অধ্যায়-১৩
ইলেকট্রোম্যাগনেটিজম (Electromagnetism)

১৩.১ চৌম্বক ক্ষেত্র, চৌম্বক বলরেখা এবং এর বৈশিষ্ট্য (Magnetic field, magnetic lines of force and its properties) :

চৌম্বক ক্ষেত্র (Magnetic field) :

একটি চুম্বকের চারদিকে যতটুকু স্থান বা এলাকাজুড়ে ঐ চুম্বকের প্রভাব বিদ্যমান থাকে, ঐ স্থান বা এলাকাকে চৌম্বক ক্ষেত্র বলা হয়। তাত্ত্বিকভাবে ধারণা করা হয়, চৌম্বক ক্ষেত্রের বিস্তৃতি অসীম পর্যন্ত। কিন্তু বাস্তবে এটা সম্ভব নয়, বরং একটা নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত এর প্রভাব লক্ষ করা যায়।

চৌম্বক বলরেখা (Magnetic lines of force) :

একটি চুম্বকের চারদিকের চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাব বা বল বুঝার জন্যে কতকগুলো রেখা কল্পনা করা হয়, উক্ত কাল্পনিক রেখাগুলোকে চৌম্বক বলরেখা বলা হয়।

বৈশিষ্ট্য (Characteristics) :

চৌম্বক বলরেখার কতকগুলো বৈশিষ্ট্য বা ধর্ম বা প্রকৃতিগত স্বভাব আছে, নিম্নে তা দেয়া হলো–

১। চৌম্বক বলরেখা সর্বদাই বদ্ধ থাকে, কোথাও কোনো ফাঁক নেই।

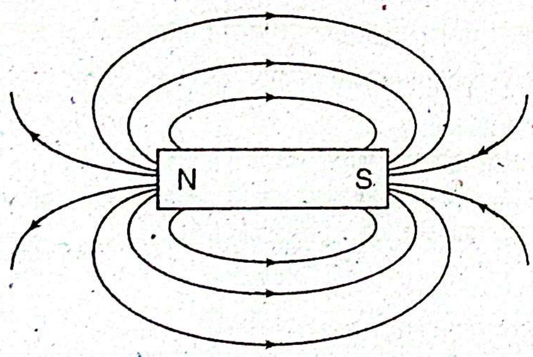
২। চুম্বকের বাইরে বলরেখাগুলো উত্তর মেরু হতে বের হয়ে দক্ষিণ মেরুতে গিয়ে শেষ হয় এবং চুম্বকের ভিতরে দক্ষিণ মেরু হতে উত্তর মেরুতে গিয়ে শেষ হয়।

৩। বলরেখা একটি অন্যটিকে কখনও ছেদ করে না বরং একটি অন্যটির স্পর্শক।

৪। বলরেখা একটি অন্যটির উপর আড়াআড়িভাবে পার্শ্বচাপের সৃষ্টি করে বিধায় পরস্পরের মধ্যে বিকর্ষণ হয়।

৫। চৌম্বক বলরেখাগুলো এদের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থিতিস্থাপক (Elasticity) বস্তুর ন্যায় সংকুচিত হয়।

৬। চৌম্বক বলরেখাগুলো চৌম্বক পৃষ্ঠের সাথে লম্বভাবে উত্তর মেরু হতে বের হয়ে দক্ষিণ মেরুতে প্রবেশ করে।



চিত্র : ১৩.১ চৌম্বক বলরেখা

১৩.২ ফিল্ড ইনটেনসিটি এবং ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স ডেনসিটি (Field intensity and magnetic flux density) :

ম্যাগনেটিক ফিল্ড ইনটেনসিটি (Magnetic field intensity) :

একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের যে-কোনো স্থানে এক একক বিশিষ্ট বা বিচ্ছিন্ন উত্তর মেরু [বাস্তবে একটি বিচ্ছিন্ন উত্তর মেরু পাওয়া অসম্ভব, কেননা একটি চুম্বকের দুটি মেরু অবশ্যই থাকতে হবে] *স্থাপন করলে যে বল অনুভূত হয়, তাকে উক্ত স্থানের চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বা ম্যাগনেটিক ফিল্ড ইনটেনসিটি বলে।*

এর প্রতীক H.

এসআই পদ্ধতিতে এর একক

নিউটন/ওয়েবার (Nw/Wb)

বা, **অ্যাম্পিয়ার-টার্ন/মিটার** (At/m)

$$H = \frac{m}{4\pi \mu_o \mu_r d^2}$$ Nw/Wb যে-কোনো মাধ্যমে।

$$H = \frac{m}{4\pi \mu_o d^2}$$ Nw/Wb বায়ুতে।

এখানে, m = মেরুশক্তি

d = দূরত্ব

μ_o = বায়ুশূন্য স্থানের পারমিয়্যাবিলিটি

$= 4\pi \times 10^{-17}$ হেনরি/মিটার

μ_r = রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি

= 1 - বায়ুতে।

অথবা, *ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সের পথ বরাবর প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ম্যাগনেটোমোটিভ ফোর্স (Magnetomotive Force বা, mmf) কে ম্যাগনেটিক ফিল্ড ইনটেনসিটি বলে।*

$\therefore H = \frac{T}{L}$ অ্যাম্পিয়ার-টার্ন/মিটার।

ফ্লাক্স ডেনসিটি (Flux density) :

ফ্লাক্স ডেনসিটি সম্পর্কে আলোচনার আগে ফ্লাক্স সম্পর্কে কিছুটা অবহিত হওয়া প্রয়োজন।

ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স (Magnetic flux) :

আমাদের পঞ্চ-ইন্দ্রিয় দিয়ে আমরা ম্যাগনেটিক ফিল্ড বা চৌম্বক ক্ষেত্রের অস্তিত্ব অনুভব করতে পারি না, কিন্তু বিভিন্নভাবে এর প্রভাব লক্ষ করা যায়। সমষ্টিগতভাবে চৌম্বক ক্ষেত্রকে চিহ্নিত করতে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স শব্দটি সাধারণত ব্যবহার করা হয়।

একটি চৌম্বক উৎস কর্তৃক উৎপাদিত চৌম্বক ক্ষেত্রের সমষ্টিকে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স বলে। এর প্রতীক (গ্রিক অক্ষর) ϕ (ফাই) এবং এসআই (SI) একক **ওয়েবার** (Weber)।

ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স ডেনসিটি (Magnetic flux density) : প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ফ্লাক্সের পরিমাণকে ফ্লাক্স ডেনসিটি বা ফ্লাক্স ঘনত্ব বলে। এর প্রতীক **B.**

একক :

ক) সিজিএস পদ্ধতিতে 'গস' (Gauss).

1 'গস' = 1 ম্যাক্সওয়েল/বর্গসেন্টিমিটার

= 1 লাইনস/বর্গসেন্টিমিটার

খ) এসআই পদ্ধতিতে **'ওয়েবার/বর্গমিটার'**

সমীকরণ : $B = \frac{\phi}{A}$

১৩.৩ অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি এবং রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটির মধ্যে পার্থক্য (Distinguish between absolute permeability and relative permeability) :

অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি (Absolute Permeability) :

কোনো পদার্থে যে পরিমাণ ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স প্রতিষ্ঠা করা যায়, অথবা

কোনো পদার্থে খুব সহজে যে পরিমাণ চৌম্বক ক্রিয়া প্রতিষ্ঠা করা যায়, তাকে অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি বলে।

কাঁচা লোহাকে সহজেই চুম্বকে পরিণত করা যায় এবং এর পারমিয়্যাবিলিটি সবচেয়ে বেশি। ইস্পাতকে চুম্বকে পরিণত করা কঠিন এবং এর পারমিয়্যাবিলিটি অনেক কম। এর প্রতীক μ (মিউ)।

একক :

সিজিএস পদ্ধতিতে এর কোনো একক নাই।

এসআই পদ্ধতিতে এর একক **হেনরি/মিটার**।

বায়ুশূন্য স্থানে পারমিয়্যাবিলিটির সংকেত μ_o এবং এর মান $4\pi \times 10^{-7}$ ধরা হয়।

রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি (Relative permeability) :

কোনো পদার্থের রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি, উক্ত পদার্থে প্রতিষ্ঠিত ফ্লাক্স (যখন উক্ত পদার্থের চারদিকে এবং ভিতরে লোহা দ্বারা পূর্ণ থাকে) *এবং বায়ু শূন্যস্থানে উক্ত পদার্থে প্রতিষ্ঠিত ফ্লাক্সের অনুপাতকে বুঝায়।*

একটি উদাহরণ ধরা যাক। একটি কয়েলকে বায়ু শূন্যস্থানে ঝুলিয়ে এতে কারেন্ট প্রবাহিত করানো হলো। কয়েলের চার পার্শ্বে যে ফ্লাক্সের সৃষ্টি হবে, ধরা যাক, এটা ϕ_o। এখন উক্ত কয়েলটিকে বায়ুতে রেখে এর ভিতরে এবং চারদিকে লোহা দিয়ে ঘিরিয়ে রেখে পূর্বোক্ত পরিমাণ কারেন্ট কয়েলটির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করানো হলো। দেখা যাবে, পূর্বের তুলনায় এখন ফ্লাক্সের পরিমাণ অনেক বেশি এবং এটা ϕ।

ϕ/ϕ_o-এর অনুপাতকেই রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি বলে।

রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটির সমীকরণটি নিম্নরূপ—

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_o}$$

যেখানে, μ = পদার্থের অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি,

μ_o = বায়ুতে বা বায়ুশূন্য স্থানের অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি,

μ_r = পদার্থের রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি।

CamScanner

১৩.৪ বৈদ্যুতিক কারেন্টের ম্যাগনেটিক প্রভাব বা ইফেক্ট (Magnetic effect of electrical current) :

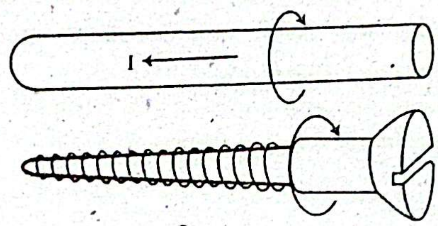
১৮১৯ খ্রিষ্টাব্দে ডেনমার্কের কোপেন হেগেন বিশ্ববিদ্যালয়ের পদার্থবিজ্ঞানী **হ্যান্স ক্রিশ্চিয়ান ওয়েরস্টেড** (১৭৭৭–১৮৫১) প্রথম লক্ষ করেন যে, কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বৈদ্যুতিক কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার ফলে উক্ত পরিবাহীর চারদিকে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। বিদ্যুৎ-বাহিত কোনো পরিবাহীর নিকট একটি কম্পাস-কাঁটা রাখলে কাঁটাটি তার স্বাভাবিক উত্তর-দক্ষিণ অবস্থান থেকে সরে যায় এবং এরূপ চৌম্বক ক্ষেত্রের অস্তিত্বের প্রমাণ পাওয়া যায়। বিজ্ঞানী ওয়েরস্টেড এটাও লক্ষ করেন যে, বিদ্যুৎ প্রবাহের দিক পরিবর্তন করলে কম্পাস-কাঁটাও বিপরীত দিকে ঘুরে যায় এবং কারেন্টের মান কমবেশি করলে পয়েন্টারটির বিক্ষেপও (Deflection) কমবেশি হয়।

বৈদ্যুতিক কারেন্ট এবং চুম্বকের মধ্যে এই অতি প্রয়োজনীয় ও ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক নির্ণয়ে বিজ্ঞানী ওয়েরস্টেডের অবদানের কারণে তাঁকে **'বৈদ্যুতিক-চুম্বকত্ব বিজ্ঞানের জনক'** (Father of the Science of Electromagnetism) নামে অভিহিত করা হয় এবং তাঁর সম্মানে চৌম্বক একক **'ওয়েরস্টেড'** রাখা হয়।

১৩.৫ ম্যাক্সওয়েল কর্ক-স্ক্রু রুল ও ফ্লেমিং-এর লেফট হ্যান্ড রুল (Statements of Maxwell's cork screw rule and Fleming's left hand rule) :

● **ম্যাক্সওয়েলের কর্ক-স্ক্রু রুল (Maxwells cork screw rule) :**

বিদ্যুৎ প্রবাহের কারণে কোনো একটি সরল পরিবাহীর চারদিকে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্র বৃত্তাকার বলরেখা দ্বারা চিত্রিত করা যায়। অধিকন্তু, কারেন্ট প্রবাহের দিকের উপর চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ভর করে। ১৮৭৩ খ্রিষ্টাব্দে প্রখ্যাত ব্রিটিশ পদার্থবিজ্ঞানী **জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল** (১৮৩১–১৮৭৯) এই রুল উদ্ভাবন করেন।

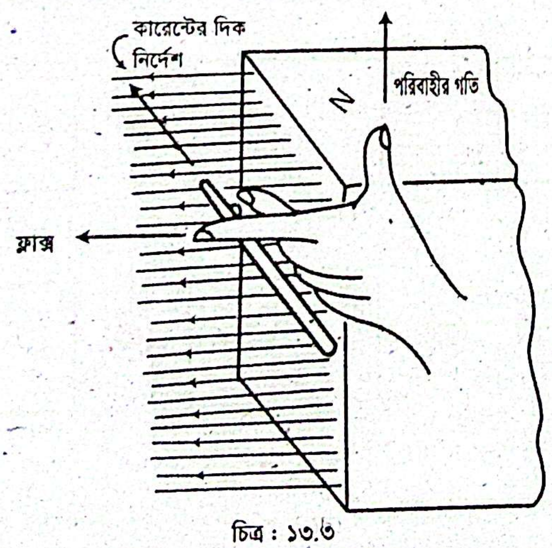


চিত্র : ১৩.২

বৈদ্যুতিক পরিবাহীর যে দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, সে দিকে যদি ডানপাকের কর্ক-স্ক্রু ঘুরানো হয়, তবে বৃদ্ধাঙ্গুলি যে দিকে ঘুরবে, এটিই বৃত্তাকার চৌম্বক বলরেখার দিক নির্দেশ করবে।

এটা **ম্যাক্সওয়েলের কর্ক-স্ক্রু রুল** নামে খ্যাত। উপরের চিত্রে (চিত্র : ১৩.২) দেখানো হয়েছে যে, যখন কারেন্ট পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে বামদিক হতে প্রবাহিত হয়, তখন স্ক্রুকে সেদিকে ঘুরালে বলরেখার দিক ঘড়ির কাঁটার ঘূর্ণনের দিক হবে।

● **ফ্লেমিং-এর লেফট হ্যান্ড রুল (Fleming's left hand rule) :**



চিত্র : ১৩.৩

বাম-হস্তের বৃদ্ধাঙ্গুলি, তর্জনী এবং মধ্যমাকে পরস্পর সমকোণে রেখে বিস্তৃত করলে যদি তর্জনী চৌম্বক বলরেখার দিক এবং মধ্যমা পরিবাহীতে প্রবাহিত কারেন্টের দিক নির্দেশ করে, তবে বৃদ্ধাঙ্গুলি পরিবাহী তারের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশ করবে।

এই বাম হস্ত বিধি (Left Hand Rule) বৈদ্যুতিক মোটরের ঘূর্ণন নির্ণয়ের বেলায় প্রয়োগ করা হয়।

উপরোক্ত চিত্রানুযায়ী [চিত্র নং-১৩.৩] চৌম্বক ক্ষেত্রে কারেন্ট বহনকারী পরিবাহীর উপর ক্রিয়াশীল বল–

১। ফ্লাক্স
২। কারেন্ট
৩। তারের দৈর্ঘ্যের (অর্থাৎ তারের প্যাঁচের সংখ্যার) উপর নির্ভরশীল।

CamScanner

একে সংখ্যাসূচকভাবে প্রকাশ করা যায়–

F = B I L নিউটন।

এখানে, F = পরিবাহী তারের উপর ক্রিয়াশীল বল

B = ফ্লাক্স ডেনসিটি

I = পরিবাহীর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট

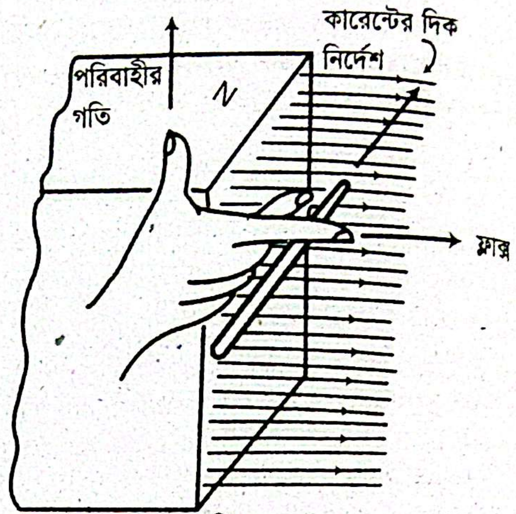
L = পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্য বা তারের প্যাঁচের সংখ্যা।

● **ফ্লেমিং-এর রাইট হ্যান্ড রুল (Flemings right hand rule) :**

আবেশিত বিদ্যুচ্চালক বলের (Induced electromotive force) কারণে প্রবাহিত কারেন্টের দিক, ফ্লাক্সের দিক এবং পরিবাহীর গতির দিকের মধ্যে একটি নিশ্চিত সম্পর্ক আছে। আবেশিত কারেন্টের দিক ফ্লেমিং-এর দক্ষিণ-হস্ত বিধি (Right Hand Rule) অথবা লেনজের সূত্র প্রয়োগ করে সহজেই নির্ণয় করা যায়। যেখানে চৌম্বক ক্ষেত্র স্থির এবং পরিবাহী গতিতে থাকে, শুধুমাত্র সেখানেই ফ্লেমিং-এর বিধি প্রযোজ্য।

দক্ষিণ হস্তের বৃদ্ধাঙ্গুলি, তর্জনী এবং মধ্যমাকে পরস্পর সমকোণে রেখে বিস্তৃত করলে যদি তর্জনী চৌম্বক বলরেখার দিক এবং বৃদ্ধাঙ্গুলি পরিবাহী তারের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশ করে, তবে মধ্যমা পরিবাহীতে প্রবাহিত কারেন্টের দিক নির্দেশ করবে।

ফ্লেমিং-এর রাইট হ্যান্ড রুল জেনারেটরে উৎপন্ন বিদ্যুচ্চালক বল এবং কারেন্টের দিক নির্ণয়ের জন্যে ব্যবহৃত হয়।

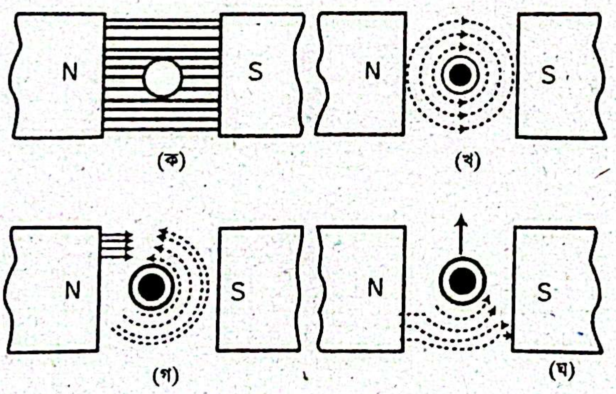


চিত্র : ১৩.৪

১৩.৬ চৌম্বক ক্ষেত্রে কারেন্টবাহী পরিবাহীর উপর ক্রিয়াশীল বল (Force experienced in a current carrying conductor in a magnetic field) :

১৩.৫ (ক) নং চিত্রে চৌম্বক ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ-বিহীন একটি পরিবাহীকে রাখা হয়েছে।

১৩.৫ (খ) নং চিত্রে বিদ্যুৎ বহনকারী একটি পরিবাহী এবং এর চারপার্শ্বের চৌম্বক ক্ষেত্রকে দেখানো হয়েছে। যখন একটি তীর দর্শকের দিকে আসতে থাকে, তখন একে একটি বিন্দুর মতো দেখায়। এখানে পরিবাহীর মাঝখানে একটি বিন্দু দেখানো হয়েছে অর্থাৎ পরিবাহীর ভিতর প্রবাহিত কারেন্ট পাঠকের দিকে আসছে। এখন কর্ক-স্ক্রু রুল প্রয়োগ করলে দেখা যাবে যে, পরিবাহীর চতুর্পার্শ্বস্থ চৌম্বক ক্ষেত্র বামাবর্তে (Anticlockwise) ঘুরছে।



চিত্র : ১৩.৫

১৩.৫ (গ) নং চিত্রে দুটি চৌম্বক ক্ষেত্রকে একত্রে দেখানো হয়েছে। যেহেতু চৌম্বক ক্ষেত্রসমূহ পরস্পরকে অতিক্রম করে না, সেহেতু দুটি ক্ষেত্রের বল রেখাগুলো একত্রে ভিড় জমাতে পারে, অথবা পরস্পরকে ধ্বংস করতে পারে। ফলে লব্ধি-ক্ষেত্র (Resultant field) যথাক্রমে শক্তিশালী অথবা দুর্বল হতে পারে।

১৩.৫ (গ) নং চিত্রে দুটি চৌম্বক ক্ষেত্র পরস্পরকে বাধা দিচ্ছে এবং বাতিল করছে। ফলে পরিবাহীর উপরের দিকে চৌম্বক ক্ষেত্র দুর্বল হচ্ছে।

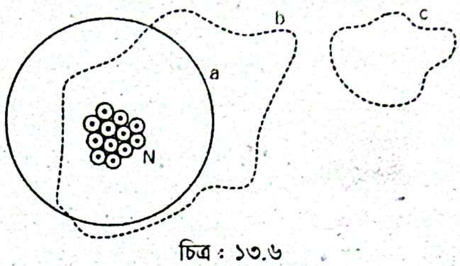
১৩.৫ (ঘ) নং চিত্রে চৌম্বক ক্ষেত্রসমূহ একই দিকে আবর্তিত হচ্ছে এবং পরিবাহীর নিম্নভাগে ভিড় জমাচ্ছে। ফলে চৌম্বক ক্ষেত্র শক্তিশালী হচ্ছে। এটা স্মরণযোগ্য যে বলরেখাসমূহ পরস্পরকে ধাক্কা দেয়।

১৩.৫ (ঘ) নং চিত্রে পরিবাহীর নিম্নস্থ বলরেখাসমূহ পরিবাহীর উপর উর্ধ্বমুখী বল প্রয়োগ করছে। অনুরূপভাবে যদি পরিবাহীর কারেন্টের দিক পরিবর্তন করা হয়, তবে বলরেখাসমূহ পরিবাহীর উপরের দিকে জমা হয়ে পরিবাহীর উপর নিম্নমুখী বল প্রয়োগ করবে। এই বলের দিক নির্দেশ **ফ্লেমিং-এর লেফট হ্যান্ড রুল** (বাম হস্ত বিধি) দ্বারা সহজেই নির্ণয় করা যায়।

১৩.৭ চৌম্বক ক্ষেত্রে ঘূর্ণায়মান পরিবাহী কর্তৃক সম্পাদিত কার্য (Work done by a moving conductor in a magnetic field) :

ধরা যাক, N-সংখ্যক পরিবাহীর প্রত্যেকটি I অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট বহন করছে, যা ১৩.৬ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। এই কারেন্টবাহী পরিবাহী কর্তৃক চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হবে। যদি একটি একক উত্তর মেরু এই চৌম্বক ক্ষেত্রের নিকটবর্তী আনা হয়, তবে এই চৌম্বক ক্ষেত্রের বিরুদ্ধে কিছু কার্য সম্পাদিত হবে। এই সম্পাদিত কার্য **'ওয়ার্ক-ল'** (Work Law) হিসেবে পরিচিত এবং নিম্নলিখিতভাবে বর্ণনা করা যায়–

একটি সম্পূর্ণ পথ পরিক্রমায় আবর্তিত একটি একক উত্তর মেরুর উপর অথবা উত্তর মেরু কর্তৃক সম্পাদিত কার্য, উক্ত পথ দ্বারা আবদ্ধ পরিবাহীর প্যাঁচের সংখ্যা এবং উক্ত পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের গুণফলের সমান।



চিত্র : ১৩.৬

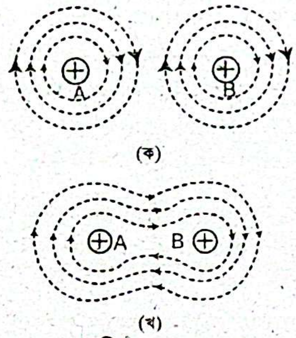
অর্থাৎ, $\oint H_r d_r = NI$

যেখানে, H_r = r দূরত্বে ম্যাগনেটাইজিং ফোর্স। ইনটিগ্র্যাল চিহ্নের মাঝখানে বৃত্ত এটাই নির্দেশ করে যে একটি সম্পূর্ণ পথ পরিক্রমার ইনটিগ্র্যাল।

১৩.৮ কারেন্টবাহী দুটি সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্যকার বল (Force between two parallel current carrying conductors) :

যখন কারেন্টবাহী দুটি পরিবাহী সমান্তরালে থাকে, তখন এদের প্রত্যেকটির উপর যান্ত্রিক বল কাজ করে। যদি পরিবাহী দুটির মধ্যে কারেন্ট একই দিকে প্রবাহিত হয়, তবে এদের মধ্যে **আকর্ষণ বল** কাজ করে। যদি বিপরীত দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তবে **বিকর্ষণ বল** কাজ করে।

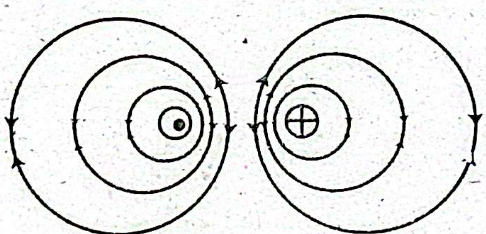
(ক) কারেন্ট প্রবাহ একই দিকে হলে : ১৩.৭ (ক) নং চিত্রে কারেন্টবাহী দুটি সমান্তরাল পরিবাহীকে (A এবং B) একই দিকে কারেন্ট বহন করছে দেখানো হয়েছে। প্রতিটি পরিবাহী এর চারদিকে নিজস্ব চৌম্বক ক্ষেত্র স্থাপন করেছে। A এবং B পরিবাহী দুটির মাঝখানের স্থানে দুটি ক্ষেত্র বিপরীতমুখী এবং একটি অন্যটিকে বাতিল করে। তবে A এবং B-র বহির্পার্শ্বে ক্ষেত্র দুটি একে অন্যকে সহযোগিতা করে। ফলে লব্ধি (Resultant) ক্ষেত্র ১৩.৭ (খ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র : ১৩.৭

১৩.৭ (খ) নং চিত্রে দেখা যায় যে, পরিবাহী দুটি শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্র হতে দুর্বল ক্ষেত্রের দিকে সরে আসতে চায়, ফলে দুটি পরিবাহীর মধ্যে আকর্ষণ লক্ষ করা যায়।

(খ) কারেন্ট প্রবাহ বিপরীত দিকে হলে : ১৩.৮ নং চিত্রে দুটি সমান্তরাল পরিবাহী বিপরীত দিকে কারেন্ট বহন করছে দেখানো হয়েছে। প্রতিটি পরিবাহী এর চারদিকে নিজস্ব চৌম্বক ক্ষেত্র স্থাপন করেছে। পরিবাহী দুটির বহির্পার্শ্বে ক্ষেত্র দুটি একে অন্যকে সহযোগিতা করে। ফলে লব্ধি (Resultant) ক্ষেত্র ১৩.৭ (খ) নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। মাঝখানের স্থানে ক্ষেত্র দুটি পরস্পরকে সহযোগিতা করে। ফলে চৌম্বক ক্ষেত্র দুটির মধ্যে পার্শ্বিক চাপ (Lateral Pressure) পরিবাহী দুটির উপর একটি বল প্রয়োগ করে, যাতে পরিবাহী একটি অন্যটিকে ধাক্কা দিয়ে দূরে ঠেলে দিতে চায়। অর্থাৎ পরিবাহী দুটির মধ্যে একটি বিকর্ষণ বলের সৃষ্টি করে।


চিত্র : ১৩.৮

গাণিতিকভাবে–

কারেন্ট প্রবাহ একই দিকে এবং বিপরীত দিকে হলে আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বল

$F \propto I_1 I_2$

$F \propto L$

$F \propto \frac{1}{d}$

$\therefore F \propto \frac{I_1 I_2 L}{d}$

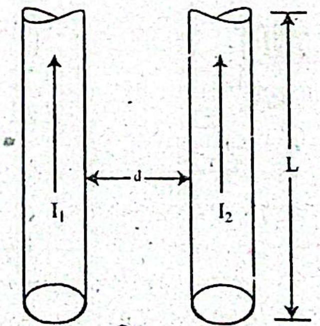
$F = K\frac{I_1 I_2 L}{d}$

$= \frac{\mu_0 \mu_r}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2 L}{d} \left[\begin{array}{l} \therefore \mu = \mu_0 \mu_r \\ \mu = 4\pi \times 10^{-7} \end{array}\right]$

$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1}{2\pi} \frac{I_1 I_2 L}{d}$

$= 2 \times 10^{-7} \times \frac{I \times I \times L}{d}$ [যদি $I_1 = I_2 = I$ হয়]

$= 2 \times 10^{-7} \times \frac{I^2 L}{d}$



চিত্র : ১৩.৯

CamScanner

■ সমাধানসহ সমস্যাবলি (Solved problems) :

উদাহরণ-১। 20 সেমি ব্যবধানে অবস্থিত দুটি সমান্তরাল পরিবাহীর প্রতিটিতে 10 অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহিত হলে প্রতি মিটার তারের উপর ক্রিয়াশীল বলের মান ও দিক নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০

সমাধান :

দেয়া আছে,

$L = 1m$

$d = 20cm = 20 \times 10^{-2}m$

$I_1 = I_2 = 10A$

$F = ?$

আমরা জানি,

$$F = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I_1 I_2 L}{d}$$

$$= 2 \times 10^{-7} \times \frac{10 \times 10 \times 1}{20 \times 10^{-2}}$$

$$F = 1 \times 10^{-4} \text{ N}$$ (উত্তর)

∴ যেহেতু বলদ্বয় একই দিকে ক্রিয়া করে, ফলে আকর্ষণ বল কাজ করে।

উদাহরণ-২। 20 মিটার দীর্ঘ দুটি সমান্তরাল পরিবাহী 15×10^{-2} মিটার দূরত্বে অবস্থিত। প্রতিটি একই দিকে 10A কারেন্ট বহন করে। তাদের মধ্যে কত নিউটন আকর্ষণ বল সৃষ্টি হয়? [বাকাশিবো-২০০৬]

সমাধান :

দেয়া আছে,

$L = 20m$

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

$I_1 = I_2 = 10A$

$F = ?$

আমরা জানি,

$$F = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2 L}{d}$$

$$= 2 \times 10^{-7} \times \frac{10 \times 10 \times 20}{15 \times 10^{-2}}$$

$$= 2.67 \times 10^{-3} \text{ N}$$ (উত্তর)

উদাহরণ-৩। 100 মিটার দীর্ঘ দুটি সমান্তরাল পরিবাহী $10 \times 10^{-2}m$ দূরত্বে অবস্থিত এবং তারা প্রত্যেকে একই দিকে 500A কারেন্ট বহন করে। পরিবাহী দুটির মধ্যে ক্রিয়াশীল বল ও বলের ধরন নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৫]

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$L = 100m$

$d = 10 \times 10^{-2}$

$I_1 = I_2 = 500A$

$F = ?$

আমরা জানি,

$$F = \frac{2 \times 10^{-7} \times I_1 I_2 L}{d}$$

$$= 2 \times 10^{-7} \times \frac{500 \times 500 \times 100}{10 \times 10^{-2}}$$

$$F = 50 \text{ N}$$ (উত্তর)

∴ যেহেতু বলদ্বয় একই দিকে ক্রিয়া করে, ফলে আকর্ষণ বল কাজ করে।

CamScanner

অনুশীলনী-১৩

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। পারমিয়্যাবিলিটি কী?
অথবা, পারময়্যাবিলিটি কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৬]

উত্তর : কোনো পদার্থে যে পরিমাণ ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স প্রতিষ্ঠা করা যায়, তাকে পারমিয়্যাবিলিটি বলে।

২। এক ওয়েবার-এ কত লাইনস্? [বাকাশিবো-২০০৫, ০৬, ০৭(পরি), ২০১৫]

উত্তর : 1 weber = 10^8 lines

৩। চুম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত কারেন্টবাহী পরিবাহীর ওপর ক্রিয়াশীল বলের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর : $F \propto BIL$

৪। টেসলা কীসের একক? [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর : ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স ডেনসিটির।

৫। DC জেনারেটরে EMF উৎপাদনে কোন নীতি অনুসৃত হয়? [বাকাশিবো-২০১২, ২০১৩]

উত্তর : ফ্লেমিং-এর রাইট হ্যান্ড নীতি।

৬। প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ফ্লাক্সের পরিমাণকে কী বলে? [বাকাশিবো-২০০৬ (পরি), ০৮ (পরি), '১৩(টেক্স)]

উত্তর : ফ্লাক্স ডেনসিটি।

৭। দুটো সমান্তরাল পরিবাহীর সৃষ্ট বলের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]
অথবা, দুটি সমান্তরাল পরিবাহী কন্ডাক্টরের সৃষ্ট বলের সূত্রটি লেখ। [বাকাশিবো-২০১১]

উত্তর : $F = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I_1 I_2 L}{r}$ নিউটন।

৮। ম্যাগনেটিক সার্কিটের মধ্য দিয়ে ফ্লাক্স চালিত করার ঝোঁক বা প্রবণতাকে কী বলে?

উত্তর : ম্যাগনেটোমোটিভ ফোর্স বা MMF।

৯। ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সের পথ বরাবর প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ম্যাগনেটোমোটিভ ফোর্সকে কী বলে?

উত্তর : ফিল্ড ইনটেনসিটি।

১০। প্রতি একক ম্যাগনেটোমোটিভ ফোর্সের জন্যে উৎপাদিত ফ্লাক্সকে চৌম্বক পথের কী বলে?

উত্তর : পারমিয়্যান্স।

১১। সিজিএস পদ্ধতিতে ফ্লাক্স ডেনসিটির একক কী?

উত্তর : গস (Gauss)।

১২। ফিল্ড ইনটেনসিটির একক কী?

উত্তর : নিউটন/ওয়েবার বা অ্যাম্পিয়ার-টার্ন/ওয়েবার।

১৩। একটি চৌম্বক উৎস কর্তৃক উৎপাদিত চৌম্বক ক্ষেত্রের সমষ্টিকে কী বলে?

উত্তর : ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স।

১৪। কোনো পদার্থে চৌম্বক ক্রিয়া যত সহজে প্রতিষ্ঠা করা যায়, তাকে কী বলা হয়?

উত্তর : অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি।

১৫। বায়ুপূর্ণ স্থানে কোনো পদার্থে প্রতিষ্ঠিত ফ্লাক্স এবং বায়ুশূন্য স্থানে উক্ত পদার্থে প্রতিষ্ঠিত ফ্লাক্সের অনুপাতকে কী বলে?

উত্তর : রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি।

১৬। এসআই পদ্ধতিতে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সের একক কী?

উত্তর : ওয়েবার/বর্গমিটার।

১৭। একটি চুম্বকের চারদিকে যতটুকু স্থান বা এলাকাজুড়ে ঐ চুম্বকের প্রভাব বিদ্যমান থাকে, ঐ স্থান বা এলাকাকে কী বলে?

উত্তর : চৌম্বক ক্ষেত্র।

১৮। চুম্বকের বাইরে বলরেখাগুলো কোন মেরু হতে বের হয়ে কোন মেরুতে গিয়ে শেষ হয়?

উত্তর : উত্তর হতে দক্ষিণ মেরু।

CamScanner

১৯। এসআই পদ্ধতিতে ম্যাগনেটিক ফিল্ড ইনটেনসিটির একক কী?

উত্তর : নিউটন/ওয়েবার।

২০। ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সের পথ বরাবর প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ম্যাগনেটোমোটিভ ফোর্সকে কী বলে?

উত্তর : ম্যাগনেটিক ফিল্ড ইনটেনসিটি।

২১। এসআই পদ্ধতিতে ফ্লাক্স ডেনসিটির একক কী?

উত্তর : ওয়েবার/বর্গমিটার।

২২। যদি দুটি পরিবাহীর মধ্যে কারেন্ট একই দিকে প্রবাহিত হয়, তবে এদের মধ্যে কী বল কাজ করে?

উত্তর : এদের মধ্যে আকর্ষণ বল কাজ করে।

২৩। যদি দুটি পরিবাহীর মধ্যে কারেন্ট বিপরীত দিকে প্রবাহিত হয়, তবে এদের মধ্যে কী বল কাজ করে?

উত্তর : এদের মধ্যে বিকর্ষণ বল কাজ করে।

২৪। বায়ুতে রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটির মান কত?

উত্তর : 1.

২৫। বৈদ্যুতিক মোটরের ঘূর্ণন নির্ণয়ের ক্ষেত্রে কোন সূত্র প্রয়োগ করা হয়?

উত্তর : ফ্লেমিং-এর বাম হস্ত বিধি।

২৬। 1 Tesla = কত wb/m^2?

উত্তর : 1 Tesla = 1 wb/m^2

২৭। বায়ুশূন্য স্থানের অ্যাবসলুট পারমিটিভিটির মান কত?

উত্তর : 8.854×10^{-12} F/m

HP সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর :

১। চৌম্বক বলরেখার বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি), ১৭(পরি), ১৮(পরি), ২

অথবা, চুম্বক বলরেখার ধর্ম লেখ। [বাকাশিবো-২০১৫(পরি), ১

অথবা, চৌম্বক বলরেখার বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী? [বাকাশিবো- টেক্স-২০

অথবা, চৌম্বক বলরেখার বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০১৭(পরি), ১৮, ১৯, ২৩(পরি, অনুষ্ঠিত-২৪), ২৪(পরি), ২

অথবা, চৌম্বক বলরেখার তিনটি প্রধান বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০২২(অনুষ্ঠিত-২

উত্তর : চৌম্বক বলরেখার বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নে দেয়া হলো–

১। চৌম্বক বলরেখা সর্বদাই বদ্ধ থাকে, কোথাও কোনো ফাঁক নেই।

২। চুম্বকের বাইরে বলরেখাগুলো উত্তর মেরু হতে বের হয়ে দক্ষিণ মেরুতে গিয়ে শেষ হয় এবং চুম্বকের ভিতরে দক্ষিণ মেরু হ উত্তর-মেরুতে গিয়ে শেষ হয়।

৩। বলরেখা একটি অন্যটিকে কখনও ছেদ করে না বরং একটি অন্যটির স্পর্শক।

৪। বলরেখা একটি অন্যটির উপর আড়াআড়িভাবে পার্শ্বচাপের সৃষ্টি করে বিধায় পরস্পরের মধ্যে বিকর্ষণ হয়।

৫। চৌম্বক বলরেখাগুলো এদের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থিতিস্থাপক (Elasticity) বস্তুর ন্যায় সংকুচিত হয়।

৬। চৌম্বক বলরেখাগুলো চৌম্বক পৃষ্ঠের সাথে লম্বভাবে উত্তর মেরু হতে বের হয়ে দক্ষিণ মেরুতে প্রবেশ করে।

২। ম্যাগনেটিক ফিল্ড ইনটেনসিটি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৬ (পরি), ২০১০, ২০১১, ১৭, ১৮, ১৮(পরি), ১৯, ২১, ২৩(অনুষ্ঠিত-২

অথবা, চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য কী? [বাকাশিবো-২০০৪, ২০০

অথবা, ম্যাগনেটিক ফিল্ড ইনটেনসিটি কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৩ (পরি), ২০১

উত্তর : একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের যে-কোনো স্থানে এক এককবিশিষ্ট উত্তর মেরু স্থাপন করলে যে বল অনুভূত হয়, তাকে উক্ত স্থানে চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বা ম্যাগনেটিক ফিল্ড ইনটেনসিটি বলে। এর একক অ্যাম্পিয়ার টার্ন/মিটার।

৩। ফ্লাক্স ডেনসিটি কাকে বলে? [বাকাশিবো-০১, ০৩, ০৬, ০৭, ১২(পরি), ২০১

অথবা, ফ্লাক্স ডেনসিটি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৫, ২০১

অথবা, ফ্লাক্স ডেনসিটি কী? [বাকাশিবো-২০০৯(পরি), ১৩, টেক্স-১৩(পরি)

অথবা, ফ্লাক্স ডেনসিটির সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০১৩(পরি), ২

অথবা, ফ্লাক্স ডেনসিটি বলতে কী বুঝ? এটির একক লেখ। [বাকাশিবো-২০১

অথবা, ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স ডেনসিটি বলতে কী বুঝ? [বাকাশিবো-২০২৩(পরি), (অনুষ্ঠিত-২৪)

উত্তর : প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ফ্লাক্সের পরিমাণকে ফ্লাক্স ডেনসিটি বা ফ্লাক্স ঘনত্ব বলে। এর একক ওয়েবার/বর্গমিটার।

CamScanner

৪। **ফ্লেমিং-এর রাইট হ্যান্ড রুল কী? এটি কোথায় ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, ফ্লেমিং-এর রাইট হ্যান্ড বিধিটি লেখ। [বাকাশিবো-২০১৪]
অথবা, ফ্লেমিং-এর রাইট হ্যান্ড রুল লেখ। [বাকাশিবো-২০২২]
অথবা, ফ্লেমিং-এর দক্ষিণ হস্ত বিধিটি উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১২(পরি), ২২ (অনুষ্ঠিত-২৩)]
অথবা, ফ্লেমিং-এর দক্ষিণ হস্ত বিধি লেখ। [বাকাশিবো-২০০৬(পরি), ২০১১]
অথবা, ফ্লেমিং-এর ডান হস্ত নিয়মটি লেখ। [বাকাশিবো-২০১০, ২০১৩(পরি), ১৪, ১৪(পরি), ২০]
অথবা, ফ্লেমিং-এর রাইট হ্যান্ড রুল ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৫ (পরি), ১৬]
অথবা, ফ্লেমিং-এর দক্ষিণ হস্ত বিধিটি বর্ণনা কর। এটি কোথায় ব্যবহার করা হয়? [বাকাশিবো-২০১৫, ১৯]
অথবা, ফ্লেমিং-এর ডান হস্ত বিধি ও এর প্রয়োগ লেখ। [বাকাশিবো-২০০৫]
অথবা, ফ্লেমিং-এর ডান-হাতি নিয়ম লেখ। [বাকাশিবো-২০১০]
অথবা, ফ্লেমিং-এর রাইট রুল (ডান-হস্ত নিয়ম) বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৭]
অথবা, ফ্লেমিং-এর ডানহস্ত বিধিটি লেখ। [বাকাশিবো-২০২২(পরি), (অনুষ্ঠিত-২৩)]

উত্তর: দক্ষিণ হস্তের বৃদ্ধাঙ্গুলি, তর্জনী এবং মধ্যমাকে পরস্পর সমকোণে রেখে বিস্তৃত করলে যদি তর্জনী চৌম্বক বলরেখার দিক এবং বৃদ্ধাঙ্গুলি পরিবাহী তারের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশ করে, তবে মধ্যমা পরিবাহীতে প্রবাহিত কারেন্টের দিক নির্দেশ করবে। জেনারেটরে উৎপন্ন বিদ্যুচ্চালক বল এবং কারেন্টের দিক নির্ণয়ের জন্যে ব্যবহৃত হয়।

৫। **একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত একটি পরিবাহীর উপর প্রয়োগকৃত বলের মান কীসের উপর নির্ভর করে?**
অথবা, চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে পরিবাহীর উপর উৎপন্ন বল কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল? [বাকাশিবো-২০১৩, ২০(পরি)]

উত্তর: চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত পরিবাহীর উপর প্রয়োগকৃত বল নিচের বিষয়গুলোর উপর নির্ভরশীল–
(ক) পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের উপর
(খ) পরিবাহীর মধ্যে প্রবাহিত কারেন্টের উপর
(গ) চৌম্বক ক্ষেত্রের ফ্লাক্স ডেনসিটির উপর।

৬। **অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি (Absolute permeability) কী?** [বাকাশিবো-২০২০(পরি)]
অথবা, অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০১৩]
অথবা, অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি-এর সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০১৭(পরি)]

উত্তর: কোনো পদার্থে যে পরিমাণ ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স প্রতিষ্ঠা করা যায়, অথবা কোনো পদার্থে খুব সহজে যে পরিমাণ চৌম্বক ক্রিয়া প্রতিষ্ঠা করা যায়, তাকে অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি বলে।

৭। **ম্যাক্সওয়েলের কর্ক-স্ক্রু রুল কী?**
অথবা, ম্যাক্সওয়েলের কর্ক-স্ক্রু রুল লেখ। [বাকাশিবো-২০১৯]

উত্তর: বৈদ্যুতিক পরিবাহীর যে দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, সে দিকে যদি ডান-পাকের কর্ক-স্ক্রু ঘুরানো হয়, তবে বৃদ্ধাঙ্গুলি যে দিকে ঘুরবে, এটিই বৃত্তাকার চৌম্বক বলরেখার দিক নির্দেশ করবে।

৮। **ফ্লেমিং-এর লেফ্ট্ হ্যান্ড রুল কী? এটা কোথায় ব্যবহৃত হয়?** [বাকাশিবো-২০০৬]
অথবা, ফ্লেমিং-এর বাম-হস্তবিধিটি লেখ। [বাকাশিবো-২০১৮(পরি)]
অথবা, ফ্লেমিং-এর লেফট হ্যান্ড রুল লেখ। [বাকাশিবো-২০১৬(পরি)]
অথবা, প্রয়োগসহ ফ্লেমিং-এর বাম-হস্ত বিধিটি উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১৭(পরি)]

উত্তর: বাম হস্তের বৃদ্ধাঙ্গুলি, তর্জনী এবং মধ্যমাকে পরস্পর সমকোণে রেখে বিস্তৃত করলে যদি তর্জনী চৌম্বক বলরেখার দিক এবং মধ্যমা পরিবাহীতে প্রবাহিত কারেন্টের দিক নির্দেশ করে, তবে বৃদ্ধাঙ্গুলি পরিবাহী তারের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশ করবে। এই রুল বৈদ্যুতিক মোটরের ঘূর্ণন নির্ণয়ের জন্যে ব্যবহৃত হয়।

৯। **রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি কাকে বলে?**
অথবা, রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৭]
অথবা, রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি-এর সংজ্ঞা দাও। [বাকাশিবো-২০১৭(পরি)]

উত্তর: কোনো পদার্থের রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি উক্ত পদার্থে প্রতিষ্ঠিত ফ্লাক্স এবং বায়ুশূন্য স্থানে উক্ত পদার্থে প্রতিষ্ঠিত ফ্লাক্সের অনুপাতকে বুঝায়।

১০। **চৌম্বক বলরেখা কাকে বলে?** [বাকাশিবো-২০০১, ২০১৫]
অথবা, চৌম্বক বলরেখা কী? [বাকাশিবো-২০১৬]

উত্তর: একটি চুম্বকের চারদিকে চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাব বা বল বুঝাবার জন্যে যতগুলো রেখা কল্পনা করা হয়েছে, উক্ত কাল্পনিক রেখাগুলোকে চৌম্বক বলরেখা বলা হয়।

CamScanner

১১। বৈদ্যুতিক চুম্বক কাকে বলে? [বাকাশিবো-২০...

উত্তর : একটি লৌহদণ্ডের চারদিকে তামার তার প্যাঁচিয়ে তার মধ্যে কারেন্ট প্রবাহিত করলে যে চুম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়, ... বৈদ্যুতিক চুম্বকীয় আবেশ বলে। এ আবেশ প্রক্রিয়ায় যে চুম্বকের সৃষ্টি হয়, তাকে বৈদ্যুতিক চুম্বক বলে।

১২। চৌম্বক ক্ষেত্র বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০০৩, ...

অথবা, চৌম্বক ক্ষেত্র কী? [বাকাশিবো-২০১৪(প...

উত্তর : একটি চুম্বকের চারদিকে যতটুকু স্থান বা এলাকাজুড়ে ঐ চুম্বকের প্রভাব বিদ্যমান থাকে, ঐ স্থান বা এলাকাকে চৌম্বক ক্ষেত্র ব...

১৩। চৌম্বক ফ্লাক্স বা বলরেখা কী?

অথবা, চৌম্বক ফ্লাক্স কী? [বাকাশিবো-২০...

উত্তর : একটি চৌম্বক উৎস কর্তৃক উৎপাদিত চৌম্বক ক্ষেত্রের সমষ্টিকে চৌম্বক ফ্লাক্স বা বলরেখা বলে। এর একক ওয়েবার।

HP রচনামূলক প্রশ্নাবলি :

১। কারেন্টবাহী দুটি সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্যকার বল চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১৭, ১৭(প...

অথবা, কারেন্টবাহী দুটি সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্যকার বলের পরিমাণ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০২৩(প...

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১৩.৮ নং দ্রষ্টব্য।

২। অ্যাবসলুট ও রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটির তুলনা কর। [বাকাশিবো-২০১...

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৩। চিত্র ও প্রয়োগ ক্ষেত্রসহ ফ্লেমিং-এর ডান হস্ত বিধি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০...

অথবা, ফ্লেমিংয়ের দক্ষিণ হস্ত বিধি চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০...

অথবা, প্রয়োগ ক্ষেত্রসহ ফ্লেমিং-এর ডান-হস্ত বিধি বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০১২(প...

অথবা, ফ্লেমিং-এর "দক্ষিণ হস্ত" বিধি চিত্রসহ লেখ। [বাকাশিবো-২০১...

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৪। চৌম্বক ক্ষেত্র ও চৌম্বক বলরেখা কাকে বলে? চৌম্বক বলরেখার বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০০৯, টেক্স-১১, ১...

অথবা, চৌম্বক বলরেখা বলতে কী বুঝায়? এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-২০০৯(প...

অথবা, চৌম্বক বলরেখার বৈশিষ্ট্যসমূহ উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০০৬, ২০০৯(পরি), ২০১১, ২০১...

অথবা, চৌম্বক বলরেখার চারটি প্রধান বৈশিষ্ট্য লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩(প...

অথবা, চৌম্বক বলরেখার বৈশিষ্ট্যগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১...

অথবা, চৌম্বক বলরেখার বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। [বাকাশিবো-১২, ২০১৩(প...

অথবা, চৌম্বক বলরেখার ধর্মগুলো লেখ। [বাকাশিবো-টেক্স-২০১...

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১৩.১ নং দ্রষ্টব্য।

৫। নিম্নলিখিত রুলগুলো চিত্রসহ লেখ এবং এগুলো কোথায় ব্যবহৃত হয়, উল্লেখ কর : [বাকাশিবো-২০০...

(ক) ম্যাক্সওয়েলের কর্ক-স্ক্রু রুল

(খ) ফ্লেমিং-এর রাইট হ্যান্ড রুল [বাকাশিবো-২০০৭, ২০০...

(গ) ফ্লেমিং-এর লেফট হ্যান্ড রুল।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১৩.৫ নং দ্রষ্টব্য।

৬। কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত কারেন্টবাহী পরিবাহীর উপর ক্রিয়াশীল বল চিত্রসহ বর্ণনা কর। [বাকাশিবো-২০০...

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১৩.৬ নং দ্রষ্টব্য।

৭। এককসহ সংজ্ঞা লেখ :

(ক) ম্যাগনেটিক ফিল্ড ইনটেনসিটি

(খ) ফ্লাক্স ডেনসিটি

(গ) ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স

(ঘ) অ্যাবসলুট পারমিয়্যাবিলিটি

(ঙ) রিলেটিভ পারমিয়্যাবিলিটি।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১৩.২ এবং ১৩.৩ নং দ্রষ্টব্য।

৮। একই দিকে কারেন্টবাহী দু'টি সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্যকার বল কী হবে? চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১৩.৮ নং দ্রষ্টব্য।

৯। বিপরীত দিকে কারেন্টবাহী দুটি সমান্তরাল পরিবাহী মধ্যকার বল কী হবে? চিত্রসহ বর্ণনা কর।

উত্তর সংকেত : অনুচ্ছেদ ১৩.৮ নং দ্রষ্টব্য।

CamScanner