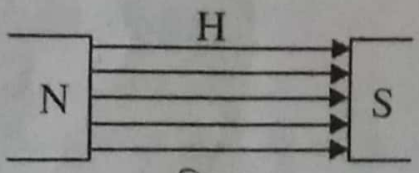
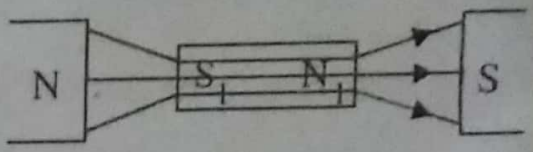
3.1. চৌম্বক আবেশ (Magnetic induction)

কোনো চৌম্বক পদার্থকে চুম্বকক্ষেত্রে অথবা চুম্বকের সংস্পর্শে বা নিকটে রাখা হলে ওই পদার্থটি চুম্বকে পরিণত হয়। চুম্বকনের এই পদ্ধতিকে চৌম্বক আবেশ বলে। যেমন—লোহা, নিকেল বা কোবাল্ট দণ্ডকে চুম্বকক্ষেত্রে চুম্বকক্ষেত্র বরাবর রাখলে দণ্ডটি অস্থায়ী চুম্বকে পরিণত হয়। দণ্ডের যে প্রান্ত আবেশী উত্তর মেরুর দিকে থাকে সেই প্রান্তে দক্ষিণ মেরু এবং এর যে প্রান্ত আবেশী দক্ষিণ মেরুর দিকে থাকে সেই প্রান্তে উত্তর মেরু আবিষ্ট হয়। অর্থাৎ দণ্ডের যে প্রান্ত দিয়ে বলরেখা প্রবেশ করে সেই প্রান্তে দক্ষিণ মেরু উৎপন্ন হয়। স্পষ্টত অপর প্রান্তটিতে উত্তর মেরুর আবেশ ঘটে।

মনে করি, সমশক্তির (same strength) একটি N-মেরু এবং একটি S-মেরুর মধ্যবর্তীস্থানে সুষম চুম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হয়েছে [চিত্র 3.1]। এখানে বলরেখাগুলি সুষমভাবে বণ্টিত আছে। এখন মেরুদুটির মধ্যবর্তী স্থানে একটি লোহা বা ইস্পাত দণ্ডকে চুম্বকক্ষেত্রে ঝুলিয়ে দিলে দণ্ডটি চুম্বকক্ষেত্র বরাবর সজ্জিত হবে। দণ্ডটির মধ্য দিয়ে অধিক পরিমাণে বলরেখা গমন করবে। এর বামপ্রান্তে দক্ষিণ মেরু এবং ডানপ্রান্তে উত্তর মেরু আবিষ্ট হবে [চিত্র 3.2]।



চিত্র 3.1

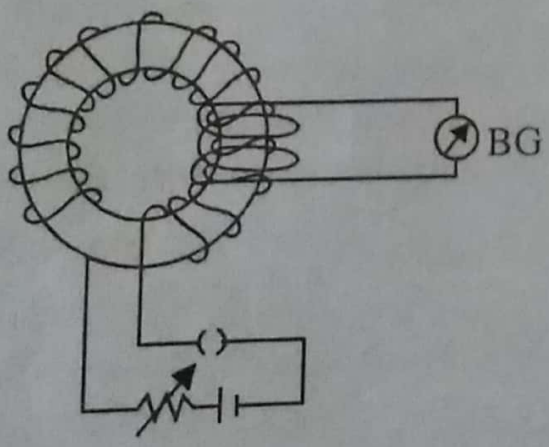


চিত্র 3.2

সুতরাং বলা যায় যে, **লোহা বা ইস্পাত উত্তম চৌম্বক পরিবাহী।**

3.2. চৌম্বক পদার্থে চুম্বকক্ষেত্র (Magnetic field inside a magnetic material)

স্থির তড়িতের ক্ষেত্রে আমরা দেখেছি যে, সমান্তরাল পাত ধারকের মধ্যবর্তী স্থানে পরাবিদ্যুৎ (di-electric) প্রবেশ করানো হলে ওই অঞ্চলে তড়িৎ বলরেখার পরিবর্তন ঘটে। এর কারণ হিসাবে বলা হয়েছে যে, তড়িৎক্ষেত্রে পরাবিদ্যুতের পরমাণুগুলি তড়িৎ দ্বিমেরুতে পরিণত হয় এবং পাতদুটির মধ্যবর্তীস্থানে তড়িৎক্ষেত্রের পরিবর্তন ঘটায়। এখন আমরা দেখব, চুম্বকক্ষেত্রে লোহা বা এই ধরনের কোনো চুম্বক পদার্থ স্থাপন করলে চুম্বকক্ষেত্রের কোনো পরিবর্তন ঘটে কিনা। এই পরীক্ষার জন্য আমরা একটি **রাউল্যান্ড বলয়** (Rowland ring) বা টরয়েডাল (toroidal) সলিনয়েড নিলাম। এই ব্যবস্থায় টরয়েডাল সলিনয়েডের মধ্যে রিং আকৃতির একটি লোহা বা কোনো



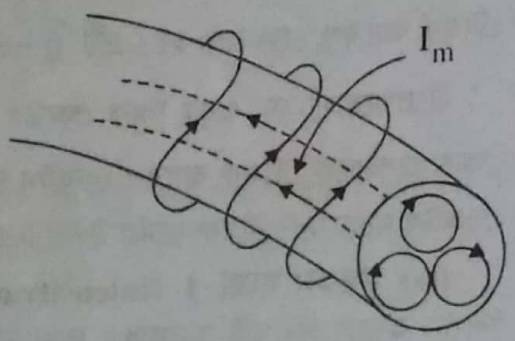
চিত্র 3.3

Scanned with CamScanner

চুম্বক পদার্থকে **সলিনয়েডের কোর** (core) হিসাবে রাখা হয়েছে। এই সলিনয়েডের উপর জড়ানো স্বল্পপাকের একটি গৌণকুণ্ডলীকে একটি ক্ষেপক (ballistic) গ্যালভানোমিটারের সঙ্গে যুক্ত করা হয়েছে [চিত্র 3.3]।

টরয়েডের মধ্যে যখন কোনো চৌম্বক পদার্থ থাকে না তখন বর্তনীতে প্রবাহমাত্রা হঠাৎ ছিন্ন করে ক্ষেপক গ্যালভানোমিটারের সাহায্যে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন লক্ষ্য করা হয়। এর পর টরয়েডের মধ্যে চুম্বক পদার্থ প্রবেশ করিয়ে একই প্রবাহমাত্রা পাঠিয়ে গ্যালভানোমিটারের বিক্ষেপ পরিমাপ করা হল। এই পরীক্ষা থেকে দেখা যায় যে, টরয়েডের মধ্যে চুম্বক পদার্থের উপস্থিতিতে চৌম্বক আবেশ $\vec{B}$ উল্লেখযোগ্যভাবে পরিবর্তিত হয়। বিভিন্ন চুম্বক পদার্থ প্রবেশ করিয়ে পূর্বোক্ত পরীক্ষা করা যেতে পারে।

স্পষ্টত **এই পরীক্ষার সাহায্যে, টরয়েডের মধ্যে একই প্রবাহমাত্রা পাঠিয়ে বিভিন্ন চুম্বক পদার্থের চুম্বকীয় ফল** (magnetic effect) **পরিমাপ করা যায়**। চুম্বক পদার্থ অনুপস্থিত অবস্থায় টরয়েডের মধ্যে চৌম্বক ফ্লাক্স এবং চুম্বক পদার্থের উপস্থিতিতে টরয়েডের মধ্যে উৎপন্ন চৌম্বক ফ্লাক্সের পার্থক্যই চুম্বক পদার্থের চুম্বকীয় ফল।



চিত্র 3.4

যখন টরয়েডের মধ্যে কোনো চৌম্বক পদার্থ থাকে না (অর্থাৎ শূন্য মাধ্যম) তখন এর মধ্যে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব

$$B = \mu_0 n I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.1)$$

এখানে μ_0 = শূন্য মাধ্যমের ভেদ্যতা, n = টরয়েডের একক দৈর্ঘ্যের পাক সংখ্যা এবং I = বাহ্যিক প্রবাহমাত্রা।

যখন টরয়েডের মধ্যে চৌম্বক পদার্থ থাকে তখন চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হয়।

এক্ষেত্রে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব, $B = \mu_0 n(I + I_m)$

বা, $B = \mu_0 nI + \mu_0 nI_m = B_0 + B_m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.2)$

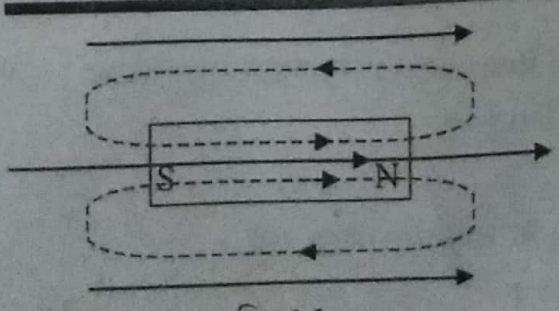
এখানে, $B_0 = \mu_0 nI$ = টরয়েডে প্রবাহমাত্রার জন্য ফ্লাক্স ঘনত্ব বা চৌম্বক আবেশ।

এবং $B_m = \mu_0 nI_m$ = চৌম্বক পদার্থের চুম্বকনের জন্য ফ্লাক্স ঘনত্ব বা চৌম্বক আবেশ।

এবং I_m = পদার্থের চুম্বকত্বের জন্য পৃষ্ঠ প্রবাহমাত্রা (surface current) [চিত্র 3.4]। এই প্রবাহমাত্রা পদার্থের চুম্বকীয় ফল (magnetic effect) বর্ণনা করে।

বিশেষ আলোচনা ঃ চুম্বক পদার্থে পৃষ্ঠ প্রবাহমাত্রা পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রনের কক্ষীয় ঘূর্ণন গতির সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়। কেন্দ্রীনের চারদিকে ইলেকট্রনের ঘূর্ণন কক্ষ বন্ধ কুণ্ডলীর (closed loop) ন্যায় আচরণ করে। **তাই কক্ষের একটি নির্দিষ্ট চৌম্বক ভ্রামক থাকে**। পরমাণুর মোট চৌম্বক ভ্রামক তিনটি কারণে উৎপন্ন হয়— (i) ইলেকট্রনের ঘূর্ণন (spin) গতি (ii) কেন্দ্রীনের চারদিকে ইলেকট্রনের কক্ষীয় কৌণিক ভরবেগ এবং (iii) প্রযুক্ত চুম্বকক্ষেত্রের জন্য কক্ষীয় ভ্রামকের পরিবর্তন। সুতরাং ইলেকট্রনের ঘূর্ণন গতি এবং কক্ষীয় গতির জন্য যে তুল্য প্রবাহমাত্রার (I_m) সৃষ্টি হয় তাদের সম্মিলিত চুম্বকীয় ফলই B_m চৌম্বক আবেশ সৃষ্টি করে।

3.3. কয়েকটি চুম্বকীয় রাশি (Some magnetic quantities)



চিত্র 3.5

(i) চুম্বকন রেখা (Lines of magnetisation) ঃ চুম্বকক্ষেত্রে কোনো চুম্বক পদার্থকে রাখলে আবেশের ফলে পদার্থটি চুম্বকে পরিণত হয়। তাই চুম্বকের মধ্য দিয়ে দু-ধরনের চৌম্বক বলরেখা গমন করে—প্রযুক্ত চুম্বকক্ষেত্রের জন্য বলরেখা এবং চুম্বক পদার্থের চুম্বকনের জন্য নিজস্ব বলরেখা [চিত্র 3.5]। চুম্বক পদার্থের এই চুম্বকনের জন্য

Scanned with CamScanner

সৃষ্ট বলরেখাকে **চুম্বকন রেখা** বলে। 3.5 নং চিত্রে **টানা রেখাগুলি বাহ্যিক বলরেখা এবং কাটা কাটা রেখাগুলি চুম্বকন রেখা।**

(ii) চৌম্বক আবেশ রেখা (Magnetic lines of induction) : চুম্বক পদার্থের মধ্যে প্রযুক্ত চুম্বক ক্ষেত্রের বলরেখা এবং চুম্বকন রেখা পাশাপাশি এবং একমুখী [চিত্র 3.5]।

চুম্বক পদার্থের মধ্যে এই দু-প্রকার বলরেখার সম্মিলিত যোগফলকে **চুম্বক আবেশ রেখা** বলে।

(iii) চৌম্বক আবেশ B (Magnetic induction) : চৌম্বক পদার্থের মধ্যে আবেশ রেখাগুলির সঙ্গে লম্বভাবে স্থাপিত প্রতি একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে মোট যতগুলি আবেশ রেখা গমন করে তাকে চৌম্বক আবেশ, (B) বলা হয়। এটি $\vec{B}$-ভেকটর নামেও পরিচিত।

উল্লেখযোগ্য যে, প্রযুক্ত চুম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যকে $\vec{H}$-ভেকটর এবং চুম্বক পদার্থের মধ্যে মোট চুম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্যকে চৌম্বক আবেশ ভেকটর বা $\vec{B}$-ভেকটর বলে। $\vec{H}$-ভেকটর মাধ্যম নিরপেক্ষ। কিন্তু $\vec{B}$-ভেকটর মাধ্যমের চৌম্বক ধর্মের উপর নির্ভরশীল।

(iv) চুম্বকন মাত্রা I (Intensity of Magnetisation) : কোনো চুম্বক পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে পদার্থটি আবেশের দরুণ চুম্বকে পরিণত হয়। **পদার্থটির একক আয়তনে উৎপন্ন চৌম্বক ভ্রামককে এর চুম্বকন মাত্রা বলে।** অর্থাৎ

$$\text{চুম্বকন মাত্রা, (I)} = \frac{\text{চৌম্বক ভ্রামক, M}}{\text{পদার্থের আয়তন, V}}$$

$$\text{বা,}\quad I = \frac{M}{V} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.3)$$

প্রকৃতপক্ষে, **চুম্বকন মাত্রা কোনো চুম্বক পদার্থ চুম্বকক্ষেত্রে যে চুম্বকত্ব অর্জন করে তার পরিমাপ** বোঝায়।

চিত্র 3.6

মনে করি, চুম্বক ক্ষেত্রে অবস্থিত SN একটি চুম্বক পদার্থ। ধরো এটি একটি সুষম চোঙাকৃতি আকারের এবং এর দৈর্ঘ্য $2l$ ও প্রস্থচ্ছেদ A [চিত্র 3.6]। উৎপন্ন মেরুশক্তি m। সুতরাং এর চৌম্বক ভ্রামক

$$M = 2l \cdot m$$

$$\therefore\quad I = \frac{2l \cdot m}{2lA} = \frac{m}{A}$$

সুতরাং একক ক্ষেত্রফলে উৎপন্ন চৌম্বক মেরুশক্তিকেও চুম্বকন মাত্রা বলে।

আবার সলিনয়েড বিবেচনা করলে, সলিনয়েডের প্রতি পাকের জন্য চুম্বক ভ্রামক হবে $I_m A$। এখানে A হল সলিনয়েড প্রতি পাকের ক্ষেত্রফল। এখন সলিনয়েডে একক দৈর্ঘ্যে পাক সংখ্যা n হলে সলিনয়েডের একক দৈর্ঘ্যে চৌম্বক ভ্রামক, $M' = nI_m A$

$$\therefore\quad \text{চুম্বকনমাত্রা,}\quad I = \frac{nI_m A}{A} = nI_m$$

$$\therefore\quad B_m = \mu_0 n I_m = \mu_0 I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.4)$$

(v) চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য-H (Magnetising field intensity) : সলিনয়েডে প্রবাহমাত্রা I এবং এর একক দৈর্ঘ্যে পাক সংখ্যা n হলে চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য $(H) = nI$

$$\therefore\quad B_0 = \mu_0 nI = \mu_0 H \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.5)$$

সুতরাং সমীকরণ (3.4) এবং (3.5)-এর সাহায্যে (3.2) নং সমীকরণ থেকে পাই

$$B = B_0 + B_m = \mu_0 I + \mu_0 H = \mu_0 (H + I) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.6)$$

Scanned with CamScanner

(3.6) নং সমীকরণ থেকে, মোট চুম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য B , চুম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য H এবং চুম্বকন মাত্রা I-এর সম্পর্ক পাই। **(H) এবং (I)-এর একই একক $A\text{-}m^{-1}$।**

(vi) চুম্বক ভেদ্যতা (Permeability, μ) ঃ বায়ুর তুলনায় কোনো চৌম্বক পদার্থের একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে লম্বভাবে কতগুণ বলরেখা গমন করে তা ওই পদার্থের ভেদ্যতা ধর্মের উপর নির্ভর করে।

H-প্রাবল্যের চুম্বকক্ষেত্রে স্থাপিত কোনো চৌম্বক পদার্থের আবেশ (B) হলে (B) এবং (H) এর অনুপাতকে ওই পদার্থের **চৌম্বক ভেদ্যতা** বলে।

$$\therefore \quad \mu = \frac{B}{H} = \frac{\text{পদার্থের একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত আবেশ রেখা}}{\text{একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখা}}$$

$$\therefore \quad B = \mu H$$

বায়ুমাধ্যমে, $B_o = \mu_o H$

(vii) চৌম্বক প্রবণতা (Susceptibility-χ) ঃ কোনো চুম্বক পদার্থকে কত সহজে চুম্বকে পরিণত করা যায় তা পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা ধর্মের উপর নির্ভর করে। চুম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত কোনো চৌম্বক পদার্থে আবিষ্ট চুম্বকনমাত্রা I এবং আবেশ সৃষ্টিকারী চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য (H) হলে, (I) এবং (H)-এর অনুপাতকে ওই পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা (χ) বলে।

$$\text{অর্থাৎ } \chi = \frac{I}{H}$$

স্পষ্টত (χ) দুটি একই জাতীয় রাশির অনুপাত, তাই এর কোনো একক থাকে না। এটি একটি সংখ্যামাত্রা।

3.4. চৌম্বক আবেশ (B), চৌম্বক ভেদ্যতা (μ) এবং চৌম্বক প্রবণতা (χ)-এর মধ্যে সম্পর্ক (Relation between B, μ and χ)

মনে করি, একটি সলিনয়েডের মধ্যে প্রবাহমাত্রা (I)। এর মধ্যে লোহা বা অন্য কোনো চৌম্বক পদার্থ যদি না থাকে তাহলে সলিনয়েডের মধ্যে চৌম্বক আবেশ,

$$B_o = \mu_o nI = \mu_o H \quad [\, n = \text{সলিনয়েডে একক দৈর্ঘ্যের পাক সংখ্যা }]$$

সলিনয়েডে লোহা বা কোনো চৌম্বক পদার্থ থাকলে ওই পদার্থের চুম্বকনের জন্য অতিরিক্ত চৌম্বক আবেশ সৃষ্টি হয়। এখন মোট চুম্বক আবেশ হবে,

$$B_o = \mu_o H + \mu_o I = \mu_0 (H + I)$$

$$\therefore \quad \mu H = \mu_0 (H + I)$$

$$\text{বা, } \frac{\mu}{\mu_0} = 1 + \frac{I}{H} \quad \text{বা, } \mu_r = 1 + \chi$$

এখানে $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$ হল মাধ্যমের আপেক্ষিক ভেদ্যতা।

● **উদাহরণ 3.1. একটি টরয়েডাল সলিনয়েডের পাক সংখ্যা 3000 এবং গড় ব্যাসার্ধ 10 cm। এর মধ্যস্থ কাঁচা লোহার শাঁসের (core) আপেক্ষিক ভেদ্যতা 2000। সলিনয়েডে 1·0 A প্রবাহমাত্রা পাঠালে শাঁসের মধ্যে কত চৌম্বক আবেশ উৎপন্ন হবে ?**

◀ **সমাধান ঃ** সলিনয়েডের শাঁসে চৌম্বক আবেশ নির্ণয়ের সম্পর্কটি হল ঃ

$$B = \mu_r \mu_o nI$$

এখানে $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$, $\mu_r = 2000$,

$$n = \frac{3000}{2\pi r} = \frac{3000}{2\pi \times 10 \times 10^{-2}} = \frac{1{\cdot}5}{\pi} \times 10^4$$

Scanned with CamScanner

$\therefore \quad B = 2000 \times 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{1 \cdot 5}{\pi} \times 10^4 \times 1 \cdot 0$

$\therefore \quad B = 12$ Tesla

● **উদাহরণ 3.2. একটি লৌহদণ্ডের দৈর্ঘ্য 50 cm এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $20 mm^2$। দণ্ডটিকে একটি লম্বা সলিনয়েডের মধ্যে এর অক্ষ বরাবর স্থাপন করা হল। সলিনয়েডে পাকের সংখ্যা $25 cm^{-1}$ এবং প্রবাহমাত্রা 2A। লোহার আপেক্ষিক ভেদ্যতা 400 হলে দণ্ডটির চৌম্বক ভ্রামক কত ?**

◀ **সমাধান ঃ** সলিনয়েড কর্তৃক উৎপন্ন চুম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য $H = ni$

$\therefore \quad H = 2500 \times 2 = 5000$ A-m^{-1}

এখন, $\mu_r = 1 + \chi$

$\therefore \quad \chi = \mu_r - 1 = 400 - 1 = 399$

$\therefore \quad \frac{I}{H} = 399$

বা, $I = 399 \times 5000$ A-m^{-1}

এখানে, $n = 2500 / m^{-1}$

$i = 2A$

$\mu_r = 400$

$V = Al = 20 \times 10^{-6} \times 0 \cdot 5$

$= 10^{-5} m^3$

$\therefore \quad \frac{M}{V} = 3 \cdot 99 \times 5 \times 10^3$

বা, $M = 3 \cdot 99 \times 5 \times 10^3 \times 10^{-5} = 19 \cdot 9510^{-2}$ A-m^2

$\therefore$ দন্ডটির চৌম্বক ভ্রামক $= 19 \cdot 9510^{-2}$ A-m^2

● **উদাহরণ 3.3. একটি লৌহ বলয়ের উপর অন্তরিত তামার তার জড়িয়ে তারের মধ্যে 1 · 5A প্রবাহমাত্রা পাঠানো হল। বলয়ের উপর পাকসংখ্যা প্রতিমিটারে 1000 । বলয়ের মধ্যে চুম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য 1 · 0T হলে লোহার আপেক্ষিক ভেদ্যতা এবং চৌম্বক প্রবণতার মান নির্ণয় করো।**

◀ **সমাধান ঃ** বলয়ের উপর জড়ানো তারের মধ্যে প্রবাহমাত্রার জন্য চুম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য H হলে

$H = ni = 100 \times 1 \cdot 5 = 150$ A - m^{-1}

$\therefore \quad$ লৌহ বলয়ের চৌম্বক ভেদ্যতা, $\mu = \frac{B}{H} = \frac{1}{150}$ H - m^{-1}

$\therefore \quad \mu_r \mu_o = \frac{1}{150} \qquad \therefore \quad \mu_r = \frac{1}{150 \times 4\pi \times 10^{-7}} = 5304$

$\therefore$ চৌম্বক প্রবণতা, $K = \mu_r - 1 = 5303$

$\therefore \quad$ নির্ণেয় আপেক্ষিক ভেদ্যতা = 5304 এবং চৌম্বক প্রবণতা =5303

3.5. পরাচৌম্বক, অয়শ্চৌম্বক এবং তিরশ্চৌম্বক পদার্থ (Paramagnetic, Ferromagnetic and Diamagnetic substances)

কোনো পদার্থ সাধারণভাবে চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয় কিনা এই ঘটনার উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন পদার্থকে চৌম্বক এবং অচৌম্বক পদার্থ—এই দুই শ্রেণিতে বিভক্ত করা হয়েছে। বিজ্ঞানী **মাইকেল ফ্যারাডে** উচ্চমানের চুম্বকক্ষেত্রে বিভিন্ন পরীক্ষার সাহায্যে দেখান যে, সমস্ত পদার্থেরই চৌম্বক ধর্ম বর্তমান। প্রকৃতপক্ষে অচৌম্বক পদার্থগুলির চৌম্বক ধর্ম অত্যন্ত দুর্বল। পরীক্ষা থেকে দেখা যায় যে, সমস্ত চৌম্বক পদার্থের মধ্যে কোনো কোনোটি অসম (non-uniform) বাহ্যিক চুম্বকক্ষেত্রে কম প্রাবল্যের অঞ্চল থেকে বেশি প্রাবল্যের অঞ্চলের দিকে সরে যাবার চেষ্টা করে। অর্থাৎ এরা চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়। অপরদিকে, কিছু পদার্থ চুম্বকক্ষেত্রে ঠিক বিপরীত আচরণ করে। এরা চুম্বক দ্বারা বিকর্ষিত হয়।

অসম চুম্বক ক্ষেত্রে আচরণ অনুসারে সব চুম্বক পদার্থকে প্রধানত দু-ভাগে ভাগ করা হয়েছে : (i) পরাচৌম্বক পদার্থ (Paramagnetic) (ii) তিরশ্চৌম্বক পদার্থ (Diamagnetic)।

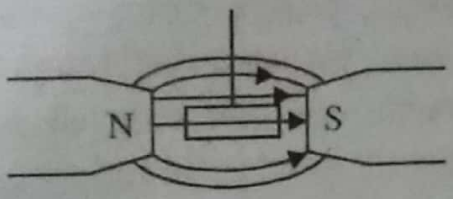
Scanned with CamScanner

পরাচৌম্বক শ্রেণির মধ্যে কয়েকটি পদার্থ যেমন—লোহা, নিকেল, কোবাল্ট প্রভৃতির আচরণ ওই শ্রেণির অন্যান্য পদার্থের তুলনায় বেশি প্রকট। তাই এদের পৃথক শ্রেণিতে রাখা হয়েছে। এদের অয়শ্চৌম্বক (ferromagnetic) পদার্থ বলে।

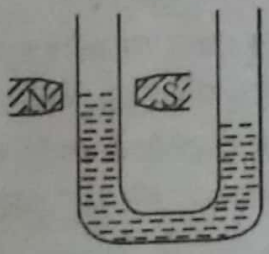
◘ **(i) পরাচৌম্বক পদার্থ (Paramagnetic substance) :** এরা চুম্বক দ্বারা আকর্ষিত হয়। অর্থাৎ এরা অসমচুম্বক ক্ষেত্রে কম প্রাবল্যের অঞ্চল থেকে বেশি প্রাবল্যের অঞ্চলে সরে যায়। এই সকল পদার্থের চৌম্বক ভেদ্যতা $\mu_r > 1$ এবং চুম্বক প্রবণতা (χ) ধনাত্মক, কিন্তু নিম্নমানের। এদের চৌম্বক ভেদ্যতা এবং চৌম্বক প্রবণতা প্রযুক্ত চুম্বকক্ষেত্রের উপর নির্ভর করে না।

● **উদাহরণ :** অ্যালুমিনিয়াম, সোডিয়াম, প্লাটিনাম, অক্সিজেন, কপার সালফেট, ফেরিক ক্লোরাইড প্রভৃতি। এই পদার্থগুলির ধর্মসমূহ নীচে আলোচনা করা হল :

(a) পরাচৌম্বক পদার্থের একটি সরু দণ্ডকে একটি শক্তিশালী অশ্বক্ষুরাকৃতি তড়িচ্চুম্বকের শঙ্কু আকৃতির মেরুদ্বয়ে ঝুলিয়ে দিলে দেখা যায় যে, দণ্ডটি চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখের সমান্তরালে সজ্জিত হয় [চিত্র 3.7]। দণ্ডটি স্বল্প পরিমাণে চুম্বকিত হয়।



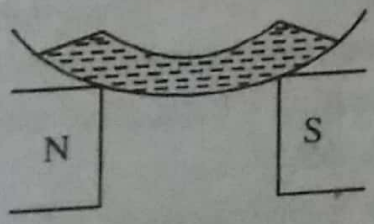
চিত্র 3.7



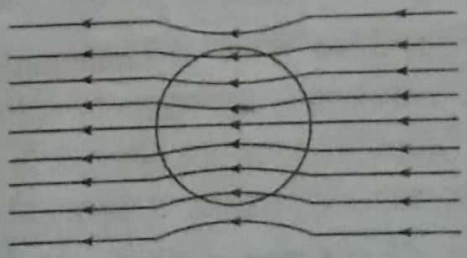
চিত্র 3.8

একটি U নলে কিছুটা পরাচৌম্বক তরল ঢালা হলে দুই বাহুতে তরল একই উচ্চতায় থাকে। এখন একটি বাহুতে তরলের লেভেলে জোরালো চুম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করলে দেখা যাবে যে, ওই বাহুতে তরলতল কিছুটা উপরে উঠেছে [চিত্র 3.8]।

পরাচৌম্বক পদার্থের কিছুটা ওয়াচ-গ্লাসে (Watch glass) ঢেলে শক্তিশালী তড়িচ্চুম্বকের মেরুদ্বয়ের উপরে রাখা হলে দেখা যায় যে, মেরুদ্বয়ের ঠিক উপরে তরলে পৃষ্ঠ ঢিবির ন্যায় কিছুটা উঁচু হয়েছে [চিত্র 3.9]।



চিত্র 3.9


চিত্র 3.10

(b) পরাচৌম্বক পদার্থকে চৌম্বকক্ষেত্রে রাখলে বলরেখাগুলি বেঁকে পদার্থের মধ্য দিয়ে যাবার স্বল্প প্রবণতা দেখায়। 3.10 নং চিত্রে সুষম চুম্বক ক্ষেত্রে পরাচুম্বক পদার্থের একটি গোলক রাখা হলে বলরেখাগুলি যেভাবে সজ্জিত হয় তা দেখানো হয়েছে। অর্থাৎ পরাচৌম্বক পদার্থে আবেশ রেখাগুলি কিছুটা ঘনভাবে সজ্জিত হয়।

(c) যেহেতু $B = \mu_0 \mu_r H$ তাই কোনো পরাচৌম্বক পদার্থের ভেদ্যতা $\mu_r > 1$। উদাহরণস্বরূপ, অ্যালুমিনিয়াম এবং প্লাটিনামের μ_r যথাক্রমে 1·000022 এবং 1·000036।

(d) $\mu_r = 1 + \chi$ সম্পর্ক থেকে দেখা যায় যে, পরাচৌম্বক প্রবণতা K ধনাত্মক এবং এর মান ক্ষুদ্র। যেমন—অ্যালুমিনিয়াম এবং প্লাটিনামের চৌম্বক প্রবণতা যথাক্রমে $1 \cdot 76 \times 10^{-6}$ এবং $2 \cdot 88 \times 10^{-6}$।

Scanned with CamScanner

(e) পরাচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা χ প্রযুক্ত চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্যের উপর নির্ভর করে না। কিন্তু উষ্ণতা বাড়লে এর মান কমতে থাকে। দেখা যায় যে, পরাচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক গ্রাহিতা এর পরম উষ্ণতার সঙ্গে ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ

$$\chi = \frac{C}{T} \quad [\, C = \text{কুরী ধ্রুবক} \,]$$

এই সূত্রকে **কুরী সূত্র** বলে। এই সূত্র কেবলমাত্র পরাচৌম্বক গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। পরাচৌম্বক পদার্থের ক্ষেত্রে কুরী-ভাইস (Curie-Weiss) সূত্র প্রযোজ্য। এই সূত্র অনুসারে,

$$\chi = \frac{C}{T - \theta} \quad [\, \theta = \text{পদার্থের কুরী উষ্ণতা} \,]$$

(ii) অয়শ্চৌম্বক পদার্থ (Ferromagnetic substance) : এই পদার্থগুলি পরাচৌম্বক শ্রেণিরই অন্তর্ভুক্ত। কিন্তু এদের পরাচৌম্বকীয় ধর্মগুলি বেশি মাত্রায় বিদ্যমান। তাই এদের একটি পৃথক শ্রেণিভুক্ত করা হয়েছে। লোহা, নিকেল, কোবাল্ট, ইস্পাত এবং কিছু সংকর ধাতু অয়শ্চৌম্বক পদার্থের উদাহরণ। অয়শ্চৌম্বক পদার্থগুলির চৌম্বক ভেদ্যতা $\mu_r >> 1$ এবং চৌম্বক প্রবণতা ধনাত্মক ও উচ্চমানের। অয়শ্চৌম্বক পদার্থের সাধারণ ধর্মগুলি নীচে বর্ণনা করা হল :

(a) অসম চৌম্বক ক্ষেত্রে অয়শ্চৌম্বক পদার্থ চৌম্বকক্ষেত্রের দুর্বলতর অংশ থেকে অধিকতর শক্তিশালী অংশের দিকে প্রবলভাবে ধাবিত হয়। অর্থাৎ অয়শ্চৌম্বক পদার্থ চুম্বক দ্বারা প্রবলভাবে আকৃষ্ট হয়।

(b) চৌম্বকক্ষেত্রে অয়শ্চৌম্বক পদার্থ রাখলে বলরেখাগুলি বেঁকে বেশি সংখ্যায় এই পদার্থের মধ্য দিয়ে গমন করে। অর্থাৎ পদার্থের মধ্যে আবেশ রেখাগুলি অত্যন্ত ঘনভাবে সজ্জিত হয়।

(c) অয়শ্চৌম্বক পদার্থের $\mu_r >> 1$। কিন্তু এর মান প্রযুক্ত চুম্বকক্ষেত্রের মানের উপর নির্ভর করে। লোহার ভেদ্যতা 2000 পর্যন্ত হতে পারে।

(d) অয়শ্চৌম্বক পদার্থের প্রবণতা K ধনাত্মক এবং অত্যন্ত বৃহৎ মানের। এর মান প্রযুক্ত চুম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্যের উপর নির্ভর করে।

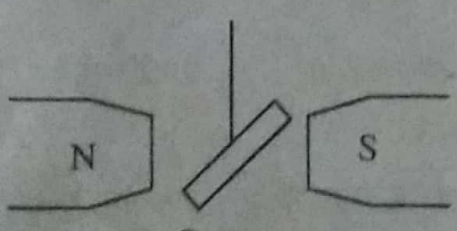
(e) উষ্ণতার সঙ্গে অয়শ্চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবণতার পরিবর্তন অত্যন্ত জটিল। এর মান আবার চুম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্যের উপরও নির্ভর করে।

(f) অয়শ্চৌম্বক পদার্থকে উত্তপ্ত করলে একটি বিশেষ উষ্ণতায় এটি পরাচুম্বক পদার্থে পরিণত হয়। এই উষ্ণতাকে **কুরী বিন্দু** (Curie point) বলে। যেমন—লোহার কুরী বিন্দু 785°C।

(iii) তিরশ্চৌম্বক পদার্থ (Diamagnetic substance) : যে সব চৌম্বক পদার্থ চুম্বক দ্বারা বিকর্ষিত হয় অর্থাৎ অসম চুম্বকক্ষেত্রের শক্তিশালী প্রাবল্যের অঞ্চল থেকে দুর্বলতর প্রাবল্যের অঞ্চলে সরে যায়, তাদের তিরশ্চৌম্বক পদার্থ বলে। এই পদার্থের চৌম্বক ভেদ্যতা $\mu_r < 1$ এবং চৌম্বক প্রবণতা ঋণাত্মক। এদের চৌম্বক প্রবণতা চৌম্বকক্ষেত্র বা তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে না।

- **উদাহরণ**—বিসমাথ, তামা, অ্যান্টিমনি, পারদ, সোনা, জল, হাইড্রোজেন প্রভৃতি।

তত্ত্বগতভাবে প্রমাণিত হয়েছে যে, তিরশ্চৌম্বকত্ব সমস্ত পদার্থের পরমাণুর সহজাত ধর্ম। কিন্তু পদার্থের তিরশ্চৌম্বক ধর্মগুলি অত্যন্ত দুর্বল হয় বলে পরাচৌম্বক এবং অয়শ্চৌম্বক পদার্থের ক্ষেত্রে এদের প্রবলতর পরাচৌম্বক এবং অয়শ্চৌম্বক ধর্মগুলির বহিঃপ্রকাশ ঘটে। তাই বলা যায়, **তিরশ্চৌম্বকত্ব পদার্থের মৌলিক ধর্ম**। তিরশ্চৌম্বক পদার্থের সাধারণ ধর্মগুলি হল :



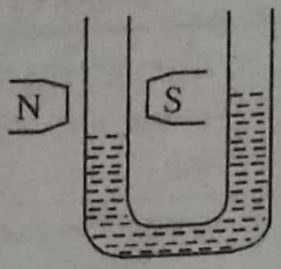
চিত্র 3.11

(a) এই পদার্থগুলি ক্ষীণভাবে চুম্বক দ্বারা বিকর্ষিত হয়।

(b) তিরশ্চৌম্বক পদার্থের একটি পাতলা দণ্ডকে শক্তিশালী তড়িৎ-চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মধ্যে ঝুলিয়ে দিলে এটি চৌম্বকক্ষেত্রের সমকোণে স্থাপন করে [চিত্র 3.11]। দণ্ডটি সামান্য পরিমাণে চুম্বকিত হয়।

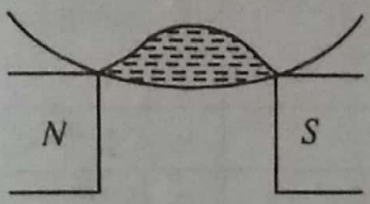
Scanned with CamScanner

একটি U-নলে কোনো তিরশ্চৌম্বক তরল নিয়ে এর যে-কোনো বাহুর তরলের লেভেল বরাবর শক্তিশালী চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করলে দেখা যায় যে, ওই বাহুতে তরলের লেভেল কিছুটা নেমে গেছে [চিত্র 3.12] ।

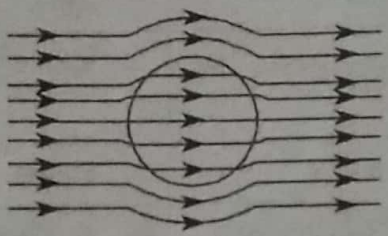


চিত্র 3.12

একটি ওয়াচ-গ্লাসে সামান্য তিরশ্চৌম্বক তরল নিয়ে একে শক্তিশালী তড়িচ্চুম্বকের মেরুদ্বয়ের উপর রাখা হলে দেখা যায় যে, মেরুদ্বয়ের ঠিক উপরে তরলের পৃষ্ঠ কিছুটা নেমে গেছে এবং মাঝখানের অংশ কিছুটা উঁচু হয়ে আছে [চিত্র 3.13] ।



চিত্র 3.13


চিত্র 3.14

(c) কোনো তিরশ্চৌম্বক পদার্থকে একটি চুম্বকক্ষেত্রে রাখলে দেখা যায় যে, বলরেখাগুলি পদার্থ থেকে দুরে সরে যায়। ফলে এর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যা পূর্বাপেক্ষা কম হয়। 3.14 নং চিত্রে একটি সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে তিরশ্চৌম্বক পদার্থের একটি গোলক রাখলে বলরেখাগুলি যেভাবে সজ্জিত হয় তা দেখানো হয়েছে।

স্পষ্টত তিরশ্চৌম্বক পদার্থে আবেশ রেখাগুলি বাইরের বলরেখার তুলনা হাল্কাভাবে সজ্জিত হয় ।

(d) তিরশ্চৌম্বক পদার্থের ভেদ্যতার মান 1 অপেক্ষা সামান্য কম। যেমন—বিসমাথের চৌম্বক ভেদ্যতা $\mu_r = 0{\cdot}9999$।

(e) তিরশ্চৌম্বক পদার্থের প্রবণতার মান অত্যন্ত ক্ষুদ্র কিন্তু ঋণাত্মক হয়। যেমন—বিসমাথের চৌম্বক প্রবণতা $\chi = -1{\cdot}38 \times 10^{-6}$ ।

(f) এই পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা প্রযুক্ত চৌম্বকক্ষেত্রের মান এবং উষ্ণতার উপর নির্ভর করে না।

3.6. অয়শ্চৌম্বক, পরাচৌম্বক এবং তিরশ্চৌম্বক পদার্থের পারস্পরিক তুলনা (Comparison between ferro-, para-, dia-magnetic substances)

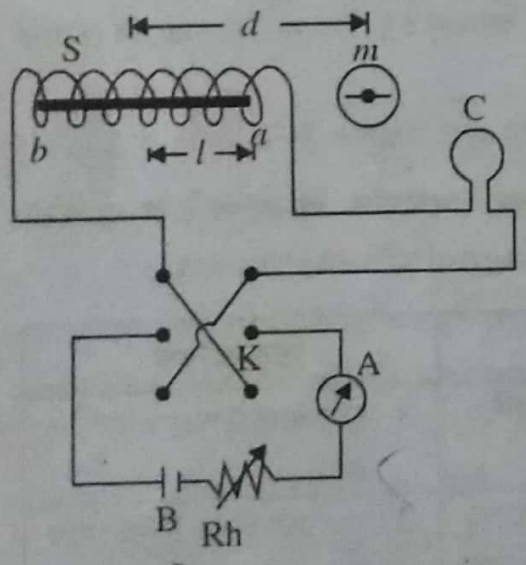
অয়শ্চৌম্বক	পরাচৌম্বক	তিরশ্চৌম্বক
1. চুম্বক দ্বারা প্রবলভাবে আকর্ষিত হয়।	1. চুম্বক দ্বারা ক্ষীণভাবে আকর্ষিত হয়।	1. চুম্বক দ্বারা ক্ষীণভাবে বিকর্ষিত হয়।
2. চৌম্বকক্ষেত্রে রাখা হলে বেশি সংখ্যক বলরেখা এর মধ্য দিয়ে গমন করে এবং ঘনবদ্ধভাবে সন্নিবিষ্ট হয়।	2. এদের মধ্য দিয়ে বলরেখা সামান্য ঘনবদ্ধভাবে সন্নিবিষ্ট হয়।	2. বলরেখা এদের নিকট থেকে দূরে সরে যায়। বলরেখার সংখ্যা হ্রাস পায়।
3. প্রযুক্ত চুম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য বা H-ভেকটরের তুলনায় আবেশ বা B-ভেকটর অনেক বেশি ।	3. H-ভেক্টরের তুলনায় এর B-ভেক্টর সামান্য বেশি।	3. H-ভেক্টরের তুলনায় B-ভেক্টর সামান্য কম।
4. চৌম্বক ভেদ্যতা $\mu_r >> 1$।	4. চৌম্বক ভেদ্যতা $\mu_r > 1$।	4. চৌম্বক ভেদ্যতা $\mu_r < 1$।
5. চৌম্বক প্রবণতা χ ধনাত্মক এবং উচ্চমানের।	5. চৌম্বক প্রবণতা ধনাত্মক কিন্তু অত্যন্ত নিম্নমানের।	5. চৌম্বক প্রবণতা ঋণাত্মক কিন্তু অত্যন্ত নিম্নমানের।

Scanned with CamScanner

অয়শ্চৌম্বক	পরাচৌম্বক	তিরশ্চৌম্বক
6. μ এবং χ উভয়ই প্রদত্ত চৌম্বক-ক্ষেত্রের প্রাবল্যের উপর নির্ভর করে।	6. μ এবং χ উভয়ই প্রদত্ত চৌম্বক-ক্ষেত্রের প্রাবল্যের উপর নির্ভর করে না।	6. μ এবং χ প্রদত্ত চুম্বক-ক্ষেত্রের প্রাবল্যের উপর নির্ভর করে না।
7. উষ্ণতার সঙ্গে χ-এর পরিবর্তন অত্যন্ত জটিল।	7. উষ্ণতার সঙ্গে χ-এর মান একটি নির্দিষ্ট সূত্রানুসারে হ্রাস পায়।	7. K-এর মান উষ্ণতার উপর নির্ভর করে না।
8. হিস্টারিসিস্ (hysteresis) ধর্ম আছে।	8. হিস্টারিসিস্ দেখায় না।	8. হিস্টারিসিস্ দেখায় না।
9. ধারণশীলতা আছে।	9. ধারণশীলতা নেই।	9. ধারণশীলতা নেই।
10. এদের নির্দিষ্ট কুরী বিন্দু আছে।	10. কোনো কুরী বিন্দু নেই।	10. কোনো কুরী বিন্দু নেই।
11. কেলাসিত কঠিন পদার্থ।	11. কঠিন, তরল বা গ্যাস।	11. কঠিন, তরল বা গ্যাস।

3.7. ম্যাগনেটোমিটার পদ্ধতিতে চৌম্বক পদার্থের চুম্বকন মাত্রা এবং চৌম্বক প্রবণতা নির্ণয় (Determination of intensity of magnetisation and susceptibility of a magnetic substance by magnetometer method)

যে চৌম্বক পদার্থের চুম্বকন পরিমাত্রা এবং চৌম্বক প্রবণতা নির্ণয় করতে হবে সেটিকে সরু দীর্ঘ দণ্ডের আকারে নিতে হবে। পরীক্ষা ব্যবস্থা 3.15 নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। চিত্রে m হল ম্যাগনেটোমিটার যার বাহুদুটি পূর্ব-পশ্চিম দিকে প্রসারিত রাখা হয়েছে। ab হল পরীক্ষাধীন দণ্ডাকৃতির চৌম্বক পদার্থের একটি দণ্ড যেটিকে দীর্ঘ এবং সোজা সলিনয়েডের (S) মধ্যে স্থাপন করা যায়। S-সলিনয়েড ম্যাগনেটোমিটারের যে দিকে আছে তার অপরদিকে একটি কুণ্ডলী C রাখা হয়েছে। সলিনয়েড S, কুণ্ডলী C-কে শ্রেণি সমবায়ে একটি অ্যামিটার, একটি ব্যাটারি, একটি রেয়োস্ট্যাট (Rh) এবং একটি কমুটেটর যুক্ত করা হয়েছে।



চিত্র 3.15

পরীক্ষাধীন তারসহ সলিনয়েডের অক্ষ পূর্ব-পশ্চিম বরাবর রাখা হয় যাতে পৃথিবীর চুম্বকক্ষেত্র তারটিকে কোনো চুম্বকত্ব আবিষ্ট করতে না পারে। প্রথমে তারটিকে সলিনয়েডের মধ্যে না রেখে সলিনয়েড এবং C-কুণ্ডলীর মধ্যে প্রবাহমাত্রা পাঠানো হল এবং C-এর অবস্থান বা এর মধ্যে প্রবাহমাত্রার অভিমুখ এমন করা হয় যেন ম্যাগনেটোমিটারের কোনো বিক্ষেপ না হয়। পরীক্ষা চলাকালীন কুণ্ডলীর অবস্থান অপরিবর্তিত রাখা হয়। এখন সলিনয়েডের উৎপন্ন চৌম্বকক্ষেত্র পরীক্ষার সময় ম্যাগনেটোমিটার পাঠকে প্রভাবিত করতে পারে না।

এখন সলিনয়েডের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা পাঠিয়ে পরীক্ষাধীন তারটিকে কয়েকবার চুম্বকন, বিচুম্বকন এবং পূর্ণচুম্বকন চক্রের মধ্য দিয়ে নিয়ে যাওয়া হয়। এই প্রক্রিয়াগুলির ফলে তারটির চৌম্বক ধর্ম স্থির থাকে।

মনে করি, সলিনয়েডের প্রতিমিটারে পাক সংখ্যা n এবং প্রবাহমাত্রা i amp।

$\therefore$ চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য, $H = ni$

এই চুম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে পরীক্ষাধীন তারটির চুম্বকন প্রাবল্য I

Scanned with CamScanner

যদি তারটির চৌম্বক ভ্রামক M এবং আয়তন V হয় তাহলে,

$$I = \frac{M}{V} = \frac{M}{\pi r^2 l}$$

ab তারের চুম্বকত্বের জন্য ম্যাগনেটোমিটারের উপর ক্ষেত্র প্রাবল্য,

$$H' = \frac{2Md}{(d^2 - l^2)^2} \times \frac{\mu_0}{4\pi}$$

ফলে ম্যাগনেটোমিটারের উপর দুটি চুম্বকক্ষেত্র H′ এবং ভূ-চুম্বকত্বের অনুভূমিক উপাংশ H_0 পরস্পর সমকোণে ক্রিয়া করে এবং ম্যাগনেটোমিটার শলাকার বিক্ষেপ হয়। বিক্ষেপ θ হলে ট্যানজেন্ট সূত্রানুসারে,

$$\therefore \quad \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2Md}{(d^2 - l^2)^2} = H_0 \tan\theta$$

$$\therefore \quad M = \frac{2\pi}{\mu_0} \cdot \frac{(d^2 - l^2)^2 H_0 \tan\theta}{d}$$

$$\therefore \quad J = \frac{M}{V} = \frac{2\pi}{\mu_0} \cdot \frac{(d^2 - l^2)^2 H_0 \tan\theta}{d}$$

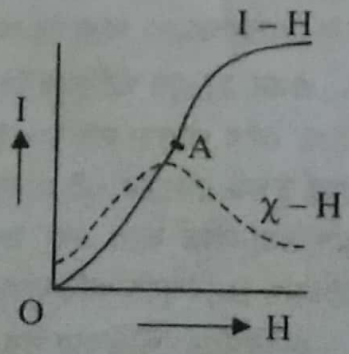
I এবং H-এর মান জানা থাকলে চৌম্বক প্রবণতা $\chi = \frac{I}{H}$ -এর মান নির্ণয় করা যায়।

চৌম্বক ভেদ্যতা μ_r-এর মানও নির্ণয় করা যায়। প্রয়োজনীয় সম্পর্ক হল ঃ

$$\mu_r = 1 + \chi \quad \left[\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}\right]$$

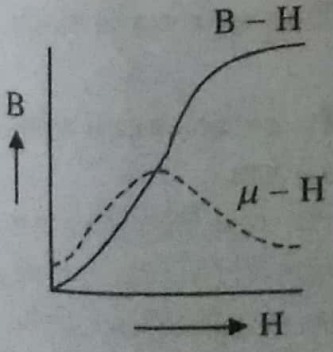
3.8. চৌম্বক পদার্থের (I – H) এবং (B – H) লেখচিত্র (I – H and B – H Curves of a magnetic material)

3.5 নং অনুচ্ছেদে বর্ণিত পরীক্ষায় প্রবাহমাত্রা শূন্য থেকে ধীরে ধীরে বৃদ্ধি করা হল। প্রবাহমাত্রা *i*-এর বিভিন্ন মানের জন্য প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য H এবং চুম্বকন মাত্রা I-এর মান নির্ণয় করা যায়। I এবং H-এর মানগুলির সাহায্যে একটি লেখচিত্র অঙ্কন করলে ওই চুম্বক পদার্থের I – H লেখচিত্র পাওয়া যায় [চিত্র 3.16]। লেখ থেকে দেখা যায় যে, H-এর নিম্নমানের জন্য I এবং H পরস্পরের সমানুপাতিক। কারণ OA অংশ মোটামুটি ঋজু। H-এর মান আরও বৃদ্ধি করা হলে I-এর মান ধীরে ধীরে বাড়ে এবং একসময় I-এর মান ধ্রুবক হয়। তখন H-এর মান বৃদ্ধি করা হলেও I-এর মান একই থাকে। এই অবস্থায় চৌম্বক পদার্থটি চৌম্বক সংপৃক্ততা (magnetic saturation) অর্জন করে।



চিত্র 3.16

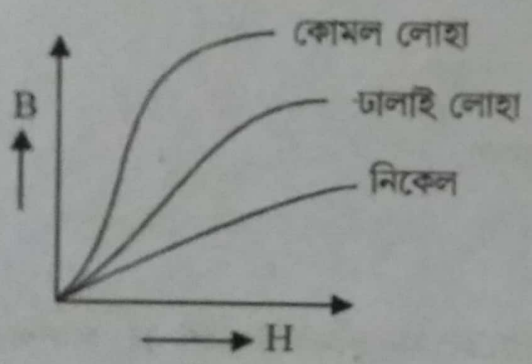
এখন, যেহেতু $B = \mu_0 H(1 + \chi) = \mu_0 (H + I)$। তাই (I – H) লেখচিত্রের মতো (B – H) লেখচিত্র অঙ্কন করা যায়। 3.17 নং চিত্রে (B – H) লেখ দেখানো হয়েছে। (B – H) লেখের আকৃতি (I – H) লেখের অনুরূপ।



চিত্র 3.17

Scanned with CamScanner

আবার, চৌম্বকক্ষেত্র প্রাবল্য H এবং সাপেক্ষ μ এবং χ-এর পরিবর্তনও লেখচিত্রের সাহায্যে দেখানো যায়। কারণ $\mu = B / H$ এবং $\chi = I / H$। 3.16 এবং 3.17 নং চিত্রে ($\chi - H$) এবং ($\mu - H$) লেখ দেখানো হয়েছে। এই দুটি লেখের সর্বোচ্চ মান ($I - H$) এবং ($B - H$) লেখদ্বয়ের সর্বাধিক খাড়া অংশে অবস্থিত।



চিত্র 3.18

3.18 নং চিত্রে কয়েকটি চৌম্বক পদার্থের ($B - H$) লেখ দেখানো হয়েছে।

Scanned with CamScanner

(ক) সংক্ষিপ্ত উত্তরের প্রশ্ন (Short answer type questions) ঃ

1. চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক ভেদ্যতা এবং চৌম্বক প্রবণতার সংজ্ঞা। এদের মধ্যে সম্পর্ক কী ?
2. $\vec{H}$ -ভেকটর এবং $\vec{B}$ -ভেকটরের মধ্যে পার্থক্য বুঝিয়ে বলো। এদের SI একক উল্লেখ করো।
3. চুম্বকন পরিমাত্রা বলতে কী বোঝায় ? কোন্ পদার্থের ক্ষেত্রে এর মান ঋণাত্মক।
4. চৌম্বক প্রবণতার সংজ্ঞা দাও। এর মান কখন ধনাত্মক এবং কখন ঋণাত্মক।
5. চুম্বকন পরিমাত্রা এবং প্রবণতার মধ্যে সম্পর্ক কী ?
6. তিন ধরনের চৌম্বক পদার্থের নাম করো এবং উদাহরণ দাও।
7. চৌম্বক প্রবণতা কী ? কুরীর সূত্র বিবৃত করো। কুরী উষ্ণতার সংজ্ঞা দাও।
8. অয়শ্চৌম্বক পদার্থের (I – H) এবং (B – H) লুপের মধ্যে পার্থক্য কী ?
9. (I – H) লুপ থেকে পদার্থের কোন্ কোন্ বৈশিষ্ট্য সম্বন্ধে ধারণা করা যায় ?
10. অয়শ্চৌম্বক, পরাচৌম্বক এবং তিরশ্চৌম্বক পদার্থের উল্লেখযোগ্য ধর্মগুলি তুলনা করো।

Scanned with CamScanner

খ) রচনাধর্মী প্রশ্ন (Essay type questions) ঃ

1. (ক) কোনো চুম্বক পদার্থের নিম্নলিখিত রাশিগুলির সংজ্ঞা দাও এবং ব্যাখ্যা করো ঃ
(i) চৌম্বক আবেশ, (ii) চুম্বকন মাত্রা, (iii) চৌম্বক ভেদ্যতা, (iv) চৌম্বক প্রবণতা।
(খ) উপরিউক্ত রাশিগুলির মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।

2. (ক) চুম্বকন মাত্রা এবং চৌম্বক প্রবণতা কোন্ পদার্থের ক্ষেত্রে ধনাত্মক এবং কোন্ পদার্থের ক্ষেত্রে ঋণাত্মক ?
(খ) অয়শ্চৌম্বক, পরাচৌম্বক এবং তিরশ্চৌম্বক পদার্থগুলির মধ্যে পার্থক্যগুলি বিবৃত করো।

Scanned with CamScanner