ী পরিবর্তিত হয়। তার কলেজের বড় ভাই সাদিক বলল, $1.48 \times 10^{-3} \text{ sec}$ পর বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ ৪A হবে। [নটর ডেম কলেজ, ময়মনসিংহ]

- ক. আলোর ব্যতিচার কী? ১
খ. সমআয়তন প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ শূন্য হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের দিক পরিবর্তী প্রবাহটির আকৃতি গুণাঙ্ক কত? ৩
ঘ. উদ্দীপকের শূভ এর বড় ভাই সাদিকের উক্তিটির সঠিক কি-না তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পাশাপাশি অবস্থিত দুটি উৎস থেকে নির্গত সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে পর্যায়ক্রমে উজ্জ্বল ও অন্ধকার অবস্থার সৃষ্টি হওয়াকে আলোর ব্যতিচার বলে।

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

গ. উদ্দীপকের দিক পরিবর্তী প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল I_{rms} হলে,

$$I_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times I_0 \quad \text{এখানে, শীর্ষমান, } I_0 = 5A$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \times 5$$

$$= 3.535A$$

উদ্দীপকের দিক পরিবর্তী প্রবাহের গড় মান I_{av} হলে,

$$I_{av} = \frac{2}{\pi} \times I_0 \quad \text{এখানে, শীর্ষমান, } I_0 = 5A$$

$$= \frac{2}{\pi} \times 5$$

$$= 3.183$$

∴ উদ্দীপকের দিক পরিবর্তী প্রবাহের আকৃতি গুণাঙ্ক

$$= \frac{\text{গড় বর্গের বর্গমূল মান}}{\text{গড় মান}}$$

$$= \frac{3.535}{3.183}$$

$$= 1.11 \text{ (Ans.)}$$

ঘ. দেয়া আছে, দিক পরিবর্তী তড়িৎ বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ, $I = 5 \sin 628t$ এখন, $1.48 \times 10^{-3} \text{ sec}$ পর তড়িৎ প্রবাহ I হলে,

$$I = 5 \sin(628 \times 1.48 \times 10^{-3})$$

$$= 5 \sin(0.92944)$$

$$= 5 \times 0.8$$

$$= 4A$$

অর্থাৎ, শূভ এর বড় ভাই সাদিকের উক্তিটি সঠিক।

প্রশ্ন ২৩ একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের $\vec{B} = 5\hat{i}$ Tesla, উক্ত ক্ষেত্রে একটি খোলা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k} \text{ cm}^2$ ।

(মাগুড়া সরকারি মহিলা কলেজ)

- ক. লেজের সূত্রটি বিবৃত কর। ১
খ. DC 220V অপেক্ষা AC 220V বিপজ্জনক কেন ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকে বর্ণিত পৃষ্ঠের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত ফ্লাক্স weber এককে নির্ণয় কর। ৩
ঘ. যদি উদ্দীপকে বর্ণিত A ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পৃষ্ঠের তলটি চৌম্বক ক্ষেত্র B এর সাথে 30° কোণে অবস্থিত হয়, তবে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের কোনো পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে কোনো তড়িৎ চৌম্বক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে, তা সৃষ্টি হওয়া মাত্রই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকেই বাধা দেয়।

খ. 220V D.C. অপেক্ষা 220V A.C. বেশি বিপজ্জনক কারণ 220V ডি.সি.তে শক পেলে তা 220V দ্বারাই হবে। কিন্তু A.C. এর r.m.s মান 220V হলে এর শীর্ষ মান হবে $220 \times \sqrt{2} = 311V$ প্রায়। এ কারণে আপাত মান একই হলেও 220V A.C. বেশি বিপজ্জনক।

গ. দেওয়া আছে, চৌম্বক ক্ষেত্র, $\vec{B} = 5\hat{i} \text{ T}$
পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল, $\vec{A} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \text{ cm}^2$
 $= (2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \times 10^{-4} \text{ m}^2$

পৃষ্ঠের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত ফ্লাক্স, $\phi = ?$

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

$$= [(2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \times 10^{-4}] \cdot (5\hat{i}) \text{ Tm}^2$$

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

$$= 1 \times 10^{-3} \text{ Tm}^2$$

$$= 1 \times 10^{-3} \text{ Wb (Ans.)}$$

ঘ. এখানে, $\vec{B} = 5\hat{i} \text{ T}$

$$\therefore B = |\vec{B}| = \sqrt{5^2} = 5 \text{ T}$$

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

$$\therefore A = |\vec{A}| = \sqrt{2^2 + 3^2 + (-\sqrt{3})^2} \text{ cm}^2$$

$$= 4 \text{ cm}^2$$

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

ক্ষেত্রতল এবং চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ $= 30^\circ$

∴ ক্ষেত্র ভেক্টর এবং চৌম্বকক্ষেত্র ভেক্টরের মধ্যকার কোণ

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

$$\text{এখন, চৌম্বক ফ্লাক্স, } \phi = AB \cos\theta = 4 \times 10^{-4} \times 5 \times \cos 60^\circ \text{ Tm}^2$$

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

সুতরাং অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন ২৪ একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহকে $I = 10 \sin 200\pi t$ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হলো। (ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, কুমিল্লা)

- ক. হিস্টেরেসিস কী? ১
খ. তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের ফ্যারাডের সূত্রগুলো লেখ। ২
গ. তড়িৎ প্রবাহের মান শূন্য থেকে শীর্ষে পৌঁছতে কত সময় লাগবে? ৩
ঘ. প্রদত্ত প্রবাহটিকে যদি 100Ω রোধের মধ্যে দিয়ে চালনা করা হয় তাহলে দেখাও যে, উত্তাপজনিত শক্তিক্ষয় 5000 Js^{-1} । ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চৌম্বক পদার্থের বিচুম্বকিত হতে অনীহা বা শৈথিল্য প্রদর্শন করাকে হিস্টেরেসিস বলে।

খ. প্রথম সূত্র: কোনো বন্ধ কুন্ডলীতে আবদ্ধ চৌম্বক আবেশ রেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হলে কুন্ডলীতে তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয় এবং যতক্ষণ এ পরিবর্তন স্থায়ী হয়, কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল বা আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহও ততক্ষণ স্থায়ী হয়।

দ্বিতীয় সূত্র: কোনো কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল, সময়ের সাথে এ কুন্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক।

এক পাকের কোনো বন্ধ কুন্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন dt সময়ে $d\phi_B$ হলে ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে কুন্ডলীতে এ সময়ের আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল-

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi_B}{dt}$$

গ. ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: $2.5 \times 10^{-3} \text{ sec}$

ঘ. ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ২৫ ব্যবহারিক ক্লাসে তুষ্টি লক্ষ্য করলো ৫ পাকের এবং ৪H আবেশ গুণাঙ্কের একটি কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে একটি দণ্ড চুম্বক আনা-নেয়া করলে 10 sec এ 0.5A দিক পরিবর্তী প্রবাহ তৈরি হয়। সে ভাবলো, এই দণ্ড চুম্বকটিকে একটি সরল দোলকের সাথে বব হিসেবে ব্যবহার করলে নিরবিচ্ছিন্ন তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া সম্ভব।

(রাজশাহী সরকারি মহিলা কলেজ, রাজশাহী)

- ক. টেসলা কী? ১
খ. স্থির চার্জের উপর চৌম্বক বল শূন্য হয়— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি কত? ৩
ঘ. তুষ্টির ভাবনাটির যৌক্তিকতা বিশ্লেষণ করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে চৌম্বক ক্ষেত্রে 1 কুলম্ব আধান ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে 1ms^{-1} বেগে গতিশীল হলে 1N বল লাভ করে সেই চৌম্বকক্ষেত্রের মানকে 1 টেসলা বলে।

খ কোনো চৌম্বকক্ষেত্রে একটি গতিশীল আধান একটি বল লাভ করে। এই বলকে বলা হয় লরেঞ্জ চৌম্বক বল।

যদি $+q$ আধান কোনো সুমম চৌম্বকক্ষেত্রে \vec{B} তে \vec{v} বেগে গতিশীল হয়

তবে চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল, $\vec{F}_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$

বা, $F_m = qvB\sin\theta$

চার্জ বা আধানটি যদি স্থির হয় অর্থাৎ যদি $v = 0$ হয় তাহলে,

চৌম্বক বল, $F_m = 0$

ফলে স্থির চার্জের উপর চৌম্বক বল শূন্য হবে।

গ এখানে, কুণ্ডলীতে,

পাক সংখ্যা, $N = 5$

আবেশ গুণাঙ্ক, $L = 4H$

সময়ের সাথে প্রবাহের পরিবর্তনের হার, $\frac{dI}{dt} = \frac{0.5}{10} \text{As}^{-1}$
 $= 0.05 \text{As}^{-1}$

আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি, $\mathcal{E} = ?$

আমরা জানি, $\mathcal{E} = NL \frac{dI}{dt}$

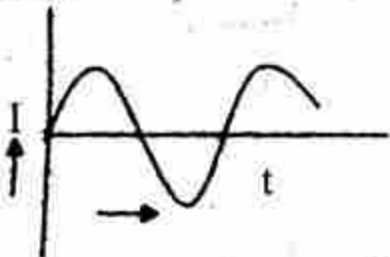
$$= (5 \times 4 \times 0.05) \text{V}$$

$$= 1 \text{V (Ans.)}$$

ঘ দণ্ড চুম্বকটি কুণ্ডলীর মধ্যে দ্রুত আনা নেওয়া করলে লেঞ্জের সূত্রানুসারে আবিষ্ট চৌম্বক বল চুম্বকটিকে বাধা দেবে এবং দোলকের গতি বিঘ্নিত হবে।

তাই একটি নির্দিষ্ট সময় পরে দণ্ড চুম্বকসহ দোলকটি থেমে যাবে। ফলে দণ্ড চুম্বক ও কুণ্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি থাকবে না এবং ফারাডের প্রথম সূত্রানুযায়ী কুণ্ডলীতে কোনো তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হবে না অর্থাৎ কোনো প্রবাহ পাওয়া যাবে না। সুতরাং তুষ্টির ভাবনাটি অযৌক্তিক।

প্রশ্ন ২৬ একটি AC প্রবাহের পথ দেখানো হলো। এটি $I = 40\sin 563t$ প্রবাহে চলছে।



(বিশ্বনাথ কলেজ, সিলেট)

- ক. তড়িচ্চালক শক্তির RMS মান কী? ১
খ. পরিবাহীর ভিতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. প্রবাহের পর্যায়কাল কত?

ঘ. প্রবাহের শীর্ষমান মূল প্রবাহের সাথে কীভাবে পরিবর্তিত হয়?

গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পূর্ণ চক্রের বিভিন্ন সময়কার তড়িচ্চালক শক্তির বর্গের গড়ের বর্গমূলকে তড়িচ্চালক শক্তির R.M.S মান বা গড় বর্গের বর্গমূল মান বলে।

খ তড়িৎ পরিবাহকে বেশ কিছু সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্যদিয়ে পরিবাহকের নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয় এবং পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়। এজন্য তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

গ

প্রবাহের মূল সমীকরণ, $I = I_0 \sin 2\pi ft$

প্রদত্ত সমীকরণের সাথে তুলনা

করে পাই, $2\pi ft = 563t$

$$\text{বা, } f = \frac{563}{2\pi}$$

$$\text{বা, } f = 89.6 \text{ Hz}$$

$$\text{এখন, পর্যায়কাল, } T = \frac{1}{f}$$

$$= \frac{1}{89.6}$$

$$= 0.0112 \text{ sec (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকে প্রদত্ত প্রবাহ মাত্রার সমীকরণ

$$I = 40 \sin (563t)$$

প্রবাহের শীর্ষমান $I_0 = 40$ যা একটি ধ্রুব সংখ্যা

সময়ের সাথে মূল প্রবাহের পরিবর্তন হয়, কিন্তু শীর্ষমান ধ্রুব থাকে।

যেহেতু পর্যায়কাল 0.0112 sec , সুতরাং $\frac{0.0112}{2} = 0.0056 \text{ sec}$ পরপর

প্রবাহটি শীর্ষমান প্রাপ্ত হয়।

প্রশ্ন ২৭ দুটি কুণ্ডলী X ও Y এর মধ্যকার পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক 3mH । X কুণ্ডলীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ মাত্রা 0.05 sec এ 1 Amp থেকে বৃদ্ধি পেয়ে 8 Amp হলো। Y কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 400।

(এম. সি. একাডেমী (মডেল স্কুল এন্ড কলেজ), সিলেট)

- ক. চৌম্বক ফ্লাক্স কাকে বলে? ১
খ. দেখাও যে, লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিত্যতার সূত্রটি মেনে চলে। ২
গ. Y-এর আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি নির্ণয় করো। ৩
ঘ. Y-তে পাকসংখ্যা দ্বিগুণ করা হলে চৌম্বক ফ্লাক্সের গড় পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট তলের ভেতর দিয়ে লম্বভাবে অতিক্রান্ত বলরেখার পরিমাণকে ঐ তলের চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।

খ লেঞ্জের সূত্র থেকে আমরা জানি, কোনো কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি এর সৃষ্টির কারণকেই বাধা দেয়। কোনো কুণ্ডলী ও চুম্বকের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক গতির জন্য কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হয় যা ঐ আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয়। সুতরাং ঐ গতি বজায় রাখার জন্য সর্বদা কিছু যান্ত্রিক শক্তি ব্যয় করতে হয়। এই যান্ত্রিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি করে। সুতরাং লেঞ্জের সূত্র শক্তির নিত্যতা মেনে চলে।

গ

গৌণ কুণ্ডলী

Y-তে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি,

$$\varepsilon = M \frac{dI}{dt}$$

$$= 3 \times 10^{-3} \times \frac{7}{0.05}$$

$$= 0.42 \text{ V (Ans.)}$$

এখানে,

পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক,

$$M = 3 \text{ mH}$$

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

পাকসংখ্যা, $N = 400$

মূখ্যকুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের

পার্থক্য, $dI = (8 - 1) \text{ A} = 7 \text{ A}$

সময়, $t = 0.05 \text{ sec}$

ঘ Y কুণ্ডলীর চৌম্বক ফ্লাক্স

$$\phi = NAB$$

$$\text{আবার চৌম্বক ক্ষেত্র, } B = N \frac{\mu_0 I}{2r}$$

$$\text{অতএব, } \phi = N^2 \frac{A \mu_0 I}{2r}$$

এখন, পাকসংখ্যা দ্বিগুণ করা হলে চৌম্বক ফ্লাক্সের মান হবে

$$\phi \propto N^2 = [\text{যখন অন্য রাশিগুলো স্থির}]$$

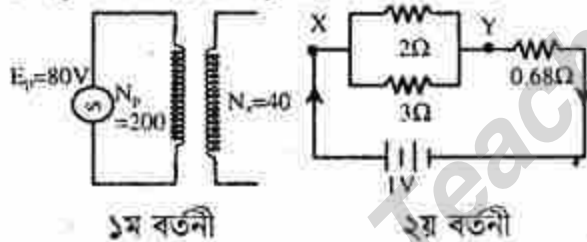
$$\text{বা, } \frac{\phi_2}{\phi_1} = \frac{N_2^2}{N_1^2}$$

$$\text{বা, } \phi_2 = \frac{(2N_1)^2}{N_1^2} \times \phi_1$$

$$= 4\phi_1$$

অতএব, Y-তে পাকসংখ্যা দ্বিগুণ করা হলে চৌম্বক ফ্লাক্স চারগুণ হয়ে যাবে।

প্রশ্ন ২৮ মনির ও রিপন নিম্নের দুটি বর্তনী নিয়ে কাজ করছে। মনির কিছুক্ষণ পর বলল, ২য় বর্তনীতে ১ম বর্তনীর গৌণ কুণ্ডলীতে উৎপন্ন তড়িচ্চালক বলের বিস্তারের সমান বিভব প্রয়োগ করলে ২য় বর্তনীর xy বিন্দুর বিভব গৌণ কুণ্ডলীর তড়িচ্চালক বলের সমান হয়। কিন্তু রিপন বলল, এটা তড়িচ্চালক বলের গড় মানের সমান হয়।



১ম বর্তনী

২য় বর্তনী

[সরকারি হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. তড়িৎ চৌম্বক আবেশ কী? ১
- খ. সমান্তরাল পাত ধারকের মাঝে অন্তরক পদার্থ রাখা হয় কেন? ২
- গ. ১ম বর্তনী চালু করার ৩ সেকেন্ড পর গৌণ কুণ্ডলীতে ফ্লাক্সের পরিবর্তন নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের কার উক্তি সত্য— গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরিবর্তনশীল চৌম্বক ফ্লাক্স তথা ক্ষেত্র দ্বারা বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহের উৎপত্তির ঘটনাকে তড়িচ্চুম্বকীয় আবেশ বলে।

খ দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যবর্তী স্থান শূন্য বা বায়ু মাধ্যম ভিন্ন অন্য কোন অপরিবাহী বা অন্তরক মাধ্যম হলে বিন্দু চার্জ দুটিকে পরস্পর হতে বিচ্ছিন্ন রাখে। এরূপ মাধ্যমকে তড়িৎ বিভাজক বা ডাই ইলেকট্রিক মাধ্যম বলে। সমান্তরাল পাত ধারকের মাঝে ডাই ইলেকট্রিক স্থাপন করা হয় কারণ এতে সচল ইলেকট্রন থাকে না। ডাই ইলেকট্রিকে কিছু আধান দিলে উক্ত আধান ডাই ইলেকট্রিকের যে অঞ্চলে দেয়া হয় সেখানেই জমা হয়ে থাকে। তাই ডাই-ইলেকট্রিক হিসেবে অন্তরক পদার্থ ব্যবহৃত হয়।

গ

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

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

$$= \frac{80}{200} \times 40$$

$$= 16 \text{ V}$$

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

= একক সময়ে পরিবর্তিত ফ্লাক্স

$$\therefore 3 \text{ s এ ফ্লাক্সের পরিবর্তন} = 16 \times 3 = 48 \text{ Wb (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি, তড়িচ্চালক বলের বিস্তার ε হলে, গড় মান, $\bar{\varepsilon} = 0.637 \varepsilon$ এবং rms মান, $\varepsilon_{\text{rms}} = 0.707 \varepsilon$

গৌণ কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক বল = তড়িচ্চালক বলের rms মান = 16V.

[(গ) হতে]

$$\therefore \text{তড়িচ্চালক বলের বিস্তার, } \varepsilon = \frac{16}{0.707} = 22.63 \text{ V}$$

$$= ২য় বর্তনীতে বিভব, V$$

$$\text{এখন, দ্বিতীয় বর্তনীর তুল্য রোধ, } R = 0.68 + \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}}$$

$$= 1.88 \Omega$$

$$\therefore V_{xy} = V - I \times 0.68$$

$$= V - \frac{V}{R} \times 0.68$$

$$= 22.63 - \frac{22.63}{1.88} \times 0.68$$

$$= 14.44 \text{ V}$$

$$= 0.637 \times 22.63$$

$$= \text{গৌণ কুণ্ডলীর তড়িচ্চালক বলের বিস্তারের গড় মান}$$

\therefore রিপনের উক্তি সঠিক।

প্রশ্ন ২৯ দুইটি দিক পরিবর্তী প্রবাহের সমীকরণ যথাক্রমে $I_1 = 50 \sin 628 \pi t$ এবং $I_2 = 50 \sin 400 \pi t$.

[মকবুলার রহমান সরকারি কলেজ, পঞ্চগড়]

- ক. বিনতি কী? ১
- খ. A.C প্রবাহ D.C প্রবাহের চেয়ে কেন বিপজ্জনক? ২
- গ. প্রথম সমীকরণে তড়িৎের গড় মান কত? ৩
- ঘ. আকৃতি গুণাঙ্কের মান কম্পাঙ্কের ওপর নির্ভরশীল নয়— উদ্দীপকের আলোকে যাচাই করো। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্র অনুভূমিকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে বিনতি বলে।

খ একই মানের DC ভোল্টেজ অপেক্ষা AC ভোল্টেজ বেশি বিপজ্জনক। যেমন, 220V ডিসি ভোল্টেজের শক মানে হলো, শক খাওয়ার সময়কালে সর্বদা 220V মানের ভোল্টেজের শক খাওয়া। এতে দেহে ক্ষয়ক্ষতির আশংকা রয়েছে। তবে একই সময়কাল ধরে 220V এসি ভোল্টেজের শক খেলে দেহে ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ বেশি হবে। কারণ 220V এসি মানে নির্দিষ্ট ক্ষুদ্র সময় অন্তর অন্তর সর্বোচ্চ $220V \times \sqrt{2} = 311V$ মানের ভোল্টেজ। এসি ভোল্টেজের ক্ষেত্রে R.M.S বা কার্যকর মান 220V হলে শীর্ষমান হবে 311V.

গ ৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩০ সুশান্ত স্যার পরীক্ষাগারে কোনো একটি পরীক্ষণে একটি স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমার ব্যবহার করেন, যাতে মুখ্য ও গৌণ কুন্ডলীর পাক সংখ্যার অনুপাত 1:20। ট্রান্সফরমারে 100V প্রয়োগ করলে এর আউটপুটে 2 amp বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া গেল। সুশান্ত স্যার শিক্ষার্থীদের বললেন, ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুন্ডলী থেকে বিদ্যুৎ শক্তির পুরোটাই গৌণ কুন্ডলীতে সঞ্চারিত হয়।

(রাভামাটি সরকারি কলেজ)

- ক. টেসলা কী? ১
খ. বিদ্যুৎবাহী তারের নিকট চুম্বক শলাকা বিক্ষিপ্ত হয় কেন? ২
গ. গৌণ কুন্ডলীতে সৃষ্ট ভোল্টেজ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. মুখ্য কুন্ডলী থেকে গৌণ কুন্ডলীতে শক্তি সঞ্চারন সংক্রান্ত সুশান্ত স্যারের বক্তব্য প্রমাণ কর। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে চৌম্বক ক্ষেত্রে 1 কুলম্ব আধান ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে 1ms^{-1} বেগে গতিশীল হলে 1N বল লাভ করে সেই চৌম্বকক্ষেত্রের মানকে 1 টেসলা বলে।

খ বিদ্যুৎবাহী তারের নিকট চুম্বক শলাকা বিক্ষিপ্ত হয়। একটি ধাতব তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে তার চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়। এই চৌম্বক ক্ষেত্রের বলরেখাসমূহ চুম্বক শলাকার বলরেখাসমূহের সাথে অন্তঃক্রিয়া করে। তখন লব্ধি বলরেখা একটি ভিন্ন প্যাটার্নে সজ্জিত হওয়ার চেষ্টা করে ফলে চুম্বক শলাকার একপাশে আকর্ষণ ও অপরপাশে বিকর্ষণ বল ক্রিয়া করে। একারণেই এটি বিক্ষিপ্ত হয়।

গ ভোল্টেজ ও পাকসংখ্যার মধ্যে সম্পর্ক,

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$\text{বা, } V_s = \frac{N_s}{N_p} \times V_p$$

$$= \frac{20}{1} \times 100$$

$$= 2000\text{V (Ans)}$$

ঘ

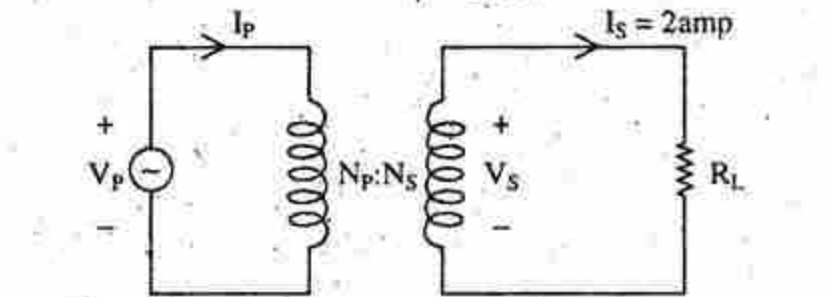
মুখ্য কুন্ডলীর শক্তি,

$$W_p = V_p I_p t \dots\dots\dots (1)$$

এবং গৌণকুন্ডলীর শক্তি,

$$W_s = V_s I_s t \dots\dots\dots (2)$$

এখানে,
মুখ্য ও গৌণকুন্ডলীর পাকসংখ্যার অনুপাত, $\frac{N_p}{N_s} = \frac{1}{20}$
মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজ, $V_p = 100\text{V}$
গৌণ কুন্ডলীর ভোল্টেজ, $V_s = 2000\text{V}$



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

$$\text{বা, } I_p = \frac{20}{1} \times 2$$

$$= 40 \text{ amp}$$

$$(1) \text{ হতে, } W_p = 100 \times 40 \times t = 4000 \text{ t J}$$

(2) হতে,

$$W_s = 2000 \times 2 \times t$$

$$= 4000 \text{ t J}$$

$$\therefore \frac{W_s}{W_p} = \frac{4000 \text{ t}}{4000 \text{ t}} = 1$$

$$\text{বা, } W_s = W_p$$

\therefore সুশান্ত স্যারের বক্তব্য যথার্থ।

প্রশ্ন ৩১ কোনো স্থানে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র $\vec{B} = 10\hat{i} \text{ T}$ । উক্ত ক্ষেত্রে একটি কল্পিত খোলা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $\vec{A} = (\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}) \text{ C.G.S}$ একক।

(খাগড়াছড়ি সরকারি কলেজ)

ক. পারস্পরিক আবেশ গুণাংক কাকে বলে? ১

খ. A.C Current এর চেয়ে D.C Current বেশি বিপজ্জনক কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ক্ষেত্রফলের মধ্যে দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স কত হবে? ৩

ঘ. \vec{A} কে \vec{B} এর সাথে 60° কোণে স্থাপন করা হলে সৃষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্স সমকোণে স্থাপনের কারণে সৃষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্সের চেয়ে কতটুকু বেশি বা কম হবে? ব্যাখ্যা কর। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ একই মানের DC ভোল্টেজ অপেক্ষা AC ভোল্টেজ বেশি বিপজ্জনক। যেমন, 220V ডিসি ভোল্টেজের শক মানে হলো, শক খাওয়ার সময়কালে সর্বদা 220V মানের ভোল্টেজের শক খাওয়া। এতে দেহে ক্ষয়ক্ষতির আশংকা রয়েছে। তবে একই সময়কাল ধরে 220V এসি ভোল্টেজের শক খেলে দেহে ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ বেশি হবে। কারণ 220V এসি মানে নির্দিষ্ট ক্ষুদ্র সময় অন্তর অন্তর সর্বোচ্চ $220\text{V} \times \sqrt{2} = 311\text{V}$ মানের ভোল্টেজ। এসি ভোল্টেজের ক্ষেত্রে R.M.S বা কার্যকর মান 220V হলে শীর্ষমান হবে 311V।

গ

$$\begin{aligned} \text{চৌম্বক ফ্লাক্স, } \phi &= \vec{A} \cdot \vec{B} \\ &= (\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}) \times 10\hat{i} \\ &= 10 \times 10^{-4} \text{ Wb} \\ &= 10^{-3} \text{ Wb (Ans.)} \end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } \vec{B} &= 10\hat{i} \\ \text{ক্ষেত্রফল, } \vec{A} &= (\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}) \text{ cm}^2 \\ \text{চৌম্বক ফ্লাক্স, } \phi &= ? \end{aligned}$$

ঘ

\vec{A} কে \vec{B} এর সাথে 60° কোণে স্থাপন করলে,

$$\begin{aligned} \phi &= \vec{A} \cdot \vec{B} \\ &= AB \cos \theta \end{aligned}$$

যেখানে θ হচ্ছে ক্ষেত্রফল ভেক্টর A এবং B এর মধ্যবর্তী কোণ। A এর দিক তলের সাথে লম্ব বরাবর।

$$\begin{aligned} \therefore \phi &= \sqrt{11} \times 10^{-4} \times 10 \times \cos 60^\circ \\ &= \frac{\sqrt{11}}{2} \times 10^{-3} \text{ Wb} \end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{ক্ষেত্রফল, } \vec{A} &= (\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}) \text{ cm}^2 \\ A &= \sqrt{1^2 + 1^2 + 3^2} \text{ cm}^2 \\ &= \sqrt{11} \times 10^{-4} \text{ m}^2 \\ \text{চৌম্বক ক্ষেত্র } \vec{B} &= 10\hat{i} \text{ T} \\ &= \sqrt{10^2} \text{ T} \\ &= 10 \text{ T} \end{aligned}$$

\vec{A} কে \vec{B} এর সাথে সমকোণে স্থাপন করলে $\theta = 90^\circ$ হবে এবং $\phi = \sqrt{11} \times 10^{-4} \times 10 \cos 90^\circ = 0$ হবে।

অর্থাৎ সমকোণে স্থাপন করার চেয়ে 60° কোণে স্থাপন করলে ফ্লাক্স বাড়বে এবং এই বৃদ্ধির পরিমাণ $= \frac{\sqrt{11}}{2} \times 10^{-3} \text{ Wb}$

$$= 1.66 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

প্রশ্ন ৩২ পাশাপাশি অবস্থিত A ও B দুটি কুণ্ডলী। A এর পাক সংখ্যা 400 এবং B এর পাক সংখ্যা A এর দেড়গুণ। A কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে 2A তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক হয় 0.48H। A কুণ্ডলীর প্রবাহ 0.02 sec সময়ে শূন্যে নামিয়ে আনলে B কুণ্ডলীতে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ঘটে।

[নিরসিংদী মডেল কলেজ]

- ক. কাল দীর্ঘায়ন কি? ১
খ. ডিসি কারেন্ট অপেক্ষা এসি কারেন্ট অধিক বিপদজনক ব্যাখ্যা কর। ২
গ. A কুণ্ডলীর প্রতি পাকে জড়িত চৌম্বক ফ্লাক্স নির্ণয় কর। ৩
ঘ. কুণ্ডলী দুটিতে অন্তর্গামী ও বহির্গামী ক্ষমতা অভিন্ন হবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ধ্রুববেগে গতিশীল কাঠামোতে পরিমাপকৃত সময় ব্যবধানের তুলনায় স্থির কাঠামোতে পরিমাপকৃত সময় ব্যবধান বেশি। এ বিষয়টি কাল দীর্ঘায়ন নামে পরিচিত।

খ একই মানের DC ভোল্টেজ অপেক্ষা AC ভোল্টেজ বেশি বিপজ্জনক। যেমন, 220V ডিসি ভোল্টেজের শক মানে হলো, শক খাওয়ার সময়কালে সর্বদা 220V মানের ভোল্টেজের শক খাওয়া। এতে দেহে ক্ষয়ক্ষতির আশংকা রয়েছে। তবে একই সময়কাল ধরে 220V এসি ভোল্টেজের শক খেলে দেহে ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ বেশি হবে। কারণ 220V এসি মানে নির্দিষ্ট ক্ষুদ্র সময় অন্তর অন্তর সর্বোচ্চ $220V \times \sqrt{2} = 311V$ মানের ভোল্টেজ। এসি ভোল্টেজের ক্ষেত্রে R.M.S বা কার্যকর মান 220V হলে শীর্ষমান হবে 311V.

গ এখানে,

- A এর পাক সংখ্যা, $N = 400$
তড়িৎ প্রবাহ, $I = 2A$
স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক, $L = 0.48H$
A এর চৌম্বক ফ্লাক্স, $\phi = ?$

আমরা জানি,

$$N\phi = LI$$

$$\phi = \frac{LI}{N} = \frac{0.48 \times 2}{400} = 2.4 \times 10^{-3} \text{ Wb (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

- A এর পাকসংখ্যা, $N_A = 400$
B এর পাকসংখ্যা, $N_B = 1.5 \times 400 = 600$
A এর তড়িৎপ্রবাহ, $I_A = 2A$
সময়, $dt = 0.02s$

A ও B এর তড়িৎচালক শক্তি যথাক্রমে E_A ও E_B

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } E_A = L_A \frac{dI_A}{dt} = 0.48 \times \frac{2}{0.02}$$

$$\therefore E_A = 48 \text{ V}$$

আবার,

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{N_A}{N_B}$$

$$\text{বা, } E_B = E_A \times \frac{N_B}{N_A} = 48 \times \frac{600}{400}$$

$$\therefore E_B = 72 \text{ V}$$

আবার,

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{I_B}{I_A}$$

$$\therefore I_B = \frac{N_A}{N_B} \times I_A = \frac{400}{600} \times 2 = \frac{4}{3} \text{ A}$$

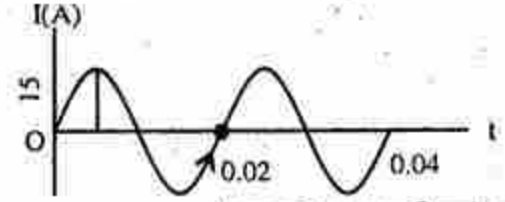
এখানে,

$$\text{অন্তর্গামী ক্ষমতা, } E_A I_A = 48 \times 2 = 96 \text{ W}$$

$$\text{বহির্গামী ক্ষমতা, } E_B I_B = 72 \times \frac{4}{3} = 96 \text{ W}$$

সুতরাং বলা যায়, কুণ্ডলী দুটিতে অন্তর্গামী ও বহির্গামী ক্ষমতা অভিন্ন হবে।

প্রশ্ন ৩৩ একাডেমীর শ্রেণিকক্ষে প্রোজেক্টরের পর্দায় মাসুম স্যার নিম্নলিখিত সংকেতটি প্রদর্শন করে শিক্ষার্থীদের মূল নিয়মে I_{rms} এর মান হিসেব করতে বললেন।



[আল আমিন একাডেমী স্কুল এন্ড কলেজ, চাঁদপুর]

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

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরিবর্তনশীল চৌম্বক ফ্লাক্স তথা ক্ষেত্র দ্বারা বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহের উৎপত্তির ঘটনাকে তড়িচ্চুম্বকীয় আবেশ বলে।

খ একই মানের DC ভোল্টেজ অপেক্ষা AC ভোল্টেজ বেশি বিপজ্জনক। যেমন, 220V ডিসি ভোল্টেজের শক মানে হলো, শক খাওয়ার সময়কালে সর্বদা 220V মানের ভোল্টেজের শক খাওয়া। এতে দেহে ক্ষয়ক্ষতির আশংকা রয়েছে। তবে একই সময়কাল ধরে 220V এসি ভোল্টেজের শক খেলে দেহে ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ বেশি হবে। কারণ 220V এসি মানে নির্দিষ্ট ক্ষুদ্র সময় অন্তর অন্তর সর্বোচ্চ $220V \times \sqrt{2} = 311V$ মানের ভোল্টেজ। এসি ভোল্টেজের ক্ষেত্রে R.M.S বা কার্যকর মান 220V হলে শীর্ষমান হবে 311V.

গ উদ্দীপকের পরিবর্তী প্রবাহের চিত্রানুযায়ী,

$$\text{এর সমীকরণ, } I = I_0 \sin \omega t = (15A) \sin \frac{2\pi}{T} t$$

এখানে, $T = \text{পর্যায়কাল} = 0.02 \text{ Sec}$

$$\therefore I = (15A) \sin \left(\frac{2\pi}{0.02 \text{ sec}} t \right) = (15A) \sin (100\pi t)$$

$$\therefore t = \frac{1}{300} \text{ sec মুহূর্তকাল বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা,}$$

$$I = (15A) \sin \left(100\pi \times \frac{1}{300} \right) = (15A) \sin \left(\frac{\pi}{3} \right) = (15A) \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= 12.99A \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে, পরিবর্তী প্রবাহের শীর্ষমান, $I_0 = 15A$

উক্ত প্রবাহের I_{rms} মান এখানে মূল নিয়মে নির্ণয় করা হলো।

$$I_{rms}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T I^2 dt = \frac{1}{T} \int_0^T I_0^2 \sin^2 \left(\frac{2\pi}{T} t \right) dt$$

$$= \frac{I_0^2}{T} \int_0^T \frac{1}{2} \left[1 - \cos \frac{4\pi}{T} t \right] dt$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \left[t - \frac{\sin \frac{4\pi}{T} t}{\frac{4\pi}{T}} \right]_0^T$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \left[T - \frac{\sin 4\pi}{4\pi} \right]_0^T$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \left[T - 0 - \frac{\sin \frac{4\pi T}{T}}{\frac{4\pi}{T}} + \frac{\sin \frac{4\pi \cdot 0}{T}}{\frac{4\pi}{T}} \right]$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \left[T - \frac{T}{4\pi} \sin(4\pi) + \frac{T}{4\pi} \sin 0 \right]$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \left[T - \frac{T}{4\pi} \times 0 + \frac{T}{4\pi} \times 0 \right] = \frac{I_0^2}{2T} \cdot T = \frac{I_0^2}{2}$$

$$\therefore I_{rms} = \sqrt{\frac{I_0^2}{2}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{15A}{\sqrt{2}} = 10.6A$$

এখানে, $10.6A < 12.99A$ ('গ' এ প্রাপ্ত মান)

সুতরাং, 'গ' হতে প্রাপ্ত মান অপেক্ষা শিক্ষক মহোদয়ের নির্দেশনা মোতাবেক শিক্ষার্থী কর্তৃক প্রাপ্ত মান কম হবে।

প্রশ্ন ৩৪ দুটি দিকপরিবর্তী প্রবাহের তড়িচ্চালক বলের সমীকরণ,

$$E = E_0 \sin \omega t \text{ এবং } E = E_0 \sin \left[\omega \left(t + \frac{T}{6} \right) \right] \text{ নির্দেশিত, যা } 20\Omega$$

রোধের সাথে যুক্ত।

(সরকারি মহিলা কলেজ, পাবনা)

ক. হল ভোল্টেজ কাকে বলে? ১

খ. রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কোষের দুই প্রান্তের চেয়ে কম হয়— ব্যাখ্যা করো। ২

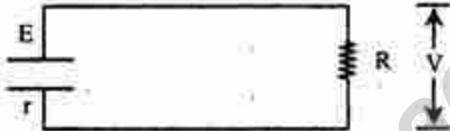
গ. প্রথম সমীকরণে $E_0 = 220V$ ও $\omega = 200\pi$ হলে প্রবাহ মাত্রার কম্পাঙ্ক তড়িৎ প্রবাহের শীর্ষমান, তড়িৎ প্রবাহের গড় মান ও মূল গড় বর্গমান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য নির্ণয় কর। প্রবাহদ্বয়ের দশা কখনো শূন্য হতে পারে কি—গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর যে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তাকে হল বিভব পার্থক্য বলে।

খ



পাশের বর্তনীটি লক্ষ করি। এখানে কোষের তড়িচ্চালক বল E , অভ্যন্তরীণ রোধ r , বহিঃস্থ রোধ R এবং এর প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য $= V$ তড়িৎপ্রবাহ I হলে $I = \frac{E}{R+r}$ বা, $E = IR + Ir$; যা শক্তির সংরক্ষণনীতি নির্দেশ করে।

এখানে, $IR =$ বহিঃস্থ রোধের প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য, V

$r \neq 0$ হলে $E > V$ তবে $r = 0$ হলে $E = V$

অর্থাৎ কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ থাকার কারণেই বহিঃস্থ রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কোষের কথিত (Nominal) তড়িচ্চালক বলের চেয়ে কম হয়।

গ এখানে তড়িচ্চালক বলের প্রথম সমীকরণ, $E = E_0 \sin \omega t$
 $= 220 \sin(200\pi t)$
 $[\because E_0 = 220V; \omega = 200\pi]$

রোধ, $R = 20\Omega$

$$\therefore \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R} = \frac{220 \sin(200\pi t)}{20\Omega} = 11 \sin(200\pi t) A$$

একে $I = I_0 \sin(2\pi ft)$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$$2\pi ft = 200\pi$$

$$\therefore \text{প্রবাহ মাত্রার কম্পাঙ্ক, } f = \frac{200\pi}{2\pi} = 100 \text{ Hz}$$

তড়িৎ প্রবাহের শীর্ষমান, $I_0 = 11A$

$$\text{তড়িৎপ্রবাহের গড় মান, } \bar{I} = 0.637 I_0 = 0.637 \times 11A$$

$$= 7.007A \approx 7A$$

$$\text{মূল গড় বর্গমান, } I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{11A}{\sqrt{2}} = 7.78A$$

$$\text{য প্রথম প্রবাহের দশা} = \omega t \text{ এং ২য় প্রবাহের দশা} = \omega \left(t + \frac{T}{6} \right)$$

$$\therefore \text{প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য} = \omega \left(t + \frac{T}{6} \right) - \omega t$$

$$= \omega t + \omega \frac{T}{6} - \omega t = \omega \frac{T}{6} = \frac{2\pi T}{T} \frac{T}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

অতএব, প্রবাহদ্বয়ের দশা শূন্য হতে পারে।

প্রথম প্রবাহের দশা শূন্য হবে যখন $\omega t = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, 8\pi, \dots$

$$\text{বা, } \frac{2\pi}{T} t = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, 8\pi, \dots$$

বা, $t = 0, T, 2T, 3T, 4T, \dots$ ইত্যাদি সময়ে দশা শূন্য হবে।

[T দ্বারা পর্যায়কাল বুঝায়]

দ্বিতীয় প্রবাহের দশা শূন্য হবে যখন,

$$\omega \left(t + \frac{T}{6} \right) = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, 8\pi, \dots$$

$$\text{বা, } \frac{2\pi}{T} t + \frac{2\pi T}{T} \frac{1}{6} = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, 8\pi, \dots$$

$$\text{বা, } \frac{2\pi}{T} t + \frac{\pi}{3} = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, 8\pi, \dots$$

$$\text{বা, } \frac{2\pi}{T} t = -\frac{\pi}{3}, \frac{5\pi}{3}, \frac{11\pi}{3}, \frac{17\pi}{3}, \dots$$

$$\text{বা, } t = \frac{T}{6}, \frac{5T}{6}, \frac{11T}{6}, \frac{17T}{6}, \dots \text{ ইত্যাদি মুহূর্তকালে দশা শূন্য হবে।}$$

প্রশ্ন ৩৫ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

দুটি প্রবাহকে যথাক্রমে $I_1 = 5 \sin \omega t$ এবং $I_2 = 10 \sin [\omega(t + T/6)]$ সমীকরণ দ্বারা নির্দেশ করা হলো—

(এম. ই. এইচ আরিফ কলেজ)

ক. AC প্রবাহ কাকে বলে? ১

খ. ট্রান্সফর্মার AC লাইনে ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের প্রথম প্রবাহের বর্গমূলীয় গড়মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. প্রবাহদ্বয়ের আদি দশার সমষ্টি তাদের দশা পার্থক্যের সমান। উক্তিটি সত্যতা যাচাই করো। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ যদি একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর দিক পরিবর্তন করে এবং নির্দিষ্ট সময় পরপর সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান প্রাপ্ত হয় সেই তড়িৎ প্রবাহকে AC প্রবাহ বলে।

খ ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুণ্ডলীতে যদি DC ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তাহলে কোরের মধ্য দিয়ে ধ্রুবমানের চৌম্বকফ্লাক্স অতিক্রম করবে। তখন

$$\frac{d\Phi}{dt} = 0 \text{ হওয়ায় তড়িৎচৌম্বক আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের দ্বিতীয়}$$

$$\text{সূত্রানুসারে } (\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt}) \text{ গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের}$$

মান শূন্য। ফলে DC লাইনে ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করলে গৌণ কুণ্ডলীতে কোনো তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয় না। তাই আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি পাওয়ার জন্য ট্রান্সফর্মার AC লাইনে ব্যবহার করা হয়।

গ এখানে, প্রবাহের সমীকরণ

$$I_1 = 5 \sin \omega t$$

$$\text{মূল সমীকরণ, } I = I_p \sin \omega t$$

এর সাথে তুলনা করে পাই,

$$I_p = 5A$$

$$\therefore \text{প্রবাহের বর্গমূলীয় গড়মান, } I_{rms} = \frac{5}{\sqrt{2}}$$

$$= 3.54 A$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই, প্রবাহটির সমীকরণ

$$I_1 = 5 \sin \omega t$$

$$\text{এবং } I_2 = 10 \sin \left[\omega \left(t + \frac{T}{6} \right) \right]$$

প্রথম প্রবাহের সাথে মূল সমীকরণের তুলনা করে পাই,

$$I = I_p \sin (\omega t + \delta)$$

$$\text{আদি দশা, } \delta_1 = 0$$

দ্বিতীয় প্রবাহের সাথে মূল সমীকরণের তুলনা করে পাই,

$$\begin{aligned} I_2 &= 10 \sin \left(\omega t + \frac{\omega t}{6} \right) \\ &= 10 \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{6} \right) \\ &= 10 \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{3} \right) \end{aligned}$$

$$\text{অর্থাৎ, আদি দশা, } \delta_2 = \frac{\pi}{3}$$

$$\text{প্রবাহদ্বয়ের আদি দশার সমষ্টি} = \delta_1 + \delta_2$$

$$= 0 + \frac{\pi}{3}$$

$$= \frac{\pi}{3}$$

$$\text{এখন, } I_1 \text{ প্রবাহের দশা} = \omega t$$

$$I_2 \text{ প্রবাহের দশা} = \omega t + \frac{\pi}{3}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{দশা পার্থক্য} &= \left(\omega t + \frac{\pi}{3} \right) - \omega t \\ &= \frac{\pi}{3} \end{aligned}$$

অর্থাৎ প্রবাহদ্বয়ের আদি দশার সমষ্টি তাদের দশা পার্থক্যের সমান।

প্রশ্ন ৩৬ সন্নিহিত দুটি কুণ্ডলী A ও B এর পাকসংখ্যা যথাক্রমে 400 ও 600। কুণ্ডলী A এর মধ্য দিয়ে 2 amp তড়িৎ প্রবাহে A কুণ্ডলীর প্রতিপাকে 2.4×10^{-3} Wb এবং B কুণ্ডলীতে প্রতি পাকে 1.6×10^{-3} Wb চৌম্বক ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়।

[বাসকর্টি সরকারি কলেজ, কানকটী]

ক. 1 হেনরির কাকে বলে? ১

খ. DC অপেক্ষা AC বিপজ্জনক কেন — ব্যাখ্যা করো। ২

গ. A এর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কত? ৩

ঘ. A কুণ্ডলীর প্রবাহমাত্রা 0.4 sec সময়ে শূন্যে নেমে গেলে B কুণ্ডলীতে অবশিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তির মান এবং আবিষ্ট প্রবাহমাত্রার মান নির্ণয় করো। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো কুণ্ডলীতে 1 As^{-1} হারে তড়িৎপ্রবাহমাত্রার পরিবর্তন করলে যদি 1V তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয়, তাহলে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ককে এক হেনরী বলে।

খ একই মানের DC ভোল্টেজ অপেক্ষা AC ভোল্টেজ বেশি বিপজ্জনক। যেমন, 220V ডিসি ভোল্টেজের শক মানে হলো, শক খাওয়ার সময়কালে সর্বদা 220V মানের ভোল্টেজের শক খাওয়া। এতে দেহে ক্ষয়ক্ষতির আশংকা

রয়েছে। তবে একই সময়কাল ধরে 220V এসি ভোল্টেজের শক খেলে দেহে ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ বেশি হবে। কারণ 220V এসি মানে নির্দিষ্ট ক্ষুদ্র সময় অন্তর অন্তর সর্বোচ্চ $220V \times \sqrt{2} = 311V$ মানের ভোল্টেজ। এসি ভোল্টেজের ক্ষেত্রে R.M.S বা কার্যকর মান 220V হলে শীর্ষমান হবে 311V.

গ

স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক, L_A হলে,

$$N_A \phi_A = L_A I_A$$

$$\text{বা, } L_A = \frac{N_A \phi_A}{I_A}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{400 \times 2.4 \times 10^{-3}}{2} \\ &= 0.48H \end{aligned}$$

এখানে,

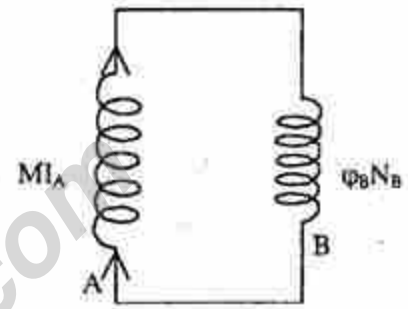
A কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে,

পাকসংখ্যা, $N_A = 400$

প্রবাহ, $I_A = 2A$

তড়িৎ ফ্লাক্স, $\phi_A = 2.4 \times 10^{-3} \text{Wb}$

ঘ



পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক M

হলে,

$$\phi_B N_B = M I_A$$

$$\text{বা, } M = \frac{\phi_B N_B}{I_A}$$

$$= \frac{1.6 \times 10^{-3} \times 600}{2}$$

$$= 0.48 H$$

গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি, E_B হলে,

$$E_B = -M \frac{dI_A}{dt}$$

$$= -0.48 \times \frac{-2}{0.4}$$

$$= 2.4V$$

আবার,

$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{N_A}{N_B}$$

$$\text{বা, } I_B = \frac{400}{600} \times 2$$

$$= 1.33 A$$

এখানে,

A কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $N_A = 400$

A কুণ্ডলীর প্রতিপাকে ফ্লাক্স, ϕ_A

$$= 2.4 \times 10^{-3} \text{Wb}$$

B কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $N_B = 600$

B কুণ্ডলীর প্রতিপাকে ফ্লাক্স,

$$\phi_B = 1.6 \times 10^{-3} \text{Wb}$$

এখানে,

$$dI_A = (0 - 2) = -2A$$

$$dt = 0.4s$$

মূখ্য কুণ্ডলীতে প্রবাহ

$$I_A = 2A$$

পদার্থবিজ্ঞান

পঞ্চম অধ্যায় : তড়িতচৌম্বক আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ

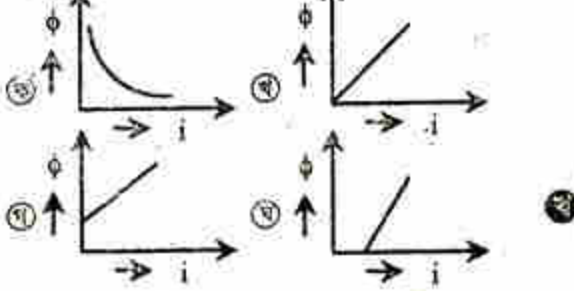
১৫৪. তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ আবিষ্কার করেন কোন বিজ্ঞানী? (জান)

- (ক) ওয়েরস্টেড (খ) জুল
(গ) অ্যাম্পিয়ার (ঘ) মাইকেল ফ্যারাডে

১৫৫. কোনটির নকশা তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্কার হয়? (জান)

- (ক) স্থির চৌম্বক ক্ষেত্র (খ) পরিবর্তী চৌম্বক ক্ষেত্র
(গ) আপেক্ষিক গতি (ঘ) পরিবর্তী যান্ত্রিক বল

১৫৬. একটি কুণ্ডলীতে তড়িত প্রবাহের ফলে 'স্ট্র' চৌম্বক ফ্লাক্স ও তড়িৎ প্রবাহের সম্পর্ক নির্দেশক সঠিক লেখচিত্র কোনটি?



১৫৭. চৌম্বক ফ্লাক্সের এস.আই. একক কোনটি? (জান)

- (ক) টেসলা-মিটার (খ) টেসলা-মিটার
(গ) টেসলা/মিটার (ঘ) টেসলা/মিটার

১৫৮. এক পাকের একটি কুণ্ডলীর সাথে সংশ্লিষ্ট যে পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্স 1 সেকেন্ডে সুস্থমভাবে হ্রাস পেয়ে শূন্য নেমে আসলে ঐ কুণ্ডলীতে 1 ভোল্ট তড়িচ্চালিত শক্তি আবিষ্কার হয়, সেই পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্সকে কী বলে? (জান)

- (ক) 1 টেসলা (খ) 1 হেনরি
(গ) 1 ওয়েবার (ঘ) 1 ম্যাক্সওয়েল

১৫৯. কোনো বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ $6.28 \times 10^{-4} \text{m}$ এবং পাকসংখ্যা 240। কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে 5A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত হবে? (প্রয়োগ)

- (ক) 0.005T (খ) 0.382T
(গ) 1.2T (ঘ) 2.4T

১৬০. একটি কুণ্ডলীতে প্রবাহমাত্রা 0.05 sec সময়ে 0 থেকে 2.5A করা হলে এতে 100V তড়িচ্চালক বল আবিষ্কার হয়। কুণ্ডলীর স্বাবেশাঙ্ক কত?

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

- (ক) 0.25H (খ) 0.5H
(গ) 2H (ঘ) 2.5H

১৬১. কে ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রের গাণিতিক রূপ দেন? [সরকারি হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল] (জান)

- (ক) জুল (খ) কুলম্ব
(গ) নিউম্যান (ঘ) লেঞ্জ

১৬২. 10 পাকের একটি কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাক্সের মান 2s-এ 5 Wb কমে গেলে, প্রতি পাকে আবিষ্কার তড়িচ্চালক শক্তি কত? (প্রয়োগ)

- (ক) 1.5V (খ) 2.0V

- (গ) 0.25V (ঘ) 3.0V

১৬৩. চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হার একই রেখে কুণ্ডলীতে পাক সংখ্যা দ্বিগুণ করলে মোট কত তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্কার হবে? (প্রয়োগ)

- (ক) 40V (খ) 50V
(গ) 60V (ঘ) 70V

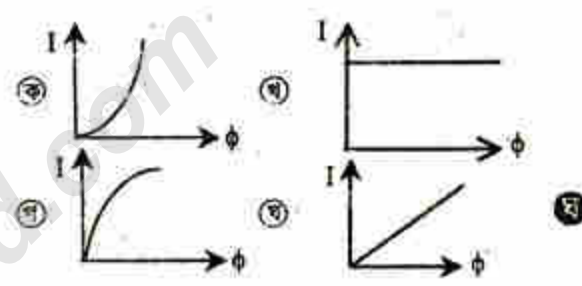
১৬৪. তড়িচ্চৌম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে কুণ্ডলীতে আবিষ্কার তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ কোন দিকে তা কোন সূত্র হতে জানা যায়? (জান)

- (ক) ও'মের সূত্র (খ) ফ্যারাডের সূত্র
(গ) লেঞ্জের সূত্র (ঘ) ওয়েরস্টেডের সূত্র

১৬৫. কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ চলছে। যে পাশ থেকে তাকালে প্রবাহ ঘড়ি বিসমাবর্তী মনে হয় সে পাশে কোন মেরুর অস্তিত্ব রয়েছে? (জান)

- (ক) উত্তর মেরু (খ) স্থায়ী মেরু
(গ) দক্ষিণ মেরু (ঘ) উপমেরু

১৬৬. নিচের কোন লেখটি স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক নির্দেশ করে?



১৬৭. $1H = ?$ (প্রয়োগ)

- (ক) 1 VAs^{-1} (খ) $1H$
(গ) 1 VsA^{-1} (ঘ) 1 VsA

১৬৮. একটি আবেশকের স্বকীয় আবেশ 10 Henry। এতে $9 \times 10^{-2} \text{ sec}$ -এ তড়িৎপ্রবাহ 10 amp থেকে 7 amp-এ পরিবর্তিত হলে এর আবিষ্কার তড়িচ্চালক বল কত? (প্রয়োগ)

- (ক) 111 Volt (খ) 222 Volt
(গ) 333 Volt (ঘ) 444 Volt

১৬৯. 15 cm ব্যাসার্ধ এবং 50 পাকের একটি কুণ্ডলীর মধ্যে দিয়ে 1.5A মাত্রার প্রবাহ অতিক্রম করলে ঐ কুণ্ডলীর সাথে সংযুক্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) 1.11 mWb (খ) 2.22 mWb
(গ) 3.33 mWb (ঘ) 4.44 mWb

১৭০. 0.02 m ব্যাসার্ধের এবং 10 পাকের একটি গোলাকার কুণ্ডলীর বায়ু মাধ্যমে স্বাবেশ গুণাঙ্কের মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) $1.67 \mu H$ (খ) $1.77 \mu H$
(গ) $1.87 \mu H$ (ঘ) $1.97 \mu H$

১৭১. পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্কের একক কোনটি? [ক্যান্ট. পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর] (জান)

- (ক) ওয়েবার (খ) ওয়েরস্টেড
(গ) হেনরি (ঘ) অ্যাম্পিয়ার

১৭২. প্রত্যাবর্তী তড়িচ্চালক বলের গড় মান শীর্ষমানের কত গুণ হয়? (প্রয়োগ)

- (ক) 0.33 (খ) 0.437
(গ) 0.537 (ঘ) 0.637

১৭৩. ২২০V সরবরাহ লাইনের শীর্ষ মান কত? (জান)

- (ক) ৩১১V (খ) ২২০V
(গ) ১৪০V (ঘ) ১১০V

১৭৪. চৌম্বক ক্ষেত্র A তলের লম্বের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করলে ঐ তলের — (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. লম্ব বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্রের উপাংশ হবে $B \cos\theta$
ii. মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স $AB \cos\theta$
iii. মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত মোট চৌম্বক আবেশ

রেখা \vec{A} \vec{B}

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১৭৫. লেঞ্জের সূত্র — (অনুধাবন)

- i. ফ্যারাডের সূত্রের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ
ii. অনুসারে তড়িচ্চুম্বকীয় আবেশের বেলায় তড়িৎপ্রবাহের দিক নির্ধারিত হয়
iii. চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের ফলে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের পোলারিটি নির্ধারণ করে

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১৭৬. দিক পরিবর্তী প্রবাহের ক্ষেত্রে কোনো কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের সমীকরণ $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \sin\omega t$ অর্থাৎ — (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল আবর্তনকালের অর্ধেক সময় পরপর চিহ্ন পরিবর্তন করবে
ii. কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল সাইনানুগভাবে পরিবর্তিত হবে
iii. $\frac{\pi}{2\omega}$ ও $\frac{5\pi}{2\omega}$ অবস্থানে কুণ্ডলীতল চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১৭৭. ২২০V – ৫০Hz সরবরাহ লাইনের ক্ষেত্রে — (প্রয়োগ)

- i. ন্যূনতম ০.০২s সময়ের ব্যবধানে প্রবাহের অভিমুখ উল্টে যাবে
ii. ০.০১s পরপর প্রবাহের মান শূন্য হবে
iii. ০.০২s পরপর প্রবাহ একই অভিমুখে শীর্ষমানে উঠবে

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১৭৮. $I = I_0 \sin\omega t$ এবং $i = I_0 \cos\omega t$ সমীকরণদ্বয় দ্বারা নির্দেশিত প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে — (প্রয়োগ)

- i. আদি দশার পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$
ii. $t = \frac{1}{2\omega}$ মুহূর্তে দশার পার্থক্য $\frac{\pi}{3}$
iii. বিস্তারের পার্থক্য নেই

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১৭৯. অর্ধচক্রে জন্য গড় তড়িচ্চালক শক্তির তড়িচ্চালক শক্তির শীর্ষমানের — /কার্টনমেন্ট গাবদিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর/ (অনুধাবন)

- i. ০.৬৩৭ গুণ ii. ৬৩.৭%
iii. ৬৩.৭ গুণ

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

যেকোনো t sec সময়ে কোনো দিক পরিবর্তী তড়িৎ

প্রবাহের সমীকরণ $i = 10 \sin 500\pi t$ amp.

উপরের উদ্দীপক হতে ১৮০ ও ১৮১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

১৮০. প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল মান — /আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা/ (প্রয়োগ)

- (ক) ৬.৩৭ amp (খ) ৭.০৭ amp
(গ) ৬৩.৭ amp (ঘ) ৭০.৭ amp

১৮১. প্রবাহের মান শূন্য হতে শীর্ষ মানে পৌছাতে

কত সময় লাগবে? /আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা/ (প্রয়োগ)

- (ক) ০.০০১ sec (খ) ০.০০২ sec
(গ) ০.০১ sec (ঘ) ০.০২ sec

উদ্দীপকটি পড়ে ও ১৮২ ও ১৮৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

অর্ধচক্রে কোনো একটি প্রত্যাবর্তী তড়িৎপ্রবাহের গড় মান ১০A.

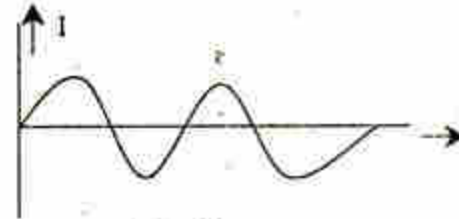
১৮২. প্রবাহের শীর্ষমান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) ১৩.৭A (খ) ১৪.৭A
(গ) ১৫.৭A (ঘ) ১৬.৭A

১৮৩. পূর্ণচক্রে প্রবাহটির গড় মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) ০A (খ) ১০A
(গ) ২০A (ঘ) ৩০A

চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং ১৮৪-১৮৬ নং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।



$i = 30 \sin 628t$, সব কয়টি রাশি S.I. এককে প্রকাশিত।

১৮৪. চিত্রের প্রবাহটি হচ্ছে — /কার্টনমেন্ট কলেজ, যশোর/ (উচ্চতর দক্ষতা)

- (ক) DC প্রবাহ (খ) AC প্রবাহ
(গ) সম প্রবাহ (ঘ) দিকে অপরিবর্তিত প্রবাহ

১৮৫. প্রবাহটির বিস্তার — /কার্টনমেন্ট কলেজ, যশোর/ (প্রয়োগ)

- (ক) ৬২৮ A (খ) ৬০A
(গ) ৩০A (ঘ) ২০A

১৮৬. চিত্রানুসারে কার্যকর প্রবাহমাত্রা হচ্ছে —

- /কার্টনমেন্ট কলেজ, যশোর/ (অনুধাবন)
(ক) ৩০A (খ) ২১.২১ A
(গ) ১৮.২১A (ঘ) ১৫.২১ A