चुंबकत्व तथा द्रव्य

चुम्बक (Magnet):- ऐसे पदार्थ ज़ो लोहे के छोटे- छोटे टुकडो को अपनी ओर आकर्षित करते हैं, चुम्बक कहलाते है।

चुम्बक के प्रकार (Types of Magnet)-

चुम्बक निम्नलिखित दो प्रकार के होते हैं:-

(i) प्राकृतिक चुम्बक:- प्राकृतिक चुम्बक मैग्नीशिया नामक स्थान पर पत्थर के टुकड़ों के रूप में पाया जाता है, इन्हें मैग्नेटाइट कहते है और ये आयरन का एक आक्साइड Fe_3O_4 होता है।

इसे लोडस्टोन भी कहते है।

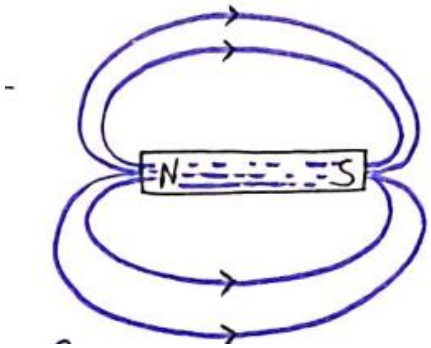
(ii) कृत्रिम चुम्बक:- ऐसे चुम्बक जो कृत्रिम विधियों द्वारा बनाये जाते हैं कृत्रिम चुम्बक कहलाते है। कृत्रिम चुम्बक Co, Ni,Fe के बनाये जाते है।

कृत्रिम चुम्बक मे चुम्बकीय गुण बहुत अधिक होता है।

चुम्बकीय क्षेत्र रेखाए (Magnet Field Lines)

चुम्बकीय क्षेत्र मे बल – रेखाएँ वे काल्पनिक रेखाएँ है, जो चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा का अविरल प्रदर्शन करती है।

चुम्बकीय बल रेखाओं के किसी बिन्दु पर खीची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करती है।



गुण–

(i) चुम्बकीय बल रेखाएँ सदैव चुम्बक के उत्तरी ध्रुव से निकलती हैं और दक्षिणी ध्रुव में प्रवेश करती हैं, और चुम्बक के अन्दर से होते हुए वापस उत्तरी ध्रुव पर आ जाती हैं, इस प्रकार ये रेखाएँ बन्द वक्र होती हैं।
(ii) दो चुम्बकीय बल रेखाएं एक-दूसरे को कभी काटती नहीं हैं, क्योंकि इनके कटान बिन्दु पर दो स्पर्श रेखाएँ खीची जा सकती हैं जिससे उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दो दिशाएँ प्रदर्शित होगी, जो कि असम्भव है।

एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र मे चुम्बकीय द्विध्रुव को घुमाने मे किया गया कार्य

एक समान चुम्बकीय क्षेत्र $\boldsymbol{B}$ मे चुम्बकीय द्विध्रुव पर आरोपित बलयुग्म-

$$\tau = MB\sin\theta \quad \text{——— (i)}$$

चुंबकीय द्विध्रुव को अल्प कोणीय विस्थापन $d\theta$ तक घुमाने में किया गया अल्प कार्य-

$$dW = \tau \cdot d\theta \quad \text{——— (ii)}$$

अब चुंबकीय द्विध्रुव को $\theta_1 \rightarrow \theta_2$ तक घुमाने में किया गया कुल कार्य -

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} dW = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau \cdot d\theta \quad \text{(समी. ii से)}$$

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} MB \sin\theta \cdot d\theta \quad \text{(समी. i से)}$$

$$W = M \cdot B \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta \cdot d\theta = MB \left[-\cos\theta\right]_{\theta_1}^{\theta_2}$$

$$W = -MB\left(\cos\theta_2 - \cos\theta_1\right)$$

$$\left[W = MB\left(\cos\theta_1 - \cos\theta_2\right)\right]$$

यदि θ1=0° तथा θ2=θ हो तो

$$W = MB(\cos 0^\circ - \cos\theta)$$

$$[W = MB(1 - \cos\theta)]$$

चुम्बकीय स्थितिज ऊर्जा [Magnetic Potential Energy]

जब किसी चुम्बकीय द्विध्रुव को एक समान चुम्बकीय क्षेत्र मे रखा जाता है तो उस पर एक बलयुग्म कार्य करने लगता है जो उसे चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में रखने का प्रयास करता है, यही कार्य चुम्बकीय द्विध्रुव मे चुम्बकीय स्थितिज ऊर्जा के रूप मे संचित हो जाता है।

सूत्र का निगमन-

एकसमान चुंबकीय क्षेत्र B में चुंबकीय द्विध्रुव पर बलयुग्म-

BoardStudy

$$\tau = MB \sin\theta$$

द्विध्रुव को अल्प कोणीय विस्थापन dθ देने में किया गया अल्प कार्य-

$$dW = \tau \cdot d\theta$$

अब द्विध्रुव को (90०→θ) तक घुमाने में किया गया कुल कार्य -

$$W = \int_{90^\circ}^{0} dW = \int_{90^\circ}^{0} \tau \cdot d\theta = \int_{90^\circ}^{0} MB \sin\theta \cdot d\theta$$

$$W = MB \int_{90^\circ}^{0} \sin\theta \cdot d\theta = MB \left[-\cos\theta\right]_{90^\circ}^{0}$$

$$W = -MB(\cos\theta - \cos 90^\circ)$$

$$W = -MB\,(\cos\theta - 0)$$

$$W = -MB\cos\theta$$

चुंबकीय स्थितिज ऊर्जा = किया गया कार्य

U = W

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

Case I - यदि चुंबकीय द्विध्रुव चुंबकीय क्षेत्र के समांतर है -

$$\theta = 0^\circ$$

$$U = -MB\cos 0^\circ \Rightarrow [U = -MB] \text{ जूल}$$

Case 2 - यदि चुंबकीय द्विध्रुव चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत है -

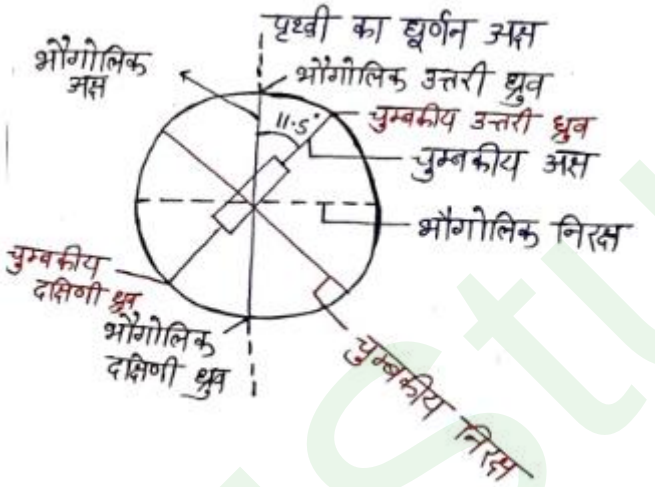
BoardStudy

$$\theta = 90^\circ$$

$$U = -MB\cos 90^\circ$$

$$[U = 0]$$

पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र (Earth's Magnetic field)-



भौगोलिक अक्षः- पृथ्वी के भौगोलिक उत्तरी ध्रुव तथा भौगोलिक दक्षिणी ध्रुव को मिलाने वाली रेखा पृथ्वी की भौगोलिक अक्ष कहलाती हैं।

चुम्बकीय अक्षः- पृथ्वी के चुम्बकीय उत्तरी ध्रुव तथा चुम्बकीय दक्षिणी ध्रुव को मिलाने वाली रेखा पृथ्वी की चुम्बकीय अक्ष कहलाती हैं।

भौगोलिक याम्योत्तरः- भौगोलिक अक्ष से होकर जाने वाली तथा पृथ्वी के सतह के लम्बवत् समतल को भौगोलिक याम्योत्तर कहते हैं।

चुम्बकीय याम्योत्तरः- चुम्बकीय अक्ष से होकर जाने वाले तथा पृथ्वी की सतह के लम्बवत् समतल को चुम्बकीय याम्योत्तर कहते हैं।

पृथ्वी के चुम्बकत्व के अवयव

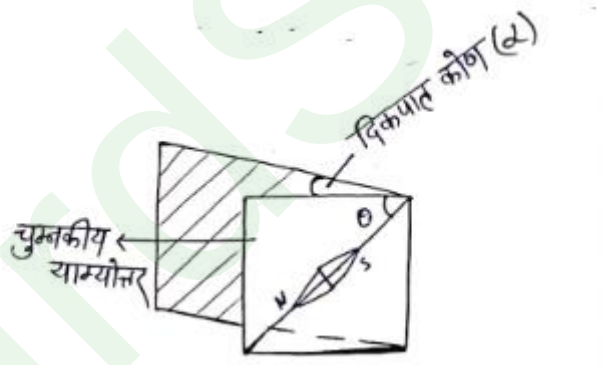
BoardStudy

जिनके द्वारा किसी स्थान पर पृथ्वी के सम्पूर्ण चुम्बकीय क्षेत्र की जानकारी प्राप्त की जाती है, उन्हें पृथ्वी के चुम्बकत्व के अवयव कहते हैं।

भू – चुम्बकत्व के अवयन तीन प्रकार के होते है।

(i) दिक्पात कोण
(ii) नति अथवा नमन कोण
(iii) पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक

(i) दिकपात कोणः- किसी स्थान पर चुम्बकीय याम्योत्तर तथा भौगोलिक चुम्बकीय याम्योत्तर के बीच बने न्यूनकोण को दिकपात कोण कहते हैं। इसे α से दर्शाते हैं।



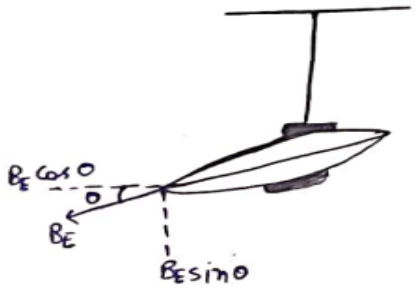
दिए गए स्थान पर समय के साथ दिकपात कोण का मान बदलता रहता है तथा अलग-अलग स्थानों पर भी अलग- अलग होता है।

(ii) नति अथवा नमन कोणः- चुम्बकीय याम्योत्तर मे स्वतंत्रतापूर्वक लटकाई गई चुम्बकीय सुई क्षैतिज से जो कोण बनाती है उसे नति अथवा नमन कोण कहते हैं। इसे θ से प्रदर्शित करते हैं।

दिए गए स्थान पर नति कोण का मान समय के साथ नहीं बदलता है तथा अलग-अलग स्थानों पर अलग- अलग होता है।

चु० निरक्ष पर नति कोण का मान 0° तथा ध्रुवो पर 90° होता है।

(iii) पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक-



यदि पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता BE के क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर घटक क्रमशः BH और BV हों, तो - चित्र से

$$B_H = B_E \cos\theta \quad \text{——— (i)}$$

$$B_V = B_E \sin\theta \quad \text{——— (ii)}$$

समीकरण (i) व (ii) को वर्ग करके जोड़ने पर

$$B_H^2 + B_V^2 = B_E^2 \cos^2\theta + B_E^2 \sin^2\theta$$

$$B_H^2 + B_V^2 = B_E^2(\sin^2\theta + \cos^2\theta)$$

$$B_E^2 = B_H^2 + B_V^2$$

$$\boxed{B_E = \sqrt{B_H^2 + B_V^2}}$$

समीकरण (i) से (ii) को भाग करने पर

BoardStudy

$$\frac{B_V}{B_H} = \frac{B_E \sin\theta}{B_E \cos\theta}$$

$$\tan\theta = \frac{B_V}{B_H}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{B_V}{B_H}\right)$$

Case 1 - चुंबकीय निरक्ष पर

$$\theta = 0^\circ$$

$$\tan 0^\circ = \frac{B_V}{B_H} \Rightarrow [B_V = 0]$$

Case 2 - चुंबकीय ध्रुवों पर

$$\theta = 90^\circ$$

$$\tan 90^\circ = \frac{B_V}{B_H} \Rightarrow \infty = \frac{B_V}{B_H} = \frac{1}{0}$$

$$[B_H = 0]$$

Case 3 - यदि BH = BV

$$\tan\theta = \frac{B_V}{B_H} = 1 = \tan 45^\circ$$

$$[\theta = 45^\circ]$$

Boardstudy

उदासीन बिन्दु [Neutral Points]

वे बिन्दु जहां पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता तथा किसी चुम्बक के चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता परिमाण मे समान तथा दिशा में विपरीत होती है, ऐसे बिन्दुओ पर परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता शून्य होती है ऐसे बिन्दुओं को उदासीन बिन्दु कहते है।

चुम्बकीय पदार्थों के सम्बन्ध में परिभाषाए

(I) चुम्बकन तीव्रता:- चुम्बकन तीव्रता, चुम्बकित पदार्थ के एकांक आयतन के चुम्बकीय आघूर्ण के बराबर होती है।

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

जहां $\vec{I}$ - चुंबकन तीव्रता

$\vec{M}$ – चुंबकीय पदार्थ

V - आयतन

मात्रक-

$$\frac{\text{Amp} - \text{m}^2}{\text{m}^3} \Rightarrow \frac{\text{Amp}}{\text{m}} \Rightarrow [A\,\text{m}^{-1}]$$

(2) चुम्बकीय तीव्रता:- चुम्बकन क्षेत्र की पदार्थ को चुम्बकित करने की क्षमता एक वेक्टर ($H^{\rightarrow}$) द्वारा व्यक्त की जाती है, जिसे चुम्बकीय तीव्रता कहते है।

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} - \vec{I}$$

जहां-

$\vec{H}$ - चुंबकीय तीव्रता

$\vec{B}$ - चुंबकीय प्रेरण

$\vec{I}$ - चुंबकन तीव्रता

मात्रक-

$$[A\,m^{-1}]$$

(3) चुम्बकशीलता (u):- चुम्बकित पदार्थ के भीतर उत्पन्न चुम्बकीय प्रेरण ($B^{\rightarrow}$) तथा चुम्बकन क्षेत्र की चुम्बकीय तीव्रता ($I^{\rightarrow}$) के अनुपात को चुम्बकशीलता कहते हैं। इसे u से दर्शाते हैं।

$$\mu = \frac{\vec{B}}{\vec{H}} \quad \text{या} \quad \left[\mu = \frac{B}{H}\right]$$

मात्रक-

$$[Wb/A \cdot m \quad \text{या} \quad Wb\,A^{-1}\,m^{-1}]$$

(4) सापेक्ष चुम्बकशीलता (u_r):- किसी पदार्थ की चुम्बकशीलता तथा वायु (निर्वात) की चुम्बकशीलता के अनुपात को सापेक्ष चुम्बकशीलता कहते हैं।

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

जहाँ- μ - पदार्थ की चुंबकशीलता

μ_0 - निर्वात (वायु) की चुंबकशीलता

ये मात्रक हीन राशि हैं।

(5) चुम्बकीय सुग्राहिता अथवा प्रवृत्ति:- किसी पदार्थ की चुम्बकन तीव्रता ($I^{\rightarrow}$), चुम्बकीय क्षेत्र की चुम्बकीय तीव्रता ($H^{\rightarrow}$) के अनुक्रमानुपाती होती हैं।

Boardstudy

$$\vec{I} \propto \vec{H}$$

$$\vec{I} = \chi_m \vec{H}$$ जहां χm - चुंबकीय सुग्राहिता

$$\left[\chi_m = \frac{\vec{I}}{\vec{H}}\right]$$

"किसी पदार्थ मे उत्पन्न चुम्बकन तीव्रता ($I^{\rightarrow}$) तथा उसे उत्पन्न करने वाले चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता ($H^{\rightarrow}$) के अनुपात को चुम्बकीय सुग्राहिता कहते हैं।"

सापेक्ष चुम्बकशीलता तथा चुम्बकीय सुग्राहिता मे सम्बन्ध

चुंबकीय तीव्रता की परिभाषा से -

$$H = \frac{B}{\mu_0} - I$$

$$H + I = \frac{B}{\mu_0}$$

$$B = \mu_0(H + I) \quad \{\because I = \chi_m H\}$$

$$B = \mu_0 H(1 + \chi_m) \quad \{\because \mu = \frac{B}{H} \Rightarrow B = \mu H\}$$

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

$$\frac{\mu}{\mu_0} = 1 + \chi_m \quad \{\because \mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}\}$$

$$[\mu_r = 1 + \chi_m]$$