

চুম্বকত্ব Magnetism



ভূমিকা (Introduction)

যে বস্তু অন্য বিশেষ ধর্ম বিশিষ্ট বস্তুকে আকর্ষণ করতে পারে এবং যাকে মুক্তভাবে ঝুলিয়ে দিয়ে সাম্যাবস্থায় একটি নির্দিষ্ট দিকে (উত্তর-দক্ষিণে) মুখ করে থাকে, তাকেই সাধারণ ভাবে চুম্বক বলা হয়। যে ধর্মের জন্য একটি চুম্বক অন্য বস্তুকে আকর্ষণ করে সেই ধর্মকে বলা হয় চুম্বকত্ব। চুম্বকত্ব পদার্থের একটি ভৌত ধর্ম, রাসায়নিক ধর্ম নয়। এ জন্য কোন পদার্থকে কৃত্রিম উপায়ে চুম্বকে পরিণত করলে এর ভর, ঘনত্ব, আয়তন, তাপমাত্রা ইত্যাদির তেমন কোনো পরিবর্তন হয় না। আর যেসব বস্তু চুম্বক দ্বারা আকর্ষিত (বা বিকর্ষিত) হয় অর্থাৎ চুম্বক দ্বারা প্রভাবিত হয় তাদের কে চৌম্বক পদার্থ (Magnetic substance) বলা হয়। লোহা, নিকেল, কোবাল্ট ইত্যাদি চৌম্বক পদার্থ।

একটি চুম্বক শলাকাকে এর ভারকেন্দ্রে অনুভূমিকভাবে ঝুলিয়ে দিলে শলাকাটি সর্বদাই উত্তর-দক্ষিণ দিকে মুখ করে থাকে। চুম্বকের এই আচরণ দেখে সপ্তদশ শতাব্দীর প্রথমভাগে রানী এলিজাবেথের গৃহ চিকিৎসক ডঃ গিলবার্ট সর্বপ্রথম এই সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, একটি চুম্বক ক্ষেত্র পৃথিবীকে ঘিরে রয়েছে অর্থাৎ পৃথিবী নিজেই একটি বড় চুম্বক। পৃথিবীর এ চুম্বকত্বকে ভূ-চুম্বকত্ব বলে।

প্রাচীন কাল থেকে মানুষ ম্যাগনেটাইট নামে এক প্রকার কৃষ্ণ বর্ণের পাথরের সাথে পরিচিত ছিল। এ পাথরগুলো দিকদর্শী ধর্ম ছিল এবং এগুলো লোহা জাতীয় পদার্থকে আকর্ষণ করতে পারত। পরবর্তীতে আবিষ্কৃত হয়- এ পাথরগুলো লোহা ও অক্সিজেনের সংমিশ্রনে তৈরী যৌগিক পদার্থ (Fe_3O_4) যা হচ্ছে চুম্বক (Magnet)। আধুনিক সভ্যতায় চুম্বকের অস্পষ্ট প্রায় সবখানেই দেখা যায়। যেমন তড়িৎ উৎপাদক যন্ত্রে, ট্রান্সফর্মার, ইলেকট্রিক ও ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রপাতি ইত্যাদিতে। এ অধ্যায় আমরা পৃথিবীর চৌম্বকত্ব ও উপাদান, বিভিন্ন প্রকার চৌম্বক, চৌম্বক ডোমেইন, তড়িৎ চৌম্বক, স্থায়ী ও অস্থায়ী চুম্বকের ব্যবহার সম্পর্কে আলোচনা করব।

পাঠ-৫.১ : চুম্বক ও চুম্বকত্ব: (Magnet & Magnetism)



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- চুম্বক ও চুম্বকত্বের ধারণা বর্ণনা করতে পারবেন।
- চুম্বক ও চৌম্বক পদার্থ সম্পর্কিত ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



৫.১.১: চুম্বকত্বের কতিপয় মৌলিক বিষয় (Some Fundamental of aspects Magnetism)

চুম্বক: চুম্বক হচ্ছে সেই সকল পদার্থ যাদের আকর্ষণ ও দিকদর্শী ধর্ম আছে। এ সকল পদার্থ দিয়ে উপযুক্ত পদার্থকে চুম্বক ধর্ম প্রদান করা যায়।

চুম্বকত্ব (Magnetism): চুম্বক পদার্থের ধর্মই হলো চুম্বকত্ব। চুম্বকত্ব পদার্থের ভৌত ধর্ম। কারণ পদার্থকে চুম্বকে পরিণত করলে এর ভর, ঘনত্ব, আয়তন ও তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না। তবে চুম্বকত্বের উপর তাপমাত্রার বাহ্যিক প্রভাব রয়েছে।



চিত্র ৫.১:

চৌম্বক মেরু (Magnetic pole): যেকোনো চুম্বকের যে দুই প্রান্তে আকর্ষণ বল সবচেয়ে বেশি সে প্রান্তকে চৌম্বক মেরু বলে।

চিত্রে একটি দণ্ডচুম্বকের দুটি মেরু N ও S দেখানো হয়েছে।

N = North Pole (উত্তরমেরু)

S = South Pole (দক্ষিণমেরু)

চৌম্বক অক্ষ (Magnetic axis): যেকোনো চুম্বকের মেরু দুটিকে সংযোগ করে যে সরলরেখা পাওয়া যায়, তাকে চৌম্বক অক্ষ বলে। ৫.১ নং চিত্রে AB দণ্ডচুম্বকের অক্ষ।

চৌম্বক দৈর্ঘ্য (Magnetic length): চৌম্বক অক্ষ বরাবর চুম্বকের দুটি মেরুর মধ্যবর্তী দূরত্বের দৈর্ঘ্যকে চৌম্বক দৈর্ঘ্য বলে। ৫.১ চিত্রে NS = চৌম্বক দৈর্ঘ্য।

চৌম্বক মধ্যতল (Magnetic meridian): চুম্বকের ভারকেন্দ্র দিয়ে মুক্তভাবে ঝুলে কোনো একটি স্থির চুম্বকের চৌম্বক অক্ষের মধ্য দিয়ে কল্পিত তলকে চৌম্বক মধ্যতল বলে।

ভৌগলিক মধ্যতল (Geographical meridian): পৃথিবীর কোনো স্থানে ভৌগলিক উত্তর ও দক্ষিণমেরু বরাবর কল্পিত উল্লম্ব তলকে ঐ স্থানের ভৌগলিক বা জ্যামিতিক মধ্যতল বলে। চৌম্বক মধ্যতল ও ভৌগলিক মধ্যতলের মধ্যকার কিছুটা কোণিক ব্যবধান থাকে, যাকে বিচ্যুতি বলে।



চিত্র ৫.২:

চৌম্বক দ্বিমেরু (Magnetic dipole): একটি চুম্বকের ক্ষুদ্র অণুগুলোতেও দুটি মেরু থাকে। অর্থাৎ প্রতিটি অণুই এক একটি চুম্বক। চুম্বকের দুই মেরু বিশিষ্ট অণুচুম্বকগুলোকে চৌম্বক দ্বিমেরু বলে। তবে একটি দণ্ডচুম্বককে চৌম্বক দ্বিমেরু বলা যায়।

জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য (Geometrical length): কোনো একটি দণ্ডচুম্বকের দুই প্রান্তের মধ্যবর্তী দূরত্বকে জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য বলে।

$$\frac{\text{চৌম্বক দৈর্ঘ্য}}{\text{জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য}} = 0.85$$



চিত্র ৫.৩:

চৌম্বক দ্বিমেরু ভ্রামক বা চৌম্বক ভ্রামক: কোনো একটি চুম্বকের যে কোনো একটি মেরুশক্তি এবং চৌম্বক দৈর্ঘ্যের গুণফলকে ঐ চুম্বকের দ্বিমেরু ভ্রামক বা চৌম্বক ভ্রামক বলে।

কোনো চুম্বকের মেরুশক্তি m এবং চৌম্বক দৈর্ঘ্য $2l$ হলে চৌম্বক ভ্রামক $M = m (2l)$

চৌম্বক দ্বিমেরু ভ্রামকের একক অ্যাম্পিয়ার-মিটার^২ (Am^2)।

চৌম্বক ফ্লাক্স বা চৌম্বক আবেশ: কোনো চৌম্বকক্ষেত্রের একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে লম্বভাবে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যাকে চৌম্বক আবেশ বা ফ্লাক্স ঘনত্ব বা চৌম্বকক্ষেত্র ভেক্টর বলে। একে \vec{B} দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। চৌম্বক আবেশ বা ফ্লাক্স ঘনত্বের একক ওয়েবার/মি^২ (Wbm^{-2}) বা টেসলা।

চৌম্বক ক্ষেত্র (Magnetic field): কোনো চুম্বক বা বিদ্যুৎবাহী তারের চারপাশে যে অঞ্চল জুড়ে একটি চুম্বক শলাকা এবং চৌম্বক পদার্থ বিক্ষেপিত হয় সেই অঞ্চলকে ঐ চুম্বক বা বিদ্যুৎবাহী তারের চৌম্বকক্ষেত্র বলে।

চুম্বকায়ন বা চুম্বকায়ন তীব্রতা (**Magnetization**): একটি চুম্বক পদার্থের অণুচুম্বকগুলো অর্থাৎ দ্বিমেরুগুলো সারিবদ্ধভাবে সজ্জিত থাকে। কিন্তু চৌম্বক পদার্থের অণুচুম্বকগুলো এলোমেলোভাবে সজ্জিত থাকে। যখন কোনো চৌম্বক পদার্থকে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করা হয় তখন চৌম্বকক্ষেত্রের প্রভাবে দ্বিমেরু ডামকের সৃষ্টি হয়। দ্বিমেরু ডামকের ক্রিয়ায় অণুচুম্বকগুলো চৌম্বকক্ষেত্রে সারিবদ্ধভাবে সজ্জিত হয়ে চৌম্বক পদার্থ চুম্বকে পরিণত হয়।
অর্থাৎ কোনো চৌম্বক পদার্থের প্রতি একক আয়তনের চৌম্বক ডামককে চুম্বকায়ন বা চুম্বকায়ন তীব্রতা বলে।

$$I = \frac{M}{V} \text{ Am}^{-1} \text{ (অ্যাম্পিয়ার/মিটার)}$$

চৌম্বক প্রাবল্য (**Magnetic Intensity**): চৌম্বকক্ষেত্রের কোনো চৌম্বক আবেশ এবং চৌম্বক প্রবেশ্যতার অনুপাতকে চৌম্বক প্রাবল্য বা তীব্রতা বলে। একে \vec{H} দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

চৌম্বক প্রাবল্যের একক: $\text{Am}^{-1} \frac{\text{অ্যাম্পিয়ার}}{\text{মিটার}}$

চৌম্বক প্রবেশ্যতা (**Magnetic permeability**): চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপিত কোনো চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক আবেশ (**B**) ও চৌম্বক তীব্রতা (**H**) এর অনুপাতকে ঐ পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে। একে μ (মিউ) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\therefore \mu = \frac{B}{H}; \text{ এর একক TmA}^{-1} \text{ বা } \frac{\text{টেসলা-মিটার}}{\text{অ্যাম্পিয়ার}}$$

শূন্যস্থানে চৌম্বক প্রবেশ্যতা,

$$\mu_0 = \frac{B_0}{H} \text{ [B}_0 \text{ = বহিস্থ চৌম্বকক্ষেত্র]}$$

চৌম্বক গ্রাহিতা বা প্রবণতা (**Magnetic susceptibility**): কোনো চৌম্বক পদার্থের চুম্বকায়ন তীব্রতা (**I**) এবং চৌম্বক তীব্রতা (**H**) এর অনুপাতকে চৌম্বক গ্রাহিতা বা প্রবণতা বলে। একে κ (কাপ্পা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\kappa = \frac{I}{H}$$

এটি এককবিহীন রাশি।

যদি $H=1$ হয়, তবে $\kappa=1$

অর্থাৎ একক প্রাবল্যের চৌম্বকক্ষেত্রে চুম্বকিত চৌম্বক পদার্থের চুম্বকায়ন পরিমাত্রাকে পদার্থটির চৌম্বক গ্রাহিতা বা প্রবণতা বলে।

আপেক্ষিক চৌম্বক প্রবেশ্যতা (**Relative magnetic permeability**): কোনো চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা ও শূন্যস্থানের চৌম্বক প্রবেশ্যতার অনুপাতকে ঐ পদার্থের আপেক্ষিক চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে। একে μ_r দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \text{ [এককবিহীন রাশি]}$$

চৌম্বক ধারকত্ব (**Magnetic retentivity**): চুম্বকায়ন বলের প্রভাব সরিয়ে নেওয়ার পরেও কোনো চৌম্বক পদার্থের মধ্যে উৎপন্ন চুম্বকত্ব বজায় রাখার ক্ষমতাকে চৌম্বক ধারকতা বলে। ইস্পাত ও নরম লোহাকে একই সমপরিমাণ চুম্বকায়িত করে রেখে দিলে নরম লোহার চেয়ে ইস্পাতের ক্ষেত্রে চুম্বকত্ব হ্রাসের পরিমাণ কম।

চৌম্বক সহনশীলতা (**Magnetic coercivity**): চুম্বকত্ব হ্রাসের নিয়ামকসমূহ থাকা সত্ত্বেও কোনো চৌম্বক পদার্থের মধ্যে উৎপন্ন চুম্বকত্ব বজায় রাখার ক্ষমতাকে ঐ পদার্থের চৌম্বক সহনশীলতা বলে।

কুরি তাপমাত্রা বা কুরি বিন্দু (**Curie temperature or Curie point**): যে তাপমাত্রায় কোনো চৌম্বক পদার্থের চুম্বকত্ব সম্পূর্ণ নষ্ট হয় তাকে কুরি তাপমাত্রা বলে।

রিমেনেস: চুম্বকায়ন বলের প্রভাব সারিয়ে নেওয়ার পর চৌম্বক পদার্থে যে চুম্বকায়ন মাত্রা অবশিষ্ট থাকে তাকে রিমেনেস বলে।

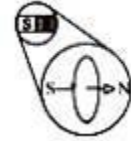
৫.১.২ চুম্বকত্বের উৎস (Origin of Magnetism)

একটি চুম্বকের উত্তর ও দক্ষিণ দুটি মেরু আছে। চুম্বককে ভেঙ্গে দুটি খণ্ডে পরিণত করা হলে দেখা যায়, চুম্বকের মেরুদ্বয় পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন না হয়ে প্রতিটি খণ্ডই এক একটি স্বতন্ত্র চুম্বকে পরিণত হয়েছে অর্থাৎ প্রতিটি খণ্ডেই উত্তর ও দক্ষিণ মেরু সৃষ্টি হয়েছে। সুতরাং আমরা বলতে পারি চুম্বকের মেরুদ্বয় কখনোই পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন করা যায় না। চুম্বককে ভাঙতে ভাঙতে যদি এমন ক্ষুদ্র অংশে পরিণত করা হয় যেন তা ভাঙলে আর চুম্বকত্ব থাকে না, চুম্বকের এরূপ ক্ষুদ্র অংশকে অণু চুম্বক বলে। একটি চুম্বক এরূপ অসংখ্য অণু চুম্বক সমন্বয়ে গঠিত (চিত্র-৫.৪)। আর অণু চুম্বক সৃষ্টি হয় ইলেকট্রনের কক্ষীয় গতি ও ঘূর্ণন গতির কারণে। (চিত্র-৫.৫)।



চিত্র ৫.৪:

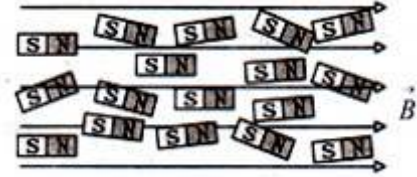
চৌম্বক পদার্থও অণু চুম্বক সমন্বয়ে গঠিত, তবে এক্ষেত্রে অণু চুম্বকগুলো এলোমেলোভাবে অবস্থান করে বলে সামগ্রিকভাবে কোনো চুম্বকত্ব প্রকাশ পায় না। অচৌম্বক পদার্থের ক্ষেত্রে অণু বা পরমাণুর ইলেকট্রনগুলোর বিপরীতমুখী ঘূর্ণনের জন্য কোনো চুম্বকত্ব প্রকাশ পায় না। ফলে কোনো অণু চুম্বক সৃষ্টি হয় না। কিন্তু চৌম্বক পদার্থের অণু বা পরমাণুর ইলেকট্রনগুলোর ঘূর্ণনের ফলে চুম্বকত্ব শূন্য হয় না বলে অণু চুম্বক সৃষ্টি হয়।



চিত্র ৫.৫:

৫.১.৩ চুম্বকায়ন (Magnetization)

আমরা জানি, সব চৌম্বক পদার্থই অসংখ্য অণু চুম্বক দিয়ে গঠিত। প্রতিটি অণু চুম্বকই এক একটি চৌম্বক দ্বিমেরু। চৌম্বক পদার্থ এসব চৌম্বক দ্বিমেরুগুলো এলোমেলোভাবে থাকায় কোনো চুম্বকত্ব প্রকাশ পায় না। কিন্তু চৌম্বক দ্বিমেরুগুলো যদি সারিবদ্ধভাবে সজ্জিত থাকে, তা সে স্থায়ী বা অস্থায়ী যেভাবেই হোক না কেন, তাহলে ঐ পদার্থ চুম্বকত্ব প্রদর্শন করে। কোনো চৌম্বক পদার্থে বাইরে থেকে চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করা হলে এর অণু চুম্বক তথা চৌম্বক দ্বিমেরুগুলো ঘুরে চৌম্বকক্ষেত্রের সমান্তরাল সজ্জিত হয় থাকে (চিত্র-৫.৬)। ফলে চৌম্বক পদার্থটি চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয়। এটি কী পরিমাণ চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হবে তা নির্ভর করবে অণু চুম্বকগুলো কতটা সারিবদ্ধ হয়েছে তার উপর। প্রতিটি অণু চুম্বকেরই একটি চৌম্বক ভ্রামক আছে। চৌম্বক পদার্থে অণু চুম্বকগুলোর চৌম্বক ভ্রামকের ভেক্টর যোগফল বা লব্ধি শূন্য। কিন্তু যখন কোনো চৌম্বক পদার্থ চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয় তখন চৌম্বক ভ্রামকের লব্ধি শূন্য হয় না। বাহ্যিক চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে কোনো চৌম্বক পদার্থে বা কোনো স্থায়ী চুম্বকের চুম্বকত্বের পরিমাণ কত তা নির্ণয় করা হয় একক আয়তনে অণু চুম্বকগুলোর লব্ধি চৌম্বক ভ্রামক দ্বারা। একে চুম্বকায়ন বলে। অর্থাৎ একক আয়তনে চৌম্বক ভ্রামককে চুম্বকায়ন বলে। চৌম্বকায়নকে দ্বারা সূচিত করা হয়।



চিত্র ৫.৬:



সার-সংক্ষেপ :

- **চুম্বক:** চুম্বক হচ্ছে সেই সকল পদার্থ যাদের আকর্ষণ ও দিকদর্শী ধর্ম আছে। এ সকল পদার্থ দিয়ে উপযুক্ত পদার্থকে চুম্বক ধর্ম প্রদান করা যায়।
- **চুম্বকত্ব (Magnetism):** চুম্বক পদার্থের ধর্মই হলো চুম্বকত্ব। চুম্বকত্ব পদার্থের ভৌত ধর্ম। কারণ পদার্থকে চুম্বকে পরিণত করলে এর ভর, ঘনত্ব, আয়তন ও তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হয় না। তবে চুম্বকত্বের উপর তাপমাত্রার বাহ্যিক প্রভাব রয়েছে।
- **চৌম্বক দ্বিমেরু (Magnetic dipole):** একটি চুম্বকের ক্ষুদ্র অণুগুলোতেও দুটি মেরু থাকে। অর্থাৎ প্রতিটি অণুই এক একটি চুম্বক। চুম্বকের দুই মেরু বিশিষ্ট অণুচুম্বকগুলোকে চৌম্বক দ্বিমেরু বলে। তবে একটি দণ্ডচুম্বককে চৌম্বক দ্বিমেরু বলা যায়।

- **জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য (Geometrical length):** কোনো একটি দণ্ডচুম্বকের দুই প্রান্তের মধ্যবর্তী দূরত্বকে জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য বলে।
- **চৌম্বক প্রাবল্য (Magnetic Intensity):** চৌম্বকক্ষেত্রের কোনো চৌম্বক আবেশ এবং চৌম্বক প্রবেশ্যতার অনুপাতকে চৌম্বক প্রাবল্য বা তীব্রতা বলে। একে \vec{H} দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.১

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন:

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। চুম্বকের মেরু কয়টি?

(ক) ২টি

(খ) ৩টি

(গ) ৪টি

(ঘ) ১টি

২। 'পৃথিবী নিজেই একটি চুম্বক' এটি সর্বপ্রথম বলেন-

(ক) বিজ্ঞানী গোল্ড স্মিথ

(খ) ডঃ উইলেনবেগ

(গ) ডঃ গিলবার্ট

(ঘ) ডঃ গিবস

৩। চৌম্বক অক্ষ বরাবর চুম্বকের দু'মেরুর মধ্যবর্তী দূরত্বকে বলে-

(ক) জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য

(খ) চৌম্বক দৈর্ঘ্য

(গ) চৌম্বক অক্ষ

(ঘ) চৌম্বক মধ্যতল

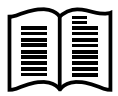
পাঠ-৫.২: চৌম্বক ডোমেইন (Magnetic domain)



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- চৌম্বক ডোমেইনের ধারণা বর্ণনা করতে পারবেন।
- হিস্টেরেসিস এর ভৌত ধারণা ডোমেইনের সাহায্যে ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



চৌম্বক ডোমেইন (Magnetic domain)

যে কোন পদার্থের অভ্যন্তরীণ পরমাণুগুলোর ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনগুলো বদ্ধ-তড়িৎপ্রবাহের সৃষ্টি করে। অ্যাম্পিয়ারের উপপাদ্য অনুযায়ী এই সকল পারমাণবিক তড়িৎপ্রবাহকে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র চুম্বকপাত হিসেবে ধরা যায়। অর্থাৎ যে কোনো পদার্থকেই এরূপ অসংখ্য সম্পূর্ণরূপে অবিন্যস্ত চুম্বক অক্ষ বিশিষ্ট আণবিক চুম্বক পাতের (প্রকৃতপক্ষে চুম্বক দ্বিমেরু) সমষ্টি হিসেবে দেখা যেতে পারে।

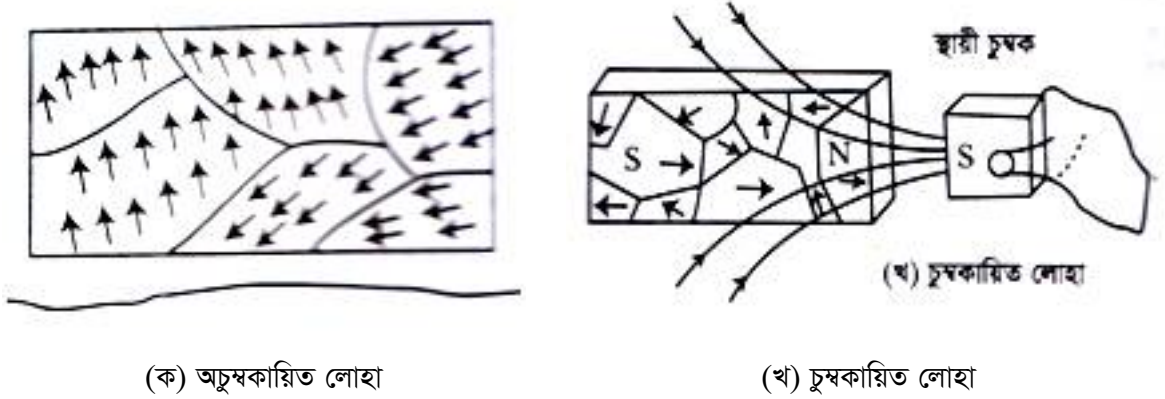
ফেরোচৌম্বকত্ব শুধুমাত্র কেলাসিত গঠন (crystalline structure) সম্বলিত কঠিন পদার্থেরই থাকতে পারে। তরল বা বায়বীয় পদার্থ কখনই ফেরোচৌম্বক হতে পারে না। তবে সকল কঠিনের এই ধর্ম নেই। কিছু কিছু ফেরোচৌম্বক পদার্থের মধ্যে পাশাপাশি বহুসংখ্যক পরমাণুর দ্বিপোল মোমেন্টগুলো একদিকে সজ্জিত থাকে। যে অঞ্চলের মধ্যে দ্বিপোল মোমেন্টগুলো একদিকে সজ্জিত থাকে সে অঞ্চলকে ডোমেইন (domain) বলে। সুতরাং একটি ডোমেইনের নীট মোমেন্ট (Resulting moment) থাকে। যেকোনো একটি ডোমেইনকে যদি আলাদা করা সম্ভব হতো তবে এটি একটি স্থায়ী চুম্বক হিসেবে কাজ করত। এক একটি ডোমেইনে প্রায় 10^{16} - 10^{19} সংখ্যক পরমাণু থাকে। মোমেন্টগুলোর এ বিশেষ ধরনের একমুখী সজ্জিতকরণ সংঘটিত হয় ঐ অঞ্চলের পরমাণুর ইলেকট্রন স্পিন (Electron spin) এর মধ্যে এক ধরনের মিথস্ক্রিয়ার জন্য। এ মিথস্ক্রিয়ার নাম বিনিময় যুগলায়ন (Exchange interaction)। একটি ডোমেইনে সবগুলো মোমেন্ট একদিকে সজ্জিত থাকলেও পাশের ডোমেইনগুলোর নীট মোমেন্টের অভিমুখ ভিন্ন ভিন্ন হয়। [চিত্র ৫.৭]। ফেরোচৌম্বক

পদার্থের মধ্যে ডোমেইনগুলো এমনভাবে সজ্জিত থাকে যে এদের মোমেন্টের বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হয়। এ কারণে ফেরোচৌম্বক পদার্থ সাধারণ অবস্থায় চুম্বকত্ব দেখায় না। অর্থাৎ পদার্থটির মধ্যে স্থায়ী চুম্বকের ন্যায় মেরু থাকে না। দুটি লৌহখণ্ডকে কাছাকাছি আনলেও এদের মধ্যে কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ ক্রিয়া লক্ষ্য করা যায় না। কিন্তু একটি স্থায়ী চুম্বকের কোন মেরুর কাছে একটি লৌহ খণ্ড আনলে আকর্ষণ লক্ষ্য করা যায়। এখানে স্থায়ী চুম্বকের যে মেরুর কাছে লৌহখণ্ডের যে প্রান্তে আনা হয়েছে, ঐ প্রান্তে চুম্বক মেরুর বিপরীত মেরু আবিষ্ট হয়েছে; এজন্য এদের মধ্যে আকর্ষণ হচ্ছে। এখন আমরা ডোমেইন তত্ত্বের আলোকে আবিষ্ট চুম্বকত্ব ব্যাখ্যা করব।

যখন একখণ্ড লৌহ বা কোনো ফেরোচৌম্বক পদার্থকে বহিস্থ কোন চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হয়, তখন চৌম্বক ক্ষেত্র ফেরোচৌম্বক পদার্থে প্রবেশ করে ডোমেইনগুলোর ওপর দু ধরনের ক্রিয়া করে।

(১) যে সমস্ত ডোমেইনের নীট চৌম্বক মোমেন্টের অভিমুখ বহিঃচৌম্বক ক্ষেত্রের সমান্তরাল বা প্রায় সমান্তরাল সেগুলোর আয়তন বৃদ্ধি পায় এবং ভিন্নতর অভিমুখের ডোমেইনগুলোর আয়তন হ্রাস পায়। এ হ্রাস-বৃদ্ধি চিত্র ৫.৭ তে দেখানো হয়েছে। প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বৃদ্ধি করে সবগুলো ডোমেইনকে একটি একক ডোমেইনে রূপান্তর করা সম্ভব।

(২) ডোমেইনের আয়তন বৃদ্ধি ছাড়াও চৌম্বক ক্ষেত্র বৃদ্ধি করলে অনেক ডোমেইনের নীট মোমেন্টের অভিমুখ প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখে ঘুরে যায়।



চিত্র ৫.৭

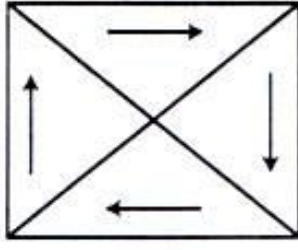
এভাবে ডোমেইনের আয়তন বৃদ্ধি এবং বহিঃচৌম্বক ক্ষেত্রের দিকে ডোমেইনের নীট মোমেন্টের ঘূর্ণনের ফলে ফেরোচৌম্বক পদার্থ আবিষ্ট চুম্বকত্ব লাভ করে। এই আবিষ্ট চুম্বকত্বের কারণে ফেরোচৌম্বক পদার্থে স্থায়ী চুম্বকের ন্যায় উত্তর ও দক্ষিণ মেরু সৃষ্টি হয় (চিত্র ৫.৭ খ)। চৌম্বক ক্ষেত্র সরিয়ে নিলে আবিষ্ট চুম্বকত্ব হ্রাস পায়; অর্থাৎ ডোমেইনগুলো আবার বিক্ষিপ্ত সজ্জায় ফিরে যায়। কিন্তু ডোমেইনগুলো আর সম্পূর্ণ পূর্বের আয়তন এবং সজ্জায় ফিরে যায় না।

ক্যাসেট পেন্ড্রারের টেপে ব্যবহৃত ক্রোমিয়াম ডাই অক্সাইড (CrO_2) পদার্থে বহিঃচৌম্বক ক্ষেত্র সরিয়ে নিলেও আবিষ্ট চুম্বকত্বের বেশির ভাগ অটুট থাকে অর্থাৎ এর আবিষ্ট চুম্বকত্ব স্থায়ী হয়।

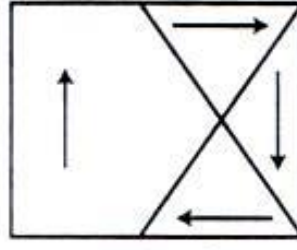
৫.২.১ হিস্টেরিসিসের ভৌত তাৎপর্য ডোমেইনের ধারণার সাহায্যে সুন্দরভাবে ব্যাখ্যা করা যায়।

বহিঃস্থ চুম্বকক্ষেত্রের উপস্থিতিতে ফেরোচৌম্বক সলিডের মধ্যে চুম্বকায়ন নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে সম্পাদিত হয়ঃ

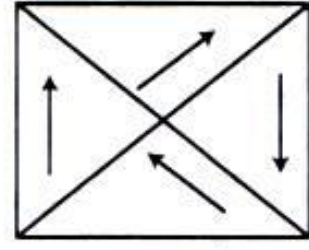
- (১) প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের সাপেক্ষে যথাযথ অবস্থিতসহ ডোমেইনের সাইজের বৃদ্ধির দ্বারা এবং
- (২) প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্র বরাবর বিভিন্ন ডোমেইনের চুম্বকায়নের দিকের ঘূর্ণন দ্বারা।



(ক) অচুম্বকায়িত নমুনা



(খ) ডোমেইন বৃশ্চির মাধ্যমে চুম্বকায়ন



(গ) ডোমেইন বৃর্ণন দ্বারা চুম্বকায়ন।

চিত্র ৫.৮: ডোমেইনের বিভিন্ন অবস্থা এবং চুম্বকায়নের মৌলিক দুটি প্রক্রিয়া [(খ) ও (গ)]



সার-সংক্ষেপ :

- **ডোমেইন:** কিছু কিছু ফেরোচৌম্বক পদার্থের মধ্যে পাশাপাশি বহুসংখ্যক পরমাণুর দ্বিপোল মোমেন্টগুলো একদিকে সজ্জিত থাকে। যে অঞ্চলের মধ্যে দ্বিপোল মোমেন্টগুলো একদিকে সজ্জিত থাকে সে অঞ্চলকে ডোমেইন (domain) বলে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.২

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন:

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। ফেরোচৌম্বক পদার্থের মধ্যে বিদ্যমান ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অঞ্চলগুলোকে বলে-

- (ক) হোল
- (খ) বিষুবীয় অঞ্চল
- (গ) ডোমেইন
- (ঘ) ক্রান্তীয় অঞ্চল

২। ফেরোচৌম্বক পদার্থের ডোমেইনে কতটি পরমাণু থাকে?

- (ক) 10^{16} - 10^{17}
- (খ) 10^{16} - 10^{19}
- (গ) 10^{16} - 10^{20}
- (ঘ) 10^{19} - 10^{15}

পাঠ-৫.৩ : চৌম্বক পদার্থের শ্রেণিবিভাগ

Classification of Magnetic Substance



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

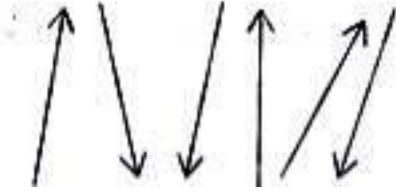
- বিভিন্ন প্রকার চৌম্বক পদার্থের শ্রেণিবিভাগ আলোচনা করতে পারবেন।
- প্যারা, ডায়া ও ফেরো চৌম্বকত্বের তুলনা করতে পারবেন।



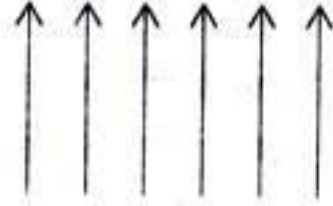
৫.৩.১: বিভিন্ন প্রকার চৌম্বক পদার্থের চৌম্বকত্ব

১। প্যারা চৌম্বকত্ব (Paramagnetic)

আপনারা অক্সিজেন, সোডিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, পটাশিয়াম, টিন ইত্যাদি পদার্থের নাম শুনেছেন। এ সকল পদার্থ চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখলে, পদার্থের মধ্যে দুর্বল চৌম্বকত্ব আবিষ্ট হয় এবং এরা চৌম্বকের দিকে মুখ করে থাকতে চায়। এদেরকে প্যারা চৌম্বক বলে। প্যারা চৌম্বক পদার্থের অণু, পরমাণু, বা আয়নের স্থায়ী চৌম্বক দ্বিপোল মোমেন্ট থাকে। এসব দ্বিপোল এক একটি স্বাধীন সত্তা হিসেবে কাজ করে। কিন্তু সাধারণ তাপমাত্রায় তাপজনিত কম্পন বেশি হওয়ার ফলে এই দ্বিপোল গুলো এলোমেলোভাবে থাকে। ফলস্বরূপ পদার্থের কোন এক দিকে নীট চৌম্বকায়ণ (magnetisation) থাকে না। (চিত্র ৫.৯ ক) এ সকল পদার্থকে বহিঃ চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে দ্বিপোলসমূহ ক্ষেত্রের অভিমুখ বরাবর সজ্জিত হওয়ার চেষ্টা করে। কিন্তু তাপীয় উত্তেজনা এ সজ্জিতকরণ প্রক্রিয়াকে বাধাগ্রস্ত করে। ফলে, কিছু দ্বিপোল সজ্জিত হয় এবং ক্ষেত্রের দিকে কিছু চৌম্বকায়ন ঘটায় অর্থাৎ নীট ফল হিসেবে পদার্থটি একটি চৌম্বক মোমেন্ট অর্জন করে এবং এ চৌম্বক মোমেন্টের অভিমুখ প্রযুক্ত চৌম্বকক্ষেত্রের দিকে হয়।



চিত্র ৫.৯ (ক): এলোমেলো চৌম্বক দ্বিপোলসমূহ

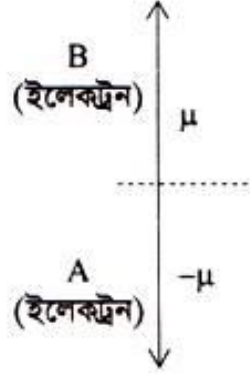


চিত্র ৫.৯ (খ): সজ্জিত চৌম্বক দ্বিপোলসমূহ

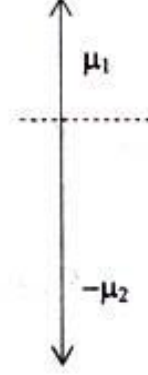
(২) ডায়া চৌম্বক (Diamagnetism)

আপনারা হাইড্রোজেন, পানি, সোনা, রূপা, তামা, বিসমাথ ইত্যাদি পদার্থের নাম শুনে থাকবেন। এ সকল পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখলে, পদার্থের মধ্যে দুর্বল চৌম্বকত্ব সৃষ্টি হয় এবং এরা চৌম্বক ক্ষেত্র থেকে সরে যায়। অর্থাৎ সৃষ্ট চৌম্বকায়নের অভিমুখ বহিঃচৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখের বিপরীত দিকে হয়। এদেরকে ডায়া চৌম্বক পদার্থ বলে।

ডায়া চৌম্বক পদার্থের পরমাণুসমূহের কোন স্থায়ী চৌম্বক মোমেন্ট থাকে না। এসব পরমাণুতে ইলেকট্রনের কক্ষীয় ও স্পিন গতি থেকে চৌম্বক মোমেন্ট উৎপত্তি হয়। একজোড়া ইলেকট্রনের মধ্যে একটির মোমেন্ট অন্যটির সমান ও বিপরীত হলে, এদের নীট মোমেন্ট শূন্য হবে (চিত্র ৫.১০ ক)। যেহেতু ডায়াচৌম্বক পদার্থের পরমাণুতে এ রকম বহু সংখ্যক জোড়ার সমাহার সেহেতু পদার্থের পরমাণুতে কোনো দ্বিপোল থাকে না এবং কোন নীট মোমেন্টও থাকে না।



চিত্র ৫.১০ (ক): চৌম্বক মোমেন্ট শূন্য

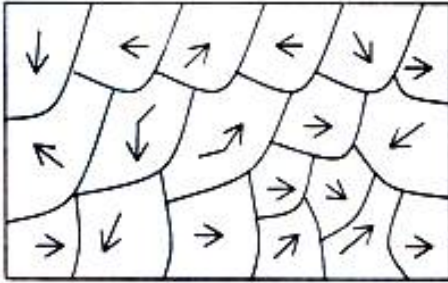


চিত্র ৫.১০ (খ): চৌম্বক মোমেন্ট বিদ্যমান

কিন্তু এসকল পদার্থে চৌম্বকক্ষেত্র প্রয়োগ করলে চৌম্বক মোমেন্ট বিলীন হয় না। একটি নীট চৌম্বক মোমেন্ট সৃষ্টি হয় (চিত্র ৫.১০ খ)। এই নীট চৌম্বক মোমেন্টের অভিমুখ প্রযুক্ত চৌম্বক ক্ষেত্রের বিপরীতে হয়।

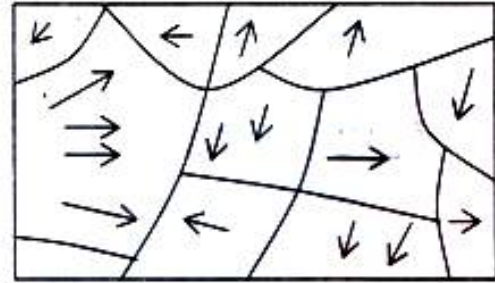
৩) ফেরো চৌম্বকত্ব (Ferromagnetism)

লোহা, নিকেল, কোবাল্ট ইত্যাদি পদার্থের কথা আপনার ছোটবেলা থেকেই শুনে আসছেন। এ সকল পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে রাখলে, পদার্থের মধ্যে শক্তিশালী চুম্বকত্ব আবিষ্টি হয় এবং আবিষ্টি চুম্বকায়নের অভিমুখ বহিঃচৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখের বরাবর হয়। এদের ফেরো চৌম্বক পদার্থ বলে। ফেরো চৌম্বক পদার্থের পরমাণু তথা অণুসমূহের প্রত্যেকের নীট চৌম্বক দ্বিপোল মোমেন্ট থাকে। কিন্তু দ্বিপোলগুলো স্বাধীন সত্তা হিসেবে কাজ করে না। এই দ্বিপোলগুলো বিভিন্ন ডোমেইন-এ বিভক্ত থাকে (চিত্র ৫.১১ ক)। ফলে, সমষ্টিগতভাবে নীট মোমেন্ট শূন্য হয়।



চিত্র ৫.১১ (ক)

দ্বিপোলগুলোর ডোমেইনে বিভক্ত অবস্থা



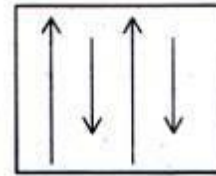
চিত্র ৫.১১ (খ)

বহিঃচৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে ডোমেইন

ফেরো চৌম্বক পদার্থকে বহিঃচৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে বা চুম্বকের কাছে আনলে চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকে কিছু কিছু ডোমেইনের আকার এক সময় বৃহৎ ডোমেইন গঠন করে এবং দ্বিপোলগুলো ক্ষেত্রের দিকে পদার্থটির চুম্বকায়ন ঘটে।

৪) ফেরিচৌম্বকত্ব (Ferrimagnetism)

আপনারা রসায়ন বিষয়ে ফেরাইট (Fe_3O_4) নামক এক ধরনের পদার্থের নাম নিশ্চয়ই শুনেছেন। এটি ফেরো চৌম্বকত্বের শ্রেণিভুক্ত একটি পদার্থ। এ ধরনের পদার্থে দুটি ভিন্ন ধরনের আয়ন থাকে। আয়ন সমূহের চৌম্বক মোমেন্ট প্রতি সমান্তরাল (Anti-parallel) সজ্জায় থাকে কিন্তু এদের মান সমান নয় (চিত্র ৫.১২)। এ ধরনের পদার্থকে ফেরি চৌম্বক পদার্থ বলা হয়।



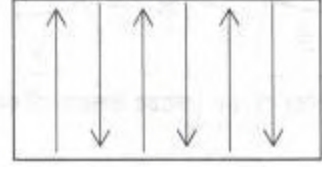
চিত্র ৫.১২: ফেরি চৌম্বক পদার্থের মোমেন্ট

এইচএসসি প্রোগ্রাম

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রার উর্ধ্ব পদার্থটিকে উত্তপ্ত করলে পদার্থটি প্যারা চৌম্বকত্ব লাভ করে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে, আয়নের মধ্যে বিনিময় যুগলায়ন (Exchange Integral) লোপ পায়।

৫। এন্টিফেরো চৌম্বকত্ব (Anti-ferromagnetism)

অপনারা রসায়ন বিষয়ে NiO , MnF_2 , নামক পদার্থের নাম শুনেছেন। এ সকল পদার্থকে বহিঃচৌম্বক ক্ষেত্রে রাখলে খুবই সামান্য পরিমাণে চুম্বকত্ব প্রকাশ পায়। এ ধরনের পদার্থকে এন্টি ফেরো চৌম্বক পদার্থ বলে। এ ধরনের পদার্থের আয়ন প্রতি সমান্তরাল (Anti parallel) সজ্জায় দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে (চিত্র ৫.১৩)। অর্থাৎ বিনিময় যুগলায়ন সঠিকভাবে কার্যকর থাকে।



চিত্র ৫.১৩: এন্টিফেরো চৌম্বক পদার্থের আয়নের মোমেন্টের সজ্জা

কিন্তু একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রার উর্ধ্ব নীলতাপমাত্রায় (Neel Temperature) পদার্থটিকে উত্তপ্ত করলে উক্ত বিনিময় যুগলায়ন আর কার্যকর থাকে না। ফলে, পদার্থটি প্যারা চুম্বকত্ব লাভ করে।

৫.৩.২: ডায়া, প্যারা ও ফেরোচৌম্বক পদার্থের পারস্পরিক তুলনা (Comparison of Dia, Para and Ferromagnetic Substance)

ডায়াচৌম্বক পদার্থ	প্যারাচৌম্বক পদার্থ	ফেরোচৌম্বক পদার্থ
১. এরা চুম্বক দ্বারা ক্ষীণভাবে বিকর্ষিত হয়।	১. এরা চুম্বক দ্বারা ক্ষীণভাবে আকৃষ্ট হয়।	১. এরা চুম্বক দ্বারা প্রবলভাবে আকৃষ্ট হয়।
২. এরা কঠিন, তরল বা বায়বীয় পদার্থ হতে পারে।	২. এরা কঠিন, তরল বা বায়বীয় পদার্থ হতে পারে।	২. এরা শুধু কঠিন পদার্থ।
৩. চৌম্বক বলরেখাগুলো এদের নিকট থেকে দূরে সরে যাওয়ার চেষ্টা করে।	৩. চৌম্বক বলরেখাগুলো এদের মধ্যে ঘনবদ্ধভাবে সন্নিবিষ্ট হয়।	৩. বহুসংখ্যক বলরেখাগুলো এদের মধ্যে ঘনবদ্ধভাবে সন্নিবিষ্ট হয়।
৪. ম্যাগনেটাইজেশনের মান চৌম্বক প্রাবল্যের সাপেক্ষে ঋণাত্মক।	৪. ম্যাগনেটাইজেশনের মান চৌম্বক প্রাবল্যের সাপেক্ষে ধনাত্মক এবং একের চেয়ে কিছু বেশি।	৪. ম্যাগনেটাইজেশনের মান চৌম্বক প্রাবল্যের সাপেক্ষে ধনাত্মক এবং একের চেয়ে অনেকগুণ বেশি।
৫. প্রবেশ্যতা μ এবং সংবেদ্যতা K চুম্বকণ ক্ষেত্র প্রাবল্যের উপর নির্ভরশীল নয়।	৫. প্রবেশ্যতা μ এবং সংবেদ্যতা K চুম্বকণ ক্ষেত্র প্রাবল্যের উপর নির্ভরশীল নয়।	৫. প্রবেশ্যতা μ এবং সংবেদ্যতা K উভয়ই চুম্বকণ ক্ষেত্র প্রাবল্যের সাথে পরিবর্তিত হয়।
৬. ধারণশীলতা নেই।	৬. ধারণশীলতা নেই।	৬. ধারণশীলতা আছে।



সার-সংক্ষেপ :

- ডায়াচৌম্বক পদার্থ: যে সকল পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের বিপরীত দিকে সামান্য চুম্বকত্ব লাভ করে তাদেরকে ডায়াচৌম্বক পদার্থ বলে।
- প্যারাচৌম্বক পদার্থ: যে সকল পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে সামান্য চুম্বকত্ব লাভ করে তাদেরকে প্যারাচৌম্বক পদার্থ বলে।
- ফেরোচৌম্বক পদার্থ: যে সকল পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে শক্তিশালী চুম্বকত্ব লাভ করে তাদেরকে ফেরোচৌম্বক পদার্থ বলে।



বহুনির্বাচনী প্রশ্ন:

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। ডায়াচৌম্বক পদার্থ কোনটি?

(ক) বিসমাথ (খ) অ্যালুমিনিয়াম (গ) ম্যাগনেসিয়াম (ঘ) ক্রোমিয়াম

২। কোন পদার্থের চৌম্বক প্রবণতা তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে হ্রাস পেতে থাকে-

(ক) প্যারাচৌম্বক (খ) ডায়াচৌম্বক (গ) ফেরোচৌম্বক (ঘ) অচৌম্বক

পাঠ-৫.৪ : হিস্টেরেসিস লেখচিত্র Hysteresis graph



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- হিস্টেরেসিস লেখচিত্রের প্রয়োগ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

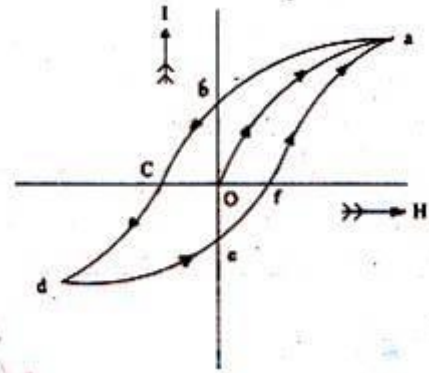


৫.৪.১: চৌম্বকন হিস্টেরেসিস (Hysteresis)

সংজ্ঞাঃ চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য H এর পরিবর্তনের সাথে সাথে চুম্বকায়ন তীব্রতা বা ম্যাগনেটাইজেশন I এর যে পরিবর্তন ঘটে তা প্রত্যাবর্তী (Reversible) নয়। অর্থাৎ $I-H$ রেখাচিত্রের যে পথ ধরে H এর বৃদ্ধির সাথে I এর বৃদ্ধি হয় সেই পথ ধরে H এর হ্রাসের সাথে I এর হ্রাস ঘটে না। $I-H$ রেখাচিত্রের একই পথে প্রত্যাবর্তনের এই অক্ষমতাকে হিস্টেরেসিস বলে।

৫.১৪ নং চিত্রে $I-H$ রেখাচিত্রের বিভিন্ন অবস্থা দেখানো হয়েছে। অচুম্বকায়িত লোহা নিয়ে গুরু করে (O বিন্দু) আন্দেড় আন্দেড় H এর মান বৃদ্ধি করে উহাকে চুম্বকায়িত করতে থাকলে ম্যাগনেটাইজেশন I বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং এমন এক অবস্থায় পৌঁছে যখন H এর মান বৃদ্ধি করলেও I এর কোন পরিবর্তন হয় না। I এর এই অবস্থাকে সম্পৃক্ত অবস্থা বলে। রেখাচিত্রে Oa রেখা দ্বারা I এর মান বৃদ্ধি এবং a বিন্দুতে I এর সম্পৃক্তি নির্দেশিত হয়েছে।

এই অবস্থা থেকে চৌম্বক প্রাবল্য H এর মান ক্রমশ হ্রাস করতে থাকলে I এর মান হ্রাস পাবে কিন্তু O বিন্দুতে ফিরে না এসে ab পথ অনুসরণ করবে। b বিন্দুতে H এর মান শূন্য মানে পৌঁছে তখন I এর মান শূন্য মান প্রাপ্ত হয় না। এই অবস্থায় I এর মান হল Ob । ম্যাগনেটাইজেশনের এই মানকে চৌম্বকাবশেষ বা রিমেনেস (Remanence) বলে। বিভিন্ন ফেরোচৌম্বক পদার্থের জন্য এ মান বিভিন্ন হয়। চৌম্বক প্রাবল্য H এর মান হ্রাস করে ঋণাত্মক মান (তড়িৎ দ্বারা চুম্বকায়নের সময় তড়িৎ প্রবাহকে বিপরীতমুখী করলে H এর মানকে ঋণাত্মক ধরা হবে) প্রয়োগ করলে I এর মান কমতে থাকবে এবং bcd রেখাচিত্র পাওয়া যাবে। C বিন্দুতে I এর মান শূন্য হয়ে যায় এবং H এর ঋণাত্মক মান OC । H এর এই মানকে ফেরোচুম্বকের দমন বল বা নিগ্রহ বল বা কোয়েরসিভ ফোর্স (Coersive force) বলে।



চিত্র ৫.১৪:

H এর ঋণাত্মক মান আরও বৃদ্ধি করতে থাকলে I এর ঋণাত্মক দিকে a বিন্দুর সদৃশ d বিন্দু পাওয়া যাবে। d বিন্দুতে I ঋণাত্মক সম্পৃক্তমান প্রাপ্ত হয়। অর্থাৎ H এর ঋণাত্মক মান বৃদ্ধি করলেও I এর ঋণাত্মক মান আর বৃদ্ধি পায় না।

পুনরায় ধনাত্মক দিকে H এর মান বৃদ্ধি করতে থাকলে I এর মান বৃদ্ধি পেয়ে a বিন্দুতে সম্পৃক্ত মান পুনঃপ্রাপ্ত হবে। পুনরায় e বিন্দুতে রিমেনেস ও f বিন্দুতে কোয়েরসিভ ফোর্স পাওয়া যাবে। $I-H$ রেখচিত্রে যে আবদ্ধ পথ (Closed path) $a b c d e f a$ রচনা করে তাকে হিস্টেরেসিস লুপ (Hysteresis loop) বলে। এই চুম্বকায়ন চক্রে (Cycle of Magnetisation) দেখা যায়, ম্যাগনেটাইজেশন I চৌম্বক ক্ষেত্র প্রাবল্য H এর পশ্চাতে থাকে।

হিস্টেরেসিস ক্ষতি বা হিস্টেরেসিস লস কি?

ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক ডোমেইনগুলো অনিয়মিতভাবে ছড়িয়ে থাকে। পদার্থটিকে কোন চুম্বকায়ন ক্ষেত্রে (Magnetising field) রাখলে ডোমেইনগুলো চৌম্বক ক্ষেত্রের বলরেখার সাথে সমান্তরালে নিজেদেরকে স্থায়ীভাবে সজ্জিত করে। সজ্জিত হবার সময় ডোমেইনগুলোর ঘূর্ণনের ফলে কিছু শক্তি ব্যয়িত হয়ে কাজ সম্পন্ন হয়। মোট কাজের কিছু অংশ বিভবশক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকে এবং কিছু অংশ ব্যয়িত হয় যা বস্তুর ভেতর তাপশক্তি হিসেবে ধরা দেয়। হিস্টেরেসিস লুপের একটি পূর্ণ চক্রে (Hysteresis cycle) স্থিতিশক্তি প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসা উচিত। সুতরাং লব্ধি কাজ তাপ হিসেবেই ব্যবহৃত হবে। এই তাপশক্তিকেই হিস্টেরেসিস ক্ষতি বা হিস্টেরেসিস লস বলে। অর্থাৎ হিস্টেরেসিস লুপ অনুযায়ী চুম্বকায়নের একটি পূর্ণ চক্রে যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে হিস্টেরেসিস ক্ষতি বা লস বলে। পূর্ণ চুম্বকায়ন চক্রে হিস্টেরেসিস লুপে যে ক্ষেত্রফল আবদ্ধ হয় তাই হিস্টেরেসিস ক্ষতি নির্দেশ করে।

রিমেনেস বা চৌম্বকাবেশ

চুম্বকায়নের সম্পৃক্ত অবস্থার পর থেকে যদি চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের মান আন্স্‌ড আন্স্‌ড কমানো হয় তবে ম্যাগনেটাইজেশন (I) বা চুম্বকায়নও কমতে থাকবে কিন্তু প্রাথমিক পথ ধরে নয়। চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের (H) মান কমতে কমতে শূন্যে পরিণত হলেও দেখা যায় ম্যাগনেটাইজেশন কমতে কমতে একটি নির্দিষ্ট সর্বনিম্নমানে এসে পৌঁছে। অর্থাৎ চৌম্বক প্রাবল্য শূন্য হলেও পদার্থে কিছু চুম্বকত্ব অবশিষ্ট থেকে যায়। এই অবশিষ্ট চুম্বকত্বকে চৌম্বকাবেশ বা রিমেনেস বলে। এই রিমেনেস এর মান বিভিন্ন পদার্থের জন্য বিভিন্ন হতে পারে।

সংজ্ঞাঃ পদার্থের যে ধর্মের জন্য চুম্বকায়নের সময় চৌম্বক ক্ষেত্র সরিয়ে নিলেও উহাতে কিছু চুম্বকত্ব থেকে যায় তাকে চৌম্বকাবেশ বা রিমেনেস বলে।

দমন বল বা নিগ্রহ বল বা কোয়েরসিভ বল

কোন পদার্থকে চুম্বকায়নের সময় চৌম্বক প্রাবল্যকে কমাতে কমাতে শূন্যে নিয়ে এসে যদি আবার ঋণাত্মকভাবে বৃদ্ধি করা হয় তবে চুম্বকায়ন কমতে কমতে একসময় শূন্যে পরিণত হয়। চুম্বকায়নের এই শূন্য মানের জন্য চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের যে ঋণাত্মক মানের প্রয়োজন হয় (চিত্র ৫.১৪, $H=OC$, $I=O$) তাকে দমন বল বা কোয়েরসিভ ফোর্স H_c বলে।

সংজ্ঞাঃ চুম্বকায়নের সময় চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের যে ঋণাত্মক মানের জন্য চুম্বকায়ন শূন্যে পরিণত হয় তাকে কোয়েরসিভ বল বলে। বিভিন্ন পদার্থের জন্য কোয়েরসিভ বল বিভিন্ন হয়।

হিস্টেরেসিস লুপের প্রয়োগ

বিভিন্ন ফেরোচুম্বক পদার্থের গুণাগুণ বিভিন্ন হয়ে থাকে। হিস্টেরেসিস লুপ পর্যালোচনা করে বিভিন্ন চৌম্বক পদার্থের বিভিন্ন ধর্মাবলি জানা যায় এবং কোন কাজের জন্য কোন পদার্থ উপযোগী তা নির্বাচন করে ব্যবহার করা যায়। হিস্টেরেসিস লুপের সাহায্যে হিস্টেরেসিস লস, কোয়েরসিভ বল ও রিমেনেস পরিমাপ করে নরম (Soft) এবং শক্ত (Hard) চৌম্বক পদার্থ নির্ধারণ করা হয়।

যে সমস্ত ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা বেশি, কোয়েরসিভ বল ও হিস্টেরেসিস লস কম তাদের নরম চৌম্বক পদার্থ বলে। এ সমস্ত পদার্থ মটর, জেনারেটর এবং ট্রান্সফরমারের কোর (Core) বা অন্ডার্স্ট্র হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

যে সমস্ত ফেরোচৌম্বক পদার্থের কোয়েরসিভ বল, রিমেনেস এবং হিস্টেরেসিস লস বেশি সে সমস্ত পদার্থকে শক্ত চৌম্বক পদার্থ বলে। বিভিন্ন বৈদ্যুতিক মিটার, লাউডস্পিকারে স্থায়ী চুম্বক হিসেবে এদের ব্যবহার করা হয়।



সার-সংক্ষেপ :

- **হিস্টেরেসিস ক্ষতি বা লস:** হিস্টেরেসিস লুপ অনুযায়ী চুম্বকায়নের একটি পূর্ণ চক্রে যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে হিস্টেরেসিস ক্ষতি বা লস বলে। পূর্ণ চুম্বকায়ন চক্রে হিস্টেরেসিস লুপে যে ক্ষেত্রফল আবদ্ধ হয় তাই হিস্টেরেসিস ক্ষতি নির্দেশ করে।
- **চৌম্বকাবেশ বা রিমনেন্স:** পদার্থের যে ধর্মের জন্য চুম্বকায়নের সময় চৌম্বক ক্ষেত্র সরিয়ে নিলেও উহাতে কিছু চুম্বকত্ব থেকে যায় তাকে চৌম্বকাবেশ বা রিমনেন্স বলে।
- **কোয়েরসিভ বল:** চুম্বকায়নের সময় চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের যে ঋণাত্মক মানের জন্য চুম্বকায়ন শূন্য পরিণত হয় তাকে কোয়েরসিভ বল বলে। বিভিন্ন পদার্থের জন্য কোয়েরসিভ বল বিভিন্ন হয়।
- **নরম চৌম্বক পদার্থ:** যে সমস্ত ফেরোচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা বেশি, কোয়েরসিভ ফোর্স ও হিস্টেরেসিস লস কম তাদের নরম চৌম্বক পদার্থ বলে। এ সমস্ত পদার্থ মটর, জেনারেটর এবং ট্রান্সফরমারের কোর (Core) বা অর্ডার্ড হিসেবে ব্যবহার করা হয়।
- **শক্ত চৌম্বক পদার্থ:** যে সমস্ত ফেরোচৌম্বক পদার্থের কোয়েরসিভ ফোর্স, রিমনেন্স এবং হিস্টেরেসিস লস বেশি তাদের শক্ত চৌম্বক পদার্থ বলে। বিভিন্ন বৈদ্যুতিক মিটার, লাউডস্পিকারে স্থায়ী চুম্বক হিসেবে এদের ব্যবহার করা হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.৪

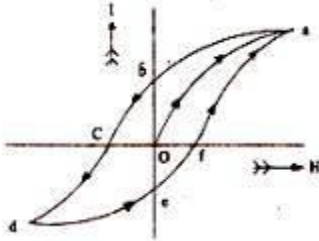
বহুনির্বাচনী প্রশ্ন:

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। যে সব পদার্থের চৌম্বক নিখাহিতা বেশি তাদেরকে বলে-

- | | |
|--------------------|------------------------|
| (ক) স্থায়ী চুম্বক | (খ) কোমল চুম্বক |
| (গ) কঠিন চুম্বক | (ঘ) হিস্টেরেসিস পদার্থ |

২। নিচের চিত্রে OA হচ্ছে-



- | | |
|-----------------------|------------------|
| (ক) নিগ্রহবল | (খ) হিস্টেরেসিস |
| (গ) অবশিষ্ট চুম্বকত্ব | (ঘ) সম্পৃক্ত মান |

পাঠ-৫.৫ : অস্থায়ী ও স্থায়ী চুম্বক Temporary and Permanent Magnet



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- অস্থায়ী ও স্থায়ী চুম্বক সম্পর্কে জানতে পারবেন।
- অস্থায়ী ও স্থায়ী চুম্বকের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



৫.৫.১: স্থায়ী চুম্বক (Permanent Magnet)

স্থায়ী চুম্বকঃ বহুদিন পূর্বে এশিয়া মাইনরের ম্যাগনেশিয়া নামক স্থানে ধূসর-কালো রং এর এক ধরনের খনিজ আকরিক পাওয়া যেত। এটা লোহা ও অক্সিজেনের যৌগিক পদার্থ। স্থানের নামানুসারে এর নাম দেয়া ম্যাগনেটাইট। ম্যাগনেটাইট ছোট ছোট লোহার টুকরাকে আকর্ষণ করে বলে এর নাম দেয়া হয় ম্যাগনেট বা চুম্বক। এটা প্রাকৃতিক চুম্বক। প্রাকৃতিক চুম্বক সাধারণত দুর্বল হয়ে থাকে। কৃত্রিমভাবে অনেক শক্তিশালী চুম্বক তৈরি করা যায়। শক্তিশালী চুম্বক তৈরিতে ফেরোচৌম্বক পদার্থ ও ফেরিচৌম্বক পদার্থ ব্যবহার করা হয়। ফেরো বা ফেরি চৌম্বক পদার্থকে উত্তপ্ত করে গলানো হয়। এরপর একে চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে ধীরে ধীরে শীতল করা হয়। ফেরো বা ফেরিচৌম্বক পদার্থকে উত্তপ্ত করা হলে এর ডোমেইন ভেঙ্গে অণুচুম্বকগুলো ইতস্তত বিক্ষিপ্তভাবে সজ্জিত হয় অর্থাৎ প্যারাচৌম্বক পদার্থে পরিণত হয়। বাহ্যিক চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে অণুচুম্বকগুলো সারিবদ্ধভাবে সজ্জিত হয়। এ অবস্থায় একে শীতল করা হলে অনুগুলো সম্পূর্ণ সারিবদ্ধ অবস্থায় কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয়, ফলে এটি শক্তিশালী চুম্বকে পরিণত হয়।

যে সকল চুম্বকের চুম্বকত্ব সহজে নষ্ট হয় না তাকে স্থায়ী চুম্বক বলে। প্রকৃতিতে প্রাপ্ত চুম্বক স্থায়ী হলেও তা অত্যন্ত দুর্বল প্রকৃতির হয়। তাই চৌম্বক পদার্থের সাথে অন্য পদার্থের মিশ্রণে অথবা বিশেষ প্রক্রিয়ায় (স্পর্শ-ঘর্ষণ পদ্ধতি) স্থায়ী শক্তিশালী চুম্বক তৈরি করা হয়।

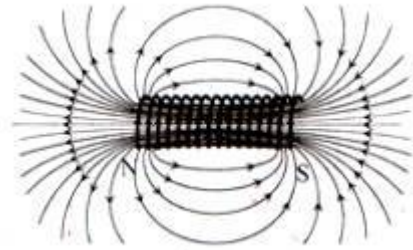
স্থায়ী চুম্বক তৈরিতে চৌম্বক পদার্থের মিশ্রণের বিভিন্নতার উপর ভিত্তি করে নিম্নে চার ধরনের স্থায়ী চুম্বক দেখানো হলো:

- ১। নিওডাইমিয়াম আয়রন বোরন (Neodymium iron boron): নিওডাইমিয়াম (Neodymium) আয়রন বোরন (NdFeB or NIB) এ ধরনের স্থায়ী চুম্বক ল্যাংহানাইড শ্রেণিভুক্ত এবং শক্তিশালী প্রকৃতির। এদেরকে সহজে বিচুম্বকায়ন করা যায় না।
- ২। সেমিরিয়াম কোবাল্ট (Samarium cobalt) (SmCo): এটিও এক প্রকার স্থায়ী চুম্বক।
- ৩। অ্যালনিকো (Alnico): এটি অ্যালুমিনিয়াম, নিকেল ও কোবাল্টের সংকর ধাতু দিয়ে তৈরি। এটি স্থায়ী চুম্বক হলেও বিচুম্বকায়ন করা যায়। এটি বহুল ব্যবহৃত হয় তবে এর চুম্বকত্ব তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।
- ৪। ফেরাইট (Ferrite): এটি বহুল ব্যবহৃত স্থায়ী চুম্বক। এর চুম্বকত্ব তাপমাত্রার উপর খুব বেশি নির্ভরশীল।

৫.৫.২: অস্থায়ী চুম্বক (Temporary Magnet)

অস্থায়ী চুম্বকঃ যদি কোনো চৌম্বক পদার্থ চৌম্বক ক্ষেত্রের উপস্থিতিতে চৌম্বক ধর্ম প্রদর্শন করে এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুপস্থিতিতে যদি তা চুম্বকত্ব হারায় তবে তাকে অস্থায়ী চুম্বক বলে।

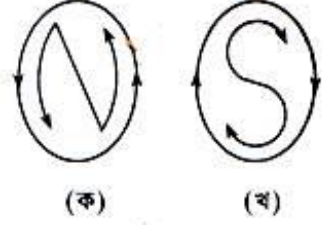
তড়িৎ চুম্বকঃ তড়িৎ প্রবাহের চুম্বক ক্রিয়া থেকে আমরা জানি, একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলী বা সলিনয়েডে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর মধ্যে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় এবং এটি একটি চুম্বকে পরিণত হয়। তড়িৎ প্রবাহের ফলে এ চুম্বক সৃষ্টি হয় বলে একে তড়িৎ চুম্বক বলে। তড়িৎচুম্বক অস্থায়ী ও স্থায়ী দুই রকমেরই হতে পারে।



চিত্র ৫.১৫:

একটি লম্বা অলঙ্ঘনীয় পরিবাহী তারকে একটি সিলিন্ডারের গায়ে যদি এমনভাবে ঘন সন্নিবিষ্ট করে স্প্রিংয়ের আকারে জড়ানো হয় যেন এর প্রতিটি পাক সিলিন্ডারের অক্ষের সাথে মোটামুটি লম্বভাবে অবস্থান করে তবে যে কুন্ডলী তৈরি হয় তাকে সলিনয়েড বলে।

একটি সলিনয়েডের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করা হলে এর মধ্যে চৌম্বক আবেশ রেখা উৎপন্ন হয় এবং এ আবেশ রেখাগুলোর বিন্যাস একটি দণ্ড চুম্বকের মতো (চিত্র-৫.১৫)। অর্থাৎ তড়িৎবাহী সলিনয়েড একটি দণ্ড চুম্বকের ন্যায় আচরণ করে এবং এর এক প্রান্তে উত্তর মেরু ও অপর প্রান্তে দক্ষিণ মেরু উৎপন্ন হয়। সলিনয়েডের যে প্রান্ত থেকে দেখলে এর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে প্রবাহিত হতে দেখা যায় সে প্রান্তে উত্তর মেরু এবং বিপরীত প্রান্তে দক্ষিণ মেরু সৃষ্টি হয়। ৫.১৫ নং চিত্র থেকে সলিনয়েডের মেরুদ্বয় সহজেই সনাক্ত করা যায়। সলিনয়েডের দৈর্ঘ্য বরাবর তাকালে তড়িৎ প্রবাহ যদি ৫.১৬ (ক) চিত্রানুযায়ী N দ্বারা চিহ্নিত দিকে প্রবাহিত হতে দেখা যায় তবে নিকটবর্তী প্রান্তে N মেরু অর্থাৎ উত্তর মেরু আর যদি ৫.১৬ খ) চিত্রানুযায়ী S দ্বারা চিহ্নিত দিকে প্রবাহিত হতে দেখা যায় তবে নিকটবর্তী প্রান্তে S মেরু অর্থাৎ দক্ষিণ মেরু সৃষ্টি হয়েছে বুঝতে হবে।



চিত্র ৫.১৬:

যতক্ষণ পর্যন্ত তড়িৎ প্রবাহ চলবে ততক্ষণ পর্যন্ত লোহার দণ্ডটি শক্তিশালী চুম্বক হিসাবে কাজ করবে। কিন্তু তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ করলে এর চুম্বকত্ব বিলুপ্ত হবে। স্পষ্টত:ই এটি অস্থায়ী চুম্বক। এ ধরনের চুম্বককে তড়িৎচুম্বক বলা হয়। সিলিন্ডারের মধ্যে কাঁটা লোহার পরিবর্তে ইস্পাতের দণ্ড ব্যবহার করলে সেটি স্থায়ী চুম্বকে পরিণত হবে।

৫.৫.৩: তড়িৎ চুম্বক ও স্থায়ী চুম্বকের ব্যবহার (Uses of Electro and Permanent Magnet)

স্থায়ী চুম্বক ও তড়িৎ চুম্বকের বিভিন্ন ব্যবহার দেখা যায়। নিচে কয়েকটি ব্যবহার আলোচনা করা হলো।

স্থায়ী চুম্বকের ব্যবহারঃ

চৌম্বক কম্পাস বা দিকদর্শন যন্ত্র: সমুদ্রে জাহাজ নিয়ন্ত্রণের জন্য চৌম্বক কম্পাস বহু শতাব্দী ধরে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। এটি নৌবাহবিজ্ঞানের (Navigation) অলঙ্ঘনীয় একটি যন্ত্র। আমরা জানি, পৃথিবী একটি বিরাট চুম্বক। এর চুম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে পৃথিবী পৃষ্ঠে মুক্তভাবে ঘূর্ণনক্ষম চুম্বক শলাকা সর্বদা উত্তর দক্ষিণ দিক বরাবর অবস্থান করে। চুম্বকের এ ধর্মকে কাজে লাগিয়ে চৌম্বক কম্পাস তৈরি করা হয়েছে। চৌম্বক কম্পাস একটি মুক্তভাবে ঘূর্ণনক্ষম চৌম্বক শলাকা দিয়ে গঠিত (চিত্র ৫.১৭)। চুম্বক শলাকার অবস্থান দেখে দিক নির্ণয় করা হয়। এছাড়াও মাইক্রোফোন ও

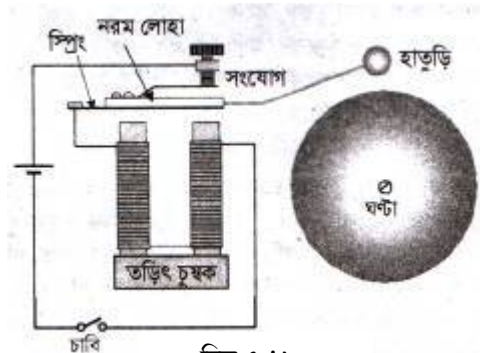


চিত্র ৫.১৭:

স্পিকার, বৈদ্যুতিক মোটরে ইত্যাদিতে স্থায়ী চুম্বক ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

তড়িৎ চুম্বকের ব্যবহার:

কলিং বেল: ৫.১৮ নং চিত্রে একটি কলিং বেলের বিভিন্ন অংশ দেখানো হয়েছে। অশঙ্করাকৃতির একটি লোহার দুই বাহুতে অলঙ্ঘনীয় তামার তার জড়ানো থাকে। এতে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হলে এটি তড়িৎ চুম্বকে পরিণত হয়। তড়িৎ চুম্বকের সামনে একটি স্প্রিংয়ের সাথে একটি নরম লোহার পাত ও একটি হাতুড়ি যুক্ত থাকে। কুন্ডলীটি চুম্বকে পরিণত হলে লোহার পাতটি চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়। এতে হাতুড়িটি সজোরে ঘন্টাকে আঘাত করে এবং ঘন্টা বেজে উঠে। কিন্তু চুম্বক লোহার পাতকে আকর্ষণ করা মাত্রই তড়িৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়, ফলে তড়িৎ চুম্বক তার চুম্বকত্ব হারায়। এতে স্প্রিংটি তার পূর্বের অবস্থানে ফিরে যায় এবং পুনরায় তড়িৎ সংযোগ স্থাপিত হয়। এভাবে পুনঃ পুনঃ তড়িৎ সংযোগ ও বিচ্ছিন্ন হওয়ায় হাতুড়ি বার বার ঘন্টাকে আঘাত করে এবং ঘন্টাটি বাজতে থাকে।



চিত্র ৫.১৮:

৫.৫.৪: স্থায়ী চুম্বকের জন্য ইম্পাত এবং বৈদ্যুতিক চুম্বকের জন্য কাঁচা লোহা উপযোগী

ইম্পাতের তুলনায় কাঁচা লোহার রিমেনেস বা ধারণশীলতা কিছু বেশি কিন্তু নিগ্রাহিতা অনেক কম। স্থায়ী চুম্বকের জন্য ধারণশীলতা ও নিগ্রাহিতা উচ্চমানের হওয়া প্রয়োজন। এজন্য স্থায়ী চুম্বক তৈরিতে ইম্পাত ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক চুম্বকের জন্য ক্ষণস্থায়ী ও শক্তিশালী চুম্বকের প্রয়োজন। কাঁচা লোহার রিমেনেস বা ধারণশীলতা বেশি এবং নিগ্রাহিতা কম বলে এর চুম্বকণ শক্তিশালী ও ক্ষণস্থায়ী হয়। এজন্য বৈদ্যুতিক চুম্বকের ক্ষেত্রে কাঁচা লোহা ব্যবহার করা হয়।



সার-সংক্ষেপ :

- স্থায়ী চুম্বক: যে সকল চুম্বকের চুম্বকত্ব সহজে নষ্ট হয় না তাকে স্থায়ী চুম্বক বলে।
- অস্থায়ী চুম্বক: যদি কোনো চৌম্বক পদার্থ চৌম্বক ক্ষেত্রের উপস্থিতিতে চৌম্বক ধর্ম প্রদর্শন করে এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুপস্থিতিতে যদি তা চুম্বকত্ব হারায় তবে তাকে অস্থায়ী চুম্বক বলে।
- তড়িৎ চুম্বক: একটি বৃত্তাকার কুণ্ডলী বা সলিনয়েডে তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর মধ্যে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় এবং এটি একটি চুম্বকে পরিণত হয়। তড়িৎ প্রবাহের ফলে এ চুম্বক সৃষ্টি হয় বলে একে তড়িৎ চুম্বক বলে।
- ডায়নামো বা জেনারেটর: যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করে ডায়নামো বা জেনারেটর।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.৫

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন:

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। যে সব চুম্বকের চুম্বকত্ব সহজে নষ্ট হয় না তাদেরকে বলে-

- (ক) স্থায়ী চুম্বক (খ) অস্থায়ী চুম্বক (গ) তড়িৎ চুম্বক (ঘ) দণ্ড চুম্বক

২। স্থায়ী চুম্বক ব্যবহার করা হয় কোনটিতে?

- (ক) সলিনয়েড (খ) ট্রান্সফরমার (গ) মাইক্রোফোন (ঘ) আর্মেচার

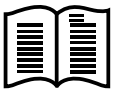
পাঠ-৫.৬ : পৃথিবীর চৌম্বকত্ব Terrestrial Magnetism



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- পৃথিবীর চৌম্বকত্ব ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- পৃথিবী একটি বিরাট চুম্বক-ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



৫.৬.১: পৃথিবীর চৌম্বকত্ব (Terrestrial Magnetism)

পৃথিবীর চুম্বকত্ব (Terrestrial Magnetism)

১৬০০ খ্রিস্টাব্দে রাণী এলিজাবেথের পারিবারিক চিকিৎসক ড. গীলবার্ট বিভিন্ন পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করেন যে, পৃথিবী একটি চুম্বক। সাধারণ চুম্বকের মতো এর দুটি মেরু আছে। দক্ষিণ মেরু কানাডার উত্তর দিকে বুথিয়া উপদ্বীপে এবং উত্তর মেরু অ্যান্টার্কটিকা মহাদেশের দক্ষিণে ভিকটোরিয়া অঞ্চলে অবস্থিত। পদার্থ বিজ্ঞানের যে শাখায় পৃথিবীর চুম্বকত্ব এবং এতদসংক্রান্ত বিভিন্ন বিষয় জানা যায় তাকে ভূ-চুম্বকত্ব বা পৃথিবীর চৌম্বকত্ব বলে।

ভূগোলক হিসেবে পৃথিবীর দুটি মেরু আছে। এর উত্তর প্রান্তের মেরুর নাম ভৌগোলিক উত্তর মেরু এবং দক্ষিণ প্রান্তের মেরুর নাম ভৌগোলিক দক্ষিণ মেরু। যেহেতু বিপরীত মেরুতে আকর্ষণ ঘটে, সুতরাং মুক্তভাবে বুলন্দ চৌম্বক শলাকা বা সাধারণ চুম্বকের উত্তর এবং দক্ষিণ মেরু যথাক্রমে ভূ-চুম্বকের দক্ষিণ এবং উত্তর মেরুর দিকে অবস্থান করে। এজন্য আমরা সাধারণভাবে বলে থাকি যে, ভূ-চুম্বকের দক্ষিণ মেরু ভৌগোলিক উত্তর মেরুর দিকে এবং ভূ-চুম্বকের উত্তর মেরু ভৌগোলিক দক্ষিণ মেরুর দিকে থাকে। তবে প্রকৃতপক্ষে ভূ-চুম্বকের দক্ষিণ মেরু ভৌগোলিক উত্তর মেরু হতে প্রায় ২৫০০ কি.মি পশ্চিমে এবং ভূ-চুম্বকের উত্তর মেরু ভৌগোলিক দক্ষিণ মেরু হতে প্রায় ২২০০ কি.মি পূর্বে অবস্থিত।

ভৌগোলিক উত্তর এবং দক্ষিণ মেরুর সংযোজক রেখাকে ভৌগোলিক অক্ষ বলে। তেমনি ভূ-চুম্বকের উত্তর এবং দক্ষিণ মেরুর সংযোজক রেখাকে ভূ-চৌম্বক অক্ষ বলে। ভৌগোলিক অক্ষের সাথে এই ভূ-চৌম্বক অক্ষ প্রায় 11° কোণ করে আছে (চিত্র ৫.১৯)।



চিত্র ৫.১৯

যেহেতু মুক্তভাবে বুলন্দ সাধারণ চুম্বকের উত্তর ও দক্ষিণ মেরু যথাক্রমে ভৌগোলিক উত্তর ও দক্ষিণ দিক নির্দেশ করে সেজন্য সাধারণ চুম্বকের উত্তর মেরুকে উত্তর সন্ধানী (North-seeking) মেরু এবং দক্ষিণ মেরুকে দক্ষিণ সন্ধানী (South-seeking) মেরু বলে। সংক্ষেপে তাদেরকে যথাক্রমে উত্তর মেরু এবং দক্ষিণ মেরু বলে। অনেকে ভূ-চুম্বকের উত্তর মেরুকে নীল মেরু (Blue pole) এবং দক্ষিণ মেরুকে লাল মেরু (Red pole) বলে।

ভূ-চুম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের মান ও অভিমুখ সর্বত্র সমান নয়। বিভিন্ন স্থানে এদের মান বিভিন্ন হয়। এজন্য ভারকেন্দ্র দিয়ে মুক্তভাবে উলম্ব তলে ঘুরতে পারে এমন একটি ছোট চুম্বক শলাকাকে ভূ-পৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানে নিয়ে গেলে তার চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিকের সাথে বিভিন্ন কোণে হলে থাকবে। পরীক্ষার সাহায্যে দেখা গেছে যে, কোনো একটি চৌম্বক শলাকাকে ক্রমাগত ভৌগোলিক উত্তর মেরুর দিকে নিয়ে যাওয়ায় এর উত্তর মেরু ক্রমশ ভূ-পৃষ্ঠের দিকে ঝুঁকে যায় এবং ভূ-চুম্বকের উত্তর মেরুতে এর চৌম্বক অক্ষ উত্তর মেরু নিচে রেখে সম্পূর্ণ উলম্ব হয়ে থাকে।

বিপরীতক্রমে চৌম্বক শলাকাকে দক্ষিণ মেরুতে নিয়ে গেলে এর চৌম্বক অক্ষ দক্ষিণ মেরু নিচে রেখে সম্পূর্ণ খাড়া অবস্থায় অবস্থান করে।

কিন্তু বিষুব রেখা এবং পার্শ্ববর্তী অঞ্চলে মুক্তভাবে বুলন্দ চুম্বক শলাকার চৌম্বক অক্ষ প্রায় অনুভূমিক অবস্থায় অবস্থায় করবে।

কাজ: পৃথিবী একটি বিরাট চুম্বক-ব্যাক্স করুন।

মুক্তভাবে সুতার সাহায্যে অনুভূমিকভাবে কিছু দিন ধরে ভূপৃষ্ঠের কোনো স্থানে যদি পৃথিবীর উত্তর-দক্ষিণ মেরু বরাবর মুখ করে একটি নরম লোহার দণ্ড বুলিয়ে রাখা হয়, তবে দণ্ডটির মধ্যে ক্ষীণ চৌম্বক ধর্মের সৃষ্টি হয়। এছাড়া একটা বদ্ধ পরিবাহী পৃথিবীর উপর যে কোনো স্থানে নাড়াচাড়া করলেও এর মধ্য দিয়ে ক্ষীণ তড়িৎ প্রবাহ লক্ষ করা যায়, যেমনটি লক্ষ করা যায় একটি পরিবাহীকে চৌম্বক ক্ষেত্রে নাড়াচাড়া করলে। এই ঘটনাগুলো পর্যালোচনা করে বিজ্ঞানীরা এই সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, পৃথিবী নিজেই একটি বিরাট চুম্বক।



সার-সংক্ষেপ :

- **ভূ-চুম্বকত্ব বা পৃথিবীর চৌম্বকত্ব:** পদার্থ বিজ্ঞানের যে শাখায় পৃথিবীর চুম্বকত্ব এবং এতদসংক্রান্ত বিভিন্ন বিষয় জানা যায় তাকে ভূ-চুম্বকত্ব বা পৃথিবীর চৌম্বকত্ব বলে।



বহুনির্বাচনী প্রশ্ন:

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। পৃথিবীর উত্তর মেরু কোথায় অবস্থিত?

(ক) কানাডা

(খ) অস্ট্রেলিয়া

(গ) আমেরিকা

(ঘ) রাশিয়া

২। ভূ-চৌম্বকের দক্ষিণ মেরু কোথায় অবস্থিত?

(ক) এশিয়া মহাদেশে

(খ) ইউরোপ মহাদেশে

(গ) এন্টার্টিকা মহাদেশে

(ঘ) দক্ষিণ আমেরিকায়

পাঠ-৫.৭ : পৃথিবীর চৌম্বক উপাদান

Elements of geomagnetism



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- পৃথিবীর চৌম্বক উপাদান ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- বিচ্যুতি, বিনতি, ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের ধারণা লাভ করতে পারবেন।



৫.৭.১: ভূ-চুম্বকত্বের উপাদান (Elements of geomagnetism)

কোনো স্থানের ভূ-চুম্বকত্বের সঠিক পরিচয় ও পরিমাপের জন্য অর্থাৎ ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবেল্যের মান এবং দিক নির্ণয়ের জন্য যে সব রাশির মান জানা দরকার তাদের ভূ-চৌম্বকত্বের উপাদান বা মূল রাশি বলে।

ভূ-চুম্বকত্বের উপাদান মোট তিনটি; যথা-

১) বিচ্যুতি কোণ (Declination)

২) বিনতি কোণ (Angle of Dip or inclination) এবং

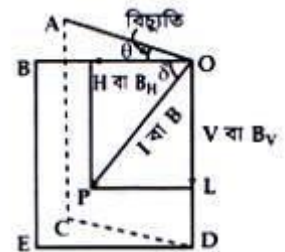
৩) ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অণুভূমিক প্রাবল্য (Horizontal intensity of the earth's magnetic field)

এখন এ তিনটি রাশি বিশদভাবে আলোচনা করা হবে।

১) বিচ্যুতি কোণ (Declination)

কোনো একটি চুম্বককে ভারকেন্দ্র দিয়ে মুক্তভাবে ঝুলিয়ে রাখলে ভৌগোলিক মধ্যতলের সাথে তার মধ্যতল মিলে যায় না। একটি মধ্যতল অন্য মধ্যতলকে ছেদ করে। ফলে তাদের মধ্যে একটি কোণ উৎপন্ন হয়। এই কোণকে ঐ স্থানের ভূ-চুম্বকত্বের বিচ্যুতি কোণ বা চ্যুতি বলে। একে সংক্রমণ কোণও বলা হয়।

পৃথিবীর কোনো স্থানে চৌম্বক মধ্যতল এবং ভৌগোলিক মধ্যতলের মধ্যবর্তী কোণকে ঐ স্থানের ভূ-চুম্বকত্বের বিচ্যুতি কোণ বা বিচ্যুতি বলে। একে θ দ্বারা প্রকাশ করা হয় ও ডিগ্রীতে মাপা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিচ্যুতি কোণ বিভিন্ন।



চিত্র ৫.২০

৫.২০ নং চিত্রে O স্থানে AODC তল দ্বারা ভৌগোলিক মধ্যতল ও BODC তল দ্বারা চৌম্বক মধ্যতল নির্দেশ করা হয়েছে। কাজেই $\angle AOB$ ঐ স্থানের বিচ্যুতি।

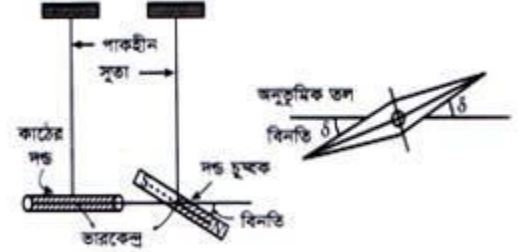
কোনো স্থানে সূচি চুম্বকের উত্তর মেরু ভৌগোলিক অক্ষের সাথে θ কোণে পূর্বে থাকলে ঐ স্থানের বিচ্যুতি কোণকে $\theta^\circ E$ বা θ° পূর্ব সংক্ষেপে পূ. এবং θ কোণে পশ্চিমে থাকলে ঐ স্থানের বিচ্যুতি কোণকে $\theta^\circ W$ বা θ° পশ্চিম সংক্ষেপে প. লেখা হয়।

উদাহরণ: মনে করি ঢাকার বিচ্যুতি কোণ $(\frac{1}{2})^\circ$ পূর্ব। উক্ত উক্তি দ্বারা বুঝা যায় যে, ঢাকায় মুক্তভাবে নড়নক্ষম কোনো সূচি চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ চৌম্বক মধ্যতল থেকে ভৌগোলিক অক্ষের সাথে $(\frac{1}{2})^\circ$ কোণ উৎপন্ন করে এবং এর উত্তর মেরু ভৌগোলিক অক্ষের পূর্ব দিকে থাকে।

২) বিনতি কোণ (Angle of Dip or inclination)

একটি কাঠের দণ্ডকে এর ভারকেন্দ্র হতে পাকহীন সূতার সাহায্যে ঝুলিয়ে রাখলে এর অক্ষ অনুভূমিকভাবে অবস্থান করে (চিত্র ৫.২১)। কিন্তু একটি চুম্বক কিংবা চৌম্বক শলাকাকে এর ভারকেন্দ্র হতে পাকহীন সূতার সাহায্যে ঝুলিয়ে দিলে তার চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিকভাবে অবস্থান করে না, বরং অনুভূমিক তলের সাথে কিছু কোণ করে থাকে (চিত্র ৫.২৩)। এই কোণকে বিনতি কোণ বলে।

পৃথিবীর কোন স্থানে ভারকেন্দ্র দিয়ে মুক্তভাবে ঝুলন্ত চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে স্থির থাকে, তাকে ঐ স্থানের ভূ-চুম্বকত্বের বিনতি কোণ বা বিনতি বলে। একে δ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানের বিনতি কোণ বিভিন্ন। যদি ঝুলন্ত দণ্ড চুম্বকের ভৌগোলিক উত্তর মেরুর দিকে ক্রমশ নিয়ে যাওয়া হয় তবে দণ্ড চুম্বকের উত্তর মেরু অনুভূমিকের সাথে ক্রমশ বেশি কোণ করে নিচে অবস্থান করবে এবং এসব ক্ষেত্রে বিনতি কোণ $\delta^\circ N$ বা δ° উত্তর বা δ° উ. লিখতে হবে।



চিত্র ৫.২১

আবার ভৌগোলিক দক্ষিণ মেরুর দিকে নিয়ে গেলে দণ্ড চুম্বকের দক্ষিণ মেরু অনুভূমিকের সাথে ক্রমশ বেশি কোণে হেলে নিচে থাকবে। এ সব অবস্থানের বিনতি কোণ $\delta^\circ S$ বা δ° দক্ষিণ বা δ° দ. লিখতে হবে। দুই মেরুতে বিনতি 90° এবং বিষুবরেখার বিনতি 0° হয়।

এখন প্রশ্ন জাগে বিষুবরেখায় ছাড়া অন্যত্র মুক্তভাবে ঝুলন্ত চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিক তলে থাকে না কেন? পৃথিবী একটি বিরাট চুম্বক। সুতরাং ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের একটি দিক আছে। বিষুবরেখায় ছাড়া অন্যত্র তা অনুভূমিকের সাথে হেলে থাকে। মুক্তভাবে ঝুলন্ত চুম্বক ভূ-চুম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের দিক অনুযায়ী নিজেকে স্থাপন করে বলে ঝুলন্ত চুম্বক অনুভূমিক তলে না থেকে তলের সাথে কিছু কোণ করে অবস্থান করে।

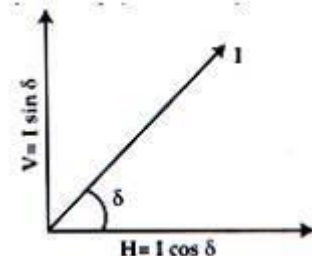
(৫.২০ নং) চিত্রে O স্থানে OB রেখা ভূ-চৌম্বক অক্ষ বরাবর অবস্থিত। ওই স্থানে মুক্তভাবে ঝুলন্ত চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ OP বরাবর অবস্থান করলে $\angle BOP = \delta$ ঐ স্থানের বিনতি।

উদাহরণ: ঢাকার বিনতি কোণ $31^\circ N$ বলতে বুঝায়, ঢাকায় একটি দণ্ড চুম্বককে মুক্তভাবে তার ভারকেন্দ্র হতে ঝুলালে দণ্ড চুম্বকটির উত্তর মেরু অনুভূমিকের নিচের দিকে ঝুলে স্থির থাকবে এবং চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিক তলের সাথে 31° কোণ উৎপন্ন করবে।

৩) ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অণুভূমিক প্রাবল্য (Horizontal intensity of the earth's magnetic field)

পৃথিবীর কোন স্থানে একটি একক মেরুশক্তি উত্তর মেরুর উপর ভূ-চুম্বকত্বের দরুন যে বল ক্রিয়া করে তাকে ওই স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বা মোট প্রাবল্য বলে।

কোনো স্থানে ভারকেন্দ্র দিয়ে মুক্তভাবে ঝুলন্ত চুম্বক ওই স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের দিক নির্দেশ করে। মনে করি কোনো স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের



চিত্র ৫.২২:

এইচএসসি প্রোগ্রাম

প্রাবল্য (\vec{I}), এ প্রাবল্য (I) কে দুটি উপাংশে ভাগ করা যায়। একটি অনুভূমিক উপাংশ (H) এবং অপরটি উলম্ব উপাংশ (V) (চিত্র ৫.২২)। এ অনুভূমিক উপাংশকে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য এবং উলম্ব উপাংশকে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উলম্ব প্রাবল্য বলে। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে এদের মান বিভিন্ন হয়।

কোনো স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশকে ওই স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য এবং উলম্ব উপাংশকে ঐ স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উলম্ব প্রাবল্য বলে।

বর্ণনা অনুসারে,

$$H = I \cos \delta \dots\dots\dots (৫.১)$$

$$\text{এবং } V = I \sin \delta \dots\dots\dots (৫.২)$$

এখানে $\delta =$ বিনতি কোণ

সমীকরণ (৫.১) এবং সমীকরণ (৫.২) এর বর্গ যোগ করে পাই,

$$I^2 \cos^2 \delta + I^2 \sin^2 \delta = H^2 + V^2$$

$$\text{বা, } I^2 (\cos^2 \delta + \sin^2 \delta) = H^2 + V^2$$

$$\text{বা, } I^2 = H^2 + V^2$$

$$\therefore I = \sqrt{H^2 + V^2} \dots\dots\dots (৫.৩)$$

আবার, সমীকরণ (৫.২) কে সমীকরণ (৫.১) দ্বারা ভাগ করে পাই, $\frac{(I \sin \delta)}{(I \cos \delta)} = \frac{V}{H}$

$$\text{বা, } \tan \delta = \frac{V}{H} \dots\dots\dots (৫.৪)$$

$$\therefore \delta = \tan^{-1} \frac{V}{H} \dots\dots\dots (৫.৫)$$

সমীকরণ (৫.৫) হতে পাই, $V = H \tan \delta$

$$\text{বা, } \frac{V}{H} = \frac{1}{\tan \delta} = \cot \delta \dots\dots\dots (৫.৬)$$

$$\therefore H = V \cot \delta \dots\dots\dots (৫.৭)$$

[বি.দ্র: যদি ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য \vec{I} এর পরিবর্তে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্র \vec{B} ব্যবহার করা হয় তবে উপরের সীকরণগুলোতে I এর স্থলে B বসাতে হবে। তখন চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশ এবং উলম্ব উপাংশ যথাক্রমে চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ এবং উলম্ব উপাংশ হবে এবং একক Am^{-1} এর স্থলে Tesla (T) বা weber/m^2 হবে।]

উদাহরণ: মনে করি রাজশাহীতে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য $H=29 \text{ Am}^{-1}$ পরিমাপ করা হয়েছে। এ উক্তির অর্থ রাজশাহীতে -

ক) ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশের মান $H=29 \text{ Am}^{-1}$ ।

খ) এক ওয়েবার মেরু-শক্তির উত্তর মেরু ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের জন্য অনুভূমিক বরাবর 29 N বল অনুভব করবে।

গ) রাজশাহীতে বিনতি কোণ δ হলে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উলম্ব প্রাবল্য $V=29 \tan \delta$ ও মোট প্রাবল্য $I=29 \sec \delta$ ।

পৃথিবীর চুম্বক মেরুতে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের কোনো অনুভূমিক প্রাবল্য নেই। চৌম্বক বিষুবরেখায় এর মান সর্বাধিক 30 Am^{-1} হতে 32 Am^{-1} এর মধ্যে।

ঢাকার বিনতি কোণ 31° হলে, ঢাকায় ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্যের উলম্ব ও অনুভূমিক উপাংশের অনুপাত $\tan 31^\circ$ এর সমান।

গাণিতিক উদাহরণ

৫.১। কোনো স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশের মান 89 NWb^{-1} এবং বিনতি 60° । ওই স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উলম্ব উপাংশের মান নির্ণয় করুন।

আমরা জানি,

এখানে,

$$\begin{aligned} V &= H \tan \delta \\ &= 89 \tan 60^\circ \\ &= 154.15 \text{ NWb}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 89 \text{ NWb}^{-1} \\ \delta &= 60^\circ \\ V &= ? \end{aligned}$$

উ: 154.15 NWb⁻¹

৫.২। কোনো স্থানে $H = 36 \mu\text{T}$ এবং বিনতি 60° । ওই স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয় করুন।

আমরা জানি,

$$H = I \cos \delta$$

$$\text{বা, } 36 \times 10^{-6} = I \cos 45^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } I &= \frac{36 \times 10^{-6}}{\cos 45^\circ} = \frac{36 \times 10^{-6}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} \\ &= 36 \times 10^{-6} \times \sqrt{2} \\ &= 50.911 \times 10^{-6} \text{ T} \\ &= 50.911 \mu\text{T} \end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} H &= 36 \mu\text{T} \\ &= 36 \times 10^{-6} \text{ T} \end{aligned}$$

$$\delta = 45^\circ$$

$$I = ?$$

উ: 50.911 μT

৫.৩। কোনো স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য 32 Am^{-1} এবং উলম্ব প্রাবল্য 24 Am^{-1} । ওই স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের মোট প্রাবল্য এবং বিনতি কোণ নির্ণয় করুন।

মনেকরি, মোট প্রাবল্য = I

∴ আমরা পাই,

$$I = \sqrt{H^2 + V^2} \dots \dots \dots (4.52)$$

এখন

$$\tan \delta = \frac{V}{H} \dots \dots \dots (4.53)$$

$$\text{সুতরাং, (1) হতে পাই, } I = \sqrt{32^2 + 24^2} = 40 \text{ Am}^{-1}$$

$$\text{এবং (2) হতে পাই, } \tan \delta = \frac{V}{H} = \frac{24}{32} = 0.75 = \tan 36^\circ 52'$$

$$\therefore \text{ নির্ণয় বিনতি কোণ, } \delta = \tan 36^\circ 52'$$

উ: $\tan 36^\circ 52'$

সার-সংক্ষেপ :

- **বিচ্যুতি কোণ (Declination):** কোনো একটি চুম্বককে ভারকেন্দ্র দিয়ে মুক্তভাবে ঝুলিয়ে রাখলে ভৌগোলিক মধ্যতলের সাথে তার মধ্যতল মিলে যায় না। একটি মধ্যতল অন্য মধ্যতলকে ছেদ করে। ফলে তাদের মধ্যে একটি কোণ উৎপন্ন হয়। এই কোণকে ঐ স্থানের ভূ-চুম্বকত্বের বিচ্যুতি কোণ বা চ্যুতি বলে। একে সংক্রমণ কোণও বলা

হয়।

- **বিনতি কোণ (Angle of Dip or inclination):** পৃথিবীর কোন স্থানে ভারকেন্দ্র দিয়ে মুক্তভাবে বুলন্দ চুম্বকের চৌম্বক অক্ষ অনুভূমিকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে স্থির থাকে, তাকে ঐ স্থানের ভূ-চুম্বকত্বের বিনতি কোণ বা বিনতি বলে। একে δ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানের বিনতি কোণ বিভিন্ন।
- **ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য (Horizontal intensity of the earth's magnetic field):** পৃথিবীর কোন স্থানে একটি একক মেরু-শক্তির উত্তর মেরুর উপর ভূ-চুম্বকত্বের দরশন যে বল ক্রিয়া করে তাকে ওই স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বা মোট প্রাবল্য বলে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.৭

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন:

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১। চৌম্বক মধ্যতল ও ভৌগোলিক মধ্যতলের মর্ধবর্তী কৌনিক ব্যবধানকে বলে-

- (ক) বিচ্যুতি (খ) বিনতি
(গ) বিলম্ব কোণ (ঘ) চৌম্বক কোণ

২। কোনো স্থানের বিনতি কোণ ϕ হলে, ঐ স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক ও উলম্ব উপাংশের অনুপাত কত?

- (ক) $\sin \phi$ (খ) $\cos \phi$
(গ) $\tan \phi$ (ঘ) $\cot \phi$



চূড়ান্ত মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন:

ক. সাধারণ বহু নির্বাচনী প্রশ্ন: সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। ভৌগোলিক উত্তর ও দক্ষিণ মেরুর সংযোজক রেখাকে কী বলে?

- (ক) বিষুব রেখা (খ) নিরক্ষীয় রেখা
(গ) ভৌগোলিক অক্ষ (ঘ) কর্কটক্রান্তি রেখা

২। ভূ-চুম্বকত্বের উপাদান মোট কয়টি?

- (ক) ২টি (খ) ৩টি
(গ) ৪টি (ঘ) ৬টি

খ. বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহু নির্বাচনী প্রশ্ন:

৩। স্থায়ী চুম্বক ব্যবহার করা হয়-

- (i) সমুদ্রে জাহাজ নিয়ন্ত্রণে
(ii) মাইক্রোফোন ও স্পিকার-এ
(iii) ট্রান্সফরমার-এ
নিচের কোনটি সঠিক?

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

গ. অভিন্ন তথ্য ভিত্তিক বহু নির্বাচনী প্রশ্ন:

কোনো স্থানের ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক ও উলম্ব উপাংশের মান যথাক্রমে $31.85\mu T$ এবং $47.77\mu T$ ।

উপরের তথ্যের আলোকে ৯ ও ১০নং প্রশ্নের উত্তর দিন।

৪। ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের মান-

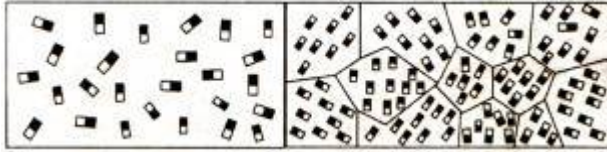
- (ক) $50.41\mu T$ (খ) $55.40\mu T$ (গ) $56.41\mu T$ (ঘ) $57.41\mu T$

৫। ঐ স্থানের বিনতি-

- (ক) 50.31° (খ) 54.31° (গ) 55.31° (ঘ) 56.31°

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন

১।



উপরে দুটি চৌম্বক পদার্থের অভ্যন্তরীণ গঠন দ্বারা চৌম্বক দ্বিপোল বুঝানো হয়েছে।

- ক) চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য কী? ১
 খ) ডায়াচৌম্বক পদার্থ ও প্যারাচৌম্বক পদার্থের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখুন। ২
 গ) (i) নং চিত্রের পদার্থটিতে বহিঃস্থ চৌম্বক ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে কী ঘটবে বর্ণনা করুন। ৩
 ঘ) (ii) নং চিত্রের পদার্থটির চৌম্বক বৈশিষ্ট্যসমূহ আলোচনা করুন। ৪

২। কোনো স্থানের ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক ও উলম্ব উপাংশের মান যথাক্রমে $27.87\mu T$ এবং $16.10\mu T$ ।

- ক) হিসটেরিসিস লস কাকে বলে? ১
 খ) ডায়াচৌম্বক পদার্থের দুটি ধর্ম লিখুন। ২
 গ) উদ্দীপকে উলে-খিত স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বের করুন। ৩
 ঘ) যদি চৌম্বক মধ্যতল হতে 60° কৌণিক দূরত্বে আপাত বিনতি 45° হয় তবে প্রকৃত বিনতি বের করুন। ৪

ঙ. সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন :

- ১। হিসটেরিসিস লুপের সাহায্যে কোনো পদার্থের কী কী বিষয় জানা যেতে পারে- ব্যাখ্যা করুন।
 ২। ঢাকায় বিনতি 31° বলতে কী বুঝেন?
 ৩। ডায়া, প্যারা ও ফেরোচৌম্বক পদার্থের মধ্যকার তুলনা করুন।
 ৪। একটি ফেরোচৌম্বক পদার্থ কখন প্যারা চৌম্বক পদার্থে পরিণত হয়- ব্যাখ্যা করুন।
 ৫। ডায়া চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা 1 এর চেয়ে কম - ব্যাখ্যা করুন।

চ. গাণিতিক সমস্যাবলি:

- ১। কোনো স্থানে বিনতি এবং ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের মোট প্রাবল্যের মান যথাক্রমে 60° এবং 30 Am^{-1} হলে, ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য কত? [উ: 15 Am^{-1}]
 ২। ভূ-পৃষ্ঠের কোনো স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য ও উলম্ব প্রাবল্য যথাক্রমে $4 \times 10^{-5} \text{ T}$ ও $3 \times 10^{-5} \text{ T}$ । ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের মোট প্রাবল্য ও বিনতি কোণ নির্ণয় করুন। [উ: $5 \times 10^{-5} \text{ T}$; 36.87°]
 ৩। কোনো স্থানের বিনতি 60° এবং ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ $30 \mu T$ । ঐ স্থানের উলম্ব উপাংশ কত? [উ: $5196 \mu T$]
 ৪। কোনো স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ 28 Am^{-1} । এর বিনতি 30° । ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের মোট প্রাবল্য কত? [উ: 32.33 NA^{-1} বা T]

এইচএসসি প্রোগ্রাম

৫। কোনো স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের মান 15.923 T এবং বিনতি 60° হলে ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশ
কত? [উ: 13.79 T]



উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.১ :	১। ক	২। গ	৩। খ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.২ :	১। গ	২। খ	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৩ :	১। ক	২। গ	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৪ :	১। গ	২। ঘ	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৫ :	১। ক	২। গ	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৬ :	১। ক	২। গ	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৫.৭ :	১। ক	২। গ	



চূড়ান্ত মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন :	১। গ	২। খ	৩। ক	৪। গ	৫। ঘ
ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন ৪-১	নিজে করুন। টিউটরের সহায়তা নিন।				
সৃজনশীল প্রশ্ন ৪-২	নিজে করুন। টিউটরের সহায়তা নিন।				