
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN
12TH PHYSICS
ई-पाठशाला
चुंबकत्व एवं प्रेरण
ONE SHOT
पूरा चैप्टर एक ही क्लास में ...
LIVE
02 OCT | 5:00 PM
missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बक

पदार्थ का वह टुकड़ा जो लौह चुम्बकीय पदार्थों को अपनी ओर आकर्षित करता है, चुम्बक कहलाता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बक के दो प्रकार के होते हैं–

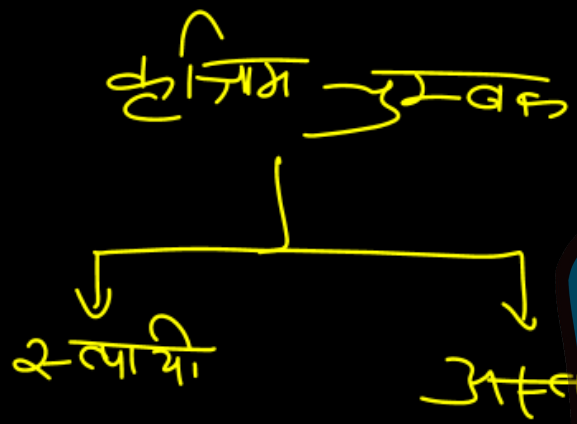
(अ) प्राकृतिक चुम्बक :

प्रकृति में पाये जाने वाले चुम्बक को प्राकृतिक चुम्बक कहते हैं।

उदाहरण : मैग्नेटाइट (Fe_3O_4)

सामान्यतः प्राकृतिक चुम्बक दुर्बल होते हैं।

(ब) कृत्रिम चुम्बक



(ब) कृत्रिम चुम्बक :

वे चुम्बक जिनको कृत्रिम रूप से बनाया गया जाता है या जो मानव निर्मित होते हैं, कृत्रिम चुम्बक कहलाते हैं।

☛ कृत्रिम चुम्बक स्थायी व अस्थायी दोनों हो सकते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

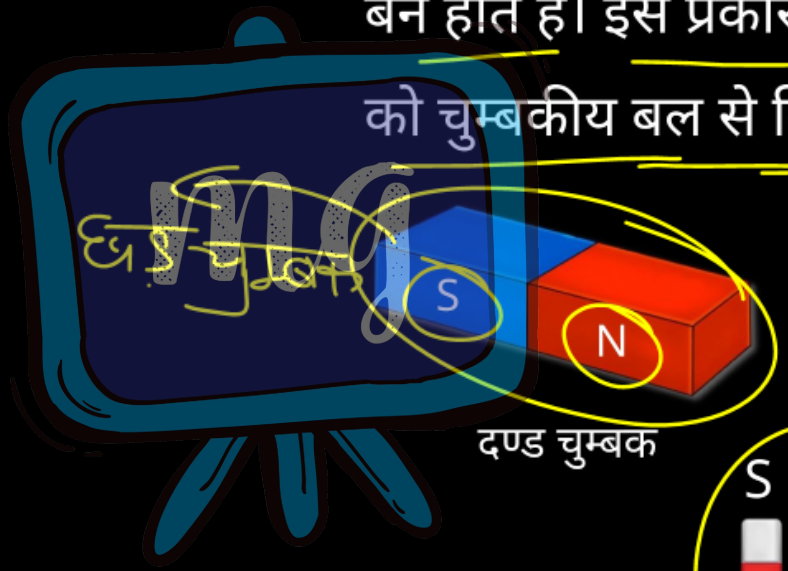
☛ जब चुम्बक स्टील या Al + Ni + Co से बने होते हैं तब उनमें चुम्बकत्व अनन्त समय तक बना रहता है। इस प्रकार के चुम्बक स्थायी चुम्बक कहलाते हैं।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

☛ अस्थायी चुम्बक नरम लोहे या नरम स्टील से बने होते हैं। इस प्रकार के चुम्बक के चुम्बकत्व को चुम्बकीय बल से नियंत्रित किया जाता है।



दण्ड चुम्बक



चुम्बकीय सुई

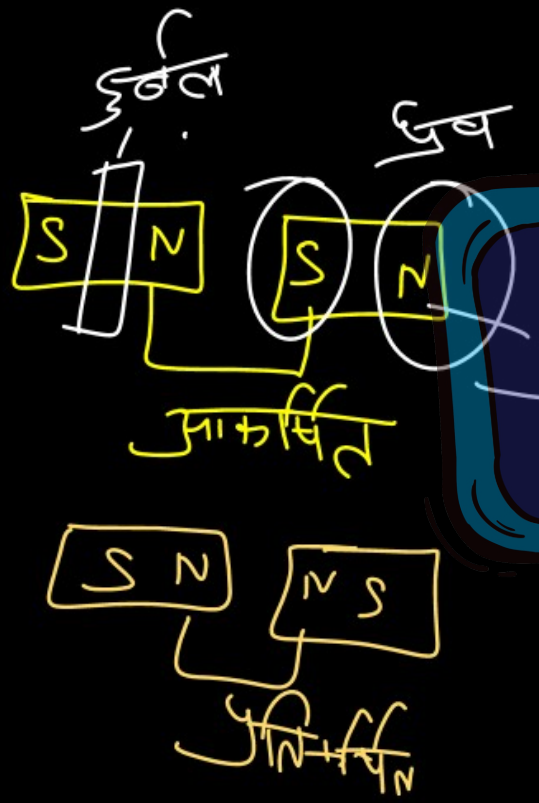


नाल चुम्बक

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

दण्ड चुम्बक



दण्ड चुम्बक के कुछ मुलभूत गुण निम्न हैं-

(i) आकर्षण प्रकृति :

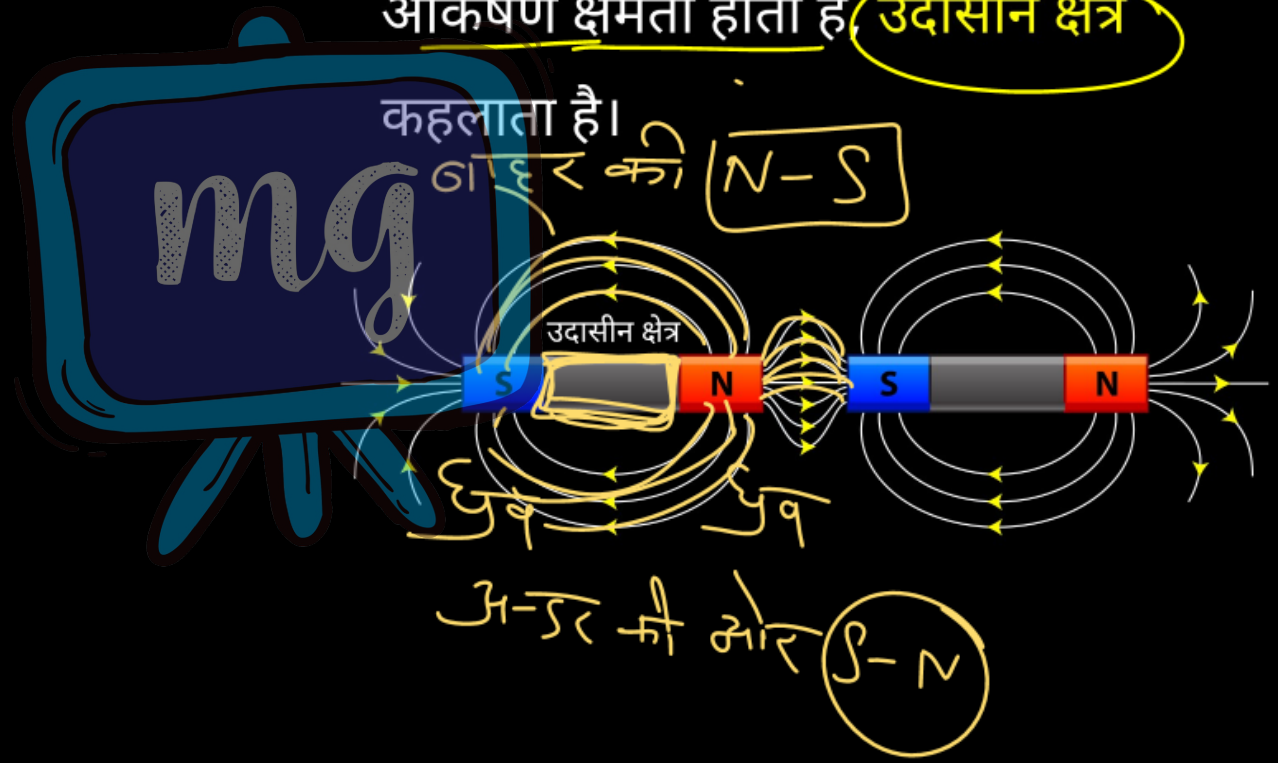
☛ एक चुम्बक छोटे चुम्बकीय पदार्थ जैसे-लोहा, स्टील, कोबाल्ट, निकेल आदि को आकर्षित करती है।

☛ चुम्बक के लिए वह स्थान जहाँ पर आकर्षण क्षमता सर्वाधिक होती है, ध्रुव कहलाते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ चुम्बक के लिए वह स्थान जहाँ पर न्यूनतम आकर्षण क्षमता होती है, उदासीन क्षेत्र कहलाता है।

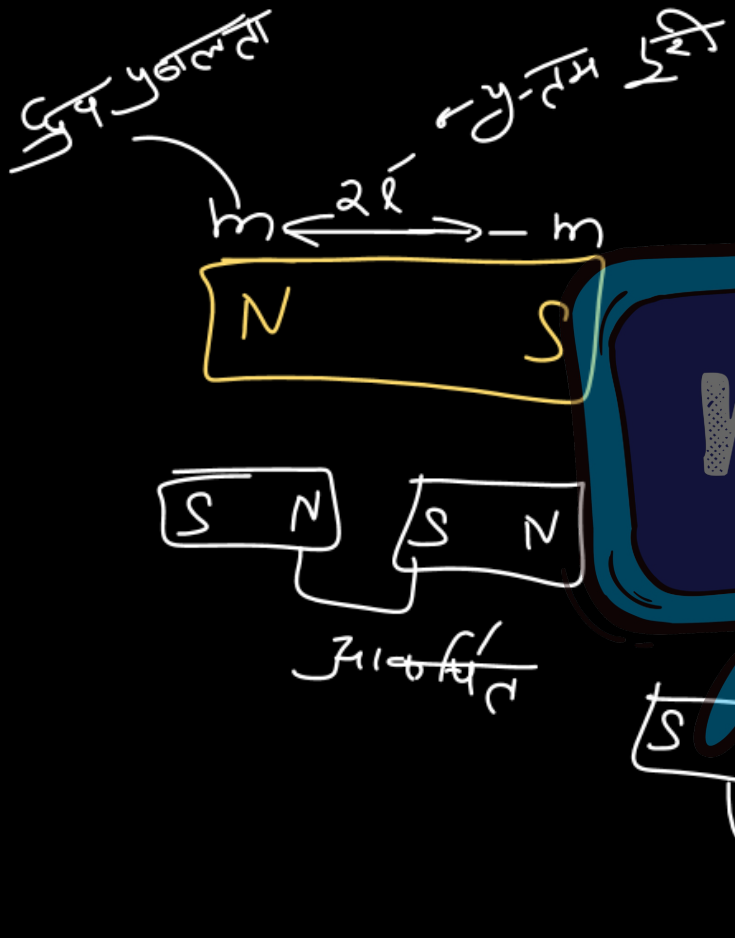


(ii) दिशात्मक गुण :

☛ जब एक चुम्बक को स्वतंत्रतापूर्वक लटकाया जाता है तब यह सदैव उत्तर-दक्षिण दिशा में ठहरती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



(iii) चुम्बकीय ध्रुवों का नियम :

- असमान ध्रुव एक-दूसरे को आकर्षित तथा समान ध्रुव एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं।
- चुम्बक के दोनों ध्रुव उत्तरी ध्रुव (N) व दक्षिणी ध्रुव (S) समान परन्तु विपरित प्रकृति का सामर्थ्य रखते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

नोट कर लेना है।

(iv) 'प्रतिकर्षण' चुम्बकत्व का सही परीक्षण है:-

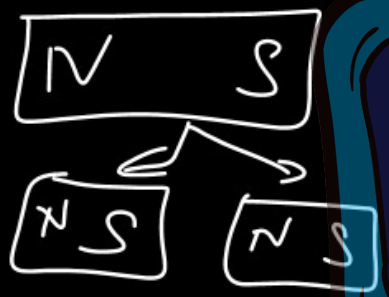
☛ चुम्बक का एक ध्रुव विपरित ध्रुव और अचुम्बकीत चुम्बकीय पदार्थ को अपनी ओर आकर्षित करता है, जबकि समान ध्रुवों को प्रतिकर्षित करता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(v) चुम्बकीय ध्रुवों का युग्म :



☛ यदि एक चुम्बक को टुकड़ों में तोड़ दिया जाये तो चुम्बक का प्रत्येक टुकड़ा, समान परिमाण परन्तु विपरित प्रकृति की प्रबलता के चुम्बक की तरह व्यवहार करता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

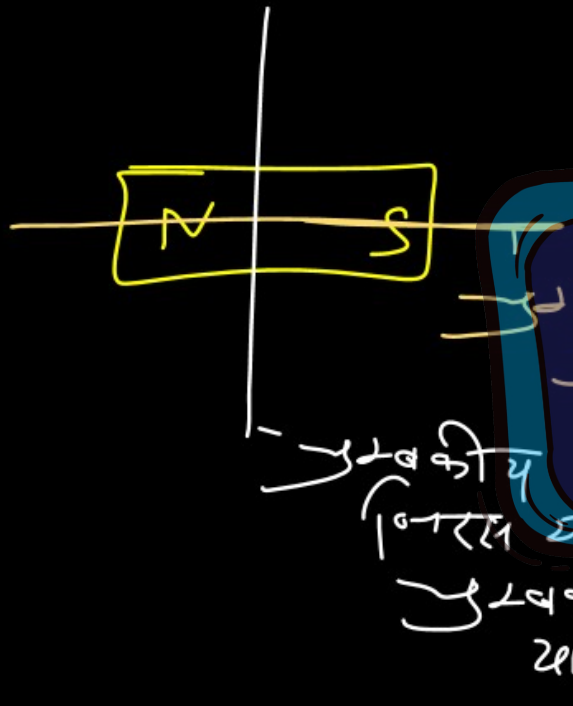
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(vi) प्रेरण गुण :

☛ जब एक चुम्बकीय पदार्थ जैसे लोहे की छड़ को चुम्बक के पास रखा जाता है तब चुम्बकीय पदार्थ पर चुम्बकत्व प्रेरित हो जाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



(vii) चुम्बकीय अक्ष व चुम्बकीय याम्योत्तर :

- एक चुम्बक के दोनों ध्रुवों को मिलाने वाली रेखा को **चुम्बकीय अक्ष** कहते हैं।
- जब चुम्बक को स्वतंत्रतापूर्वक लटकाया जाता है तब चुम्बकीय अक्ष के लम्बवत गुजरने वाला काल्पनिक तल **चुम्बकीय याम्योत्तर** कहलाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(viii) चुम्बक की लम्बाई (2ℓ)

चुम्बक के अक्ष के अनुदिश दोनों ध्रुवों के मध्य लघुत्तम दूरी को प्रभावकारी या चुम्बक की लम्बाई कहते हैं।

☛ यह सदिश राशि होती है जिसकी दिशा इसके अक्ष पर दक्षिणी ध्रुव (S) से उत्तर ध्रुव (N) की ओर होती है।

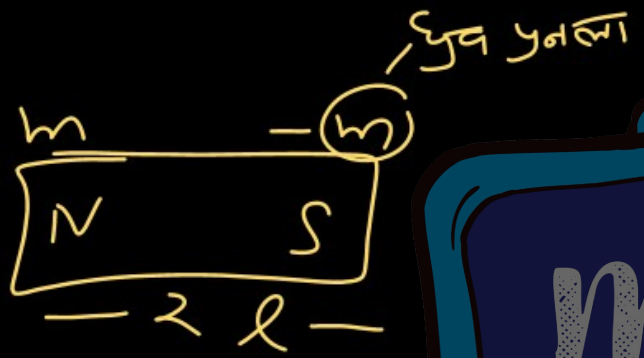




प्रभावकारी लम्बाई = $\frac{5}{6}$ × भौगोलिक लंबाई

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



(ix) ध्रुव प्रबलता (m) :

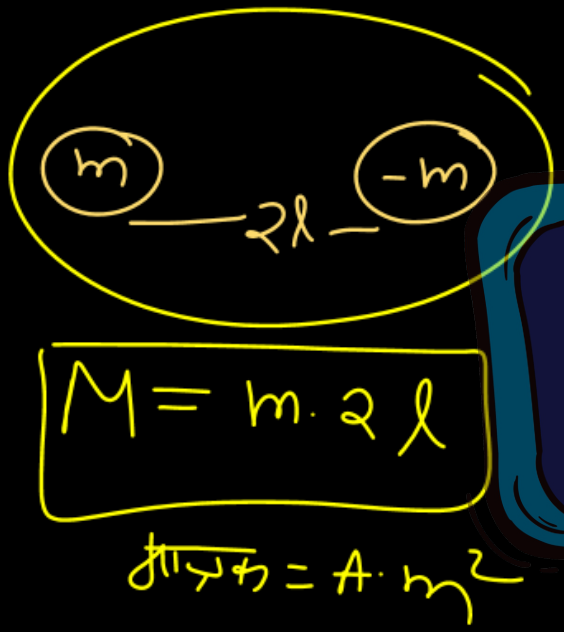
एक चुम्बक के ध्रुव द्वारा दूसरे ध्रुव को आकर्षित या प्रतिकर्षित करने की क्षमता **ध्रुव प्रबलता** कहलाती है।

- S.I. मात्रक : Amp x m
- विमीय सूत्र : [AL] $[M^0L^1T^0A^1]$
- यह अदिश राशि है।
- उत्तरी ध्रुव → +m दक्षिणी ध्रुव → -m
- ध्रुव प्रबलता चुम्बक के आकार पर निर्भर नहीं करती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बकीय द्विध्रुव और चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण



- समान परिमाण परन्तु विपरित प्रकृति के ध्रुव प्रबलता वाले चुम्बकीय ध्रुव एक निश्चित दूरी पर रखे होते हैं तो इसे चुम्बकीय द्विध्रुव कहते हैं।
- चुम्बक की ध्रुव प्रबलता व प्रभावकारी लम्बाई दोनों का गुणनफल चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण कहलाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



दिशा → दक्षिण ध्रुव से उत्तर ध्रुव की ओर होती है।

$M = m \times 2\ell$

सदिश संकेतन में, $\vec{M} = m2\vec{\ell}$

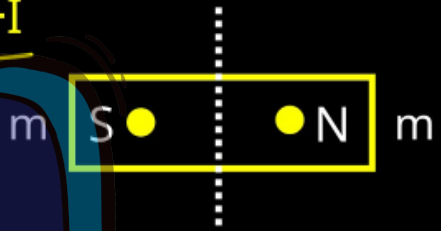
- S.I. मात्रक : Amp – m^2
- विमीय सूत्र : $[AL^2]$
- यह एक सदिश राशि है जिसकी दिशा चुम्बकीय अक्ष पर दक्षिण से उत्तर की ओर होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बक को तोड़ने व काटने पर :-

स्थिति–I



☛ $M = m.2\ell$

लम्बवत काटने पर

☛ $M' = m\ell$

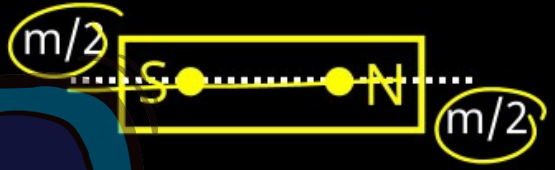
☛ $M' = \frac{m}{2}2\ell$

☛ $M' = \frac{M}{2}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति–II



क्षैतिज काटने पर

☛ $M' = m\ell$

☛ $M' = \frac{m}{2} 2\ell$

☛ $M' = \frac{M}{2}$

$M' = m \cdot \ell$

$m' = \frac{m\ell}{2}$

$M = \frac{M}{2}$

स्थिति–III



☛ $M = m(2\ell)$

मोड़ने पर, $\pi R = 2\ell$

☛ $M' = m(2R)$

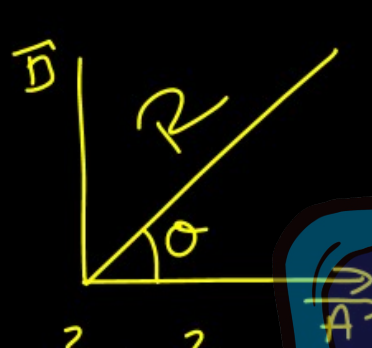
☛ $M' = m\,2.\frac{2\ell}{\pi}$

☛ $M' = \frac{2}{\pi} m2\ell \rightarrow \boxed{M' = \frac{2M}{\pi}}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

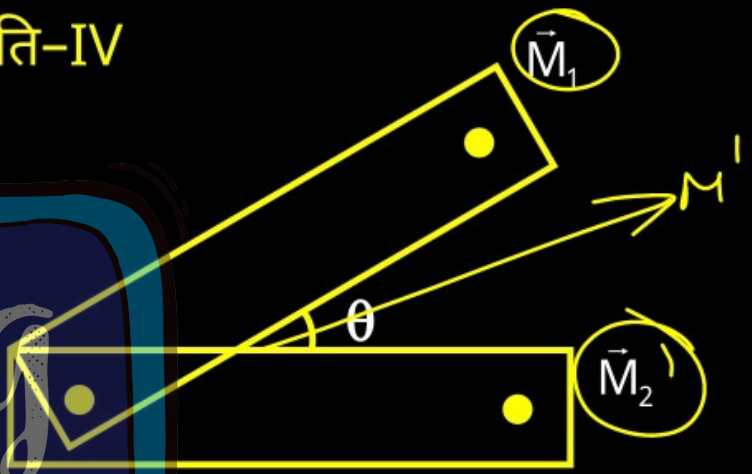
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति-IV



$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta$$

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$



$$M' = \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + 2M_1M_2\cos\theta}$$

$$M = \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + 2M_1M_2\cos\theta}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

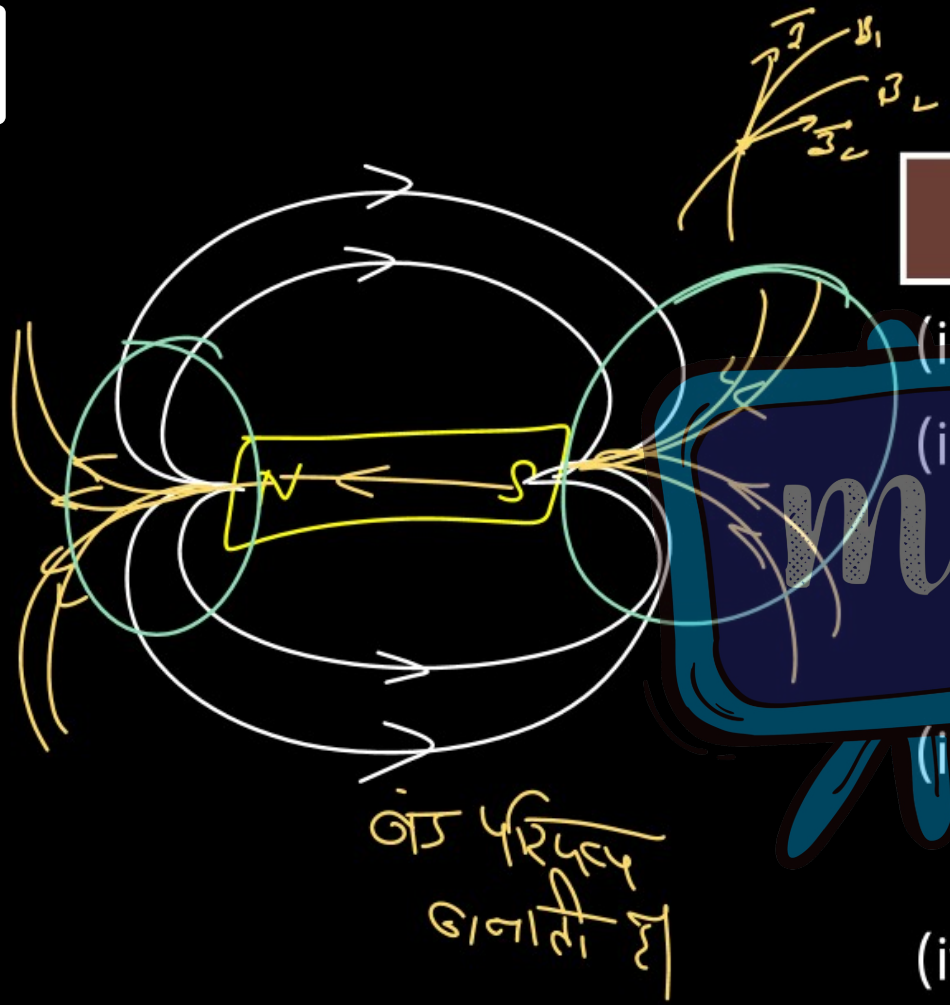
चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ

वह काल्पनिक पथ जिस पर इकाई उत्तरी ध्रुव चुम्बकीय क्षेत्र में गति करने का है प्रयत्न करता है, चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ कहलाती हैं।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के गुण

(i) ये रेखाएं बन्द व सतत पथ में होती है।

(ii) चुम्बक के बाहर, ये रेखाएँ उत्तर से दक्षिण ध्रुव की ओर तथा चुम्बक के अन्दर, ये रेखाएँ दक्षिण से उत्तर ध्रुव की ओर होती है।

(iii) दो चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ कभी भी एक-दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करती है।

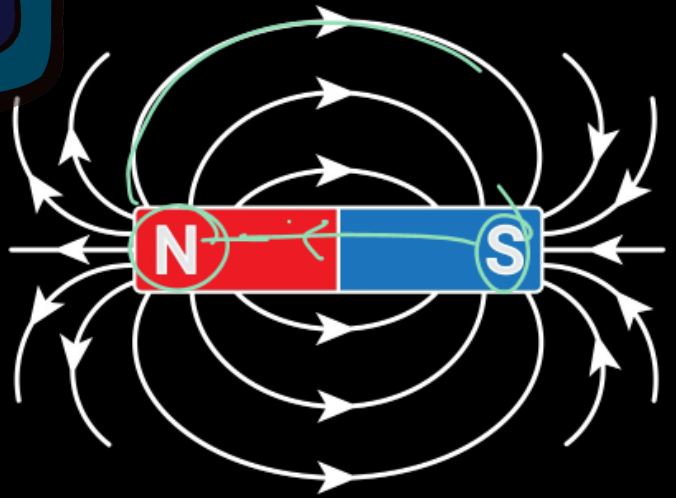
(iv) ये दक्षिणी ध्रुव में प्रवेश करती हैं तथा उत्तरी ध्रुव से निकलती है।

(v) वह स्थान जहाँ चुम्बकीय क्षेत्र प्रबल होता है वहाँ चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं का चुम्बकत्व अधिक होता है जहाँ चुम्बकीय क्षेत्र दुर्बल होता है वहाँ इनका चुम्बकत्व कम होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(vi) दो चुम्बकों के कारण संयुक्त क्षेत्र में, यदि यह निष्कर्ष निकलता है जहाँ परिणामी क्षेत्र शून्य है तो उन बिन्दुओं को उदासीन बिन्दु या शून्य बिन्दु कहते हैं।

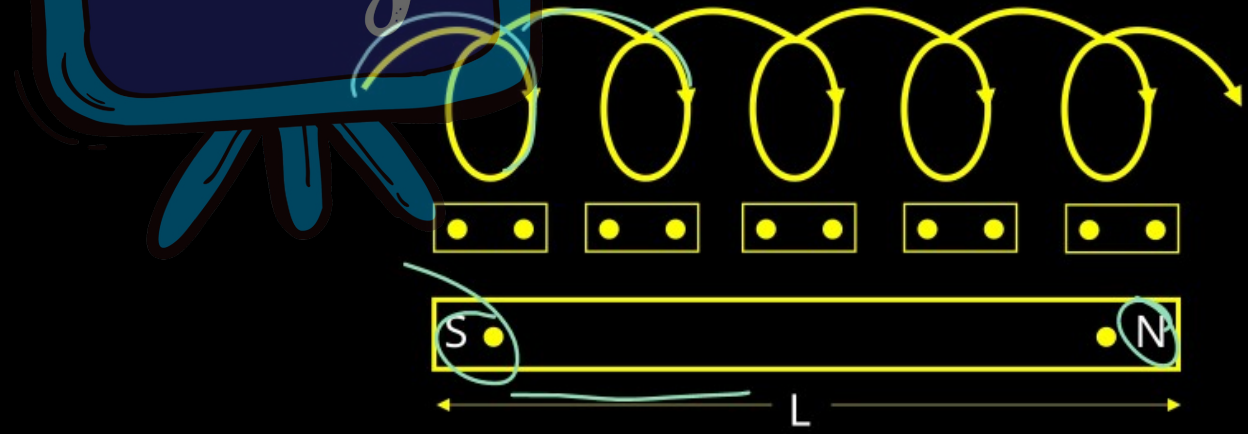


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

परिनालिका के तुल्य दण्ड चुम्बक

☞ जब किसी परिनालिका से धारा प्रवाहित की जाती है तब यह दण्ड चुम्बक की तरह व्यवहार करता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$$E_{\text{निरक्ष}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{P}{r^3}$$

$$B_{\text{निरक्ष}} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{M}{r^3}$$

$$B_{\text{अक्ष}} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2M}{r^3}$$

$$E_{\text{अक्ष}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2P}{r^3}$$

- दो धारावाही परिनालिकाओं को एक दूसरे के समीप लाने पर परस्पर आकर्षण व प्रतिकर्षण प्रदर्शित करती है।
- एक लघु दिशा सूचक सूई में दण्ड चुम्बक व परिनालिका के लिए एक समान विक्षेप प्राप्त होते हैं।
- दण्ड चुम्बक व परिनालिका दोनों के लिए अक्ष पर दूर स्थित बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B_{\text{अक्ष}} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2M}{r^3}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$\tau = PE\sin\theta$

$\tau = MB\sin\theta$

$\vec{\tau} = \vec{M} \times \vec{B}$

$E = \frac{F}{q}$ $\quad F = qE$

$B = \frac{F}{m} \Rightarrow F = mB$

एक चुम्बकीय क्षेत्र में बलाघूर्ण का व्यंजक

माना NS दण्ड चुम्बक जिसकी लम्बाई 2ℓ है, को एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में रखा हुआ है। प्रत्येक ध्रुव की प्रबलता m है।

N - ध्रुव पर, $F_N = +mB$ $\vec{B}$ की दिशा में

S - ध्रुव पर, $F_S = -mB$ $\vec{B}$ से विपरित दिशा में

दोनों बल ध्रुवों पर बल परिमाण में समान परन्तु विपरित दिशा में हैं। ये बलयुग्म का निर्माण करते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

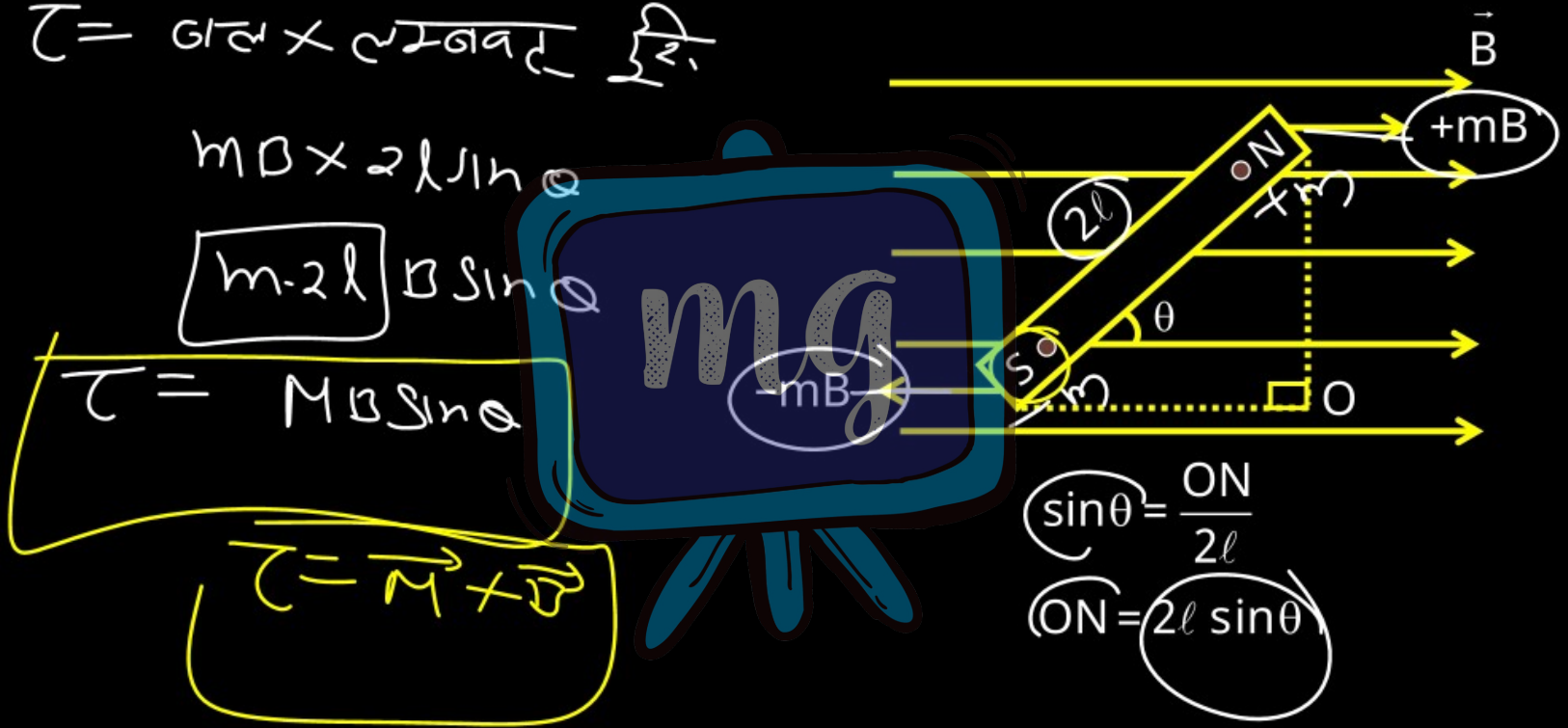
τ = बल × लम्बवत् दूरी

$MB \times 2\ell \sin\theta$

$m \cdot 2\ell\, B \sin\theta$

$\tau = MB\sin\theta$

$\vec{\tau} = \vec{M} \times \vec{B}$



$\sin\theta = \frac{ON}{2\ell}$

$ON = 2\ell \sin\theta$

युग्म का आघूर्ण या बलाघूर्ण = बल × लम्बवत दूरी

$$\tau = mB(2\ell \sin\theta)$$

$$\tau = (m2\ell)B\sin\theta$$

$$\boxed{\tau = MB\sin\theta}$$

सदिश संकेतन में, $\vec{\tau} = \vec{M} \times \vec{B}$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(1) $\tau = MB\sin\theta$

(1) $\theta = 0° / \pi$

$\tau = 0$

(1) $\tau = MB\sin\theta$

$\theta = \pi/2$

$\tau_{max} = MB$

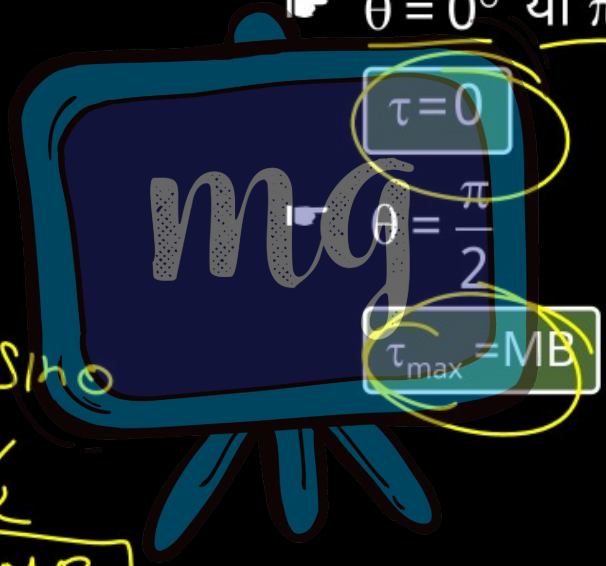
विशेष तथ्य स्थिति :

☛ $\theta = 0°$ या π

$\tau = 0$

☛ $\theta = \frac{\pi}{2}$

$\tau_{max} = MB$



$\tau = MB\sin\theta$

चुम्बकीय क्षेत्र में चुम्बकीय द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा

चुम्बकीय द्विध्रुव को कोणीय विस्थापन के लिए घुमाने में किया गया कार्य

$$dw = \tau\, d\theta$$

$$dw = MB\sin\theta d\theta$$

यदि द्विध्रुव को θ_1 से θ_2 कोण तक घुमाया जाता है तब

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$$\int d\omega = \int_{\theta_1}^{\theta_2} MB\sin\theta\, d\theta$$

$$\omega = MB\int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta\, d\theta$$

$$\omega = MB[-\cos\theta]_{\theta_1}^{\theta_2}$$

$$\omega = -MB[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$$

$$\omega = MB[\cos\theta_1 - \cos\theta_2]$$

जब $\vec{M} \perp \vec{B}$ तब स्थितिज ऊर्जा शून्य है तब

$\theta_1 = \frac{\pi}{2}$ और $\theta_2 = \theta$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$U = MB\left(\cos\frac{\pi}{2} - \cos\theta\right)$$

$$U = -MB\cos\theta$$

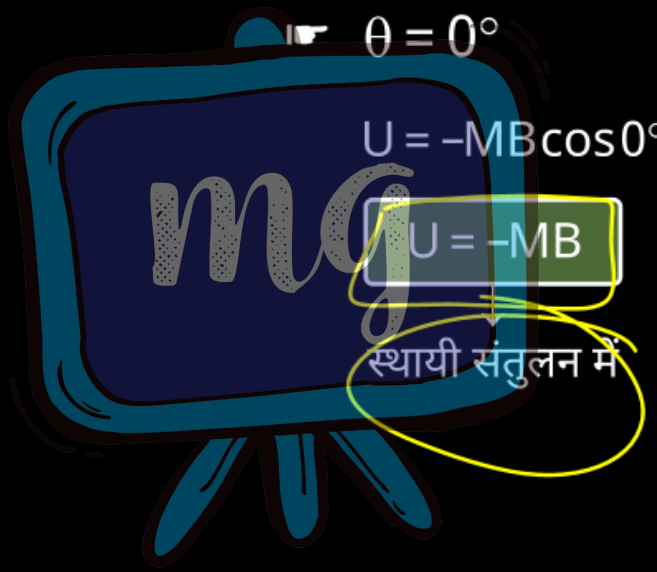
सदिश संकेतन में,

$$U = \vec{M}.\vec{B}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

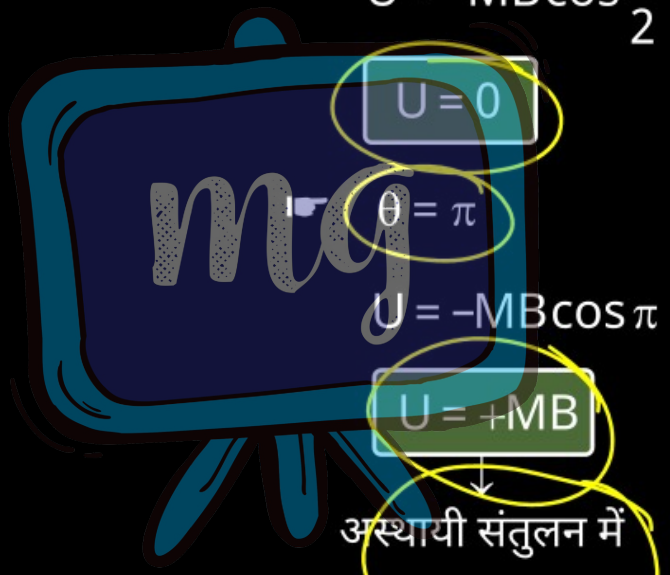
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

विशेष तथ्य स्थिति :



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



☛ $\theta = 90° = \pi/2$

$$U = -MB\cos\frac{\pi}{2}$$

$U = 0$

☛ $\theta = \pi$

$$U = -MB\cos\pi$$

$U = +MB$

↓

अस्थायी संतुलन में

स्थिर वैद्युतिकी अनुरूप या समानता

$E \rightarrow B, \quad p \rightarrow M, \quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \rightarrow \frac{\mu_0}{4\pi}$

$r >> \ell$ के लिए

$$B_{\text{अक्ष}} = \frac{\mu_0 2M}{4\pi r^3}$$

$r >> \ell$ के लिए

$$B_{\text{निरक्ष}} = -\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{M}{r^3}$$

द्विध्रुव समागता

भौतिक राशि	स्थिर वैद्युतिकी	चुम्बकत्व
मुक्त आकाश नियतांक	$\frac{1}{\varepsilon_0}$	μ_0
द्विध्रुव आघूर्ण	$\vec{p}$	$\vec{M}$
अक्षीय क्षेत्र	$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{2\vec{p}}{r^3}$	$\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{2\vec{M}}{r^3}$
निरक्ष (विषुवतीय) क्षेत्र	$-\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\vec{p}}{r^3}$	$-\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{\vec{M}}{r^3}$
बाह्य क्षेत्र में बलाघूर्ण	$\vec{p}\times\vec{E}$	$\vec{M}\times\vec{B}$
बाह्य क्षेत्र में स्थितिज ऊर्जा	$-\vec{p}\cdot\vec{E}$	$-\vec{M}\cdot\vec{B}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बकत्व व गाउस का नियम

शून्य चुम्बकत्व के इस नियम के अनुसार, "किसी बन्द सतह चुम्बकीय फ्लक्स सदैव शून्य होता है।"

$$\oint \vec{B}.\vec{ds} = 0$$

☛ स्थिर विद्युतिकी गाउस के नियम के अनुसार,

विद्युत फ्लक्स $\phi_E = \vec{E}.\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$

चुम्बकीय फ्लक्स $\oint \vec{B}.\vec{ds} = 0$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बकन और चुम्बकीय तीव्रता

(i) चुम्बकन तीव्रता :

☛ प्रति इकाई आयतन में चुम्बकीय आघूर्ण, चुम्बकन तीव्रता कहलाती है।

$$I = \frac{M}{V}$$

$$M = m\ell$$

$$V = A\ell$$

$$I = \frac{m}{A}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- प्रति इकाई क्षेत्रफल ध्रुव प्रबलता को चुम्बकन तीव्रता कहते हैं।
- S.I. मात्रक : $\frac{\text{Amp}}{\text{metre}}$
- यह एक सदिश राशि है जिसकी दिशा दक्षिण से उत्तर ध्रुव की ओर होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(ii) चुम्बकन क्षेत्र ($\vec{H}$) :

चुम्बकीय प्रेरण का वह भाग जो निर्वात में वास्तविक बाह्य धाराओं के कारण उत्पन्न होता है, चुम्बकन क्षेत्र कहलाता है।

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}_0}{\mu_0}$$

☛ S.I. मात्रक : $\frac{\text{Amp}}{\text{metre}}$

☛ माध्यम के लिए : $H = \frac{B}{\mu}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- यह एक सदिश राशि है जिसकी दिशा $\vec{B}$ की दिशा में होती है।
- यह तार में मुक्त धारा से सम्बन्धित है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(iii) चुम्बकीय प्रवृत्ति (χ_m) :

अल्प चुम्बकन क्षेत्र के लिए, पदार्थ की चुम्बकन तीव्रता (I), चुम्बकन क्षेत्र (H) के समानुपाती होती है।

$$I \propto H$$

$$I = \chi_m H$$

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

जहाँ χ_m चुम्बकीय प्रवृति है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- चुम्बकन तीव्रता और चुम्बकन क्षेत्र दोनों का अनुपात चुम्बकीय प्रवृत्ति कहलाती है।
- यह विमाहीन सदिश राशि है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(iv) आपेक्षिक चुम्बकशीलता :

माध्यम की चुम्बकशीलता व निर्वात की चुम्बकशीलता दोनों का अनुपात आपेक्षिक चुम्बकशीलता कहलाती है।

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

☛ यह मात्रकहीन व विमाहीन भौतिक राशि होती है।

(v) माध्यम की चुम्बकशीलता :

किसी भी माध्यम की चुम्बकशीलता चुम्बकीय प्रेरण रेखाओं के मार्ग की ओर उसकी चालन शक्ति का माप बताती है।

$\mu = \mu_0 . \mu_r$ या $\mu = \frac{B}{H}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

I, χ_m, H, B

विभिन्न राशियों में सम्बंध

- जब परिनालिका में धारा प्रवाहित की जाती है तब मुक्त धाराओं निर्माण होता है तथा चुम्बकीय क्षेत्र B_0 उत्पन्न होता है।
- परिनालिका से चुम्बकीय पदार्थ को लपेट देने पर बद्ध धाराओं के कारण चुम्बकीय क्षेत्र B_1 उत्पन्न होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र $B = B_0 + B_1$

$B_0 = \mu_0 H$ $\qquad$ $B_1 = \mu_0 I$

$B = \mu_0 H + \mu_0 I$

$B = \mu_0 (H + I)$

$B = \mu_0 H \left(1 + \frac{I}{H}\right)$

$B = \mu_0 H (1 + \chi_m)$

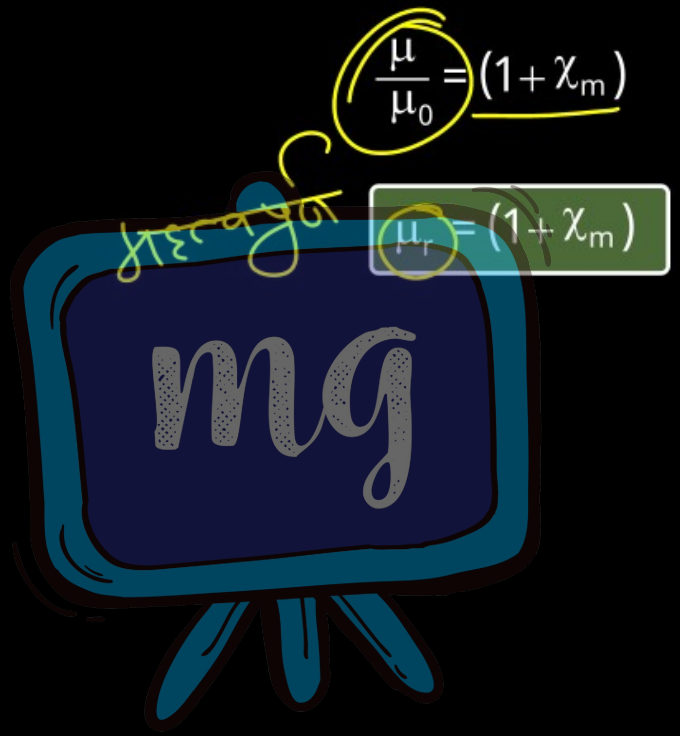
$\because \quad B = \mu H$

$\mu H = \mu_0 H (1 + \chi_m)$

$\mu = \mu_0 (1 + \chi_m)$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

पदार्थों का चुम्बकीय गुण

☞ फैराडे ने पदार्थों के मूलभुत चुम्बकीय व्यवहार के आधार पर, पदार्थों को तीन भागों में वर्गीकृत किया।

(i) प्रतिचुम्बकीय पदार्थ

(ii) अनुचुम्बकीय पदार्थ

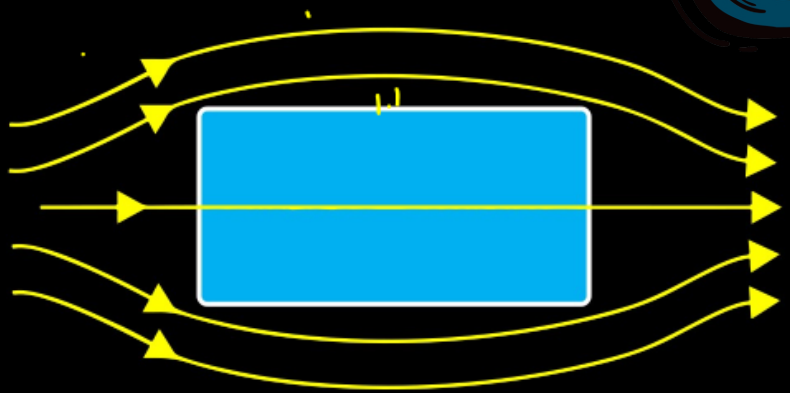
(iii) लौह चुम्बकीय पदार्थ

प्रतिचुम्बकीय पदार्थ	अनुचुम्बकीय पदार्थ	लौहचुम्बकीय पदार्थ
$-1 \leq \chi_m < 0$	$0 \leq \chi_m < \varepsilon$	$\chi_m >> 1$
$0 \leq \mu_r < 1$	$1 \leq \mu_r < 1 + \varepsilon$	$\mu_r >> 1$
$\mu < \mu_0$	$\mu > \mu_0$	$\mu >> \mu_0$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

प्रतिचुम्बकत्व



वे पदार्थ जो चुम्बकीय क्षेत्र से प्रतिकर्षी होते हैं अर्थात् असमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर अधिक चुम्बकीय क्षेत्र वाले स्थान से कम चुम्बकीय क्षेत्र वाले स्थान की ओर दुर्बल प्रतिकर्षी बल से गति करते हैं, **प्रतिचुम्बकीय पदार्थ** कहलाते हैं तथा पदार्थों में यह गुण **प्रतिचुम्बकत्व** कहलाता है।

उदाहरण : Cu, Zn, चाँदी, सोना, Bi, पानी, NaCl, कॉच, He आदि।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

प्रतिचुम्बकत्व की व्याख्या :

☛ प्रतिचुम्बकीय पदार्थ में युग्मित इलेक्ट्रॉन पाये हैं। इन पदार्थों में प्रत्येक युग्म के प्रत्येक इलेक्ट्रॉन का चुम्बकीय आघूर्ण समान परिमाण परन्तु विपरित प्रकृति का होता है। इसलिए नेट परिणामी चुम्बकीय आघूर्ण शून्य होता है।

$N_{\uparrow} = N_{\downarrow}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ जब प्रतिचुम्बकीय पदार्थ को बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तब इलेक्ट्रॉन की कक्षीय गति प्रभावित होती है जिससे चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में चुम्बकीय आघूर्ण थोड़ा कम हो जाता है तथा विपरित दिशाओं में यह बढ़ जाता है। परिणामस्वरूप बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र से विपरित दिशा में दुर्बल चुम्बकीय आघूर्ण प्राप्त होता है और पदार्थ क्षेत्र से विपरित दिशा में चुम्बकीकृत हो जाता है। इस प्रकार के पदार्थों का चुम्बकीकरण **प्रतिचुम्बकत्व** कहलाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

विशेष सिद्धान्त :

- अतिचालक पूर्ण प्रतिचुम्बक माने जाते हैं।
- बहुत कम तापमान पर अतिचालक अवस्था में ये धातुएँ चुम्बक द्वारा पूर्ण प्रतिकर्षी हो जाते हैं और पूर्ण प्रति चुम्बकत्व को प्रदर्शित करती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

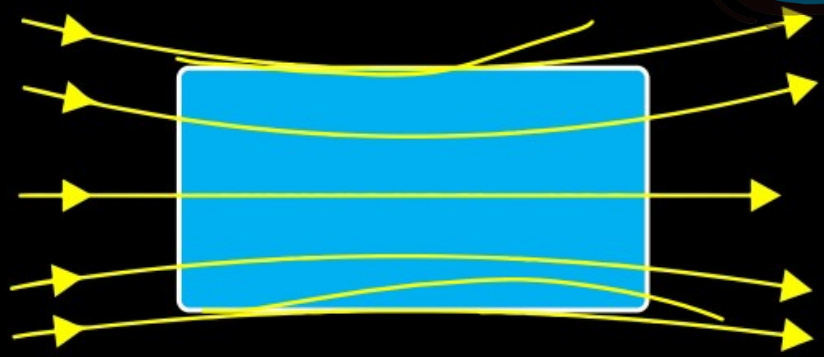
missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

- इस अवस्था में, पदार्थ के अन्दर चुम्बकीय प्रवृत्ति $\chi_m = -1$ और आपेक्षिक चुम्बकशीलता $\mu_r = 0$ होती है। अतिचालक पदार्थों में पूर्ण प्रतिचुम्बकत्व की घटना को **माइस्नर प्रभाव** कहलाती है।
- **उपयोग :** अति तीव्र गति वाली चुम्बकीकृत रेलगाड़ियों में।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

अनुचुम्बकत्व



वे पदार्थ जो चुम्बकीय क्षेत्र से दुर्बल बल से आकर्षी होते हैं अर्थात् असमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर कम चुम्बकीय क्षेत्र वाले स्थान से अधिक चुम्बकीय क्षेत्र वाले स्थान की ओर दुर्बल बल से आकर्षित होते हैं, **अनुचुम्बकीय पदार्थ** कहलाते हैं तथा पदार्थों में यह गुण **अनुचुम्बकत्व** कहलाता है।

उदाहरण : Na, Al, Pt, CuCl, द्रवित O_2 आदि।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

अनुचुम्बकत्व की व्याख्या :

अनुचुम्बकीय पदार्थों में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन पाये जाते हैं। इन पदार्थों में अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की कक्षीय गति के कारण चुम्बकीय आघूर्ण होता है। परिणामस्वरूप, परिणामी चुम्बकीय आघूर्ण शून्य न होकर अल्प परिमाण का होता है। ये 'लघु चुम्बक' की तरह व्यवहार करते हैं। सतत तापीय (ऊष्मीय) गति के कारण ये लघु चुम्बक यादृच्छिक गति करते हैं जिससे परिणामी चुम्बकीय आघूर्ण शून्य प्राप्त होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति में ये परमाण्वीय चुम्बक चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में चुम्बकीकृत हो जाते हैं तब अल्प रूप से परिणामी चुम्बकीय आघूर्ण प्राप्त होता है। इस प्रकार पदार्थ दुर्बल बल से चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में चुम्बकीकृत हो जाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

विशेष सिद्धान्त :

- अनुचुम्बकीय पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति और आपेक्षिक चुम्बकशीलता न केवल पदार्थ बल्कि ताप पर भी निर्भर करती है।
- जब चुम्बकीय क्षेत्र बढ़ाया जाता है या ताप घटाया जाता है, तब चुम्बकन तब तक बढ़ता है जब तक यह संतृप्त क्षेत्र उनकी संतृप्त अवस्था तक न पहुँच जायें।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

लौह चुम्बकत्व

वे पदार्थ जो प्रबलता से चुम्बकीय क्षेत्र की ओर आकर्षित होते हैं अर्थात् असमान चुम्बकीय क्षेत्र में कम चुम्बकीय क्षेत्र वाले स्थान से अधिक चुम्बकीय क्षेत्र वाले स्थान की ओर प्रबल बल से आकर्षित होते हैं, **लौह चुम्बकीय पदार्थ** कहलाते हैं तथा पदार्थों यह गुण **लौह चुम्बकत्व** कहलाता है।

उदाहरण : लोहा, निकेल, कोबाल्ट, Fe_3O_4 आदि।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

लौहचुम्बकत्व की व्याख्या :

लौहचुम्बकीय पदार्थों में स्थायी चुम्बकीय आघूर्ण होता है लेकिन क्वाण्टम अभियांत्रिकी के कारण, अयुग्मित इलेक्ट्रॉन पड़ौसी अयुग्मित इलेक्ट्रॉन से मिलकर समान रूप से आयतन बढ़ाते है तथा अति सूक्ष्म सरंचनाओं का निर्माण करते हैं जिनको डोमेन कहते हैं।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ प्रत्येक डोमेन में 10^{11} परमाणु होते हैं जिनके चुम्बकीय अक्ष किसी भी बाह्य क्षेत्र की अनुपस्थिति में भी एक ही दिशा में संरेखित होते हैं। प्रत्येक डोमेन जब संतृप्त अवस्था में होता है तब यह एक प्रबल चुम्बक है। पदार्थ की सामान्य अवस्था में भिन्न-डोमेन यादृच्छिक रूप से वितरित होते हैं इसलिए इनका परिणामी चुम्बकीय आघूर्ण किसी भी दिशा में शून्य होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

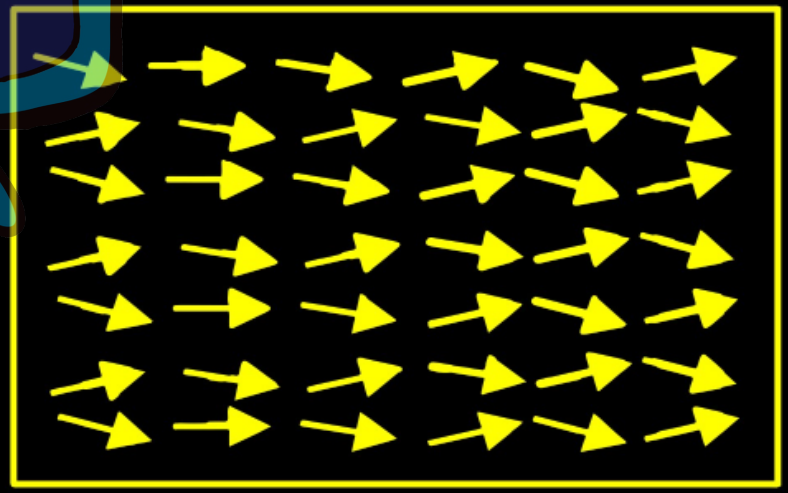
☛ जब लौहचुम्बकीय पदार्थ को बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तब इनका परिणामी चुम्बकीय आघूर्ण दो प्रकार से बढ़ाया जा सकता है-



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

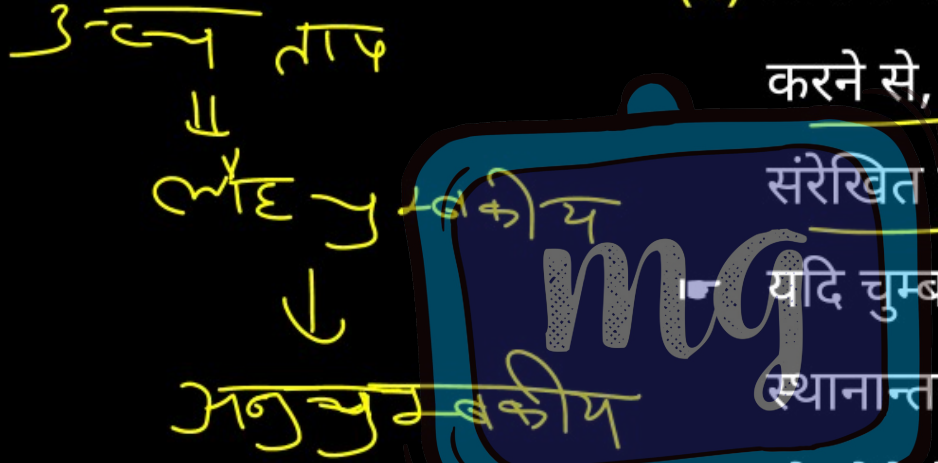
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(i) डोमेन सीमाओं के स्थानान्तरण से, डोमेन बाह्य क्षेत्र की दिशा में अपना आकार बढ़ाते हैं जिससे पदार्थ चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में प्रबलता से चुम्बकीकृत हो जाता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

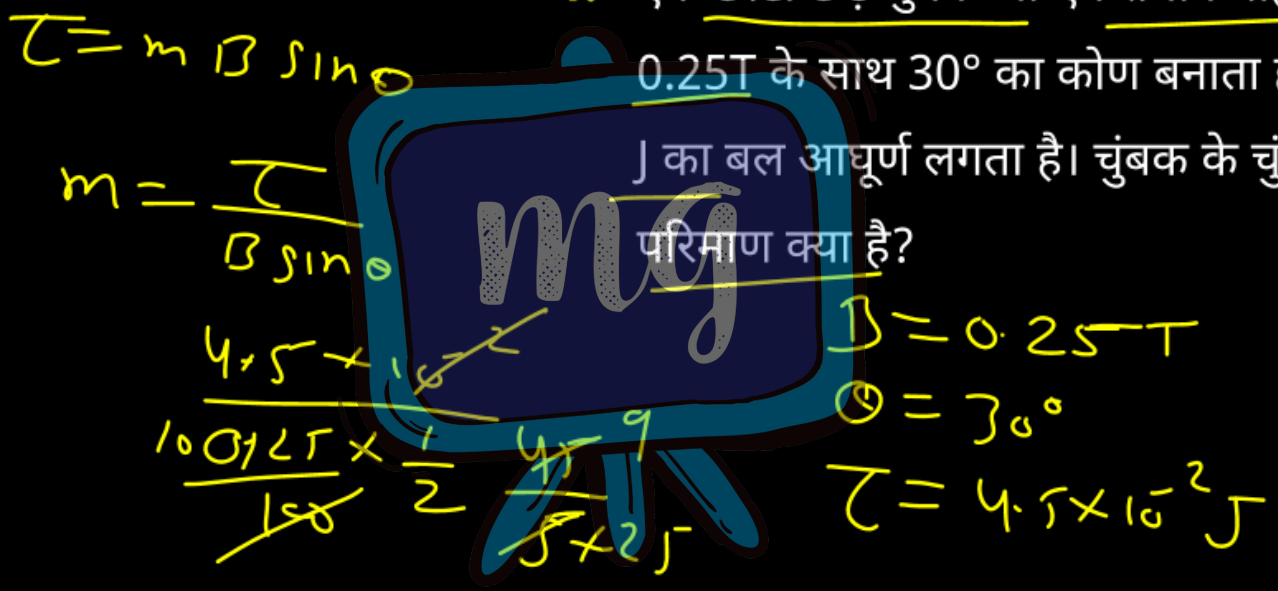
missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



(ii) डोमेनों के चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में घूर्णन करने से, ये बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में संरेखित हो जाते हैं।

- यदि चुम्बकीय क्षेत्र दुर्बल है तब डोमेनों का स्थानान्तरण तथा यदि चुम्बकीय क्षेत्र प्रबल है तो डोमेनों के घूर्णन द्वारा चुम्बकन होता है।
- लौह चुम्बकीय पदार्थों के गुण ताप पर निर्भर करता है। अति उच्च ताप पर लौह चुम्बकीय, अनुचुम्बकीय बन जाता है।

अभ्यास प्रश्न



1. एक छोटा छड़ चुंबक जो एकसमान बाह्य चुंबकीय क्षेत्र 0.25T के साथ 30° का कोण बनाता है, पर 4.5×10^{-2} J का बल आघूर्ण लगता है। चुंबक के चुंबकीय आघूर्ण का परिमाण क्या है?

अभ्यास प्रश्न

1. एक छोटा छड़ चुंबक जो एकसमान बाह्य चुंबकीय क्षेत्र 0.25T के साथ 30° का कोण बनाता है, पर 4.5×10^{-2} J का बल आघूर्ण लगता है। चुंबक के चुंबकीय आघूर्ण का परिमाण क्या है?

उत्तर :

$B = 0.25T$, $\tau = 4.5 \times 10^{-2}$ J, $\theta = 30°$

$\tau = mB\sin\theta$

$$\Rightarrow \quad m = \frac{\tau}{B\sin\theta} = \frac{4.5 \times 10^{-2}}{0.25 \times \sin 30°} = 0.36\,JT^{-1}$$

अभ्यास प्रश्न

$m = 0.32$

$B = 0.15T$

$U = -mB\cos\theta$

2. चुंबकीय आघूर्ण $m = 0.32\ JT^{-1}$ वाला एक छोटा छड़ चुंबक, 0.15T के एकसमान बाह्य चुंबकीय क्षेत्र में रखा है। यदि यह छड़ क्षेत्र के तल में घूमने के लिए स्वतंत्र हो, तो क्षेत्र के किस विन्यास में यह

(i) स्थायी संतुलन और

(ii) अस्थायी संतुलन में होगा? प्रत्येक स्थिति में चुंबक की स्थितिज ऊर्जा का मान बताइए।

अभ्यास प्रश्न

2. चुंबकीय आघूर्ण m = 0.32 JT^{-1} वाला एक छोटा छड़ चुंबक, 0.15T के एकसमान बाह्य चुंबकीय क्षेत्र में रखा है। यदि यह छड़ क्षेत्र के तल में घूमने के लिए स्वतंत्र हो, तो क्षेत्र के किस विन्यास में यह

(i) स्थायी संतुलन और

(ii) अस्थायी संतुलन में होगा? प्रत्येक स्थिति में चुंबक की स्थितिज ऊर्जा का मान बताइए।

उत्तर :

m = 0.32 JT^{-1} , B = 0.15T

(i) छड़ चुम्बक को चुम्बकीय क्षेत्र के साथ संरेखित किया जाता है।

स्थिर संतुलन के लिए,

$U = -mB\cos\theta$

$= -0.32 \times 0.15 \times \cos 0°$

$= -4.8 \times 10^{-2} J$

(ii) छड़ चुम्बक को चुम्बकीय क्षेत्र के लिए 180° पर है,

$U = -mB\cos\theta$

$= -0.32 \times 0.15 \times \cos 180°$

$= 4.8 \times 10^{-2} J$

अभ्यास प्रश्न

3. एक परिनालिका में पास-पास लपेटे गए 800 फेरे हैं, तथा इसका अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $2.5 \times 10^{-4}\ m^2$ है और इसमें 3.0A धारा प्रवाहित हो रही है। समझाइए कि किस अर्थ में यह परिनालिका एक छड़ चुंबक की तरह व्यवहार करती है? इसके साथ जुड़ा हुआ चुंबकीय आघूर्ण कितना है?

उत्तर :

$N = 800, A = 2.5 \times 10^{-4}\ m^2, I = 3\ A$

धारावाही परिनालिका एक छड़ चुम्बक की तरह व्यवहार करती है। पृथ्वी के धुरी पर घूर्णन करने के साथ धुरी पर चुम्बकीय क्षेत्र विकसित होता है, अर्थात् इसकी लम्बाई के साथ विकसित होता है।

$m = NIA = 800 \times 3 \times 2.5 \times 10^{-4} = 0.6\ JT^{-1}$

अभ्यास प्रश्न

4. यदि प्रश्न 5.3 में बताई गई परिनालिका ऊर्ध्वाधर दिशा के परितः घूमने के लिए स्वतंत्र हो और इस पर क्षैतिज दिशा में एक 0.25 T का एकसमान चुंबकीय क्षेत्र लगाया जाए, तो इस परिनालिका पर लगने वाले बल आघूर्ण का परिमाण उस समय क्या होगा, जब इसकी अक्ष आरोपित क्षेत्र की दिशा से 30° का कोण बना रही हो?

4. यदि प्रश्न 5.3 में बताई गई परिनालिका ऊर्ध्वाधर दिशा के परितः घूमने के लिए स्वतंत्र हो और इस पर क्षैतिज दिशा में एक 0.25 T का एकसमान चुंबकीय क्षेत्र लगाया जाए, तो इस परिनालिका पर लगने वाले बल आघूर्ण का परिमाण उस समय क्या होगा, जब इसकी अक्ष आरोपित क्षेत्र की दिशा से 30° का कोण बना रही हो?

उत्तर :

$B = 0.25\,T$, $m = 0.6\,JT^{-1}$, $\theta = 30°$

$\tau = mB\sin\theta = 0.6 \times 25 \times \sin 30°$

$= 7.5 \times 10^{-2}\,J$

अभ्यास प्रश्न

5. एक छड़ चुंबक जिसका चुंबकीय आघूर्ण $1.5 JT^{-1}$ है, 0.22 T के एक एकसमान चुंबकीय क्षेत्र के अनुदिश रखा है।

(a) एक बाह्य बल आघूर्ण कितना कार्य करेगा यदि यह चुंबक को चुंबकीय क्षेत्र के (i) लंबवत

(ii) विपरीत दिशा में संरेखित करने के लिए घुमा दे।

(b) स्थिति (i) एवं (ii) में चुंबक पर कितना बल आघूर्ण होता है?

उत्तर :

(a) $m = 1.5\ JT^{-1}$, $B = 0.22T$

(i) $\theta_1 = 0°$, $\theta_2 = 90°$

$W = -mB(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$

$= -1.5 \times 0.22(\cos 90° - \cos 0°)$

$= -0.33(0 - 1) = 0.33\ J$

(ii) $\theta_1 = 0°$, $\theta_2 = 180°$

$W = -mB(\cos\theta_2 - \cos\theta_1)$

$= -1.5 \times 0.22(\cos 180° - \cos 0°)$

$= -0.33(-1-1) = 0.66J$

अभ्यास प्रश्न

(b) $m = 1.5\ JT^{-1}$, $B = 0.22T$

(i) $\theta = \theta_2 = 90°$

$\tau = mB \sin\theta$

$= 1.5 \times 0.22 \times \sin 90°$

$= 0.33\ J$

(ii) $\theta = \theta_2 = 180°$

$\tau = mB \sin\theta$

$= mB \sin 180°$

$= 0J$

अभ्यास प्रश्न

6. एक परिनालिका जिसमें पास-पास 2000 फेरे लपेटे गए हैं तथा जिसके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $1.6 \times 10^{-4}\ m^2$ है और जिसमें 4.0A की धारा प्रवाहित हो रही है, इसके केंद्र से इस प्रकार लटकायी गई है कि यह एक क्षैतिज तल में घूम सके।

(a) परिनालिका के चुंबकीय आघूर्ण का मान क्या है?

6. एक परिनालिका जिसमें पास-पास 2000 फेरे लपेटे गए हैं तथा जिसके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $1.6 \times 10^{-4}\ m^2$ है और जिसमें 4.0A की धारा प्रवाहित हो रही है, इसके केंद्र से इस प्रकार लटकायी गई है कि यह एक क्षैतिज तल में घूम सके।

(a) परिनालिका के चुंबकीय आघूर्ण का मान क्या है?

उत्तर :

$N = 2000,\ A = 1.6 \times 10^{-4}\ m^2,\ I = 4A$

$m = NAI = 2000 \times 1.6 \times 10^{-4} \times 4$

$= 1.28\ Am^2$

(b) परिनालिका पर लगने वाला बल एवं बल आघूर्ण क्या है, यदि इस पर, इसकी अक्ष से 30° का कोण बनाता हुआ 7.5×10^{-2} T का एकसमान क्षैतिज चुंबकीय क्षेत्र लगाया जाए?

(b) परिनालिका पर लगने वाला बल एवं बल आघूर्ण क्या है, यदि इस पर, इसकी अक्ष से 30° का कोण बनाता हुआ 7.5×10^{-2} T का एकसमान क्षैतिज चुंबकीय क्षेत्र लगाया जाए?

उत्तर :

$B = 7.5 \times 10^{-2}$ T, $\theta = 30°$

$\tau = mB\sin\theta$

$= 1.28 \times 7.5 \times 10^{-2} \times \sin 30°$

$= 4.8 \times 10^{-2}$ Nm

परिनालिका पर बल F = 0

बलाघूर्ण $\tau = 4.8 \times 10^{-2}$ Nm

अभ्यास प्रश्न

7. किसी छोटे छड़ चुंबक का चुंबकीय आघूर्ण $0.48 JT^{-1}$ है। चुंबक के केंद्र से 10 cm की दूरी पर स्थित किसी बिंदु पर इसके चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण एवं दिशा बताइए यदि यह बिंदु

(i) चुंबक के अक्ष पर स्थित हो

(ii) चुंबक के अभिलंब समद्विभाजक पर स्थित हो।

अभ्यास प्रश्न

उत्तर :

(i) $m = 0.48\ JT^{-1}$, $d = 10cm = 0.1m$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2m}{d^3}$$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 0.48}{4\pi \times (0.1)^3}$$

$$= 0.96 \times 10^{-4}\ T$$

$$= 0.96\ G\ (B \text{ की दिशा } S\text{–}N \text{ की ओर})$$

अभ्यास प्रश्न

(ii) $m = 0.48\ JT^{-1}$, $d = 10cm = 0.1m$

$$B = \frac{\mu_0 m}{4\pi d^3} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0.48}{4\pi \times (0.1)^3}$$

$= 0.48\,G$ (B की दिशा N–S की ओर)