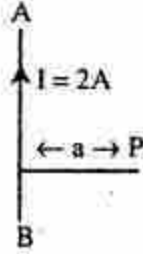


অধ্যায়-৪: তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব

প্রশ্ন ১



AB = 6m দীর্ঘ সরল তারটি হতে 'a' লম্ব দূরত্বে অবস্থিত P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র $2.0 \times 10^{-5} T$ । আফগান তারটিকে 3 পাকের কুণ্ডলীতে পরিণত করে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত করে বলল, কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান $2.0 \times 10^{-5} T$ অপেক্ষা বেশি হবে। চৌম্বক প্রবেশ্যতা $4\pi \times 10^{-7} TmA^{-1}$ ।

- ক. সুপারনোভা কী? ১
খ. কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক $6.1 \times 10^{-14} Hz$ — ব্যাখ্যা করো। ২
গ. লম্ব দূরত্ব 'a' এর মান নির্ণয় করো। ৩
ঘ. আফগানের পর্যবেক্ষণ সঠিক ছিল কিনা যথাযথ বিশ্লেষণসহ মন্তব্য করো। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সূর্যের ভরের তুলনায় অনেক ভারী নক্ষত্রগুলো জ্বালানী শেষ হলে এর ভিতর সংকোচন অত্যন্ত তীব্র হয় এবং মূল অংশের ঘনত্ব এত বেড়ে যায় যে, প্রচণ্ড বিস্ফোরণের মধ্য দিয়ে এরা মৃত্যুবরণ করে। এই প্রচণ্ড বিস্ফোরণকে সুপার নোভা বলে।

খ. কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক $6.1 \times 10^{-14} Hz$ বলতে বোঝায়, উক্ত ধাতুর উপর সর্বনিম্ন $6.1 \times 10^{-14} Hz$ কম্পাঙ্কের রশ্মি আপতিত হলে তা থেকে ফটো ইলেকট্রন নির্গত হয় কিন্তু $6.1 \times 10^{-14} Hz$ এর কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট রশ্মি আপতিত হলে তা থেকে ফটো ইলেকট্রন নির্গত হয় না।

গ. দেওয়া আছে,

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 2A$

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

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

বের করতে হবে, $a = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } a = \frac{\mu_0 I}{2\pi B} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 2 \times 10^{-5}}$$

$$\therefore a = 0.02 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ r হলে,

$$2N\pi r = 6m$$

$$r = \frac{6m}{2N\pi} = \frac{6m}{2 \times 3 \times 3.1416} = 0.318 \text{ m}$$

উদ্দীপক অনুসারে,

পাক সংখ্যা, $N = 3$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 2A$

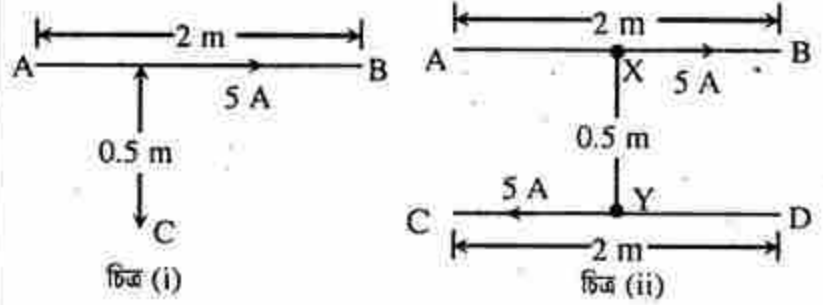
কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র B' হলে,

$$B' = \frac{\mu_0 NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3 \times 2}{2 \times 0.318} = 1.185 \times 10^{-5} T$$

অর্থাৎ, কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্র, $B' < 2 \times 10^{-5} T$

সুতরাং, আফগানের পর্যবেক্ষণ সঠিক ছিল না।

প্রশ্ন ২



- ক. স্বকীয় আবেশ কী? ১
খ. চুম্বক দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তি তৈরি করা যায়— ব্যাখ্যা কর। ২
গ. চিত্র (i) এ C বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? ৩
ঘ. চিত্র (ii)-এর X ও Y বিন্দুতে চৌম্বক বলের দিকের তুলনা কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি মাত্র বতনীতে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তনের ফলে যে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ঘটে তাকে স্বকীয় আবেশ বলে।

খ. চুম্বকের চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবকে কাজে লাগিয়ে বৈদ্যুতিক শক্তি তৈরি করা যায়। একটি বন্ধ কুণ্ডলীর সাথে একটি গ্যালভানোমিটার যুক্ত করে একটি চুম্বক দণ্ডকে কুণ্ডলীর সাপেক্ষে গতিশীল করা হলে এর সাথে যুক্ত গ্যালভানোমিটারটি বিক্ষিপ্ত হতে দেখা যায়। প্রকৃতপক্ষে বন্ধ কুণ্ডলী ও চুম্বকের আপেক্ষিক গতির কারণে কুণ্ডলীতলের মধ্যে চৌম্বক বলরেখার ধারাবাহিক পরিবর্তন ঘটে। ফ্যারাডের সূত্রানুযায়ী, এই পরিবর্তনশীল চৌম্বকক্ষেত্র বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সঞ্চার করে।

গ. আমরা জানি, তড়িতবাহী লম্বা সোজা তারের আশপাশের কোনো বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

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

$$B = \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \times (5 A)}{2\pi \times 0.5 \text{ m}}$$

$$= 2 \times 10^{-6} T$$

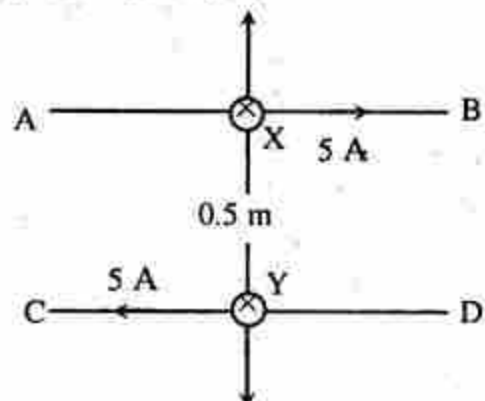
$$= 2 \mu T \text{ (Ans.)}$$

এখানে, তড়িৎ প্রবাহ, $I = 5A$

তার হতে C বিন্দুতে দূরত্ব, $a = 0.5m$

চৌম্বক ক্ষেত্র, $B = ?$

ঘ. ফ্রেমিংহের ডান হস্ত নিয়মানুসারে AB তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য Y বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক হবে কাগজ তলের সাথে লম্ব বরাবর ভিতরের দিকে। ফ্রেমিংহের বাম হস্ত নিয়মানুসারে Y বিন্দুতে তড়িৎবাহী CD তারের উপর চৌম্বক বলের দিক হবে CD তারের উপর লম্ব AB যে দিকে আছে তার বিপরীত দিকে।



আবার ফ্রেমিংয়ের ডান হস্ত নিয়মানুসারে CD তারে তড়িৎ প্রবাহের জন্য X বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক হবে কাগজ তলের সাথে লম্ব বরাবর ভিতরের দিকে। ফ্রেমিংয়ের বাম হস্ত নিয়মানুসারে X বিন্দুতে তড়িৎবাহী AB তারের উপর চৌম্বক বলের দিক হবে AB তারের উপর লম্ব CD যে দিকে আছে তার বিপরীত দিকে।

X ও Y বিন্দুতে তারের উপর ক্রিয়াশীল বলদ্বয়ের দিকে থেকে বোঝা যায় তারদ্বয় পরস্পরকে বিকর্ষণ করবে।

প্রশ্ন ৩ একটি লম্বা ও সোজা তারে 60A তড়িৎ সরবরাহ করা হলো। তার থেকে 40 cm দূরে P একটি বিন্দু। পরবর্তীতে তারটিকে বাকিয়ে 40 cm ব্যাসার্ধের এক পাকের বৃত্তাকার কুণ্ডলী করা হলো যার কেন্দ্র হলো Q।

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

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ট্রান্সফরমারের কার্যনীতি পারস্পরিক আবেশের নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত। যেখানে মুখ্য কুণ্ডলীতে পরিবর্তী প্রবাহ প্রয়োগ করার ফলে চৌম্বক ফ্লাক্স পরিবর্তিত হয় এবং গৌণ কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্টি হয়। মুখ্য কুণ্ডলীতে ডিসি ভোল্টেজ বা প্রবাহ প্রয়োগ করলে ট্রান্সফরমারের মজ্জার মধ্য দিয়ে ধ্রুবমানের চৌম্বক ফ্লাক্স গমন করে। এ ধ্রুবমানের চৌম্বক ফ্লাক্স $E = -N \frac{d\phi}{dt}$ সূত্রানুসারে গৌণ কুণ্ডলীতে কোনো তড়িচ্চালক বল আবিষ্টি করতে পারে না, কারণ $d\phi/dt = 0$ হয়। ফলে ইনপুট ডিসি ভোল্টেজের মান যাই হোক না কেন, আউটপুট তথা গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ সর্বদাই শূন্য হয়। তাই ট্রান্সফরমার কেবল এসি প্রবাহে কাজ করে, ডিসি প্রবাহে কাজ করে না।

গ দেওয়া আছে,
লম্বা তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহ, $I = 60A$
তার হতে বিবেচনাধীন (P) বিন্দুর দূরত্ব, $a = 40cm = 0.4m$
বের করতে হবে, P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান, $B = ?$
আমরা জানি, $B_P = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = \frac{4\pi \times 10^{-7} TmA^{-1} \times 60A}{2\pi \times 0.4m} = 3 \times 10^{-5} T$ (Ans.)

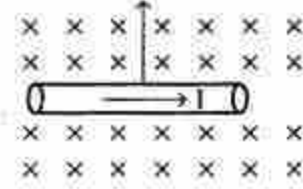
ঘ বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ, $r = 40cm = 0.4m$
এবং পাকসংখ্যা, $n = 1$
এর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহের মান, $I = 60A$
 \therefore বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র,
 $B_Q = \frac{\mu_0 n I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} TmA^{-1} \times 1 \times 60A}{2 \times 0.4m} = 9.425 \times 10^{-5} T$

$$B_Q > B_P$$

সুতরাং পরিবাহী থেকে P এবং Q বিন্দু সমদূরত্বে থাকলেও চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ভিন্ন হতে পারে এবং বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র সোজা তারের জন্য উৎপন্ন চৌম্বকক্ষেত্র হতে বেশি।

প্রশ্ন ৪ $5 \times 10^{-3} kg$ ভর, $0.6 m$ দৈর্ঘ্য এবং 0.1Ω রোধবিশিষ্ট একটি পরিবাহী তার $1.8 \times 10^{-3} T$ ফ্লাক্স ঘনত্বের সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে লম্বভাবে রাখা আছে। তারটির দুই প্রান্তে $4.5V$ বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করে এতে তড়িৎপ্রবাহ সৃষ্টি করা হলো। (চৌম্বক প্রাবল্য, $H = 1.8 \times 10^{-3} T$)

তড়িত চৌম্বক বল



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

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ একাধিক NAND গেট ব্যবহার করে অন্য যেকোনো গেট তৈরি করা সম্ভব। শুধু NAND গেট ব্যবহার করে দুই বা ততোধিক ইনপুট এর AND, OR, NOT মৌলিক অপারেশনগুলো করা সম্ভব। তাই NAND কে সার্বজনীন গেট বলা হয়।

গ দেওয়া আছে, চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব, $B = 1.8 \times 10^{-3} T$
চৌম্বক প্রাবল্য, $H = 1.8 \times 10^{-3} T$
বের করতে হবে, চৌম্বক প্রবেশ্যতা, $\mu = ?$
আমরা জানি, $B = \mu H$

$$\therefore \mu = \frac{B}{H} = \frac{1.8 \times 10^{-3} T}{1.8 \times 10^{-3} T} = 100 \text{ (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি, B মানের চৌম্বক ক্ষেত্রে \vec{l} দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে I মাত্রার তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর ওপর প্রযুক্ত চৌম্বক বল, $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B} = I B \sin \theta \hat{n}$

θ হলো \vec{l} ও \vec{B} ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যকার কোণ

$$\text{উদ্বীপকের তথ্যানুযায়ী, } I = \frac{V}{R} = \frac{4.5V}{0.1\Omega} = 45A$$

$$l = 0.6m, B = 1.8 \times 10^{-3} T, \theta = 90^\circ$$

$$\therefore |\vec{F}| = I B \sin \theta = 45A \times 0.6m \times 1.8 \times 10^{-3} T \times \sin 90^\circ = 0.0486N = 0.049N$$

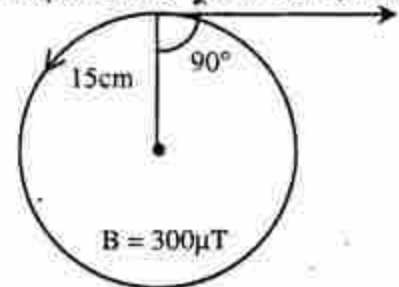
ফ্রেমিং এর বাম হস্ত নিয়ম অনুসারে পরিবাহী তারটির ওপর প্রযুক্ত চৌম্বক বলের দিক ওপরের দিকে।

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

$$\therefore \text{তারের ওজন, } W = mg = 5 \times 10^{-3} kg \times 9.8 ms^{-2} = 0.049N = F$$

অর্থাৎ, চৌম্বক বল এবং তারের ওজন সমান বলে তারটি চৌম্বকক্ষেত্রে সাম্যাবস্থায় থাকবে। কাজেই উক্তিটি যথার্থ।

প্রশ্ন ৫ একটি তড়িৎবাহী তার কুণ্ডলী যার ব্যাসার্ধ 15 cm.



দি. বো. ২০১৭/

- ক. স্বকীয় আবেশ কী? ১
খ. ভৌগোলিক ও চৌম্বক মধ্যতলের অন্তর্ভুক্ত কোণ ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্বীপকের বৃত্তাকার কুণ্ডলীর 62 পাকের জন্য তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. তার কুণ্ডলীটি থেকে পরিধির সমান অংশ নিয়ে সোজা করে লম্বা তারটি থেকে বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্বের কি পরিবর্তন ঘটবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ পরিবর্তনের ফলে ঐ কুণ্ডলীতে যে তড়িৎচৌম্বক আবেশ ঘটে তাকে স্বকীয় আবেশ বলে।

খ কোন স্থানে মুক্তভাবে বুলবুল স্থির চুম্বকের চৌম্বক-অক্ষ বরাবর এবং ভূপৃষ্ঠের সাথে লম্ব কল্পিত তলকে ঐ স্থানের চৌম্বক মধ্যতল বলে।

কোনো স্থানে ভৌগোলিক উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরু বরাবর এবং ভূ-পৃষ্ঠের সাথে লম্ব কল্পিত তল হচ্ছে ঐ স্থানের ভৌগোলিক মধ্যতল।

চৌম্বক মধ্যতল ও ভৌগোলিক মধ্যতল এক হয় না। এদের মধ্যে কিছু কৌণিক ব্যবধান থাকে। একে বিচ্যুতি বলে।

গ দেওয়া আছে,

তড়িৎবাহী বৃত্তাকার তার কুণ্ডলীর

ব্যাসার্ধ, $r = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$

পাকসংখ্যা, $N = 62$

সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র, $B = 300 \mu\text{T} = 300 \times 10^{-6} \text{ T}$

তড়িৎ প্রবাহ, $i = ?$

আমরা জানি,

বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র,

$$B = \frac{\mu_0 N i}{2r}$$

$$\text{বা, } i = \frac{B \cdot 2r}{\mu_0 N}$$

$$= \frac{300 \times 10^{-6} \text{ T} \times 2 \times 0.15 \text{ m}}{4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1} \times 62}$$

$$= 1.155 \text{ A. (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

তড়িৎবাহী তার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ, $r = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$

\therefore তার কুণ্ডলীর পরিধি, $2\pi r = 2 \times 3.1416 \times 0.15$

$$= 0.94248 \text{ m}$$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 1.155 \text{ A}$; [(গ) হতে]

দূরত্ব, $a = 0.15 \text{ m}$

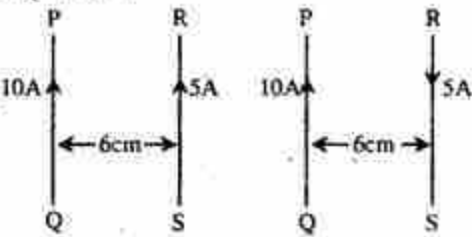
চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব, $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a}$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm.A}^{-1} \times 1.155 \text{ A}}{2 \times 3.1416 \times 0.15 \text{ m}}$$

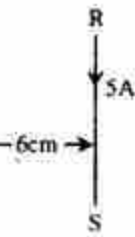
$$= 1.54 \times 10^{-6} \text{ T} = 1.54 \mu\text{T}$$

যা পূর্বের চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব তথা চৌম্বকক্ষেত্রের মান $300 \mu\text{T}$ হতে অনেক কম। অর্থাৎ বলা যায়, তার কুণ্ডলী থেকে পরিধির সমান অংশ নিয়ে সোজা করে লম্বা তারটি থেকে বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব কমবে।

প্রশ্ন ৬



চিত্র-১



চিত্র-২

চিত্র-১ ও চিত্র-২ এ PQ ও RS দুটি সমান্তরাল তড়িৎ প্রবাহবাহী তার।

[ক. বো. ২০১৭]

ক. হল বিভব কী?

১

খ. ঢাকার বিচ্যুতি 30°E বলতে কী বোঝ?

২

গ. উদ্দীপকের তার দুটির প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় করো।

৩

ঘ. চিত্র-১ ও চিত্র-২ এর RS পরিবাহীর একক দৈর্ঘ্যের উপর ক্রিয়াশীল বলের দিক একই হবে না— উপযুক্ত সূত্র প্রয়োগ করে ব্যাখ্যা করো।

৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পাত আকারের তড়িৎবাহী পরিবাহীকে চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে স্থাপন করা হলে তড়িৎ প্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর দুই বিপরীত পৃষ্ঠে যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হয় তাকে হল বিভব বলে।

খ ঢাকার বিচ্যুতি 30°E বলতে বোঝায় ঢাকায় মুক্তভাবে স্থাপিত চুম্বক শলাকার উত্তরমেরু ভৌগোলিক মধ্যতলের সাথে 30° কোণ করে পূর্ব পাশে অবস্থান করে।

গ দেওয়া আছে,

PQ পরিবাহীতে প্রবাহ, $i_1 = 10 \text{ A}$

RS পরিবাহীতে প্রবাহ, $i_2 = 5 \text{ A}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $r = 6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}$

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

একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল বল, $F = ?$

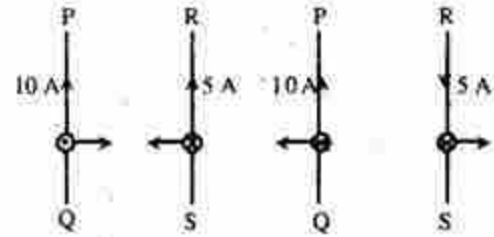
জানা আছে,

$$F = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi r}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1} \times 10 \text{ A} \times 5 \text{ A}}{2\pi \times 0.06 \text{ m}}$$

$$= 1.67 \times 10^{-4} \text{ N (Ans.)}$$

ঘ



চিত্র-১

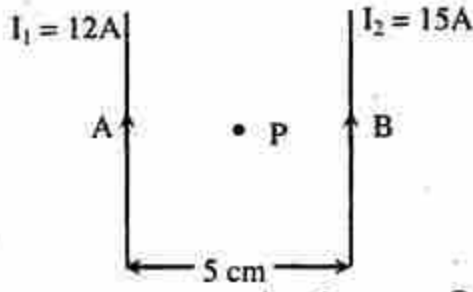
চিত্র-২

চিত্র-১ এ ফ্রেমিং-এর দক্ষিণ হস্ত নিয়ম অনুসারে PQ পরিবাহীতে 10 A তড়িৎ প্রবাহের জন্য RS এর উপর যেকোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক হবে কাগজ তলের সাথে লম্ব ভিতরের দিকে (\times চিহ্ন)। আবার ফ্রেমিং-এর বাম হস্ত নিয়ম অনুসারে RS এর উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের দিক হবে RS এর লম্ব বরাবর PQ এর দিকে।

আবার, RS পরিবাহীতে 5 A তড়িৎ প্রবাহের জন্য PQ এর উপর যেকোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক হবে কাগজ তলের সাথে লম্ব বাইরের দিকে (\bullet চিহ্ন)। ফ্রেমিং-এর বাম হস্ত নিয়ম অনুসারে PQ এর উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের দিক হবে PQ এর লম্ব বরাবর RS এর দিকে। অর্থাৎ PQ ও RS পরস্পরকে আকর্ষণ করবে।

চিত্র-২ এ ফ্রেমিং-এর দক্ষিণ হস্ত নিয়ম অনুসারে PQ পরিবাহীতে 10 A তড়িৎ প্রবাহের জন্য RS এর উপর যেকোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক হবে কাগজ তলের সাথে লম্ব ভিতরের দিকে (\times চিহ্ন)। ফ্রেমিং-এর বাম হস্ত নিয়ম অনুসারে RS এর উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের দিক হবে RS এর লম্ব বরাবর PQ এর বিপরীত দিকে।

আবার, RS পরিবাহীতে 5 A তড়িৎ প্রবাহের জন্য PQ এর উপর যেকোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক হবে কাগজ তলের সাথে লম্ব ভিতরের দিকে (\times চিহ্ন)। ফ্রেমিং-এর বাম হস্ত নিয়ম অনুসারে PQ এর উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের দিক হবে PQ এর লম্ব বরাবর RS এর বিপরীত দিকে। অর্থাৎ PQ ও RS পরস্পরকে বিকর্ষণ করবে।



চিত্রে পরস্পরের সমান্তরালে 10m সমদৈর্ঘ্যের প্রবাহবাহী দুটি পরিবাহীর মধ্যবর্তী দূরত্ব 5cm। P বিন্দুটি তার দুটির মধ্যবিন্দুতে অবস্থিত।

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

- লরেঞ্জ বল কি? ১
- কোনো কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাংক 8H বলতে কী বুঝায়? ২
- A-তারের প্রতি একক দৈর্ঘ্যে চৌম্বক বলের মান কত? ৩
- B-তারের প্রবাহ বিপরীতমুখী করলে P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র পরিবর্তিত হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৭ 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 কোন কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাংক 8H বলতে বুঝায়, সেই কুণ্ডলীতে প্রতি সেকেন্ডে তড়িৎ প্রবাহ 1A হারে পরিবর্তিত হলে উক্ত কুণ্ডলীতে 8V তড়িৎ চালক শক্তি আবিষ্ট হয়।

গ ৬(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $7.2 \times 10^{-4} \text{V}$ ।

ঘ এখানে, A-তারা তড়িৎ প্রবাহ, $i_1 = 12\text{A}$

B-তারা তড়িৎ প্রবাহ, $i_2 = 15\text{A}$

তারদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $r = 5\text{cm} = 0.05\text{m}$

A তার হতে P বিন্দুর দূরত্ব = B তার হতে P বিন্দুর দূরত্ব, $d = 0.025 \text{m}$

A তারের জন্য P বিন্দুর চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য,

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{Wb/mA} \times 12\text{A}}{2\pi \times 0.025} = 9.6 \times 10^{-5} \text{Wb/m}^2$$

ফ্রেমিং এর ডানহস্ত নিয়মানুযায়ী, B_1 এর দিক কাগজ তলের লম্ব বরাবর ভেতরের দিকে।

আবার,

B তারের জন্য P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য,

$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{Wb/Am} \times 15\text{A}}{2\pi \times 0.025 \text{m}} = 1.2 \times 10^{-4} \text{Wb/m}^2$$

ফ্রেমিং এর ডানহস্ত নিয়মানুযায়ী B_2 এর দিক কাগজ তলের লম্ব বরাবর বাইরের দিকে অথবা B_1 এর বিপরীত দিকে।

সুতরাং, P বিন্দুতে লম্বি চৌম্বক প্রাবল্য, $B = B_2 - B_1$

$$= 1.2 \times 10^{-4} \text{Wb/m}^2 - 9.6 \times 10^{-5} \text{Wb/m}^2 = 2.4 \times 10^{-5} \text{Wb/m}^2$$

B এর দিক হবে কাগজ তলের সাথে লম্ব বরাবর বাইরের দিকে।

আবার, B তারের প্রবাহ বিপরীতমুখী করলে ফ্রেমিং এর ডানহস্ত নিয়মানুযায়ী B_2 চৌম্বকক্ষেত্রের দিক পরিবর্তিত হবে এবং তার দিক হবে কাগজ তলের লম্ব বরাবর ভেতরের দিক অর্থাৎ B_1 এর দিকের অনুরূপ।

অতএব, P বিন্দুতে লম্বি প্রাবল্য, $B' = B_1 + B_2$

$$= 1.2 \times 10^{-4} \text{Wb/m}^2 + 9.6 \times 10^{-5} \text{Wb/m}^2 = 2.16 \times 10^{-4} \text{Wb/m}^2 \neq 2.4 \times 10^{-5} \text{Wb/m}^2$$

B এর দিক হবে কাগজ তলের সাথে লম্ব বরাবর ভিতরের দিকে

সুতরাং, P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান ও দিক উভয়ই পরিবর্তিত হবে।

প্রশ্ন ৮ পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে একদল শিক্ষার্থী 5 সেন্টিমিটার ব্যাসার্ধ এবং 250 পাকবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ভিতর দিয়ে 20A তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে এবং কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র B এর মান নির্ণয় করে। তারপর কুণ্ডলীর তারটিকে সোজা করে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ চালিয়ে কয়েলের ব্যাসার্ধের সমান দূরত্বের কোনো বিন্দুতে B এর মান নির্ণয় করে। এমতাবস্থায় প্রবাহ স্থির রেখে পরিবাহীকে 5 Tesla মানের চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে স্থাপন করা হলো।

/ক্. বো. ২০১৪/

- অ্যাম্পিয়ারের সংজ্ঞা দাও। ১
- সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল বল কী কী বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল? ২
- উদ্দীপকে তারটি সোজা করার পরে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত অবস্থায় এর ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান কত? ৩
- উদ্দীপকের আলোকে কোন ক্ষেত্রে B এর মান বেশি পাবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শূন্য মাধ্যমে 1m দূরত্বে অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের দুটি সরু সমান্তরাল তারের প্রতিটির মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ তড়িৎপ্রবাহ চললে তারদ্বয়ের মধ্যে প্রতি মিটারে $2 \times 10^{-7} \text{N}$ পরিমাণ বল ক্রিয়া করে তাকে এক অ্যাম্পিয়ার বলে।

খ সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রে গতিশীল চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল বল নিম্নোক্ত বিষয়সমূহের ওপর নির্ভরশীল—

- চার্জের পরিমাণ (q)
- চৌম্বক ক্ষেত্রের মান (B)
- চার্জের বেগ (v)
- চৌম্বক ক্ষেত্র ও চার্জের গতির দিকের মধ্যবর্তী কোণ (θ)

গ এখানে কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ, $r = 5\text{cm} = 0.05\text{m}$

পাকসংখ্যা, $n = 250$

$$\text{তারের দৈর্ঘ্য, } l = 2\pi r \times n = 2 \times 3.1416 \times 0.05\text{m} \times 250 = 78.54\text{m}$$

প্রবাহের মান, $I = 20\text{A}$

চৌম্বক ক্ষেত্রের মান, $B = 5\text{T}$

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

বের করতে হবে, সোজা তারের ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান, $F = ?$

আমরা জানি, $F = IB \sin\theta$

$$= 20\text{A} \times 5\text{T} \times 78.54\text{m} \times \sin 90^\circ = 7854\text{N (Ans.)}$$

ঘ প্রথম ক্ষেত্রে,

কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ, $r = 0.05\text{m}$

পাকসংখ্যা, $n = 250$

তড়িৎপ্রবাহের মান, $I = 20\text{A}$

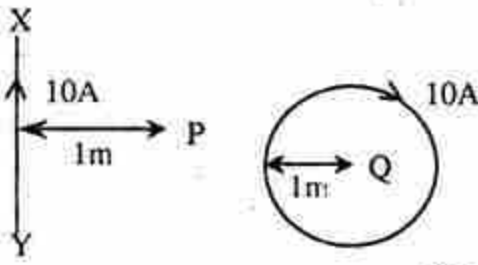
কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$$B = \frac{\mu_0 n I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{TmA}^{-1} \times 250 \times 20\text{A}}{2 \times 0.05\text{m}} = 0.06283\text{T}$$

লম্বা সোজা তার হতে $r = 0.05\text{m}$ দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান,

$$B' = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{TmA}^{-1} \times 20\text{A}}{2 \times 3.14 \times 0.05\text{m}} = 8 \times 10^{-5} \text{T} \ll 0.06283\text{T} (=B)$$

সুতরাং প্রথম ক্ষেত্রে (কুণ্ডলী) B এর মান বেশি পাওয়া যাবে।



সি. বো. ২০১৭

- ক. হল ক্রিয়া কী? ১
খ. ঢাকার বিনতি $31^\circ N$ বলতে কী বোঝায়? ২
গ. XY তারের দ্বারা P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বের কর। ৩
ঘ. "P ও Q বিন্দুর যে কোনো একটি বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে।" - গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো পাত আকারের তড়িৎবাহী পরিবাহীকে চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে স্থাপন করা হলে তড়িৎ প্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর দুই বিপরীত পৃষ্ঠে কিছু বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হওয়ার ঘটনাকে হল ক্রিয়া বলে।

খ. ঢাকার বিনতি $31^\circ N$ বলতে বুঝায় ঢাকায় চৌম্বক মধ্যতলে ভারকেন্দ্রগামী অনুভূমিক অক্ষের সাপেক্ষে উন্নয়নে মুক্তভাবে ঘূর্ণনক্ষম চুম্বক শলাকার উত্তর মেরু 31° কোণে নত হয়।

গ. দেওয়া আছে,

তড়িৎ প্রবাহ, $i = 10A$

P বিন্দুর দূরত্ব, $a = 1m$

P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান, $B = ?$

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

আমরা জানি, অসীম দৈর্ঘ্যের প্রবাহীর থেকে a দূরত্বে অবস্থিত কোন বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান,

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

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

$$= 2 \times 10^{-6} T \text{ (Ans.)}$$

ঘ. 'গ' অংশ থেকে পাই, P বিন্দুর চৌম্বকক্ষেত্রের মান $2 \times 10^{-6} T$ উদ্দীপক থেকে পাই,

Q বিন্দুর দূরত্ব, $r = 1m$

কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ, $i = 10 A$

আমরা জানি, বৃত্তাকার কেন্দ্রে অর্থাৎ Q বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান,

$$B' = \frac{\mu_0 i}{2r}$$

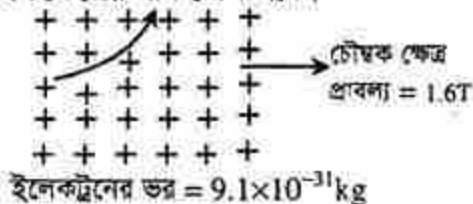
$$\text{বা, } B' = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2}$$

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

অর্থাৎ, $B' > B$

অতএব, Q বিন্দুর চৌম্বকক্ষেত্রের মান বেশি হবে।

প্রশ্ন ১০



চিত্রে $6.7 \times 10^{-27} kg$ ভর এবং $3.2 \times 10^{-19} C$ চার্জবিশিষ্ট একটি কণা একটি সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে $2.5 \times 10^8 ms^{-1}$ বেগে প্রবেশ করে।

সি. বো. ২০১৭

- ক. স্বকীয় আবেশ কী? ১
খ. ডায়াচৌম্বক পদার্থে চৌম্বক মোমেন্ট থাকে না কেন? ২
গ. কণাটির উপর কত বল ক্রিয়াশীল হবে? ৩
ঘ. পরবর্তীতে একটি ইলেকট্রন একই চৌম্বকক্ষেত্রে একই বেগে প্রবেশ করলে প্রথম কণাটির এবং ইলেকট্রনটির গতিপথের ব্যাসার্ধ কি একই হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তনের ফলে ঐ কুণ্ডলীতে যে তড়িৎচৌম্বক আবেশ ঘটে তাকে স্বকীয় আবেশ বলে।

খ. ডায়াচৌম্বক পদার্থের অণুস্থ বিভিন্ন ইলেকট্রনের কক্ষীয় ও স্পিন গতির জন্য সৃষ্ট চৌম্বক ড্রামকের ভেক্টর যোগফল শূন্য হয়। তাই এ সব পদার্থের প্রত্যেকটি অণুর চৌম্বক দ্বিমেরু ড্রামক শূন্য। ফলে ডায়াচৌম্বক পদার্থে কোনো চৌম্বক মোমেন্ট থাকে না।

গ. দেওয়া আছে,

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

কণাটির বেগ, $v = 2.5 \times 10^8 ms^{-1}$

চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য, $B = 1.6 T$ বের করতে হবে, কণাটির উপর ক্রিয়ারত বল, $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = qvB \sin \theta$$

$$= (3.2 \times 10^{-19}) \times (2.5 \times 10^8) \times (1.6) \times \sin(90^\circ)$$

$$= 1.28 \times 10^{-10} N \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে,

প্রথম কণাটির ক্ষেত্রে,

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

প্রাবল্য, $B = 1.6 T$

ভর, $m = 6.7 \times 10^{-27} kg$

গতিপথের ব্যাসার্ধ r_1 হলে,

$$qvB = \frac{mv^2}{r_1}$$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{mv}{qB}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-27} \times 2.5 \times 10^8}{3.2 \times 10^{-19} \times 1.6}$$

$$= 3.27 m$$

ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে,

চার্জ, $q = 1.6 \times 10^{-19} C$

ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} kg$

গতিপথের ব্যাসার্ধ r_2 হলে,

$$r_2 = \frac{mv}{qB}$$

$$= \frac{9.1 \times 10^{-31} \times 2.5 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 1.6}$$

$$= 8.8 \times 10^{-4} m$$

অর্থাৎ, $r_1 > r_2$

অতএব, পরবর্তীতে একটি ইলেকট্রন একই চৌম্বকক্ষেত্রে একই বেগে প্রবেশ করলে প্রথম কণার গতিপথের ব্যাসার্ধ r_1 ইলেকট্রনের গতিপথের ব্যাসার্ধ r_2 থেকে বড় হবে।

প্রশ্ন ১১ 2m লম্বা সোজা তারের মধ্য দিয়ে 4A তড়িৎ প্রবাহিত করলে তার হতে 0.16m দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান তারটি বৃত্তাকার করলে কেন্দ্রে উৎপন্ন চৌম্বক ক্ষেত্রের চেয়ে কম। আবার তারটি পেঁচিয়ে 10 পাকের কুণ্ডলী তৈরি করলে কেন্দ্রে যে চৌম্বক ক্ষেত্র তৈরি হয় তা এক পাকের ক্ষেত্রের 100 গুণ।

সি. বো. ব. বো. ২০১৬

ক. পারস্পরিক আবেশ কাকে বলে? ১

খ. কোনো পরিবাহীর পরিবাহিতা 0.2 সিমেন্স বলতে কী বোঝায়? ২

গ. উদ্দীপকের তারটি হতে 0.16m দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকের বস্তুর সঠিকতা যাচাই কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোন একটি কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তন করলে নিকটবর্তী অন্য একটি কুণ্ডলীতে যে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ সৃষ্টি হয় তাকে পারস্পরিক আবেশ বলে।

ক. কোন পরিবাহকের পরিবাহীতা 0.2 সিমেন্স বলতে বোঝায় যে, ঐ পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 1V হলে তার মধ্য দিয়ে 0.2A তড়িৎ প্রবাহ চলে। সিমেন্স পরিবাহীতার একক যা রোধের একক ওহম এর বিপরীত রাশি।

খ. μ_0 নং সৃজনশীল প্রণোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $5 \times 10^{-6} \text{ T}$

গ. সোজা তারের জন্য চৌম্বকক্ষেত্র, $B = 5 \times 10^{-6} \text{ T}$

এখন তারটিকে পেঁচিয়ে এক পাকের বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিণত করলে,

$$2\pi r_1 = 2$$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{1}{\pi} = 0.318 \text{ m}$$

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

$$I = 4 \text{ A}$$

\therefore এক পাকের বৃত্তাকার কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র,

$$B' = \frac{\mu_0 I}{2r_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4}{2 \times 0.318} = 7.89 \times 10^{-6} \text{ T}$$

যা সোজা তারের চৌম্বকক্ষেত্রের চেয়ে বেশি অর্থাৎ $B' > B$

আবার, পেঁচিয়ে $N = 10$ পাকের কুণ্ডলী তৈরি করলে

$$2\pi r_2 \times N = 2$$

$$\text{বা, } r_2 = \frac{1}{N\pi} = \frac{r_1}{N}$$

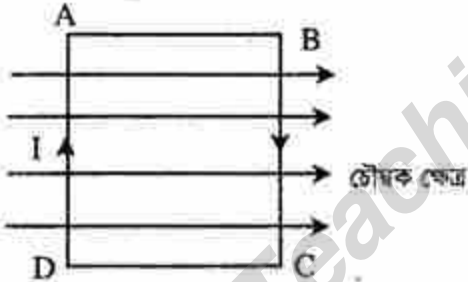
\therefore বর্তমানে কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র, $B'' = \frac{\mu_0 NI}{2r_2}$

$$\frac{B''}{B'} = \frac{\mu_0 NI}{2r_2} \times \frac{2r_1}{\mu_0 I} = \frac{Nr_1}{r_2} = \frac{Nr_1}{\frac{r_1}{N}} = N^2 = 10^2 = 100$$

$\therefore B'' = 100 B'$

সুতরাং উদ্দীপকের বস্তু সঠিক।

প্রশ্ন ১২



চিত্রে ABCD একটি আয়তাকার কুণ্ডলী। এর পাকসংখ্যা = 100। প্রযুক্ত

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

দৈর্ঘ্য = 15cm

প্রস্থ = 10cm এবং

প্রবাহ = 1A

/য. বো. ২০১৭/

ক. বায়োটে-স্যাভার্ট এর সূত্রটি বিবৃত কর। ১

খ. ট্রান্সফর্মার AC তে চলে কিন্তু DC তে চলে না—ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কুণ্ডলীটির চৌম্বক ড্রামক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. কুণ্ডলীটিকে বৃত্তাকার করা হলে টর্কের কিরূপ পরিবর্তন হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নির্দিষ্ট মাধ্যমে কোনো পরিবাহীর ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের ভিতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর আশ-পাশের কোনো বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মান পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক, পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের সমানুপাতিক, পরিবাহীর মধ্যবিন্দু ও ঐ বিন্দুর সংযোজক সরলরেখা পরিবাহীর মধ্যবিন্দুতে স্পর্শকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তার sine এর সমানুপাতিক এবং পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।

খ. ট্রান্সফর্মার কখনো DC লাইনে ব্যবহার করা যায় না, কারণ DC তে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন হয় না ফলে তড়িতচৌম্বক আবেশ ঘটে না। তাই প্রাইমারী কুণ্ডলীতে যে পরিমাণ ভোল্টেজই প্রয়োগ করা হোক না কেন সেকেন্ডারী কুণ্ডলীতে আউটপুট শূন্য হয়। কিন্তু AC লাইনে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন হয় ফলে তড়িতচৌম্বক আবেশ ঘটে। তাই ট্রান্সফর্মার AC তে চলে কিন্তু DC তে চলে না।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{দৈর্ঘ্য, } l = 15 \text{ cm}$$

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

$$= 0.15 \text{ m}$$

$$\text{প্রস্থ, } b = 10 \text{ cm}$$

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

$$= 0.1 \text{ m}$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = 1 \text{ A}$$

$$\text{পাকসংখ্যা, } N = 100$$

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

আমরা জানি,

$$\text{চৌম্বক ড্রামক, } M = NIA$$

$$\text{বা, } M = 100 \times 1 \times 0.015 \text{ Am}^2$$

$$= 1.5 \text{ Am}^2 \text{ (Ans.)}$$

ঘ. আয়তাকার কুণ্ডলীটিকে বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিণত করা হলে যদি বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ r হয়, তবে

$$2\pi r = 2(l + b)$$

$$\text{বা, } r = \frac{l + b}{\pi}$$

$$\therefore \text{ক্ষেত্রফল, } A' = \pi r^2 = \pi \times \frac{(l + b)^2}{\pi^2} = \frac{(l + b)^2}{\pi} = \frac{(0.15 + 0.1)^2}{3.1416}$$

$$= 0.199 \text{ m}^2$$

$$\text{চৌম্বকক্ষেত্র, } B = 1.5 \times 10^{-2} \text{ T}$$

আয়তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে টর্ক, $\tau = NIAB$

$$\text{বা, } \tau = 100 \times 1 \times 0.015 \times 1.5 \times 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$\therefore \tau = 0.0225 \text{ N}\cdot\text{m}$$

বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে টর্কের মান, $\tau' = NA'B$

$$= 100 \times 1 \times 0.0199 \times 1.5 \times 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$= 0.02985 \text{ N}\cdot\text{m}$$

অর্থাৎ, বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিবর্তন করায় টর্কের মান বৃদ্ধি পাবে $(0.02985 - 0.0225) \text{ N}\cdot\text{m} = 0.00735 \text{ N}\cdot\text{m}$ ।

প্রশ্ন ১৩ একজন বিজ্ঞানমনস্ক ছাত্র 3 cm দৈর্ঘ্য ও 2 cm প্রস্থবিশিষ্ট একটি আয়তাকার কুণ্ডলীকে $1.5 \times 10^3 \text{ Am}^{-1}$ চৌম্বক ক্ষেত্রের তলের সমকোণে স্থাপন করল। তারপর কুণ্ডলীর ভিতর দিয়ে 2 amp তড়িৎ প্রবাহিত করে দেখল যে, কুণ্ডলীটি চৌম্বক ক্ষেত্র হতে 30° কোণে বিক্ষিপ্ত হয়েছে।

/য. বো. ২০১৬/

ক. কুরী বিন্দু কী? ১

খ. ডায়াচৌম্বক পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সত্ত্বেও চুম্বক দ্বারা বিকর্ষিত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

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

ঘ. উদ্দীপকের কুণ্ডলীটি যদি চৌম্বকক্ষেত্রের তলের সাথে 90° কোণে বিক্ষিপ্ত হয় তবে কৃত কাজের হিসাব বের করা সম্ভব কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখাও। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. কৌণিক বেগের পরিবর্তনের কারণে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কক্ষীয় চৌম্বক মোমেন্টও পরিবর্তিত হয়। কৌণিক বেগ হ্রাস পেলে চৌম্বক মোমেন্টের মান হ্রাস পায়, আর বেগ বৃদ্ধি হলে মোমেন্টের মান বাড়ে।

সূত্রাং, দেখা যাচ্ছে যে ডায়াচৌম্বক পদার্থের উপর চৌম্বকক্ষেত্র \vec{B} প্রয়োগ করলে একটি চৌম্বক মোমেন্ট আবিষ্টি হয় এবং এর অভিমুখ বহিঃস্থ চৌম্বকক্ষেত্র \vec{B} এর বিপরীত, ফলে বিকর্ষণ হয়। তাই ডায়াচৌম্বক পদার্থ চৌম্বক পদার্থ হওয়া সত্ত্বেও চুম্বক দ্বারা বিকর্ষিত হয়।

গ এখানে,

$$\text{কুণ্ডলীর দৈর্ঘ্য, } L = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

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

$$\text{কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল, } A = Lb$$

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

$$= 6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা, } N = 1$$

$$\text{প্রবাহ, } I = 2 \text{ A}$$

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

কুণ্ডলীতল চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে লম্ব হলে, তল ভেক্টর চৌম্বক ক্ষেত্রের সমান্তরাল হয়, সেক্ষেত্রে $\theta = 0^\circ$ হবে

$$\text{ক্রিয়াশীল টর্ক, } \tau = ?$$

আমরা জানি,

$$\tau = NIAB \sin \theta$$

$$= 1 \times (2 \text{ A}) \times (6 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \times (1.5 \times 10^3 \text{ Am}^{-1}) \times (\sin 0^\circ)$$

$$\therefore \tau = 0 \text{ (Ans.)}$$

ঘ যেহেতু কুণ্ডলীর উপর প্রাথমিক টর্ক শূন্য, সেহেতু কুণ্ডলীটি বিক্ষিপ্ত করতে হলে প্রাথমিকভাবে একে হালকা ঘুরিয়ে দিতে হবে অর্থাৎ বাইরে থেকে একটি প্রাথমিক ঘূর্ণন সৃষ্টি করতে হবে।

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

কুণ্ডলীটি চৌম্বকক্ষেত্রের তলের সাথে 90° কোণে বিক্ষিপ্ত হলে কৃত কাজ হবে,

$$W = \int_0^{\pi/2} \tau d\theta$$

$$= \int_0^{\pi/2} NIAB \sin \theta d\theta$$

$$= NIAB \int_0^{\pi/2} \sin \theta d\theta$$

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

$$= NIAB [-\cos \pi/2 + \cos 0]$$

$$= NIAB [0 + 1]$$

$$= NIAB$$

$$= 1 \times 2 \times 6 \times 10^{-4} \times 1.5 \times 10^3$$

$$= 1.8 \text{ J}$$

$$\therefore 1.8 \text{ J কাজ করতে হবে। (Ans.)}$$

প্রশ্ন ১৪ 0.001 m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একখন্ড ইস্পাতকে চুম্বকায়ন করার জন্য একটি চুম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলো। চৌম্বক প্রাবল্যের মান যত বৃদ্ধি করা হয় চুম্বকায়নের মাত্রা তত বৃদ্ধি পায়। কিন্তু চুম্বকায়ন মাত্রা একটি সম্পূর্ণ মানে পৌঁছার পর চৌম্বক প্রাবল্যের বৃদ্ধির সাথে চুম্বকায়ন মাত্রা আর বৃদ্ধি পায় না। অবশেষে ইস্পাত খন্ডটি 1 Am মেবুশক্তির একখন্ড চুম্বকে পরিণত হলো।

[সি. নো. ২০১০]

ক. সান্ট কাকে বলে?

১

খ. তুল্যরোধ এবং তুল্য ধারকত্বের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ইস্পাত খন্ডকে চুম্বকে পরিণত করার ফলে উহার চুম্বকায়ন মাত্রা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. চুম্বকায়ন মাত্রা বনাম চৌম্বক প্রাবল্যের লেখ অঙ্কনপূর্বক চৌম্বক সম্পৃক্তি ব্যাখ্যা কর।

৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্যালভানোমিটার বা অ্যামিটারের মতো অত্যন্ত সুবেদী যন্ত্রগুলোর মধ্য দিয়ে যাতে অধিক পরিমাণ তড়িৎ না যেতে পারে তার জন্য একটি নিম্নমানের রোধ যন্ত্রটির সাথে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হয়। একে সান্ট বলে।

খ তুল্যরোধ এবং তুল্য ধারকত্বের পার্থক্য নিম্নরূপ:

তুল্যরোধ	তুল্য ধারকত্ব
i. রোধের কোনো সমবায়ে রোধগুলোর পরিবর্তে যে একটি মাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তমান প্রবাহ ও বিভব পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না, তাই ঐ সমবায়ের তুল্য রোধ।	i. ধারকের সমবায়ের পরিবর্তে যে একটি মাত্র ধারক ব্যবহার করলে সমবায়ের বিভব পার্থক্য ও আধানের পরিবর্তন হয় না, তাই সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব।
ii. শ্রেণি সমবায়ে সজ্জিত সকল রোধের সমষ্টি তুল্যরোধের সমান।	ii. শ্রেণি সমবায়ের তুল্যধারকত্বের বিপরীত রাশি ধারকগুলোর ধারকত্বের বিপরীত রাশির সমষ্টির সমান।
iii. সমান্তরাল সমবায়ে সজ্জিত প্রতিটি রোধের বিপরীত রাশির সমষ্টি তুল্য রোধের বিপরীত রাশির সমান।	iii. সমান্তরাল সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব ধারকগুলোর ধারকত্বের সমষ্টির সমান।

গ মনে করি, ইস্পাতের দৈর্ঘ্য l

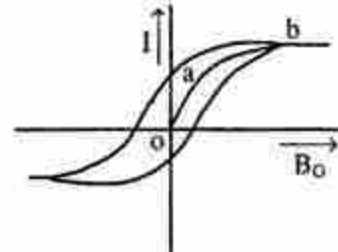
$$\text{তাহলে এর আয়তন, } V = 0.001 \text{ m}^2 \times l$$

$$\text{এবং চৌম্বক ভ্রামক, } M = \text{মেবুশক্তি} \times \text{চৌম্বক দৈর্ঘ্য}$$

$$= 1 \text{ Am} \times l \times 0.85$$

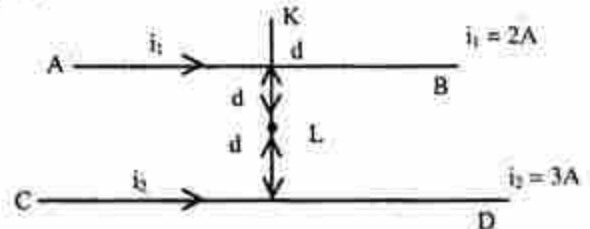
$$\therefore \text{চুম্বকায়ন মাত্রা, } I = \frac{M}{V} = \frac{1 \text{ Am} \times l \times 0.85}{0.001 \text{ m}^2 \times l} = 850 \text{ A/m (Ans.)}$$

ঘ



চুম্বকায়ন মাত্রা I এর মান চৌম্বক প্রাবল্য B_0 এর ওপর নির্ভর করে। চৌম্বক প্রাবল্যের B_0 মান চক্রাকারে পরিবর্তন করলে চুম্বকায়ন মাত্রায় (I) যে পরিবর্তন হবে তা লেখচিত্রের ন্যায় হবে। এই লেখচিত্রে B_0 কে X অক্ষে এবং I কে Y অক্ষে স্থাপন করা হয়েছে। B_0 এর মান শূন্য থেকে ক্রমাগত বৃদ্ধি করলে চুম্বকায়ন মাত্রা I এর মান বৃদ্ধি পায়। চিত্রে oab রেখার সাহায্যে এটি দেখানো হয়েছে। I এর মান b বিন্দুতে উপনীত হওয়ার পর B_0 এর মান বৃদ্ধিতে এর মান বৃদ্ধি পায় না। এই অবস্থায় চুম্বক মাত্রা সম্পূর্ণ মানে পৌঁছায়। এটিই চৌম্বক সম্পৃক্তি।

প্রশ্ন ১৫ চিত্রে i_1 প্রবাহের জন্য K বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান $8NA^{-1}m^{-1}$ ।



[সি. নো. ২০১৭]

ক. Lorentz বল কী?

১

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

২

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

৩

ঘ. i_1 প্রবাহের দিক বিপরীত করলে L বিন্দুতে লম্বি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ও দিক কীভাবে হবে বিশ্লেষণ কর।

৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থানে একই সময়ে তড়িৎ ক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্র বিদ্যমান থাকলে সেখানে একটি গতিশীল চার্জের ওপর যে লম্বি বল ক্রিয়া করে তাই Lorentz বল।

খ আমরা জানি, অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ সংকোচন প্রসারণের মাধ্যমে সঞ্চারিত হয়। বিভিন্ন দিকে বা তলে কম্পনরত তরঙ্গকে একটি দিকে বা তলে সীমাবদ্ধ করাকে তরঙ্গের সমবর্তন বলে। অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে এইরূপ বিভিন্ন তলে কম্পনরত অর্থাৎ অসমবর্তিত তরঙ্গকে বিশেষ কোনো মাধ্যমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরিত করে সমবর্তিত করা সম্ভব। কিন্তু অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে এর কম্পন বিভিন্ন তলে হয় না ফলে এদের কম্পন এক তলে আনা অর্থাৎ সমবর্তিত করার প্রশ্নই উঠে না। এ জন্য একটি সিগন্যে দুটি চিরের মধ্য দিয়ে অনুভূমিকভাবে স্থাপন করে এর এক প্রান্ত সামনে-পিছে স্পন্দিত করে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ সৃষ্টি করা হলে চিরদ্বয়ের সব অবস্থানের জন্য এ তরঙ্গ উভয় চিরকে অতিক্রম করবে। সুতরাং, বলা যায় অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সমবর্তন সম্ভব নয়।

গ ১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $5 \times 10^{-8} \text{ m}$

ঘ এখানে, $i_1 = 2 \text{ A}$
 $i_2 = 3 \text{ A}$

প্রত্যেক তার হতে L বিন্দুর দূরত্ব, $d = 5 \times 10^{-8} \text{ m}$

∴ BA বরাবর i_1 প্রবাহের দরুন L বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র,

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 5 \times 10^{-8}} \text{ T}$$

$$= 8 \text{ T},$$

B_1 এর দিক কাগজ তলের লম্ব বরাবর বাইরের দিকে।

CD বরাবর i_2 প্রবাহের দরুন L বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র

$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3}{2\pi \times 5 \times 10^{-8}} = 12 \text{ T}$$

B_2 এর দিক কাগজতলের লম্ব বরাবর বাইরের দিকে।

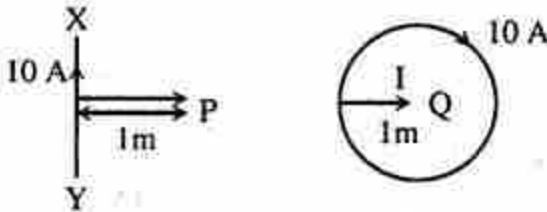
অতএব, L বিন্দুতে সৃষ্ট মোট চৌম্বকক্ষেত্র, $B_1 + B_2$

$$\text{বা, } B = B_1 + B_2 = (8 + 12) \text{ T} = 20 \text{ T}।$$

এই চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক কাগজ তলের লম্ব বরাবর বাইরের দিকে।

(Ans.)

প্রশ্ন ১৬



নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

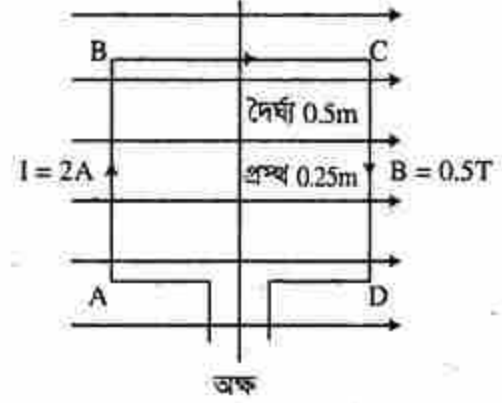
(মিজাপুর ক্যাডেট কলেজ, টাঙ্গাইল)

- ক. হল ক্রিয়া কী? ১
- খ. ঢাকার বিনতি 31°N বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. P ও Q এর মধ্যে কোন বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে— বিশ্লেষণ করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

৯ নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১৭ একটি আয়তকার তার কুন্ডলীর মধ্যদিয়ে $I = 2 \text{ A}$ তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে এবং কুন্ডলীটি $B = 0.5 \text{ T}$ চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্বের চৌম্বক ক্ষেত্রে বসানো আছে। কুন্ডলীর তল চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমান্তরাল। কুন্ডলীর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ যথাক্রমে 0.5 m ও 0.25 m । ব্যবস্থাপ্রতি নিচের চিত্রে দেখানো হলো:



(কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ)

- ক. লরেঞ্জ বল কাকে বলে? ১
- খ. 220V A.C কেন 220V D.C এর চেয়ে বেশি বিপদজনক? ২
- গ. AB ও CD বাহুতে কী পরিমাণ বল কাজ করে দিকসহ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. কুন্ডলীটি চৌম্বকক্ষেত্র তলের সাথে 30° কোণ করলে যে টর্ক সৃষ্টি হয় তা সর্বোচ্চ টর্কের অর্ধেক— উক্তিটির যথার্থতা যাচাই করো। ৪

১৭ 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 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 দেওয়া আছে,

প্রবাহমাত্রা, $I = 2 \text{ A}$

চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব, $B = 0.5 \text{ T}$

AB বা CD বাহুর দৈর্ঘ্য, $l = 0.5 \text{ m}$

দৈর্ঘ্য ভেক্টর (\vec{l}) এবং চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব (\vec{B}) ভেক্টরের মধ্যকার কোণ, $\theta = 90^\circ$

বের করতে হবে, ক্রিয়াশীল বল, $F = ?$

আমরা জানি, এরূপ ক্ষেত্রে, $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$

$$\therefore F = |\vec{F}| = I B \sin \theta = 2 \text{ A} \times 0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ T} \sin 90^\circ$$

$$= 0.5 \text{ N}$$

ফ্রেমিং-এর ডানহস্তী নিয়ম ব্যবহার করে পাই, AB এর ওপর বলের দিক হবে খাড়া নিচের দিকে এবং CD এর ওপর বলের দিক হবে খাড়া ওপর দিকে।

ঘ আমরা জানি, N পাকবিশিষ্ট কুন্ডলীতে I মানের তড়িৎ প্রবাহিত হলে

যদি কুন্ডলীর তল ভেক্টর \vec{A} এবং এটি চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখা আছে তার

চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্র ভেক্টর \vec{B} হয় তবে কুন্ডলীর ওপর প্রযুক্ত টর্ক, $\vec{T} =$

$$N I \vec{A} \times \vec{B}$$

এখানে, পাকসংখ্যা $N = 1$ এবং তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $I = 2 \text{ A}$

$$\text{তল ভেক্টরের মান, } A = |\vec{A}| = \text{দৈর্ঘ্য} \times \text{প্রস্থ} = 0.5 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$$

$$= 0.125 \text{ m}^2$$

চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব, $B = 0.5T$

B এর মান সর্বোচ্চ হবে যদি $\theta = \pm 90^\circ$ হয়, অর্থাৎ

তল ভেক্টর (\vec{A}) এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের (\vec{B}) মধ্যকার কোণ যখন 90° হয়।

উদ্দীপকের চিত্রে, কুণ্ডলীর তল চৌম্বকক্ষেত্রের দিকের সাথে সমান্তরাল।
যেহেতু তল ভেক্টরের দিক হয় তলের লম্ব বরাবর, তাই উদ্দীপকের
চিত্রানুযায়ী $\theta = 90^\circ$ এবং এক্ষেত্রে সর্বোচ্চ পরিমাণ টর্ক সৃষ্টি হবে। উক্ত
টর্কের মান $= 1 \times 2 \times 0.125 \times 0.5 \times 1$
 $= 0.125 \text{ Nm}$

কুণ্ডলীটি চৌম্বকক্ষেত্র তলের সাথে 30° কোণ করলে তল ভেক্টর (\vec{A}) ও

চৌম্বক আবেশ ঘনত্ব ভেক্টর (\vec{B}) এর মধ্যকার কোণ হয় $= 90^\circ - 30^\circ$
 $= 60^\circ$

সেক্ষেত্রে টর্কের মান $= 1 \times 2 \times 0.125 \times 0.5 \times \sin 60^\circ$
 $= 0.10825 \text{ Nm}$

লক্ষ করি, $0.10825 \text{ Nm} \neq \frac{1}{2} \times 0.125 \text{ Nm}$

সুতরাং, কুণ্ডলীটি চৌম্বক ক্ষেত্র তলের সাথে 30° কোণ করলে যে টর্ক
সৃষ্টি হয় তা সর্বোচ্চ টর্কের অর্ধেক – উক্তিটি যথার্থ নয়।

প্রশ্ন ১৮ একটি সোজা ১ মিটার তারের মধ্যে দিয়ে ৫A তড়িৎ
প্রবাহিত হচ্ছে।

(রাংপুর ক্যাডেট কলেজ)

- এক ইলেকট্রন ভোল্ট কী? ১
- পৃথিবীর বিভব শূন্য – ব্যাখ্যা করো। ২
- তারটির ৫ cm দূরে চৌম্বক ক্ষেত্র B নির্ণয় করো। ৩
- যদি তারটিকে এক পাকের একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিবর্তন
করা হয় তাহলে এর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্র B এর পরিবর্তন হবে
কি? গাণিতিকভাবে নির্ণয় করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি ইলেকট্রনকে এক ভোল্ট বিভব পার্থক্য অতিক্রম করতে যে
কাজ করতে হয় তাকে এক ইলেকট্রন ভোল্ট বলে।

খ পৃথিবী তড়িৎ পরিবাহী। কোনো চার্জিত বস্তুকে ভূ-সংযুক্ত করা হলে
তা নিস্শক্তি হয়। ধনাত্মক চার্জিত বস্তুকে ভূ-সংযুক্ত করা হলে পৃথিবী
থেকে ইলেকট্রন এসে বস্তুটিকে নিস্শক্তি করে। আর ঋণাত্মক চার্জিত
বস্তুকে ভূ-সংযুক্ত করা হলে বস্তু থেকে ইলেকট্রন পৃথিবীতে চলে যায়
ফলে বস্তুটি নিস্শক্তি হয়। পৃথিবী এত বড় যে, এতে ইলেকট্রন দিলে বা
এ থেকে ইলেকট্রন চলে গেলে এর বিভবের কোনো পরিবর্তন হয় না।
পৃথিবী প্রতিনিয়ত বিভিন্ন বস্তু থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করছে এবং বিভিন্ন
বস্তুতে ইলেকট্রন প্রদানও করছে। যেকোনো চার্জিত বস্তুকেই ভূ-সংযুক্ত
করা হোক না কেন, তা নিস্শক্তি হয়। তাই পৃথিবীর বিভব শূন্য এবং
ভূ-সংযুক্ত পরিবাহীর বিভবও শূন্য।

গ এখানে, তড়িৎবাহী তারের দৈর্ঘ্য, $l = 1 \text{ m}$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 5 \text{ A}$

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

তার হতে বিন্দুর দূরত্ব, $a = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$

চৌম্বকক্ষেত্রের মান, $B = ?$

আমরা জানি,

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

$$\therefore B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2 \times \pi \times 0.05} = 2 \times 10^{-5} \text{ T (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

সোজা তারের দৈর্ঘ্য, $l = 1 \text{ m}$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 5 \text{ A}$

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

সোজা তার হতে 0.05 m দূরত্বে চৌম্বকক্ষেত্রের মান $B = 2 \times 10^{-5} \text{ T}$

মনে করি, তারটিকে পেঁচিয়ে বৃত্তাকার করলে এর ব্যাসার্ধ r এবং কেন্দ্রে
চৌম্বকক্ষেত্রের মান B' ।

প্রথমতে, $2\pi r = l$

$$\therefore r = \frac{l}{2\pi} = \frac{1}{2 \times 3.14} = 0.16 \text{ m}$$

আমরা জানি,

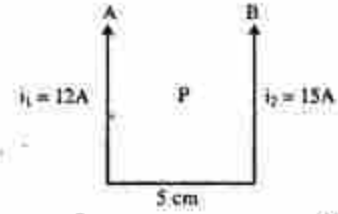
$$B' = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

$$\text{বা, } B' = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2 \times 0.16}$$

$$\therefore B' = 1.96 \times 10^{-5} \text{ T} \approx 2 \times 10^{-5} \text{ T}$$

সুতরাং তারটিকে পেঁচিয়ে বৃত্তাকার করা হলে কেন্দ্রে আবর্তিত
চৌম্বকক্ষেত্রের মান পরিবর্তিত হবে।

প্রশ্ন ১৯



(ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ)

- টেক্সলা কী? ১
- তারের ভিতর বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন চৌম্বকক্ষেত্রের দিক
ব্যাখ্যা কর। ২
- A তারটির প্রতি একক দৈর্ঘ্যে চৌম্বক বল বের কর? ৩
- যদি B তারটির প্রবাহের দিক বিপরীত করা হয় তাহলে
চৌম্বক বলের কোনো পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে
ব্যাখ্যা কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক টেক্সলা হলো চৌম্বক আবেশের এস.আই. একক। যে চৌম্বক ক্ষেত্রে
১ কুলম্ব আধান ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে 1 ms^{-1} বেগে গতিশীল
হলে ১N বল লাভ করে সেই চৌম্বকক্ষেত্রের মানকে ১ টেক্সলা বলে।

খ তারের মধ্যদিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন চৌম্বকক্ষেত্রের দিক
ফ্লেমিং এর দক্ষিণ হস্ত নিয়ম দ্বারা বের করা যায়। এই নিয়ম অনুযায়ী
ডান হাতের বুড়ো আঙ্গুল প্রসারিত করে অন্য আঙ্গুলগুলো মুষ্টিবদ্ধ
করলে বৃন্দাজুলি যদি তড়িৎ প্রবাহের দিক নির্দেশ করে, তবে মুষ্টিবদ্ধ
অন্যান্য আঙ্গুলের মাথা দ্বারা চৌম্বকক্ষেত্রের দিক নির্দেশিত হয়। নিচে
চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো :



চিত্র থেকে প্রতীয়মান হয় যে, তড়িৎ প্রবাহ যদি কাগজ তলের লম্ব
বরাবর নিচ থেকে উপর দিকে হয়, তবে চৌম্বকক্ষেত্র রেখাগুলোর দিক
হবে ঘড়ি বিসমাবর্তী। আর যদি প্রবাহ কাগজ তলের উপর থেকে নিচের
দিকে হয়, তবে চৌম্বক বলরেখাগুলো হবে ঘড়ি সমাবর্তী।

গ ৭ (গ) নং সজ্ঞনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৭ (ঘ) নং সজ্ঞনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২০ তুমার ক্লাস XII-এর একজন ছাত্র। সে 5m দৈর্ঘ্যের একটি তড়িৎবাহী তার নিল। সে তারের মধ্যদিয়ে 5amp তড়িৎ প্রবাহের জন্য তার হতে 5cm দূরে চুম্বকীয় আবেশ বের করার চেষ্টা করল। তারটি বায়ু মাধ্যমে রাখা হয়েছিল।

[কৌজনারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. টেসলা কী? ১
- খ. গ্যালভানোমিটারকে কিভাবে অ্যামিটার হিসাবে ব্যবহার করা যায়? ২
- গ. উদ্দীপক অনুসারে, তুমার কী পরিমাণ মান পাবে? বের করো। ৩
- ঘ. তারটিকে যদি বৃত্তাকার কুণ্ডলী করা হয় তাহলে বৃত্তের কেন্দ্রে চুম্বকীয় আবেশের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক টেসলা হলো চৌম্বক আবেশের এস.আই একক। 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 গ্যালভানোমিটার খুবই সুবেদী হওয়ায় অল্প তড়িৎ প্রবাহেই এটি পুড়ে যায়। তাই একে অ্যামিটার হিসেবে ব্যবহার করতে চাইলে এর সাথে সমান্তরালে একটি রোধ তথা শান্ট ব্যবহার করা হয়। যেহেতু শান্টের রোধ খুবই কম তাই বর্তনীর তুল্যরোধের কোনো পরিবর্তন হয় না এবং মূল তড়িৎপ্রবাহ দুইভাগ হয়ে যাওয়ায় গ্যালভানোমিটারও পুড়ে যাওয়ার হাত থেকে রক্ষা পায়। পরবর্তীতে $I = \frac{G+S}{S} I_g$ সূত্র ব্যবহার করে তড়িৎপ্রবাহ নির্ণয় করা যায়। এখানে, G ও S যথাক্রমে গ্যালভানোমিটার ও শান্টের রোধ এবং I_g = গ্যালভানোমিটারে তড়িৎপ্রবাহ।

গ ৯ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।
উত্তর : 20 μT ।

ঘ ১১ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।
উত্তর : পূর্বের আবেশের $\frac{1}{5}$ গুণ হবে।

প্রশ্ন ২১ একটি লম্বা পরিবাহী তারের মধ্যদিয়ে 60A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারটি থেকে 40cm দূরে P একটি বিন্দু। তারটিকে Q কেন্দ্রবিশিষ্ট 40cm ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিণত করা হলো।

[বিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

- ক. হল বিভব কী? ১
- খ. ট্রান্সফর্মার D.C তে কাজ করে না— ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. P ও Q বিন্দু দুটি পরিবাহী থেকে সমান দূরত্বে অবস্থিত হলেও দুটি বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান ভিন্ন— বিশ্লেষণ করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ট্রান্সফর্মারের মুখ্য 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 $(\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt})$ গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের মান শূন্য। এ কারণে ট্রান্সফর্মার দ্বারা DC ভোল্টেজের মান পরিবর্তন করা যায় না।

গ ৯ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।
উত্তর : $3 \times 10^{-5} \text{ T}$

ঘ ৯ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ২২ 8cm লম্বা, 1cm প্রস্থ এবং 10^{-3}m পুরু কোনো পরিবাহকের মধ্যে দিয়ে 5A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। যখন 2.5T মানের চৌম্বক ক্ষেত্র পরিবাহকের তলের সাথে লম্বভাবে রাখা হয় তখন প্রস্থ বরাবর 10^{-4}V মানের ভোল্টেজ পার্থক্যের সৃষ্টি হয়।

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

- ক. টেসলা কী? ১
- খ. শান্ট বলতে কী বোঝ? ২
- গ. আধান বাহকের সংস্ফারণ বেগ বের করো। ৩
- ঘ. পরিবাহকের প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে আধান বাহকের সংখ্যা বের করা সম্ভব কি? সম্ভব হলে বাহকের সংখ্যা বের করো। ৪

২২ 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 গ্যালভানোমিটার বা অ্যামিটারের মত অত্যন্ত সুবেদী যন্ত্রগুলোর মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা সীমা অতিক্রম করলে যন্ত্রের কুণ্ডলীটি পুড়ে যায় এবং যন্ত্রটি ক্ষতিগ্রস্ত হয়। এসব যন্ত্রকে ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করার জন্য শান্ট ব্যবহার করা হয়।

শান্ট বা স্ক্রলমানের রোধ সমান্তরালে ব্যবহার করার ফলে তড়িৎপ্রবাহ একটি সহজ পথ খুঁজে পায় এবং অধিকাংশ প্রবাহ শান্টের মধ্যদিয়ে যায়।

$$I_s = \frac{G}{G+S} \cdot I$$

ফলে বিদ্যুৎ প্রবাহজনিত সৃষ্টি তাপে গ্যালভানোমিটার নষ্ট হওয়ার সম্ভাবনা থাকে না।

গ এখানে,

$$\text{হল বিভব, } V_H = 10^{-4}\text{V}$$

$$\text{চৌম্বকক্ষেত্রের মান, } B = 2.5\text{T}$$

$$\text{পরিবাহকের প্রস্থ, } d = 1\text{cm} = 0.01\text{ m}$$

$$\text{সংস্ফারণ বেগ, } v = ?$$

আমরা জানি,

$$V_H = Bvd$$

$$\therefore v = \frac{V_H}{Bd} = \frac{10^{-4}}{2.5 \times 0.01} = 4 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{হল বিভব, } V_H = 10^{-4}\text{ V}$$

$$\text{চৌম্বকক্ষেত্রের মান, } B = 2.5\text{T}$$

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

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

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

বের করতে হবে, পরিবাহকের প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে আধান বাহকের সংখ্যা n

আমরা জানি,

$$n = \frac{BI}{tqV_H}$$

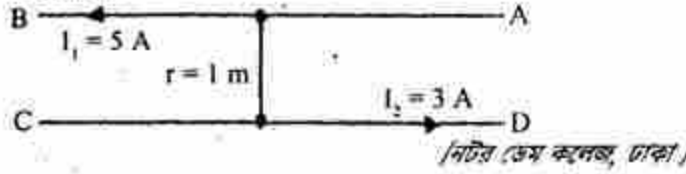
$$\text{বা, } n = \frac{2.5 \times 5}{10^{-3} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 10^{-4}}$$

$$\text{বা, } n = 7.8125 \times 10^{26} \text{ m}^{-3}$$

$$\therefore n = 7.8125 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$$

সুতরাং বলা যায় যে, পরিবাহকের প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে আধান বাহকের সংখ্যা 7.8125×10^{20} টি।

প্রশ্ন ২৩ চিত্রে অসীম দৈর্ঘ্যের দুটি সমান্তরাল পরিবাহক AB ও CD এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহকের চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়েছে।



- এক ফারাড-এর সংজ্ঞা দাও। ১
- একটি তল দ্বারা আবদ্ধ তড়িৎ দ্বিমেরুর তড়িৎ ফ্লাক্স ব্যাখ্যা কর। ২
- চিত্রের CD পরিবাহকের একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- চৌম্বক ক্ষেত্রে এমন কোনো বিন্দু আছে যেখানে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান শূন্য হতে পারে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পরিবাহকের বিভব। ভোল্ট বাড়তে যদি 1C আধানের প্রয়োজন হয়, তাহলে ঐ পরিবাহকের ধারকত্বকে এক ফারাড বলে।

খ দুটি বিপরীতধর্মী কিন্তু সমমানের আধান খুব কাছাকাছি অবস্থান করলে এদেরকে তড়িৎ দ্বিমেরু বলে।

দ্বিমেরুর দিক ঋণাত্মক চার্জ থেকে ধনাত্মক চার্জের দিকে এবং চৌম্বক ফ্লাক্স ধনচার্জ থেকে বের হয়ে ঋণচার্জে প্রবেশ করে।

যদি দ্বিমেরুটি কোনো তল দ্বারা আবদ্ধ থাকে, তবে ঐ তলের মধ্যদিয়ে গমনকারী মোট ফ্লাক্সের সমীকরণ:

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q$$

$$= \frac{1}{\epsilon_0} [q + (-q)]$$

$$= 0$$

অতএব, তলে আগত ও বহিনির্গত ফ্লাক্সের পরিমাণ সমান, তাই মোট ফ্লাক্সের পরিমাণ শূন্য।

গ

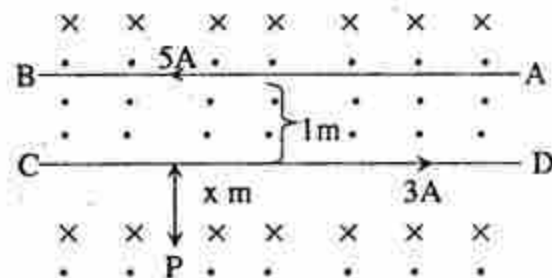
এখন, CD তারের একক দৈর্ঘ্যে বল, এখানে, CD তারের প্রবাহ, $I_{CD} = 3A$
AB তারের প্রবাহ, $I_{AB} = 5A$
মধ্যবর্তী দূরত্ব, $r = 1m$

$$F = \frac{\mu_0 I_{CD} I_{AB}}{2\pi r}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3 \times 5}{2\pi \times 1}$$

$$= 3 \times 10^{-6} \text{ Nm}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ



ধরি, CD তার থেকে x m দূরে চৌম্বক ক্ষেত্র শূন্য হতে পারে। এখানে CD কর্তৃক প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের মান এবং AB কর্তৃক প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের মান সমান এবং বিপরীতমুখী।

$$\therefore B_{CD} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi x}$$

$$\text{এবং } B_{AB} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi (1+x)}$$

B_{CD} এবং B_{AB} এর লম্বি শূন্য হতে হবে।

$$\therefore \frac{\mu_0 I_2}{2\pi x} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi (1+x)}$$

$$\text{বা, } \frac{I_2}{x} = \frac{I_1}{1+x}$$

$$\text{বা, } \frac{3}{x} = \frac{5}{1+x}$$

$$\text{বা, } 5x = 3 + 3x$$

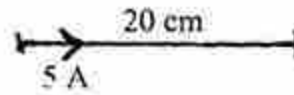
$$\text{বা, } 2x = 3$$

$$\therefore x = \frac{3}{2} \text{ m.}$$

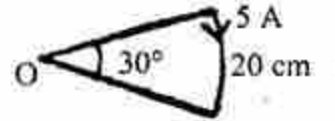
সুতরাং CD তার থেকে $\frac{3}{2}$ মিটার দূরে এবং AB তার থেকে $(\frac{3}{2} + 1) =$

$\frac{5}{2}$ মিটার দূরে CD তারের পার্শ্বে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান শূন্য হতে পারে।

প্রশ্ন ২৪



চিত্র-ক



চিত্র-খ

(রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা)

- এক অ্যাম্পিয়ারের সংজ্ঞা দাও। ১
- ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা ব্যাখ্যা কর। ২
- চিত্র ক হতে পরিবাহী তারের মধ্যবিন্দু হতে 5cm দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩
- চিত্র খ হতে O বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় করা সম্ভব কিনা - গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরিবাহীর কোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্যদিয়ে অভিলম্বভাবে 1 সেকেন্ডে 1 কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হলে ঐ পরিবাহীতে যে প্রবাহমাত্রার সৃষ্টি হয় তাকে এক অ্যাম্পিয়ার বলে।

খ যে সকল পদার্থকে বাহ্যিক চৌম্বক ক্ষেত্র প্রয়োগ করে সহজেই চুম্বকে পরিণত করা সম্ভব তারাই ফেরোচৌম্বক পদার্থ। ফেরোচৌম্বক পদার্থের অভ্যন্তরে চৌম্বকক্ষেত্র শূন্য স্থানে চৌম্বকক্ষেত্র অপেক্ষা অনেক বেশি। এদের চৌম্বক গ্রহীতার মান অনেক বেশি এবং আপেক্ষিক চৌম্বক প্রবেশ্যতা 1 হতে অনেক বেশি।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: $20\mu T$

ঘ এখানে, কোণে উৎপন্ন কোণ, $\theta = 30^\circ$

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

তড়িৎপ্রবাহ, $I = 5A$

ব্যাসার্ধ r হলে, $\frac{\text{চাপ}}{\text{ব্যাসার্ধ}} = \text{কোণের রেডিয়ান পরিমাপ}$

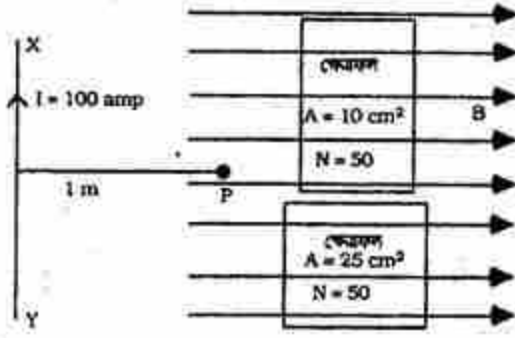
$$\therefore \text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{0.2 \text{ m}}{\frac{30\pi}{180}} = 0.382 \text{ m}$$

$$\text{পাকসংখ্যা, } n = \frac{30^\circ}{360^\circ} = \frac{1}{12}$$

চিত্র খ অনুযায়ী O বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান, $B = \frac{\mu_0 n I}{2r}$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1}{12} \times 5}{2 \times 0.382} = 6.85 \times 10^{-7} \text{ T}$$

সুতরাং, চিত্র খ হতে O বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় করা সম্ভব।



উদ্দীপকের চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে লম্বভাবে 10cm^2 এবং 25cm^2 ক্ষেত্রফলের একটি আয়তাকার ও একটি বর্গাকার 50 পাকের দুটি কুণ্ডলী 0.5 sec সময়ে ক্ষেত্র থেকে বের করে নেয়া হলো।

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

- চৌম্বক আবেশ, চুম্বকন মাত্রা এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের মধ্যে সম্পর্কটি লেখ। ১
- স্থায়ী চুম্বক তৈরির জন্য পদার্থের কী কী গুণ থাকা প্রয়োজন? ২
- XY তারের প্রবাহের জন্য P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকে উল্লিখিত কুণ্ডলী দুটির মধ্যে কোনটিতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান বেশি—গাণিতিক বিশ্লেষণসহ যুক্তি দাও। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. স্থায়ী চুম্বক তৈরির জন্য যে সকল বস্তু ব্যবহার করা হয় তাদের নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন।

- চুম্বকত্ব যাতে বিনষ্ট না হয় সে কারণে চৌম্বক পদার্থ উচ্চ নিগ্রহ সহনশীলতা সম্পন্ন হওয়া প্রয়োজন।
- পদার্থটির সম্পৃক্ত চুম্বকত্ব অধিক হওয়া প্রয়োজন যাতে করে চুম্বকটি শক্তিশালী হয়।

গ.

P বিন্দুতে চৌম্বক প্রাবল্য,

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

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

$$= 2 \times 10^{-5} \text{ T (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 100 \text{ A}$

দূরত্ব, $r = 1 \text{ m}$

ঘ.

প্রথম কুণ্ডলীতে

আদি তড়িৎ ফ্লাক্স

$$\phi_1 = BA$$

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

$$= 2 \times 10^{-8} \text{ Wb}$$

শেষ তড়িৎ ফ্লাক্স, $\phi_f = 0$

$$\therefore \text{তড়িচ্চালক শক্তি, } \mathcal{E}_1 = N \frac{d\phi}{dt}$$

$$= 50 \times \frac{2 \times 10^{-8} - 0}{0.5}$$

$$= 2 \mu \text{ V}$$

দ্বিতীয় কুণ্ডলীতে,

আদি তড়িৎ ফ্লাক্স = BA

$$= 2 \times 10^{-5} \times 25 \times 10^{-4}$$

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

শেষ তড়িৎ ফ্লাক্স = 0

দেওয়া আছে,

উপরের কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল,

$$A_1 = 10 \text{ cm}^2$$

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

পাক সংখ্যা, $N = 50$

নিচের কুণ্ডলীর,

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

পাক সংখ্যা, $N = 50$

সময়, $t = 0.5 \text{ s}$

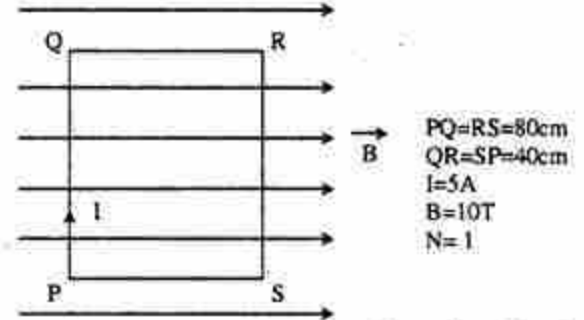
$$\therefore \text{তড়িচ্চালক শক্তি, } \mathcal{E}_2 = N \frac{d\phi}{dt}$$

$$= 50 \times \frac{5 \times 10^{-8} - 0}{0.5}$$

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

\therefore দ্বিতীয় কুণ্ডলীতে বেশি তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হবে।

প্রশ্ন ২৬ চিত্রে একটি আয়তাকার কুণ্ডলী দেখানো হল যেখানে কুণ্ডলী তল সুস্থ চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে সমান্তরালে রাখা আছে।



[আদমজী কার্টিনামেন্ট কলেজ, ঢাকা]

- টেসলা কাকে বলে? ১
- বৃন্দতাপীয় প্রসারণে ব্যবস্থা শীতল হয়—ব্যাখ্যা করো। ২
- PQ বাহুর উপর ক্রিয়াশীল বলের মান কত? ৩
- অধিক টর্কের জন্য আয়তাকার কুণ্ডলী অপেক্ষা বৃত্তাকার কুণ্ডলী উত্তম—উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও। ৪

২৬ 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. আমরা জানি, বৃন্দতাপীয় প্রক্রিয়ায় তাপের কোনো আদান প্রদান হয় না, অর্থাৎ $\Delta Q = 0$ । এ প্রক্রিয়ায় গ্যাস সম্প্রসারিত হলে ΔW ধনাত্মক; তখন $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$
সূত্রানুসারে, $0 = \Delta U + \Delta W$ বা, $\Delta U = -\Delta W$
 ΔW ধনাত্মক হওয়ায় ΔU ঋণাত্মক; অর্থাৎ অন্তঃস্থ শক্তি ব্যয়ে কৃতকাজ সম্পন্ন হয় বলে তখন তাপমাত্রা হ্রাস পায়।

গ. দেওয়া আছে,

PQ বাহুর দৈর্ঘ্য, $l = 80 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 5 \text{ A}$

চৌম্বক ক্ষেত্র, $B = 10 \text{ T}$

বের করতে হবে, ক্রিয়াশীল বল, $F = ?$

$$\text{এক্ষেত্রে, } \vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$$

$$\therefore |\vec{F}| = I l B \sin \theta$$

$$= 5 \text{ A} \times 0.8 \text{ m} \times 10 \text{ T} \times \sin 90^\circ$$

$$= 40 \text{ N (Ans.)}$$

\therefore PQ, \vec{B} এর দিকের সাথে সমকোণে আছে।

ঘ. $\tau = NIAB \sin \theta$

আয়তাকার কুণ্ডলী ও বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে N, I, B, θ রাশিগুলো একই হলে,

ধরি, তারের দৈর্ঘ্য, l

বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ r হলে,

$$2\pi r = l$$

$$\therefore r = \frac{l}{2\pi}$$

বর্গাকার কুণ্ডলীর ধারের দৈর্ঘ্য a হলে,

$$4a = l$$

$$\therefore a = \frac{l}{4}$$

প্রবাহ, i

চৌম্বকক্ষেত্র ও কুণ্ডলীর অন্তর্ভুক্ত কোণ, θ

\therefore কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল ভেক্টর ও চৌম্বকক্ষেত্রের অন্তর্ভুক্ত কোণ,

$$\phi = 90^\circ - \theta$$

\therefore বৃত্তাকার কুণ্ডলীর উপর টর্ক, $\tau_c = i A_c B \sin \phi$

বর্গাকার কুণ্ডলীর উপর টর্ক, $\tau_s = i A_s B \sin \phi$

$$\therefore \frac{\tau_c}{\tau_s} = \frac{i A_c B \sin \phi}{i A_s B \sin \phi} = \frac{A_c}{A_s}$$

$$= \frac{\pi a^2}{a^2}$$

$$= \frac{\pi \frac{l^2}{16}}{\frac{l^2}{16}}$$

$$= \frac{1}{16}$$

$$\text{বা, } \frac{\tau_c}{\tau_s} = \frac{4\pi}{1} = \frac{4}{\pi} > 1$$

$$\therefore \tau_c > \tau_s$$

অতএব, বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে অধিকতর টর্ক হবে।

প্রশ্ন ২৭ 4 cm প্রস্থ ও 1 mm পুরুত্বের একটি তামার পাত 5T চৌম্বক ক্ষেত্রে লম্বভাবে অবস্থিত পাতের মধ্যদিয়ে 10 A তড়িৎ প্রবাহিত করা হলো এবং পাতের প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে প্রবাহিত ইলেকট্রন সংখ্যা 10^{23} ।

(হসি ক্রস কলেজ, ঢাকা)

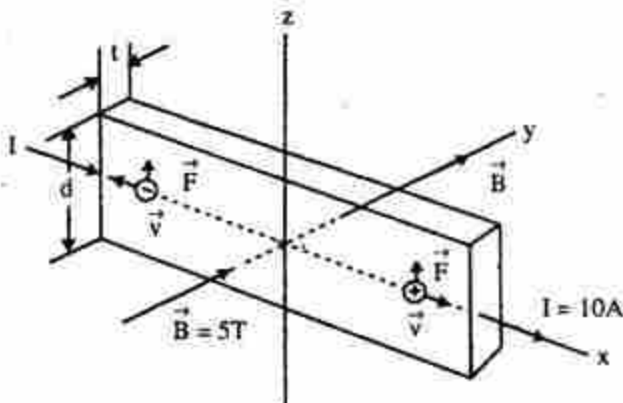
- হেনরি কাকে বলে? ১
- ডিসি অপেক্ষা এসি বেশি বিপজ্জনক— ব্যাখ্যা করো। ২
- তামার পাতে সৃষ্ট হল বিভব নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপক অনুসারে তামার পাতে ইলেকট্রনের তড়ন বেগের মান 1 ms^{-1} এর বেশি হবে কিনা? ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ একই মানের DC ভোল্টেজ অপেক্ষা AC ভোল্টেজ বেশি বিপজ্জনক। যেমন, 220V ডিসি ভোল্টেজের শক মানে হলো, শক খাওয়ার সময়কালে সর্বদা 220V সানের 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 মানের 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। একারণেই ডিসি অপেক্ষা এসি বেশি বিপজ্জনক।

গ



তামার পাতে সৃষ্ট হল বিভব, V_H হলে,

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

$$= \frac{5 \times 10}{10^{23} \times 10^{-3} \times 1.60 \times 10^{-19}}$$

$$= 3.125 \times 10^{-6} \text{ V (Ans.)}$$

এখানে,

চৌম্বকক্ষেত্র, $B = 5T$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 10A$

ইলেকট্রনের ঘনত্ব, $n = 10^{23} \text{ cm}^{-3}$
 $= 10^{29} \text{ m}^{-3}$

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

ইলেকট্রনের চার্জ,

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

ঘ 'গ' থেকে পাই তামার পাতে সৃষ্ট হল বিভব $V_H = 3.125 \times 10^{-6} \text{ V}$

তামার পাতে সৃষ্ট হল বিভব, V_H হলে,

$$V_H = Bvd$$

$$\text{বা, } v = \frac{V_H}{Bd}$$

$$= \frac{3.125 \times 10^{-6}}{5 \times 4 \times 10^{-2}}$$

$$= 1.5625 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,

হল বিভব, $V_H = 3.125 \times 10^{-6} \text{ V}$

চৌম্বকক্ষেত্র, $B = 5T$

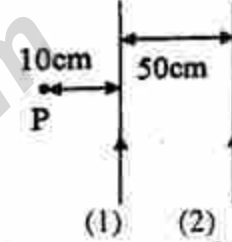
পাতের প্রস্থ, $d = 4 \text{ cm}$

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

ইলেকট্রনের তড়ন বেগ, $v = ?$

\therefore উদ্দীপক অনুসারে ইলেকট্রনের তড়ন বেগ $1.5625 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$ যা 1 ms^{-1} অপেক্ষা কম।

প্রশ্ন ২৮ চিত্রে (1) ও (2) নং তারে যথাক্রমে 2A ও 4A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।



(পাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা)

- লেঞ্জের সূত্র বর্ণনা কর। ১
- সংজ্ঞা হতে চুম্বকায়ন তীব্রতা ব্যাখ্যা কর। ২
- P বিন্দুতে চৌম্বক আবেশের লব্ধিমান নির্ণয় কর। ৩
- তারদ্বয়ের মধ্যকার একক দৈর্ঘ্যে বলের মান ও প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ৪

২৮ 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 চুম্বকায়ন ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে কোনো পদার্থের প্রতি একক আয়তনে যে চৌম্বক ভ্রামকের উদ্ভব হয় তাকে চুম্বকায়ন তীব্রতা বলে।

V আয়তনের কোনো চুম্বকায়িত পদার্থে যদি প্রতিটি \vec{M}_i চৌম্বক ভ্রামকের N সংখ্যক চৌম্বক দ্বিপোল থাকে তবে সংজ্ঞানুসারে, লব্ধি চৌম্বক ভ্রামক, $\vec{M} = \sum \vec{M}_i$ এবং চুম্বকায়ন তীব্রতা, $\vec{I} = \frac{\vec{M}}{V}$ ।

গ

১ম তারের দ্রুণ চৌম্বক আবেশ

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

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

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

এখানে,

১ম তার থেকে দূরত্ব, $r_1 = 10 \text{ cm}$
 $= 0.1 \text{ m}$

২য় তার থেকে দূরত্ব,

$$r_2 = (10+50) \text{ cm}$$

$$= 0.6 \text{ m}$$

১ম তারে প্রবাহ, $I_1 = 2A$

২য় তারে প্রবাহ, $I_2 = 4A$

২য় তারের দ্রুণ চৌম্বক আবেশ,

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4}{2\pi \times 0.6} = 1.33 \times 10^{-6} \text{ T}$$

P বিন্দুতে চৌম্বক আবেশের দিক একই দিকে,

$$\therefore B = B_1 + B_2 = 4 \times 10^{-6} \text{ T} + 1.33 \times 10^{-6} \text{ T}$$

$$= 5.33 \times 10^{-6} \text{ T}$$

য

১ম তারের থেকে 50 cm দূরত্বে
২য় তার রয়েছে।

তারদ্বয়ের একক দৈর্ঘ্যে বলের

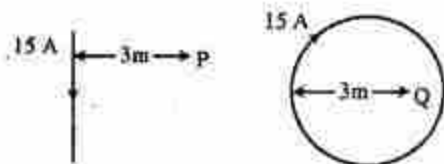
$$\text{মান, } \frac{F_1}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi \times 0.5}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 4}{2\pi \times 0.5}$$

$$= 3.2 \times 10^{-6} \text{ Nm}^{-1}$$

অর্থাৎ তারদ্বয়ের একে অপরের উপর একক দৈর্ঘ্যে বলের মান
 $3.2 \times 10^{-6} \text{ N}$ এবং আকর্ষণধর্মী।

প্রশ্ন ২৯



চিত্র- ১

চিত্র- ২

চিত্রে P ও Q বিন্দু দিয়ে আলাদাভাবে দুটি ইলেকট্রন একই বেগ
 $6 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ নিয়ে কাগজ তলে গতিশীল আছে।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, মোমেনশাহী]

- ১ টেসলা কাকে বলে? ১
- চৌম্বক ফ্লাক্স ও চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব বলতে কী বোঝায়? ২
- ১ নং চিত্রের সরল তড়িৎবাহী তারের জন্য P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র নির্ণয় করো। ৩
- ইলেকট্রন দুটির উপর সৃষ্ট চৌম্বক বল সমান নয়— পাণিতিকভাবে যাচাই করো। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে চৌম্বক ক্ষেত্রে ১ কুলম্ব আধান ক্ষেত্রের দিকের সাথে সমকোণে
 1 ms^{-1} বেগে গতিশীল হলে 1N বল লাভ করে সেই চৌম্বকক্ষেত্রের
মানকে ১ টেসলা বলে।

খ কোনো তলের ক্ষেত্রফল এবং ঐ তলের লম্ব বরাবর চৌম্বকক্ষেত্রের
উপাংশের গুণফলকে ঐ তলের সাথে সংশ্লিষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।
কোনো তলের ক্ষেত্রফল A এবং চৌম্বকক্ষেত্রের উপাংশ $B \cos \theta$ হলে,
চৌম্বক ফ্লাক্স, $\Phi = AB \cos \theta$
অপরদিকে, কোনো বিন্দুর চারপাশে একক ক্ষেত্রফল দিয়ে লম্বভাবে
অতিক্রমকারী চৌম্বক ফ্লাক্সকে ঐ বিন্দুতে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব বলে।

$$\therefore \text{চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব} = \frac{\Phi}{A} = \frac{AB \cos \theta}{A} = B \cos \theta$$

অর্থাৎ, চৌম্বক ক্ষেত্রের উপাংশই হলো চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 10^{-6} T

ঘ বর্তনীর কেন্দ্রে Q বিন্দুতে চৌম্বক
প্রাবল্য,

$$B_Q = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 15A}{2 \times 3}$$

$$= 3.14 \times 10^{-6} \text{ T}$$

এখন, 'গ' হতে পাই, $B_P = 10^{-6} \text{ T}$

যেহেতু চৌম্বক ক্ষেত্র এবং কাগজ তল তথা ইলেকট্রনের বেগের মধ্যবর্তী
কোণ, $\theta = 90^\circ$

$$\therefore \sin \theta = 1$$

এখানে,

প্রথম তারে প্রবাহ, $I_1 = 2A$

২য় তারে প্রবাহ, $I_2 = 4A$

১ম তারে একক দৈর্ঘ্যে বল, $\frac{F_1}{l} = ?$

২য় তারে একক দৈর্ঘ্যে বল, $\frac{F_2}{l} = ?$

দূরত্ব, $r = 0.5 \text{ m}$

\therefore P বিন্দুতে বল, $F_P = qvB_P \sin \theta$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 6 \times 10^6 \times 10^{-6} \times 1 \text{ N}$$

$$= 9.6 \times 10^{-19} \text{ N}$$

Q বিন্দুতে বল, $F_Q = qvB_Q \sin \theta$

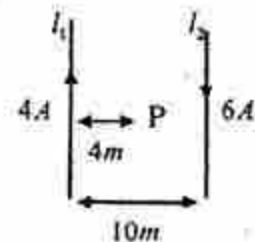
$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 6 \times 10^6 \times 3.14 \times 10^{-6} \times 1 \text{ N}$$

$$= 30.14 \times 10^{-19} \text{ N}$$

$\therefore F_Q \neq F_P$

অর্থাৎ ইলেকট্রনদ্বয়ের প্রযুক্ত চৌম্বক বল সমান নয়।

প্রশ্ন ৩০



চিত্রে I_1 ও I_2 দুটি পরিবাহী তার এবং উভয় তারের দৈর্ঘ্য 20 m।

[নটর ডেম কলেজ, ময়মনসিংহ]

- হাইগেন্সের নীতিটি বিবৃত করো। ১
- উদ্দীপকের তার দুইটির মধ্যে ক্রিয়াশীল বল কী ধর্মী ব্যাখ্যা করো। ২
- উদ্দীপকের I_2 তারের উপর প্রযুক্ত বলের মান কত? ৩
- উদ্দীপকের P বিন্দুতে লব্ধি চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় করা সম্ভব কি-না পাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি তরঙ্গামুখের উপরিস্থিত সব বিন্দুকে এক একটি বিন্দু উৎস
হিসেবে গণ্য হবে, যা থেকে গৌণ তরঙ্গ উৎপন্ন হয়ে মূল তরঙ্গের
দ্রুতিতে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। পরবর্তী যেকোনো মুহূর্তে এ গৌণ
তরঙ্গামুখগুলোর সাধারণ স্পর্শক তল হবে ঐ সময় উক্ত তরঙ্গামুখের
নতুন অবস্থান।

খ উদ্দীপকের তার দুইটির মধ্যে ক্রিয়াশীল বল বিকর্ষণধর্মী হবে।
বিদ্যুৎ প্রবাহের দিক বিপরীত হওয়ায় ড্রেমিং এর ডান হস্ত নিয়ম
অনুসারে তারদ্বয়ের মধ্যে পরস্পর ক্রিয়াশীল বল একই অভিমুখে হবে।
আমরা জানি, দুটি বিপরীত অভিমুখী চৌম্বক ক্ষেত্র পরস্পরকে আকর্ষণ
করে কিন্তু সমমুখী চৌম্বকক্ষেত্র পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। এক্ষেত্রে
চৌম্বকক্ষেত্রের দিক সমমুখী হওয়ায় তারদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল
বিকর্ষণধর্মী হবে।

গ I_2 তারের একক দৈর্ঘ্যে প্রযুক্ত বল,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4 \times 6}{2\pi \times 10}$$

$$= 4.8 \times 10^{-7} \text{ N}$$

সুতরাং, সম্পূর্ণ I_2 তারের ওপর প্রযুক্ত বল, $F = 4.8 \times 10^{-7} \times 20$
 $= 9.6 \times 10^{-6} \text{ N}$

ঘ প্রথম তারের জন্য P বিন্দুতে সৃষ্ট
চৌম্বক ক্ষেত্র,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4 \times 6}{2\pi \times 4}$$

$$= 2 \times 10^{-7} \text{ T, যার দিক কাগজ পৃষ্ঠার ভেতরের দিকে।}$$

এখানে,

১ম তারের জন্য, প্রবাহ, $I_1 = 4A$

২য় তারের জন্য, প্রবাহ, $I_2 = 6A$

পারস্পরিক দূরত্ব, $r = 10 \text{ m}$

১ম তারের ক্ষেত্রে, প্রবাহ, $I_1 = 4A$

P-বিন্দুর দূরত্ব, $r_1 = 4 \text{ m}$

২য় তারের জন্য, প্রবাহ, $I_2 = 6A$

P-বিন্দুর দূরত্ব, $r_2 = 6 \text{ m}$

২য় তারের জন্য P বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র,

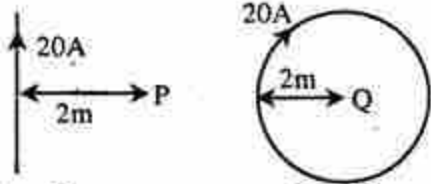
$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi \times 6} = 2 \times 10^{-7} \text{ T, যার দিক ভেতরের দিকে।}$$

যেহেতু B_1 ও B_2 একই দিকে তাই P বিন্দুতে লম্বি চৌম্বকক্ষেত্র,

$$B = B_1 + B_2 = (2 \times 10^{-7} + 2 \times 10^{-7}) \text{ T} = 4 \times 10^{-7} \text{ T (Ans.)}$$

অতএব, P বিন্দুতে লম্বি চৌম্বকক্ষেত্র নির্ণয় সম্ভব।

প্রশ্ন ৩১



চিত্রে সরল তড়িৎবাহী এবং বৃত্তাকার তড়িৎবাহী তার। উভয় তারের মধ্যে দিয়ে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

[আব্দুল কাদির মোগা সিটি কলেজ, নরসিংদী]

- ক. চৌম্বক ক্ষেত্র কী? ১
- খ. ডিসি অপেক্ষা এসি বেশি বিপজ্জনক ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে তড়িৎবাহী তার থেকে P এবং Q বিন্দুর দূরত্ব একই হলে কোন বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বন্ধপথ বরাবর কোনো চৌম্বকক্ষেত্রের রৈখিক সমাকলন, পথটি দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত মোট তড়িৎ প্রবাহমাত্রা এবং শূন্য মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতার গুণফলের সমান।

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.

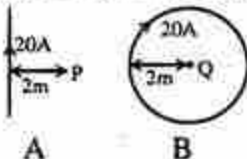
গ. ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: $20 \times 10^{-7} \text{ T}$

ঘ. ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: Q বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে।

প্রশ্ন ৩২ চিত্রটি লক্ষ্য করে এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।



চিত্রে A ও B দুটি যথাক্রমে সরল তড়িৎবাহী এবং বৃত্তাকার তড়িৎবাহী তার। উভয় তারের মধ্যদিয়ে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

[মকবুলার রহমান সরকারি কলেজ, গণ্ডগড়]

- ক. এক টেসলা কাকে বলে? ১
- খ. একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে একটি চার্জ গতিশীল আছে কিন্তু এর উপর কোনো বল ক্রিয়া করছে না কারণ ব্যাখ্যা করো। ২

গ. P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে তড়িৎবাহী তার থেকে P ও Q বিন্দুর দূরত্ব একই হলে কোন বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. আমরা জানি, তড়িৎক্ষেত্রে গতিশীল আধানের উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল, $F = qvB \sin\theta$

এখানে, q = আধানের পরিমাণ

v = আধানের বেগ

B = চৌম্বকক্ষেত্রের মান

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

গ. V. B অশূন্য হওয়া সত্ত্বেও F শূন্য হতে পারে যদি $\sin\theta = 0$ হয়, অর্থাৎ, চৌম্বক বলরেখার সমান্তরালে গতিশীল চার্জটি গমন করে।

গ. ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $2\mu\text{T}$

ঘ. ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: Q বিন্দুতে।

প্রশ্ন ৩৩



[নিওয়াব ফয়জুসেদা সরকারি কলেজ, লাকসাম, কুমিল্লা]

- ক. ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য কাকে বলে? ১
- খ. ঢাকার বিনতি 31°N বলতে কী বুঝ? ২
- গ. AB তারের P বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. প্রদত্ত তারটিকে একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিণত করা হলে কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে – যুক্তিসহ লিখ। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো স্থানে অনুভূমিক বরাবর ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের যে উপাংশ থাকে তাকে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের আনুভূমিক প্রাবল্য বলে। এক্ষেত্রে, $H = B \cos\delta$, δ = বিনতি কোণ।

খ. ঢাকার বিনতি 31°N বলতে বোঝায়, ঢাকায় তারকেন্দ্রে হতে মুক্তভাবে ঝুলানো একটি চুম্বক শলাকার অক্ষ স্থির অবস্থায় অনুভূমিক তলের সাথে 31° কোণে আনত থাকবে এবং শলাকাটির উত্তর মেরু নিচের দিকে ঝুঁকে থাকবে।

গ. ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: $4 \times 10^{-5} \text{ T}$

ঘ. প্রশ্নমতে, এক্ষেত্রে কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ হবে, $r = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$

তাহলে পাকসংখ্যা N হলে $N.2\pi r = L$

$$N = \frac{L}{2\pi r} = \frac{1 \text{ m}}{2 \times 3.1416 \times 0.05 \text{ m}} = 3.18$$

তাহলে এ কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে $I = 10 \text{ A}$ মানের তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর

$$\text{কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র, } B = \frac{\mu_0 n I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3.18 \times 10}{2 \times 0.05} = 0.0004 \text{ T}$$

ইহা সোজা তারের মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহের দরুণ সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের তুলনায় অনেক বৃহত্তর (10 গুণ)।

$$\frac{0.0004T}{4 \times 10^{-5}T} = 10$$

সুতরাং, প্রদত্ত তারটিকে একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিণত করলে কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র পূর্বের তুলনায় 10 গুণ হবে।

প্রশ্ন ৩৪ অভি ও রবি দ্বাদশ শ্রেণীর মেধাবী ছাত্র। রবি ল্যাবরেটরিতে 4m দীর্ঘ সোজা পরিবাহী তারের মধ্যদিয়ে 10A তড়িৎ প্রবাহিত করে এর নিকটে 25cm দূরত্বে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় করল। অভি ঐ তারটি পেঁচিয়ে 25cm ব্যাসার্ধের কুণ্ডলী তৈরি করে কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় করল।

(এম.সি. একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), গোলাপগঞ্জ, সিলেট)

- ক. লরেঞ্জ বল কী? ১
খ. বায়ো-স্যাভার্টের (Biot-savart's) সূত্রটি বর্ণনা করো। ২
গ. রবির পরীক্ষায় চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় করো। ৩
ঘ. কোন ক্ষেত্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান বেশি হবে? গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

৩৪ 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 নির্দিষ্ট মাধ্যমে কোনো পরিবাহীর ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের ভিতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর আশ-পাশের কোনো বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মান পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক, পরিবাহীর মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িৎের সমানুপাতিক, পরিবাহীর মধ্যবিন্দু ও ঐ বিন্দুর সংযোজক সরলরেখা পরিবাহীর মধ্যবিন্দুতে স্পর্শকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তার sine এর সমানুপাতিক এবং পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।

ব্যাখ্যা : মনে করি, পরিবাহীর একটি ক্ষুদ্র অংশ MN এর দৈর্ঘ্য dl এবং এর মধ্যদিয়ে i তড়িৎ প্রবাহ চলছে। MN এর মধ্যবিন্দু O। O বিন্দুতে পরিবাহীর স্পর্শকের সাথে θ কোণে O হতে r দূরত্বে P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান dB হলে বিয়ো-স্যাভার সূত্রানুসারে,

$$dB \propto \frac{idl \sin \theta}{r^2}$$

$$\text{বা, } dB = K \frac{idl \sin \theta}{r^2}$$

এখানে K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান রাশিগুলোর একক ও মাধ্যমের চৌম্বক ধর্মের ওপর নির্ভর করে। এস, আই পদ্ধতিতে শূন্য মাধ্যমে K এর মান পাওয়া যায় $10^{-7} T \cdot m \cdot A^{-1}$ । শূন্য মাধ্যমে $K = 10^{-7} T \cdot m \cdot A^{-1}$ -কে লেখা হয়-

$$K = \frac{\mu_0}{4\pi}$$

এখানে μ_0 হচ্ছে শূন্য মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতা। এর মান $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m \cdot A^{-1}$

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : $8\mu T$ ।

ঘ যদি N সংখ্যক প্যাচের কুণ্ডলী গঠিত হয়, তবে,

$$N \cdot 2\pi r = l$$

$$\text{বা, } N = \frac{l}{2\pi r}$$

$$= \frac{4}{2\pi \times 0.25}$$

$$= 2.5 = 2 + \frac{1}{2}$$

এখানে,

তারের দৈর্ঘ্য, $l = 4m$

প্রবাহ, $I = 10 A$

কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ, $r = 25 cm$

$$= 0.25 m$$

কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান, $B = ?$

\therefore কেন্দ্রে উৎপন্ন চৌম্বক ক্ষেত্রের মান হবে,

$$B = 2 \frac{\mu_0 i}{2r} + \frac{1}{2} \frac{\mu_0 i}{2r}$$

$$= 2.5 \frac{\mu_0 i}{2r}$$

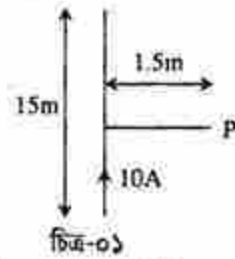
$$= 2.5 \times \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2 \times 0.25}$$

$$= 6.28 \times 10^{-5} T$$

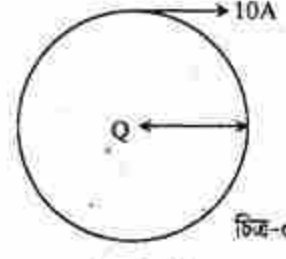
$$= 62.8 \mu T > 2\mu T$$

অতএব, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বেশি হবে।

প্রশ্ন ৩৫



চিত্র-১ এর তারটিকে



চিত্র-০২

চিত্র-২ এর ন্যায় পাঁচটি পাকের বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিণত করা হল।

(ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ধোলাই)

- ক. চৌম্বক ড্রামক কাকে বলে? ১
খ. ঢাকার বিনতি $31^\circ N$ কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় করো। ৩
ঘ. Q বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় সম্ভব কিনা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিদ্যুৎবাহী কুণ্ডলীর বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল ভেক্টরের গুণফলকে ঐ কুণ্ডলীর চৌম্বক ড্রামক বলে।

খ ঢাকার বিনতি $31^\circ N$ বলতে বোঝায় ঢাকায়, ভারকেন্দ্র হতে মুক্তভাবে ঝুলানো একটি চুম্বক শলাকার অক্ষ স্থির অবস্থায় অনুভূমিক তলের সাথে 31° কোণে আনত থাকবে এবং শলাকাটির উত্তর মেরু নিচের দিকে ঝুঁকে থাকবে।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $1.34 \mu T$

ঘ

$$\begin{aligned} \text{চৌম্বক ক্ষেত্র, } B &= \frac{\mu_0 NI}{2r} \\ &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5 \times 10}{2 \times 3/2\pi} \\ \therefore B &= 6.58 \times 10^{-5} T \end{aligned}$$

এখানে,

তারের দৈর্ঘ্য, $l = 15m$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 10A$

পাকের সংখ্যা, $N = 5$

তারের পরিধি, $2\pi r$

হলে, $5 \times 2\pi r = 15$

$$\text{বা, } r = 3/2\pi m$$

Q বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র, $B = ?$

সুতরাং, Q বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয় করা সম্ভব এবং তা $6.58 \times 10^{-5} T$ ।

প্রশ্ন ৩৬ একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে $\vec{B} = 6\hat{i}$ Tesla. উক্ত ক্ষেত্রে একটি

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

(বালুকাঠি সরকারি কলেজ, বালুকাঠি)

- ক. হল ক্রিয়া কী? ১
খ. ফ্যারাডের তড়িৎচুম্বকীয় আবেশের সূত্র দুটি লিখ। ২
গ. উদ্দীপকে পৃষ্ঠের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স নির্ণয় করো। ৩
ঘ. যখন পৃষ্ঠ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যবর্তী কোণ 30° হয়, তখন চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন কি হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই করো। ৪

ক. কোনো 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. 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 মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক।

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

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

গ. দেওয়া আছে, চৌম্বক ক্ষেত্র, $\vec{B} = 6\hat{i} \text{ T}$

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

\therefore চৌম্বক ফ্লাক্স, $\Phi = \vec{A} \cdot \vec{B}$

$$\begin{aligned} &= \{(2\hat{i} + 3\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) \times 10^{-4} \text{ m}^2\} \cdot (6\hat{i} \text{ T}) \\ &= 2 \times 6 \times 10^{-4} \text{ Wb} \\ &= 12 \times 10^{-4} \text{ Wb (Ans.)} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{ক্ষেত্রফল ভেক্টর এবং চৌম্বক ক্ষেত্র ভেক্টরের মধ্যকার কোণ,} \\ \theta &= 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{এখন অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স, } \Phi &= AB \cos \theta \\ &= 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 6 \text{ Wbm}^{-2} \times \cos 60^\circ \\ &= 12 \times 10^{-4} \text{ Wb} = \Phi \end{aligned}$$

সুতরাং উদ্দীপকে বর্ণিত A ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পৃষ্ঠের তলটি চৌম্বক ক্ষেত্র B এর সাথে 30° কোণে অবস্থিত হয়, তবে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন ৩৭ তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর উপর চৌম্বকক্ষেত্রের প্রভাব পর্যবেক্ষণ করতে গিয়ে উদ্দীপকে কুণ্ডলীদ্বয়ের তল চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে 30° কোণে স্থাপন করা হলো।



[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. 1 হেনরি বলতে কী বোঝ? ১
- খ. লেঞ্জের সূত্রটি ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাক্সের মান কত? ৩
- ঘ. উদ্দীপকের কুণ্ডলীদ্বয়ের কোনটিতে ঘূর্ণন সৃষ্টির প্রবণতা বেশি হবে— গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

ক. কোনো কুণ্ডলীতে 1 As^{-1} হারে তড়িৎপ্রবাহমাত্রার পরিবর্তন করলে যদি 1 V তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয়, তাহলে ঐ কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ককে 1 হেনরি 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 সূত্র মেনে চলে।

গ. মনে করি, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ $= r \text{ m}$

তাহলে, এর ক্ষেত্রফল $= \pi r^2$

চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব, $B = 5 \text{ T}$

উদ্দীপকের চিত্রানুযায়ী, বৃত্তাকার কুণ্ডলীর তলের লম্বের সাথে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব ভেক্টর (\vec{B}) এর সাথে মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$
 \therefore কুণ্ডলীটিতে সম্ভাব্য সর্বোচ্চ মানের চৌম্বক ফ্লাক্স আবিষ্ট হবে যার মান, $\Phi = BA \cos \theta = 5 \text{ T} \times \cos 60^\circ \times \pi r^2$

$$= \frac{15.708 r^2}{2} \text{ wb}$$

Φ এর প্রকৃত মান নির্ভর করে r -এর মানের ওপর।

ঘ. যে কুণ্ডলীতে বেশি মানের টর্ক সৃষ্টি হবে সেখানে ঘূর্ণন সৃষ্টির প্রবণতা বেশি হবে।

$$\begin{aligned} \text{উক্ত টর্কের মান, } \tau &= |N \vec{I} \vec{A} \times \vec{B}| \\ &= NIAB \sin \theta \end{aligned}$$

এখানে, N = কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা $= 1$ (উভয় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে সমান)

চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব, $B = 5 \text{ T}$ (উভয় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে সমান)

উদ্দীপক অনুযায়ী বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ r হলে বর্গাকার কুণ্ডলীর ক্ষেত্রফল $= (2r)^2 = 4r^2$

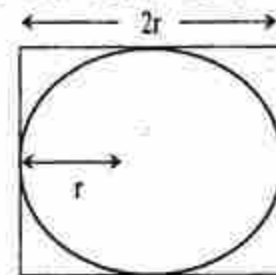
θ = কুণ্ডলী তল ভেক্টর (\vec{A}) ও চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব ভেক্টর (\vec{B}) এর মধ্যকার কোণ $= 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ (উভয় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে)

N, B, θ -এর মান উভয় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে একই হওয়াতে IA গুণফলটি যেটির জন্য বেশি হবে, সেটিতে বেশি ঘূর্ণন প্রবণতা সৃষ্টি হবে।

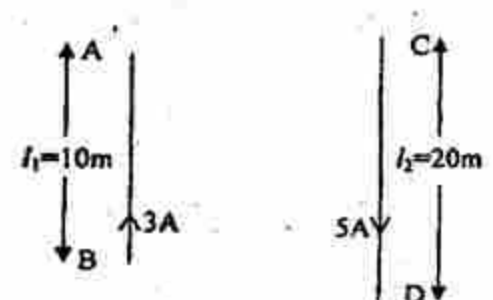
বৃত্তাকার কুণ্ডলীর জন্য $IA = 6A \times \pi r^2 = 18.85 r^2 \text{ SI unit}$

বর্গাকার কুণ্ডলীর জন্য $IA = 5A \times 4r^2 = 20 r^2 \text{ SI unit}$

যেহেতু বর্গাকার কুণ্ডলীর জন্য IA গুণফলটির মান বেশি, তাই বর্গাকার কুণ্ডলীতেই ঘূর্ণন সৃষ্টির প্রবণতা বেশি হবে।



প্রশ্ন ৩৮



[সিলেট সরকারি কলেজ, সিলেট]

- ক. টেসলা কী? ১
খ. বৈদ্যুতিক পাখার তার কুণ্ডলী বৃত্তাকার করে তৈরি করা হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের AB তারের উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের তারদ্বয়ের মধ্যবর্তী স্থানের কোথায় চৌম্বক ক্ষেত্রের মান সমান হবে? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

৩৮ 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. B চৌম্বকক্ষেত্রে অবস্থিত কোনো কুণ্ডলীতে সৃষ্ট টর্ক τ হলে,
 $\tau = NIAB \sin\theta$

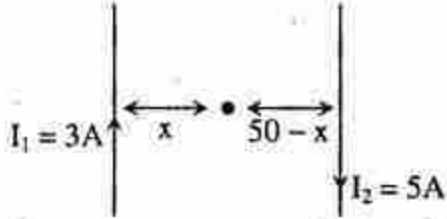
সমান পরিধির বিভিন্ন আকৃতির কুণ্ডলীর জন্য বৃত্তাকারের জন্য ক্ষেত্রফল সর্বোচ্চ হয়। ফলে সৃষ্ট টর্কও বৃত্তাকারের জন্য সর্বোচ্চ হয়।

এ কারণে বৈদ্যুতিক পাখায় তারের কুণ্ডলী বৃত্তাকার করে তৈরি করা হয়।

গ. ড(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : $0.6 \mu\text{N}_1$

ঘ.



$I_1 = 3\text{A}$ তড়িৎবাহী তার হতে x m দূরের বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান সমান হলে, I_2 দ্বারা সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র

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

$$I_2 \text{ দ্বারা সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র, } B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(50-x)}$$

$$\therefore B_1 = B_2$$

$$\text{বা, } \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(50-x)}$$

$$\text{বা, } \frac{I_1}{x} = \frac{I_2}{50-x}$$

$$\text{বা, } \frac{50-x}{x} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\text{বা, } \frac{50-x+x}{x} = \frac{I_2+I_1}{I_1}$$

$$\text{বা, } \frac{50}{x} = \frac{I_2+I_1}{I_1}$$

$$\therefore x = \frac{I_1}{I_2+I_1} \times 50$$

$$= \frac{3}{5+3} \times 50$$

$$= 18.75 \text{ m}$$

অর্থাৎ, তার দুটির মধ্যবর্তী স্থানে $I_1 = 3\text{A}$ তড়িৎবাহী তার হতে 18.75m দূরে তড়িৎবাহী তারদ্বয় দ্বারা সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্র সমান হবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৯ দ্বাদশ শ্রেণির ছাত্ররা 2m লম্বা সোজা তারের মধ্যে দিয়ে 4A তড়িৎ প্রবাহিত করে 10cm দূরে কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান নির্ণয়ের চেষ্টা করল। তারটিকে এরপর একবার বৃত্তাকার ও একবার বর্গাকার কুণ্ডলী তৈরি করে চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে 30° কোণে স্থাপন করল। [$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{WbA}^{-1}\text{m}^{-1}$]

[সরকারি হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. হেনরী কাকে বলে? ১
খ. অর্ধপরিবাহীর উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২
গ. তারটি হতে 20cm দূরে চৌম্বকক্ষেত্রের মান কত? ৩
ঘ. উদ্দীপকের পরবর্তী দুটি কুণ্ডলীর মধ্যে কোনটিতে ঘূর্ণন বল বেশি হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আবেশ গুণাঙ্কের (স্বকীয় বা পারস্পরিক) একককে হেনরি বলে।

খ. অর্ধপরিবাহী পদার্থের যোজন ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে এবং পরিবহন ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে। অর্ধপরিবাহী পদার্থের যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তি ব্যবধান খুব কম থাকে। সাধারণ তাপমাত্রায় যোজন ব্যান্ডের কিছু সংখ্যক যোজনী বন্ধন ভেঙে অল্প সংখ্যক ইলেকট্রন পরিবহন ব্যান্ডে চলে যায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে ইলেকট্রনের যোজন ব্যান্ড হতে পরিবহন ব্যান্ডে চলে যাওয়া বা তাপমাত্রা হ্রাস করলে ইলেকট্রনের পরিবহন ব্যান্ড হতে যোজন ব্যান্ডে ফিরে আসা ত্বরান্বিত হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে কিছু সংখ্যক যোজন ইলেকট্রন পরিবহন ব্যান্ডে প্রবেশ করার মত যথেষ্ট শক্তি অর্জন করে এবং মুক্ত ইলেকট্রনে পরিণত হয়। এ কারণে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়। নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহীতে পরিবহন ব্যান্ডের সকল ইলেকট্রন যোজন ব্যান্ডে চলে আসে। ফলে পরিবহন ব্যান্ড সম্পূর্ণ খালি এবং যোজন ব্যান্ড সম্পূর্ণ পূর্ণ থাকে। ব্যান্ডতত্ত্ব অনুসারে পদার্থের এরকম অবস্থায় তাদের অন্তরক বলে। অর্থাৎ নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহী পদার্থ অন্তরকে পরিণত হয়।

গ. আমরা জানি,

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

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \text{WbA}^{-1}\text{m}^{-1} \times 4 \text{A}}{2\pi \times 0.2}$$

$$= 4 \times 10^{-6} \text{T (Ans.)}$$

এখানে,

তারের তড়িৎ প্রবাহ, $I = 4 \text{A}$

P বিন্দুর দূরত্ব, $a = 20 \text{cm}$
 $= 0.2 \text{m}$

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

ঘ. 'গ' হতে,

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

\therefore 1ম বর্তনীর উপর সৃষ্ট ঘূর্ণন বল,

$$\tau_1 = NIA_1 B \sin\theta$$

$$= 1 \times 4 \times 0.318 \times 4 \times 10^{-6} \sin 60^\circ$$

$$= 4.4 \times 10^{-6} \text{Nm}$$

২য় বর্তনীর উপর ঘূর্ণন বল,

$$\tau_2 = NIA_2 B \sin\theta$$

$$= 1 \times 4 \times 0.25 \times 4 \times 10^{-6} \times \sin 60^\circ$$

$$= 3.46 \times 10^{-6} \text{Nm}$$

\therefore 1ম বর্তনীতে ঘূর্ণনবল বেশি হবে।

দেয়া আছে,

পরিধি, $c = 2\text{m}$

\therefore বৃত্তের ক্ষেত্রফল,

$$A_c = \pi \left(\frac{2}{2\pi}\right)^2$$

$$= 0.318 \text{m}^2$$

বর্গের ক্ষেত্রফল,

$$A_s = \left(\frac{2}{4}\right)^2 = 0.25 \text{m}^2$$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 4\text{A}$

ক্ষেত্রফল ও চৌম্বকক্ষেত্রের

মধ্যবর্তী কোণ,

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

কুণ্ডলী সংখ্যা, $N = 1$

প্রশ্ন ▶ ৪০ 20C মানের একটি চার্জ $(\hat{i} + \hat{k})\text{ms}^{-1}$ বেগে একটি তড়িৎক্ষেত্র $\vec{E} = (\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})\text{NC}^{-1}$ এর মধ্যে গতিশীল। একই স্থানে চৌম্বক ক্ষেত্র $B = (2\hat{i} + 3\hat{j})$ বিদ্যমান।

[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

ক. চৌম্বক প্রবেশ্যতা কাকে বলে? ১

খ. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ শক্তির সৃষ্টি নয় বরং শক্তির রূপান্তর-
ব্যাখ্যা করো। ২

- গ. চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বলের মান বের করো। ৩
 ঘ. গতিশীল চার্জের উপর ক্রিয়াশীল লরেঞ্জ বল পৃথকভাবে তড়িৎবল ও চৌম্বকবল অপেক্ষা বৃহত্তর হয়। উদ্দীপকের আলোকে উক্তির সত্যতা যাচাই করো। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পদার্থের যে বিশেষ গুণের জন্য এক পদার্থ অপেক্ষা অন্য পদার্থের ভেতর দিয়ে চৌম্বক বলরেখা সহজে যেতে পারে তাকে চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে।

খ তড়িত চৌম্বক আবেশের ফলে দেখা যায় যে, কোনো বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক শক্তির উৎস ছাড়াই তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয়। আপাত দৃষ্টিতে মনে হয় এখানে নতুন শক্তি সৃষ্টি হচ্ছে অর্থাৎ শক্তির নিত্যতা সূত্র লঙ্ঘিত হচ্ছে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে তড়িত চৌম্বক আবেশে কোনো নতুন শক্তি সৃষ্টি হয় না। বরং চৌম্বক ক্ষেত্র পরিবর্তন করতে যে যান্ত্রিক শক্তি প্রয়োজন হয়, সেই শক্তিই তড়িচ্চালক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

গ ২০C চার্জটির ওপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল, \vec{F} হলে,

$$\begin{aligned}\vec{F} &= q(\vec{v} \times \vec{B}) \\ &= 20(\hat{i} + \hat{k}) \times (2\hat{i} + 3\hat{j}) \\ &= 20 \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 0 & 1 \\ 2 & 3 & 0 \end{vmatrix} \text{ N} \\ &= 20(-3\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}) \text{ N} \\ &= -60\hat{i} + 40\hat{j} + 60\hat{k} \\ \therefore |\vec{F}| &= \sqrt{(-60)^2 + (40)^2 + (60)^2} \text{ N} \\ &= 93.8 \text{ N}\end{aligned}$$

এখানে,
 চার্জ, $q = 20\text{C}$
 বেগ, $\vec{v} = (\hat{i} + \hat{k})\text{ms}^{-1}$
 চৌম্বক ক্ষেত্র, $\vec{B} = (2\hat{i} + 3\hat{j})\text{T}$

ঘ 'গ' থেকে পাই,

গতিশীল আধানের উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল, $\vec{F}_m = (60\hat{i} + 40\hat{j} + 60\hat{k})\text{N}$
 গতিশীল আধানের উপর ক্রিয়াশীল তড়িৎ বল, \vec{F}_e হলে,

$$\begin{aligned}\vec{F}_e &= q\vec{E} \\ &= 20(\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}) \text{ N} \\ &= (20\hat{i} + 20\hat{j} - 40\hat{k}) \text{ N}\end{aligned}$$

এখানে,
 চার্জ, $q = 20\text{C}$
 তড়িৎ ক্ষেত্র, $\vec{E} = (\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})\text{NC}^{-1}$

গতিশীল আধানের ওপর ক্রিয়াশীল লরেঞ্জ বল, \vec{F} হলে,

$$\begin{aligned}\vec{F} &= \vec{F}_e + \vec{F}_m = [20\hat{i} + 20\hat{j} - 40\hat{k} - 60\hat{i} + 40\hat{j} + 60\hat{k}] \text{ N} \\ &= [-40\hat{i} + 60\hat{j} + 20\hat{k}] \text{ N}\end{aligned}$$

\therefore গতিশীল আধানের ওপর ক্রিয়ারত তড়িৎ বলের মান,

$$\begin{aligned}|\vec{F}_e| &= |20\hat{i} + 20\hat{j} - 40\hat{k}| \\ &= \sqrt{20^2 + 20^2 + (-40)^2} \\ &= 48.99 \text{ N}\end{aligned}$$

গতিশীল আধানের ওপর ক্রিয়ারত চৌম্বক বলের মান = 93.8 N ['গ' অংশ হতে পাই]

গতিশীল আধানের ওপর ক্রিয়ারত লরেঞ্জ বলের মান,

$$\begin{aligned}|\vec{F}| &= \sqrt{(-40)^2 + (60)^2 + (20)^2} \\ &= 74.83 \text{ N}\end{aligned}$$

এখানে, গতিশীল আধানের ওপর ক্রিয়ারত লরেঞ্জ বল তড়িৎ বল অপেক্ষা বড় হলেও চৌম্বক বল অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর।

অতএব, উদ্দীপকের আলোকে বলা যায় গতিশীল চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল লরেঞ্জ বল পৃথকভাবে তড়িৎ বল ও চৌম্বক বল অপেক্ষা বৃহত্তর হবে— উক্তিটি যুক্তিযুক্ত নয়।

প্রশ্ন ৪১ ১০C মানের একটি চার্জ $\vec{v} = (\hat{i} + \hat{j})\text{ms}^{-1}$ বেগে এমন একটি স্থানে বিচরণ করে যেখানে একটি তড়িৎ ক্ষেত্র $\vec{E} = (\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})\text{NC}^{-1}$ এবং $\vec{B} = (2\hat{i} + 3\hat{j})\text{Wbm}^{-2}$ চৌম্বক ক্ষেত্র বিদ্যমান।

[নীলফামারী সরকারি কলেজ]

- ক. অ্যাম্পিয়ারের সূত্রটি বিবৃত করো। ১
 খ. কোনো পরিবাহীর প্রবাহ ঘনত্ব 5Am^{-2} বলতে কী বোঝ? ২
 গ. চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল চৌম্বক বল নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. চার্জটির উপর ক্রিয়াশীল লরেঞ্জ বলের মান পৃথকভাবে তড়িৎ বল ও চৌম্বক বলের মান অপেক্ষা বৃহৎ হবে কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দও। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বন্ধপথ বরাবর কোনো চৌম্বকক্ষেত্রের রৈখিক সমাকলন, পথটি দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত মোট তড়িৎ প্রবাহমাত্রা এবং শূন্য মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতার গুণফলের সমান।

খ কোনো পরিবাহীর প্রবাহ ঘনত্ব 5Am^{-2} বলতে বোঝায়— পরিবাহীর একক প্রস্থচ্ছেদের (1m^2) ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে লম্বভাবে ৫ অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

গ দেওয়া আছে,

চার্জের পরিমাণ, $q = 10\text{C}$

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

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

চৌম্বক বল, $\vec{F}_B = ?$

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

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

$$\therefore \vec{F}_B = 10(\hat{k})$$

$$\text{বা, } |\vec{F}_B| = \sqrt{10^2}$$

$$\therefore |\vec{F}_B| = 10\text{N (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

চার্জের পরিমাণ, $q = 10\text{C}$

তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য, $\vec{E} = (\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})\text{NC}^{-1}$

আমরা জানি,

তড়িৎ বল, $\vec{F}_E = q\vec{E}$

$$= 10(\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})$$

$$= 10\hat{i} + 10\hat{j} - 20\hat{k}$$

$$\text{বা, } F_E = \sqrt{10^2 + 10^2 + (-20)^2}$$

$$\therefore F_E = 24.495 \text{ N}$$

(গ) হতে প্রাপ্ত চৌম্বক বল, $\vec{F}_B = 10\hat{k}\text{N}$

আবার,

$$\text{লরেঞ্জ বল, } \vec{F}_L = \vec{F}_B + \vec{F}_E = 10\hat{k} + 10\hat{i} + 10\hat{j} - 20\hat{k}$$

$$= 10\hat{i} + 10\hat{j} - 10\hat{k}$$

$$\text{বা, } F_L = 10\hat{i} + 10\hat{j} - 10\hat{k}$$

$$\therefore F_L = \sqrt{(10)^2 + 10^2 + (-10)^2} \\ = 17.321 \text{ N}$$

লরেঞ্জ বল হল তড়িৎ বল ও চৌম্বক বলের লব্ধি। দুটির ভেক্টর রাশির লব্ধির মান পৃথকভাবে ভেক্টর দুটি থেকে সর্বদা বড় হবে এমনটি নয়। উপরের গাণিতিক হিসাবও সে কথাই প্রমাণ করে। সুতরাং, উদ্দীপকের ক্ষেত্রে, গতিশীল চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল লরেঞ্জ বল পৃথকভাবে তড়িৎ বল ও চৌম্বক বল অপেক্ষা বৃহত্তর হবে এ কথাটি সত্য নয়।

প্রশ্ন ৪২ নিরদ একটি লম্বা তারকে অনুভূমিকভাবে দু-প্রান্ত আটকিয়ে এর মধ্যদিয়ে 100A বিদ্যুৎ প্রবাহিত করল। তারটির ঠিক উপরে এবং এর সাথে সমান্তরালে অপর একটি তার বেঁধে এর মধ্যদিয়ে 50A বিদ্যুৎ প্রবাহিত করল। দ্বিতীয় তারটির একক দৈর্ঘ্যে ওজন 0.08 Nm^{-1} । শূন্য মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতা $4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$ ।

[নরসিংদী মডেল কলেজ]

- ভরজুটি কী? ১
- রাজশাহীতে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের আনুভূমিক প্রাবল্য 29 Am^{-1} বলতে কী বুঝায়? ২
- ১ম তার হতে 1cm দূরত্বে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? ৩
- নিরদ দ্বিতীয় তারটিকে চৌম্বক বিকর্ষণ দ্বারা শূন্য স্থির রাখতে কি ব্যবস্থা নিতে পারে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াস গঠনকারী উপাদানসমূহের ভরের সমষ্টি অপেক্ষা নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয়। ভরের এ পার্থক্যকে ভরজুটি বলে।

খ রাজশাহীতে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের আনুভূমিক প্রাবল্য 29 Am^{-1} বলতে বুঝায়, রাজশাহীতে 1C আধান চৌম্বক মধ্যতলের সমকোণে আনুভূমিক বরাবর 1 ms^{-1} বেগে গতিশীল হলে আধানটি চৌম্বক ক্ষেত্রের জন্য উল্লম্ব বরাবর 29N বল অনুভব করবে।

গ এখানে,

১ম তারটির তড়িৎ প্রবাহ, $I = 100 \text{ A}$

বিন্দুর দূরত্ব, $a = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$

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

চৌম্বক ক্ষেত্র, $B = ?$

আমরা জানি,

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

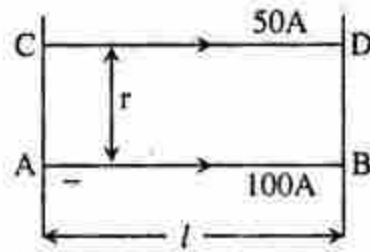
$$\therefore B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100}{2\pi \times 0.01} = 2 \times 10^{-3} \text{ T (Ans.)}$$

ঘ

এখানে,

AB এর তড়িৎ প্রবাহ, $I_1 = 100 \text{ A}$

CD এর তড়িৎ প্রবাহ, $I_2 = 50 \text{ A}$



এখানে CD তারের অর্থাৎ ২য় তারের প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ওজন 0.08 Nm^{-1} । শূন্য স্থির থাকতে হলে তারটিকে উপরের ব্যবস্থা থেকে তার ওজনের সমান বল লাভ করতে হবে।

মনে করি, তার দুটি পরস্পর r দূরত্বে থাকলে CD তার 0.08 Nm^{-1} বল লাভ করবে।

এখন, CD এর প্রতি একক দৈর্ঘ্যে বল,

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

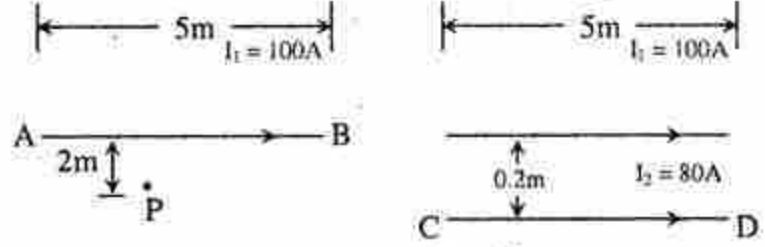
$$\text{বা, } r = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi F}$$

$$\text{বা, } r = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 50}{2\pi \times 0.08} = 0.0125 \text{ m}$$

$$\therefore r = 12.5 \text{ mm}$$

অর্থাৎ, তার দুটি পরস্পর 12.5mm দূরে থাকলে এটি শূন্য স্থির থাকবে।

প্রশ্ন ৪৩



[সরকারী জেনারাম কলেজ, নারায়ণগঞ্জ]

- হল ক্রিয়া কাকে বলে? ১
- ট্রান্সফরমার DC প্রবাহে ব্যবহার করা হয় না কেন ব্যাখ্যা কর। ২
- চিত্র (i) এ P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর। ৩
- চিত্র (ii) এ CD তারের ভর 4.0816 gm হলে তারটি অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রে স্থির থাকবে কি না— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

৪৩ 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 ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুণ্ডলীতে যদি DC ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তাহলে কোরের মধ্য দিয়ে ধ্রুবমানের চৌম্বকফ্লাক্স অতিক্রম করবে। তখন $\frac{d\phi}{dt} = 0$ হওয়ায় তড়িৎ চৌম্বক আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে $(\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt})$ গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্টি তড়িৎচালক বলের মান শূন্য। এ কারণে ট্রান্সফরমার দ্বারা DC ভোল্টেজের মান পরিবর্তন করা যায় না। তাই ট্রান্সফরমারে DC ভোল্টেজ ব্যবহার করা হয় না।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : $100 \mu \text{ T}_1$

ঘ এখানে,

CD তারের ভর, $m = 4.0816 \text{ gm} = 4.0816 \times 10^{-3} \text{ kg}$

CD তারের তড়িৎপ্রবাহ, $I_1 = 80 \text{ A}$

AB তারের তড়িৎপ্রবাহ, $I_2 = 100 \text{ A}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $r = 0.2 \text{ m}$

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

তারের দৈর্ঘ্য, $l = 5 \text{ m}$

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

CD পরিবাহকের সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল, F'

$$\text{সুতরাং, } F' = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} l$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 80 \times 100}{2\pi \times 0.2} \times 5 \text{ m}$$

$$\therefore F' = 0.04 \text{ N}$$

যেহেতু তারদ্বয়ের মধ্যদিয়ে একই দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে, সুতরাং এদের মধ্যকার বল হবে আকর্ষণধর্মী।

CD তারের ওপর অভিকর্ষীয় বল,

$$F = mg$$

$$\text{বা, } F = 4.0816 \times 10^{-3} \times 9.8$$

$$\therefore F = 0.04 \text{ N}$$

সুতরাং, $F' = F$

অর্থাৎ, CD তারটি অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রে স্থির থাকবে।

প্রশ্ন ৪৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বিষুবীয় অঞ্চলে একটি কম্পন ম্যাগনেটোমিটারের চুম্বকের দোলনকাল 2sec যার জড়তার ভ্রামক $2 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ । অঞ্চলটিতে চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশের মান $29 \mu\text{T}$ । একই দণ্ড চুম্বক উত্তর মেরুতে দোলনকাল নির্ণয় করা হল; যেখানে চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ $32 \mu\text{T}$ ।

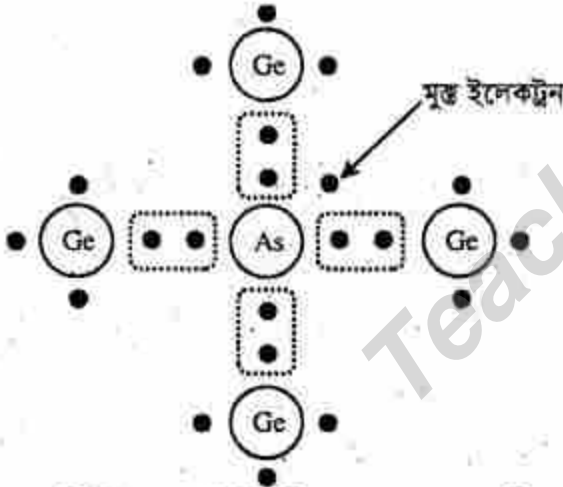
(মহীপুর হাজী মহসিন সরকারি কলেজ)

- তাপগতীয় চলক কাকে বলে? ১
- n type সেমিকন্ডাক্টর কীভাবে তৈরি করা হয়ে থাকে? ২
- বিষুবীয় অঞ্চলে দণ্ড চুম্বকের চৌম্বক ভ্রামক কত হবে? ৩
- উদ্দীপকের দণ্ড চুম্বকটির উত্তর মেরুতে নেয়ার ফলে দোলনকাল বাড়বে না কমবে তা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল ভৌত রাশির মান দ্বারা একটি তাপগতীয় ব্যবস্থার যেকোনো মুহূর্তের দশা বা অবস্থা প্রকাশ করা যায় এবং যে সকল রাশির যেকোনটির পরিবর্তন দ্বারা সিস্টেমের দুটি ভিন্ন সময়ের অবস্থার ভিন্নতা পরিলক্ষিত হয়। তাকেই তাপগতীয় চলক। গ্যাসের ক্ষেত্রে এই চলকগুলো হলো : চাপ (P) আয়তন (V) তাপমাত্রা (T)

খ



জার্মেনিয়াম বা সিলিকন অর্ধপরিবাহীর সঙ্গে পঞ্চযোজী মৌল মিশিয়ে n-টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরি করা হয়। পঞ্চযোজী এন্টিমনি বা আর্সেনিক বিশেষ প্রক্রিয়ায় উচ্চতাপে মেশানো হয়। মেশানোর সময় অপদ্রব্যের পরিমাণ এমনভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয় যেন এর পরমাণুগুলো জার্মেনিয়াম বা সিলিকন কেলাসের মূল কাঠামোর কোনো পরিবর্তন না ঘটিয়ে কেলাস জার্মেনিয়ামের অন্তর্ভুক্ত হয়ে যায়। এন্টিমনি বা আর্সেনিকের ৫টি যোজন ইলেকট্রনের ৪টি জার্মেনিয়াম বা সিলিকনের ৪টি যোজন ইলেকট্রনের অংশীদার হয়ে বা পাশাপাশি অবস্থানের মাধ্যমে সমযোজী বন্ধন তৈরি করে। প্রতিটি আর্সেনিক বা এন্টিমনি পরমাণুর একটি ইলেকট্রন উদ্বৃত্ত থাকে এবং ঐ ইলেকট্রন কেলাসের মধ্যে স্বাধীনভাবে ঘুরে বেড়াতে পারে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে প্রতিটি অপদ্রব্য পরমাণু একটি করে মুক্ত ইলেকট্রন দান করে। তাই অপদ্রব্য পরমাণুকে এক্ষেত্রে দাতা পরমাণু বলা হয়। এছাড়া তাপীয় উত্তেজনার জন্য কিছু বন্ধন ভেঙ্গে সমসংখ্যক ইলেকট্রন ও হোল তৈরি হয়। সুতরাং n- টাইপ অর্ধপরিবাহীতে ইলেকট্রন ও হোল উভয়েরই উপস্থিতি থাকে। কিন্তু ইলেকট্রনের সংখ্যা

হোলের তুলনায় বহুগুণ বেশি থাকে। এভাবে গঠিত কেলাসে প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে প্রায় 10^{17} সংখ্যক স্বাধীন ইলেকট্রন থাকে। তড়িৎ পরিবহনে ঋণাত্মক ইলেকট্রনই মুখ্য ভূমিকা পালন করে বলে এগুলোকে 'সংখ্যাগুরু বা গরিষ্ঠ বাহক' বলে। ধনাত্মক হোল তড়িৎ পরিবহনে গৌণ ভূমিকা পালন করে এবং এগুলোকে 'সংখ্যালঘু বা লঘিষ্ঠ বাহক' বলা হয়।

গ বিষুবীয় অঞ্চলে চৌম্বক ভ্রামক M ও ম্যাগনেটোমিটারের দোলনকাল, T হলে,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{MH}}$$

$$\text{বা, } M = 4\pi^2 \frac{I}{T^2 H}$$

$$= 4\pi^2 \times \frac{2 \times 10^{-5}}{2^2 \times 29 \times 10^{-6}}$$

$$= 6.81 \text{ Am}^2 \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{জড়তার ভ্রামক, } I = 2 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$$

$$\text{দোলনকাল, } T = 2 \text{ sec}$$

$$\text{চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ,}$$

$$H = 29 \mu\text{T} = 29 \times 10^{-6} \text{ T}$$

ঘ উত্তর মেরুতে চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ H_2 ও বিষুবীয় অঞ্চলে H_1 হলে,

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{I}{MH_2}}}{2\pi \sqrt{\frac{I}{MH_1}}}$$

এখানে,

$$\text{বিষুবীয় অঞ্চলে, } H_1 = 29 \mu\text{T}$$

$$\text{উত্তর মেরুতে, } H_2 = 32 \mu\text{T}$$

$$= \sqrt{\frac{H_1}{H_2}}$$

$$\therefore T_2 = \sqrt{\frac{H_1}{H_2}} \times T_1$$

$$= \sqrt{\frac{29 \times 10^{-6}}{32 \times 10^{-6}}} \times 2$$

$$= 1.904 \text{ sec}$$

$$\therefore T_1 < T_2$$

সুতরাং, উত্তর মেরুতে চুম্বকের দোলনকাল কম হবে।

প্রশ্ন ৪৫ P ও Q কয়েলের পাক সংখ্যা যথাক্রমে 200 এবং 1000। 2A তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ার ফলে P ও Q এর মধ্যে দিয়ে উৎপন্ন চৌম্বক ফ্লাক্স যথাক্রমে $2.4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ এবং $1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ ।

(কেন্দ্রী গার্লস ক্যাডেট কলেজ)

- লেঞ্জের সূত্রটি লিখ। ১
- দুটি কয়েলের পারস্পরিক আবেশ 1 Henry বলতে কি বোঝায়? ২
- P কয়েলের স্বকীয় আবেশ গুণাজ্ঞক বের কর। ৩
- যদি 0.4s এর মধ্যে P এর তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ করা হয় তাহলে Q এর মধ্যে কত তড়িচ্চালক বল আবেশিত হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৪৫ 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 'পারস্পরিক আবেশ গুণাজ্ঞক 1 হেনরি'— এর অর্থ দুটি কুণ্ডলীর একটির মধ্যদিয়ে 1 As⁻¹ হারে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটলে যদি গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি 1V হয়, তবে কুণ্ডলীদ্বয়ের পারস্পরিক আবেশ গুণাজ্ঞক হবে 1 হেনরি।

প এখানে,

P এর পাক সংখ্যা, $n_p = 200$

P এর চৌম্বক ফ্লাক্স, $\phi_p = 2.4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 2 \text{ A}$

P এর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক, $L_p = ?$

আমরা জানি, $n_p \phi_p = L_p I$

$$\text{বা, } L_p = \frac{n_p \phi_p}{I} = \frac{200 \times 2.4 \times 10^{-4}}{2} = 0.024 \text{ H (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

Q এর পাক সংখ্যা, $N_Q = 1000$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 2 \text{ A}$

Q এর চৌম্বক ফ্লাক্স, $\phi_Q = 1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

P এর চৌম্বক ফ্লাক্স, $\phi_P = 2.4 \times 10^{-4} \text{ Wb}$

সময়, $dt = 0.4 \text{ s}$

মনে করি, Q এর মধ্যে আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তি ϵ_Q

$$\text{আমরা জানি, } \epsilon = -N_P N_Q \frac{d\phi_P}{dt}$$

$$\text{বা, } \epsilon = 200 \times 1000 \times \frac{2.4 \times 10^{-4} - 0}{0.4}$$

$$\therefore \epsilon = 120 \text{ V}$$

সুতরাং Q এর মধ্যে আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তি 120 V

প্রশ্ন ৪৬ 2cm চ্যান্টা এবং 1mm পুরু একটি রূপার পাতকে 1.5 Wbm^{-2} চৌম্বক প্রাবল্যের একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে এমনভাবে স্থাপিত করা আছে যাতে পাতটির তল এবং চৌম্বক প্রাবল্যের অভিমুখ পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে। পাতটির মধ্যদিয়ে 200A তড়িৎ প্রবাহিত হলে প্রস্থের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হয়। পাতটির মধ্যে প্রতি একক আয়তনে 7.4×10^{28} সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন আছে।

[কুমিল্লা সরকারি মহিলা কলেজ, কুমিল্লা]

- ক. তড়িৎ দ্বিমেরু কী? ১
- খ. সমবিভব তলে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না কেন? ২
- গ. পাতটির হল বিভব কত? ৩
- ঘ. তড়িৎ প্রবাহ এক-তৃতীয়াংশ করা হলে হল ক্রিয়ার পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎ দ্বিমেরুর যে কোনো একটি চার্জের মান এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে দ্বি-মেরু ভ্রামক বলে।

খ কোনো তল যদি এরূপ হয় যে, তার সর্বত্র বিভব সমান তবে ঐ তলকে সমবিভব তল বলে।

যেহেতু একটি সমবিভব তলের যে কোনো দুইটি বিন্দুর বিভব সমান, ফলে ঐ তলের যে কোনো দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য শূন্য। অর্থাৎ কোনো আধানকে সমবিভব তলের যে কোনো এক বিন্দু হতে অন্য বিন্দুতে নিতে কোনো কাজের প্রয়োজন হয় না।

আবার, কোনো তলে এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ার পূর্বশর্ত হচ্ছে বিভব পার্থক্য এবং উচ্চ বিভব বিন্দু থেকে নিম্ন বিভবের বিন্দুতে তড়িৎ প্রবাহিত হয় উভয়ের বিভব পার্থক্য শূন্য করার উদ্দেশ্যে। কিন্তু সমবিভব তলে বিভব পার্থক্য শূন্যই থাকে তাই এতে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হয় না।

গ দেওয়া আছে,

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 200 \text{ A}$

চৌম্বক ক্ষেত্র, $B = 1.5 \text{ wbm}^{-2}$

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

একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রন সংখ্যা, $n = 7.4 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$

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

হল বিভব, $V_H = ?$

আমরা জানি,

$$V_H = \frac{BI}{n t q}$$

$$\text{বা, } V_H = \frac{1.5 \times 200}{7.4 \times 10^{28} \times 10 \times 10^{-3} \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\therefore V_H = 2.53 \times 10^{-5} \text{ V (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

চৌম্বক ক্ষেত্র, $B = 1.5 \text{ wbm}^{-2}$

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

একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রন সংখ্যা, $n = 7.4 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$

তড়িৎ প্রবাহ এক তৃতীয়াংশ অর্থাৎ $\frac{200}{3} = 66.67 \text{ A}$ করা হলে এবং হল

বিভব V_H' হলে,

আমরা জানি,

$$V_H = \frac{BI}{n t q}$$

$$V_H' = \frac{BI'}{n t q}$$

$$\therefore \frac{V_H'}{V_H} = \frac{I'}{I} = \frac{1}{3}$$

অতএব, প্রবাহ এক তৃতীয়াংশ হলে হল বিভবও এক-তৃতীয়াংশ হয়ে যাবে।

$$\text{যেহেতু, } E = \frac{V_H}{d}$$

$$\therefore E' = \frac{1}{3} E \text{ হলে, অর্থাৎ হল তড়িৎ ক্ষেত্রও এক-তৃতীয়াংশ হবে।}$$

পদার্থবিজ্ঞান

চতুর্থ অধ্যায় : তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব

১২১. S.I. পদ্ধতিতে চৌম্বক ক্ষেত্রের একক কোনটি? (জ্ঞান)

- (ক) Tesla (খ) Wh/m
(গ) Wb (ঘ) Tesla/m

১২২. চুম্বকের বাইরে চুম্বক আবেশ রেখার অভিমুখ কোনদিকে? (জ্ঞান)

- (ক) উত্তর মেরু → দক্ষিণ মেরু
(খ) দক্ষিণ মেরু → উত্তর মেরু
(গ) উত্তর মেরু → পূর্ব মেরু
(ঘ) দক্ষিণ মেরু → পশ্চিম মেরু

১২৩. বিয়ো-স্যাডা সূত্রের সমানুপাতিক ধ্রুবক k এর মান শূন্য মাধ্যমে কত? (প্রয়োগ)

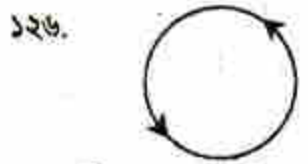
- (ক) $4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm.A}^{-1}$
(খ) $10^{-7} \text{ Tm.A}^{-1}$
(গ) $4\pi \times 10^{-7} \text{ TA}^{-1}$ (ঘ) 10^{-7} TA^{-1}

১২৪. I মানের তড়িৎবাহী লম্বা সোজা পরিবাহীর তার হতে a দূরত্বে স্থাপিত কোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) $\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ (খ) $\frac{\mu_0 I}{4\pi a}$
(গ) $\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}$ (ঘ) $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi a}$

১২৫. 100 পাকের এবং 15cm ব্যাসের একটি তড়িৎবাহী কুণ্ডলীতে 5A মানের তড়িৎপ্রবাহের কারণে কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) 4.2 mT (খ) 4.2 μT
(গ) 4.2 nT (ঘ) 4.2 pT



চিত্রের এক পাকের কুণ্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহের দরুন কুণ্ডলীর কেন্দ্রে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক কোনটি? (প্রয়োগ)

- (ক) কাগজ পৃষ্ঠের লম্ব বরাবর উপর দিকে
(খ) কাগজ পৃষ্ঠের লম্ব বরাবর নিচের দিকে
(গ) বাম দিক বরাবর (ঘ) ডান দিক বরাবর

১২৭. r দূরত্বের দুটি সমান্তরাল তারে I_1 ও I_2 মানের প্রবাহ একই দিকে চললে এদের প্রতি একক দৈর্ঘ্যে বিকর্ষণ বলের মান কত হবে? (প্রয়োগ)

- (ক) $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{\pi r}$ (খ) $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$
(গ) $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{3\pi r}$ (ঘ) $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi r}$

১২৮. একটি লম্বা সোজা তারের মধ্যে দিয়ে 6amp তড়িৎপ্রবাহ চললে উক্ত তার থেকে 0.03m দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) $30\mu\text{Wb/m}^2$ (খ) $40\mu\text{Wb/m}^2$
(গ) $50\mu\text{Wb/m}^2$ (ঘ) $60\mu\text{Wb/m}^2$

১২৯. অ্যাম্পিয়ারের সূত্রের গাণিতিক রূপ—
(আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা)
(জ্ঞান)

- (ক) $\oint \vec{B} \cdot \vec{l} = \mu_0 I$ (খ) $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$
(গ) $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0$ (ঘ) $\oint \vec{B} \cdot d\vec{r} = \mu_0 I$

১৩০. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারদিকে $5.3 \times 10^{-11}\text{m}$ ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে $2.2 \times 10^6\text{m.s}^{-1}$ বেগে ঘুরে কেন্দ্রে 12.53 Wb.m^{-2} ফ্লাক্স ঘনত্ব উৎপন্ন করে। ইলেকট্রনের চার্জ কত? (প্রয়োগ)

- (ক) $1.60 \times 10^{-19}\text{C}$ (খ) $2.60 \times 10^{-19}\text{C}$
(গ) $3.60 \times 10^{-19}\text{C}$ (ঘ) $4.60 \times 10^{-19}\text{C}$

১৩১. চৌম্বক বল ও তড়িৎ বলের ভেক্টর সমষ্টি কোনটি? (জ্ঞান)

- (ক) লরেন্স বল (খ) ফ্যারাডে বল
(গ) অ্যাম্পিয়ার বল (ঘ) লেঞ্জের বল

১৩২. হল বিভব পার্থক্যের রাশিমালা কোনটি? (প্রয়োগ)

- (ক) $V = \frac{Bvd}{2}$ (খ) $V = 2Bvd$
(গ) $V = Bvd$ (ঘ) $V = \sqrt{Bvd}$

১৩৩. একটি বর্তনীতে ৫টি সমান আকারের পাক আছে। প্রতিটি পাকের ক্ষেত্রফল 0.02m^2 । বর্তনীর মধ্য দিয়ে 3amp বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চৌম্বক ড্রামকের মান কত হবে? (প্রয়োগ)

- (ক) 0.1 amp.m^2 (খ) 0.2 amp.m^2
(গ) 0.3 amp.m^2 (ঘ) 0.4 amp.m^2

১৩৪. চৌম্বক দৈর্ঘ্য জ্যামিতিক দৈর্ঘ্যের কত গুণ? (কালিকাপুর আবদুল মতিন খসরু ডিগ্রি কলেজ, কুমিল্লা)
(জ্ঞান)

- (ক) 1 (খ) 0.5
(গ) 0.65 (ঘ) 0.85

১৩৫. পৃথিবীর চৌম্বক অক্ষ তার ভৌগোলিক অক্ষের সাথে কত ডিগ্রী কোণ করে আছে? (জ্ঞান)

- (ক) 16° (খ) 18°
(গ) 20° (ঘ) 22°

১৩৬. বিদ্যুতীয় অঞ্চলে ভূচৌম্বক ক্ষেত্রের মান কত? (জ্ঞান)

- (ক) $30\mu\text{T}$ (খ) $60\mu\text{T}$
(গ) $40\mu\text{T}$ (ঘ) $20\mu\text{T}$

১৩৭. ভূ-চৌম্বকত্বের মৌলিক উপাদান কয়টি? (জ্ঞান)

- (ক) ২ (খ) ৩
(গ) ৪ (ঘ) ৫

১৩৮. কোনো স্থানের ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশের মান $30\mu\text{T}$ এবং বিনতি 60° । ঐ স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশের মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) $21.96\mu\text{T}$ (খ) $31.96\mu\text{T}$
(গ) $41.9\mu\text{T}$ (ঘ) $51.96\mu\text{T}$

১৩৯. দুটি তড়িৎবাহী সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের ক্ষেত্রে — (অনুধাবন)

- i. প্রবাহ দুটি সমমুখী হলে পরিবাহীদ্বয় পরস্পরকে আকর্ষণ করে
ii. প্রবাহদ্বয় বিপরীতমুখী হলে পরিবাহীদ্বয় পরস্পরকে বিকর্ষণ করে
iii. বেশি প্রবাহের পরিবাহীটির ওপর বেশি মানের বল ক্রিয়া করবে

নিচের কোনটি সঠিক?

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

১৪০. সলিনয়েডের তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ চালনা করলে এর মধ্যে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের— (অনুধাবন)

- দিক ফ্রেমিং এর ডান হস্ত নিয়ম অনুসারে পাওয়া যায়
- দ্বারা সৃষ্ট চৌম্বক বল রেখাগুলো সলিনয়েডের লম্ব বরাবর ক্রিয়া করে
- দ্বারা সৃষ্ট চৌম্বক বল রেখা প্রায় সরল রেখা আকারের হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

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

১৪১. গতিশীল চার্জের ওপর চৌম্বক বল নির্ভর করে— (অনুধাবন)

- আধান বাহকের আধান ও গতিবেগের ওপর
- চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের ওপর
- আধান বাহকের ভরের ওপর

নিচের কোনটি সঠিক?

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

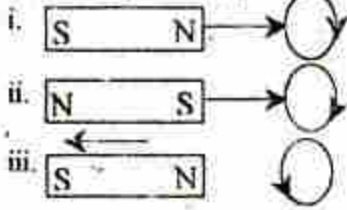
১৪২. চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত একটি তড়িৎবাহী পরিবাহীর ওপর ক্রিয়াশীল বলের রাশিমালা— [কুস্তিয়া সরকারি বালিকা, কুস্তিয়া] (প্রয়োগ)

- $F = I\ell B \sin \theta$
- $F = I\ell \times B$
- $F = qvB \sin \theta$

নিচের কোনটি সঠিক?

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

১৪৩. নিচের চিত্রগুলো লক্ষ্য কর: [অমৃত লাল দে মহাবিদ্যালয়, বরিশাল] (প্রয়োগ)



নিচের কোনটি সঠিক?

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

১৪৪. কোন স্থানে ডু-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ $31.85 \mu T$ এবং উল্লম্ব উপাংশ $47.77 \mu T$ হলে ঐ স্থানে— (প্রয়োগ)

- চৌম্বক ক্ষেত্রের মান $57.41 \mu T$
- বিচ্যুতি মান $33^\circ 42'$
- বিনতির মান $56^\circ 18'$

নিচের কোনটি সঠিক?

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

১৪৫. বহিঃচৌম্বক ক্ষেত্রে ডায়াচৌম্বক পদার্থ রাখলে— (অনুধাবন)

- ইলেকট্রনের কক্ষীয় গতিতে কিছু পরিবর্তন সাধিত হয়
- বহিঃক্ষেত্রের বিপরীত দিকে পদার্থটিতে চুম্বকায়ন ঘটে
- পদার্থের অভ্যন্তরীণ চৌম্বকক্ষেত্র বহিঃক্ষেত্রের তুলনায় দুর্বল মানের হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

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

১৪৬. প্যারামেট্রিক পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখলে— (উচ্চতর দক্ষতা)

- পদার্থের মধ্যে দুর্বল চুম্বকত্ব আবিষ্টি হয়
- আবিষ্টি চুম্বকায়নের অভিমুখ আংশিক ক্ষেত্রের অভিমুখ বরাবর হয়
- অণুচুম্বকগুলোর বহিঃস্থ চৌম্বকক্ষেত্রের অভিমুখের লম্ব বরাবর সজ্জিত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

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

১৪৭. ফেরো চৌম্বক পদার্থকে উত্তপ্ত করা হলো— (অনুধাবন)

- চুম্বক ডোমেইন ভেঙে যায়
- অণুচুম্বকগুলো সুসজ্জিত হয়
- প্যারামেট্রিক পদার্থে পরিণত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

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

উদীপকটি পড়ে ১৪৮ ও ১৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: একটি তড়িৎবাহী বৃত্তাকার তার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ $31.4 \times 10^{-2} m$, পাকসংখ্যা 400, তারটিতে $5 \times 10^{-7} amp$ মানের তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

১৪৮. কুণ্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব কত? (প্রয়োগ)

- (ক) $1 \times 10^{-10} Wb/m^2$ (খ) $2 \times 10^{-10} Wb/m^2$
(গ) $3 \times 10^{-10} Wb/m^2$ (ঘ) $4 \times 10^{-10} Wb/m^2$

১৪৯. কুণ্ডলীর কেন্দ্রে $3cm^2$ ক্ষেত্রফলের মধ্যে দিয়ে কতটুকু ফ্লাক্স অতিক্রম করবে? (প্রয়োগ)

- (ক) $1.0 \times 10^{-13} Wb$ (খ) $1.2 \times 10^{-13} Wb$
(গ) $1.4 \times 10^{-13} Wb$ (ঘ) $1.6 \times 10^{-13} Wb$

উদীপকটি পড়ে ১৫০ ও ১৫১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: $3.14m$ লম্বা একটি ঝড়ু তারের মধ্যে দিয়ে $4A$ তড়িৎপ্রবাহ চলেছে।

১৫০. তারটি থেকে $3cm$ দূরে একটি ইলেকট্রন তারের সমান্তরালে কিছু প্রবাহের বিপরীত দিকে $3 \times 10^5 ms^{-1}$ বেগে চলছে। ইলেকট্রনটি কত বল অনুভব করবে? (প্রয়োগ)

- (ক) $5.76 \times 10^{-18} N$ (খ) $3.84 \times 10^{-18} N$
(গ) $2.56 \times 10^{-18} N$ (ঘ) $1.28 \times 10^{-18} N$

১৫১. তারটিকে 1 পার্কের একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলীতে পরিণত করলে বৃত্তের কেন্দ্রে চৌম্বক আবেশের মান হবে— (প্রয়োগ)

- (ক) $5.02 \times 10^{-6} Wbm^{-2}$
(খ) $4.02 \times 10^{-6} Wbm^{-2}$
(গ) $3.02 \times 10^{-6} Wbm^{-2}$
(ঘ) $2.02 \times 10^{-6} Wbm^{-2}$

উদীপকটি পড়ে ১৫২ ও ১৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: 10 পার্কের একটি আয়তাকার কুণ্ডলী $0.2T$ চৌম্বক ক্ষেত্রে প্রস্থের মধ্যবিন্দু হতে ঝুলানো আছে। কুণ্ডলী তল চৌম্বক ক্ষেত্রের সমান্তরাল। কুণ্ডলীর দৈর্ঘ্য $0.1m$, প্রস্থ $0.05m$ এবং এর মধ্য দিয়ে $4A$ তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

১৫২. কুণ্ডলীর চৌম্বক ড্রামকের মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) $0.1A.m^2$ (খ) $0.2A.m^2$
(গ) $0.3A.m^2$ (ঘ) $0.4A.m^2$

১৫৩. চৌম্বক ক্ষেত্রে তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর ওপর ক্রিয়াশীল টর্কের মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) $3 \times 10^{-2} N.m$ (খ) $2 \times 10^{-2} N.m$
(গ) $3 \times 10^{-3} N.m$ (ঘ) $4 \times 10^{-3} N.m$