चैप्टर–2
चुम्बकत्व एवं विधुत चुम्बकत्व

किसी भी चुम्बक में चाहे वह लौह, प्राकृतिक या कृत्रिम हो निम्न गुण पाये जाते हैं –

(1) चुम्बक लोहे, इस्पात एवं चुम्बकीय पदार्थ को अपनी ओर आकर्षित करता है। यह आकर्षण, ध्रुवों पर सबसे अधिक होता है।

(2) चुम्बक को स्वतंत्रतापूर्वक लटकाने पर यह सदैव ही उत्तर–दक्षिण दिषा में ठहरता है। जो ध्रुव उत्तर दिषा की ओर ठहरता है उत्तरी ध्रुव और जो दक्षिण दिषा की ओर ठहरता है उसे दक्षिण ध्रुव कहते हैं।

(3) समान ध्रुवों में प्रतिकर्षण और विपरीत ध्रुवों मे आकर्षण होता है।

(4) एक चुम्बक दूसरे चुम्बकीय पदार्थ में बिना स्पर्ष के प्रेरण द्वारा चुम्बकत्व उत्पन्न कर सकता है।

(5) चुम्बक यांत्रिक प्रभाव डालता है। इस प्रभाव का अनुभव उसको घेरे हुये विस्तृत क्षेत्र में किया जा सकता है। इस क्षेत्र को चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) कहते हैं।

कूलॉम (coloumb) का नियम

फ्रांसीसी वैज्ञानिक कूलॉम के मतानुसार किन्ही दो चुम्बकीय ध्रुवों में आकर्षण या प्रतिकर्षण बल ' F ' निम्न बातों पर निर्भर करता है –

(1) दूरी स्थिर रखने पर यह बल चुम्बकीय ध्रुवों की ध्रुव प्राबल्य ($\mathbf{m_1}$ एवं $\mathbf{m_2}$) के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती होता है।

अर्थात् $F \propto m_1 \times m_2$

(2) चुम्बकीय ध्रुव प्राबल्य स्थिर रहने पर यह उनके बीच की दूरी d के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

अर्थात् $F \propto 1 / d^2$.

इन दोनों परिणामों को मिलाकर लिखने पर –

$$F \propto m_1 \times m_2 / d^2$$

$$F = \mu \times m_1 \times m_2 / d^2$$

जबकि μ एक नियतांक है जिसे चुम्बकीय ध्रुवों के बीच उपस्थित माध्यम की चुम्बकषीलता (Magnetic Permeability) कहते हैं। CGS पद्धति में हवा और निर्वात के लिये इसका मान एक है। अतः $\mu = 1$ रखने पर, दो चुम्बकीय ध्रुवों में आकर्षण या प्रतिकर्षण बल होगा–

$$F = m_1 \times m_2 / d^2 \quad \text{.....(1)}$$

(इसे चुम्बकत्व का व्युत्क्रम वर्ग नियम (Inverse Square Law) भी कहते हैं।)

परिभाषाये (Definitions)

(1) एकांक ध्रुव (Unit Pole) – सूत्र $F = m_1 \times m_2 / d^2$ में यदि $d = 1$ सेमी और $F = 1$ डाइन रख दे तो समान ध्रुवों के लिये $m1 = m2 = 1$ होगा।

अतएव C.G.S. पद्धति में (यदि दो समान ध्रुवों को एक सेमी की दूरी पर रखने से उनके बीच एक डाइन का प्रतिकर्षण बल उत्पन्न होता हो तो प्रत्येक ध्रुव एकांक ध्रुव (Unit pole) कहलाता है।)

(2) ध्रुव–प्राबल्य (Pole strength) – सूत्र $F = m_1 \times m_2 / d^2$ में यदि $d = 1$ सेमी और $m_2 = 1$ C.G.S. मात्रक रख दे तो $F = m$ होगा। इसका मात्रक वेबर (Weber) होता है।

(3) चुम्बकीय क्षेत्र और उसकी तीव्रता (Magnetic field and its Intensity (H) – किसी चुम्बक के चुम्बकीय क्षेत्र को मापने के लिये उस क्षेत्र में किसी बिन्दु पर एकांक उत्तरी–ध्रुव की कल्पना की जाती है। तथा चुम्बकीय क्षेत्र में किसी बिन्दु पर स्थित इस एकांक उत्तरी ध्रुव पर लगने वाले बल को उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं।

कूलाम के नियमानुसार m ध्रुव–प्राबल्य के चुम्बकीय ध्रुव से d दूरी पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता = $m \times 1 / d^2 = m / d^2$ होती है।

यदि एकांक उत्तरी ध्रुव के स्थान पर m ध्रुव प्राबल्य का कोई चुम्बक रखा हो तो इस चुम्बक के ध्रुव पर उत्पन्न बल $F = m \times H$ होगा।

चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का मापक ऑर्स्टेड (oersted) है। यदि चुम्बकीय क्षेत्र के किसी बिन्दु पर रखे एकांक उत्तरी ध्रुव पर एक डाइन का बल आरोपित होता तो उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता एक ऑर्स्टेड (Oersted) कहलाती है।

(4) एक समान चुम्बकीय क्षेत्र (Uniform Magnetic Field) – वह चुम्बकीय क्षेत्र जिसके प्रत्येक बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता, मान और दिषा में समान रहती है, एक समान चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।

(5) चुम्बकीय याम्योत्तर (Magnetic Meridian) – स्वतंत्रता पूर्वक लटकाई गई चुम्बकीय सुई की अक्ष (Axis) से गुजरने वाले ऊर्ध्वाधर समतल (Perpendicular plane) या इस तल के समानान्तर किसी समतल को चुम्बकीय याम्योत्तर कहते हैं।

(6) प्रभावकारी लम्बाई (Effective length) – एक दण्ड चुम्बक के ध्रुव सिरों पर न होते हुये कुछ अन्दर होते हैं। दण्ड चुम्बक की कुल लम्बाई को ज्यामितीय लम्बाई कहते हैं और दण्ड चुम्बक के उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों के बीच की दूरी को प्रभावकारी लम्बाई कहते हैं।

(7) चुम्बकीय आधूर्ण (Magnetic moment)– किसी दण्ड चुम्बक के ध्रुव प्राबल्य और प्रभावकारी लम्बाई के गुणनफल को चुम्बकीय आधूर्ण कहते हैं। यदि किसी चुम्बक का ध्रुव–प्राबल्य m और प्रभावकारी लम्बाई $2l$ हो तो उस चुम्बक का चुम्बकीय आधूर्ण होगा –

$$M = m \times 2l = 2ml$$

C.G.S. पद्धति में चुम्बकीय आधूर्ण का मात्रक डाइन सेमी प्रति ऑर्स्टेड होता है। साधारणतः इसे C.G.S. मात्रक में ही लिखते हैं।

(8) चुम्बकन क्षेत्र (Magnetising Field) – वह क्षेत्र जिसमें चुम्बकीय पदार्थ को रखे जाने पर वह चुम्बकीय गुण ग्रहण कर लेता है (अर्थात् चुम्बक बन जाता है), उसे चुम्बकन क्षेत्र कहते हैं। किसी बिन्दु पर चुम्बकन क्षेत्र की तीव्रता उस बिन्दु को घेरे एकांक क्षेत्रफल (Unit area) से लम्बवत् गुजरने वाली बल रेखाओं के बराबर होती है। इसे H से प्रदर्षित करते हैं। इसका S.I. मात्रक ऐम्पियर/मीटर है।

(9) चुम्बकषीलता (Magnetic Permeability) – किसी पदार्थ की चुम्बकषीलता, चुम्बकीय क्षेत्र में रखे उस पदार्थ के एकांक क्षेत्रफल से लम्बवत् गुजरने वाली बल रेखाओं की संख्या तथा पदार्थ की अनुपस्थिति में उसी स्थान पर वायु में एकांक क्षेत्रफल के लम्बवत् गुजरने वाली बल रेखाओं की संख्या के अनुपात के बराबर होती है।

अतः $\mu = B / H$

इसका S.I. मात्रक हेनरी/मीटर या वेबर/ऐम्पियर मीटर या टेसला मी./एम्पीयर

(10) चुम्बकीय प्रेरण या चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व (Magnetic induction or Magntic flux density)– पदार्थ के अन्दर किसी बिन्दु पर परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र B पदार्थ के चुम्बकत्व के कारण चुम्बकीय क्षेत्र H_1 और चुम्बकन क्षेत्र H के सदिष योग के बराबर होता है, अर्थात् $B = H_1 + H$ इस प्रकार यह परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र B को ही चुम्बकीय प्रेरण या चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व कहते हैं। इसका S.I. मात्रक न्यूटन/एम्पियर मीटर है या वेबर / मीटर या टेसला है।

(11) चुम्बकन तीव्रता (Intensity of Magnetism) – जब हम किसी चुम्बकीय पदार्थ को किसी चुम्बकन क्षेत्र में रखकर चुम्बकित करते हैं तो हमारे लिये यह जानना आवष्यक हो जाता है कि पदार्थ में कितना चुम्कत्व उत्पन्न हुआ है। इस चुम्बकत्व की माप चुम्बकन तीव्रता से की जाती है।

परिभाषा से –

चुम्बकन तीव्रता I = चुम्बकीय आघूर्ण (M) / पदार्थ का आयतन (V)

उपरोक्त समीकरण में यदि $V = 1$ रखें तो $I = M$ होगा।

अर्थात् ''किसी चुम्बकीय पदार्थ के एकांक आयतन में उत्पन्न चुम्बकीय आघूर्ण को चुम्बकन तीव्रता कहते हैं इसका S.I. मात्रक ऐम्पियर/मीटर है।

(12) चुम्बकीय प्रवृत्ति (Magnetic Susceptibility) – अलग–अलग चुम्बकीय पदार्थों को किसी निष्चित चुम्बकीय क्षेत्र में रखकर चुम्बकित करने पर पाया गया कि प्रत्येक पदार्थ में अलग–अलग परिमाण का चुम्बकत्व उत्पन्न होता है। इसकी पुष्टि प्रयोगों द्वारा हो चुकी है।

इस प्रकार यदि H तीव्रता के चुम्बकीय क्षेत्र में चुम्बकीय पदार्थ को रखे जाने पर, चुम्बकन तीव्रता I उत्पन्न होती है तो उस पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति –

χm = पदार्थ में उत्पन्न चुम्बकन तीव्रता (I) / चुम्बकन क्षेत्र (H)

अर्थात् पदार्थ में प्रेरण द्वारा उत्पन्न चुम्बकन तीव्रता I व चुम्बकन क्षेत्र की तीव्रता H के अनुपात को पदार्थ की चुम्बकीय प्रवृत्ति कहते हैं।

प्रति चुम्बकीय, अनुचुम्बकीय तथा लौह चुम्बकीय पदार्थ

(Diamagnetic,para magnetic and ferromagnetic materials)

1. **प्रति चुम्बकीय पदार्थ (Diamagnetic Material)** – वे पदार्थ, जिन्हें किसी चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर वे क्षेत्र की दिषा के विपरीत थोड़–सा (क्षीण) चुम्बकित हो जाते हैं एवं किसी षक्तिषाली चुम्बक के सिरों के पास लाये जाने पर कुछ प्रतिकर्षित होते हैं, प्रति चुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं एवं पदार्थों के इस गुण को प्रति चुम्बकत्व कहते हैं।

   उदाहरण – वायु, हाइड्रोजन, एल्कोहल, बिस्मथ, तांबा, पारा, सोना, एंटीमनी, पानी, क्वार्ट्ज इत्यादि।

प्रति चुम्बकीय पदार्थों के गुण–

1. इन पदार्थों से बनी छड़ को एक समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में स्वतंत्रतापूर्वक लटकाने पर यह क्षेत्र की दिषा के लम्बवत् दिषा में ठहरती है।
2. प्रति चुम्बकीय पदार्थों के घोल से भरी U नली को प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र में रखें जाने पर नली में द्रव का तल नीचे गिर जाता है।
3. इन पदार्थों की चुम्बकषीलता (μ) 1 से थोड़ी कम होती है।
4. प्रति चुम्बकीय पदार्थों की चुम्बकीय प्रवृत्ति कम, किन्तु ऋणात्मक होती है तथा ताप पर निर्भर नही करती है।
5. जब किसी प्रतिचुम्बकीय पदार्थ को किसी असमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखतें हैं तो यह क्षेत्र के अधिक तीव्रता वाले भाग से कम तीव्रता वाले भाग की ओर चलने लगते हैं।

2. **अनुचुम्बकीय पदार्थ (Paramagnetic Material)–** वे पदार्थ, जिन्हें किसी चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर, वे क्षेत्र की दिषा में ही थोड़–सा (क्षीण) चुम्बकित हो जाते हैं एवं किसी षक्तिषाली चुम्बक के सिरों के पास लाये जाने पर आकर्षित होते हैं, अनुचुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं एवं पदार्थ के इस गुण को अनुचुम्बकत्व कहते हैं।

   उदाहरण– ऑक्सीजन, क्रोमियम, मैंगनीज, प्लेटिनम, एल्यूमीनियम तथा लोहे निकिल लवणों के घोल इत्यादि।

अनुचुम्बकीय (Paramagnetic Material) पदार्थों के गुण –

(1) अनुचुम्बकीय पदार्थ, किसी चुम्बकीय क्षेत्र में स्वतंत्रतापूर्वक लटकाने पर यह घूमकर चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर हो जाते हैं तथा पदार्थ के सिरों पर उत्पन्न ध्रुव चुम्बकीय ध्रुवों के विपरीत होते हैं।

(2) अनुचुम्बकीय पदार्थों के घोल से भरी नली को प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर नली में द्रव का तल थोडा ऊपर उठ जाता है।

(3) इन पदार्थों की चुम्बकषीलता (μ) 1 से अधिक होती है, अतः अर्थात् चुम्बकीय पदार्थ के भीतर अधिक बल रेखायें एकत्रित हो जाती हैं।

(4) अनुचुम्बकीय पदार्थों की चुम्बकीय प्रवृत्ति कम, किन्तु धनात्मक होती है।

(5) किसी अनुचुम्बकीय पदार्थ को किसी असमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर यह क्षेत्र के कम तीव्रता वाले भाग से अधिक तीव्रता वाले भाग की ओर चलने लगते हैं।

(6) ये पदार्थ, षक्तिषाली चुम्बक की ओर आकर्षित होते हैं।

3. **लौह चुम्बकीय पदार्थ (ferro Magnetic Material) –** वे पदार्थ, जिन्हें किसी चुम्बकीय क्षेत्र में रखे जाने पर, वे क्षेत्र की दिषा में ही प्रबल रूप से चुम्बकित हो जाते हैं एवं किसी चुम्बक के सिरों के पास ले जाने पर उसकी और तेजी से आकर्षित होते हैं, लौह चुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं एवं पदार्थ के इस गुण को लौह चुम्बकत्व कहते हैं।

उदाहरण – कोबाल्ट, निकिल, लोहा, इस्पात, गेलेनियम इत्यादि।

लौह चुम्बकीय पदार्थों (ferro Magnetic Material) के गुण–

1. इन पदार्थों को चुम्बकीय क्षेत्र में स्वतंत्रता पूर्वक लटकाने पर, यह घूमकर चुम्बकीय क्षेत्र के समानान्तर हो जाते हैं।
2. यह पदार्थ दुर्बल चुम्बक की ओर भी आकर्षित हो जाते हैं।
3. इन पदार्थों की चुम्बकषीलता (μ) का मान बहुत अधिक होता है।
4. इन पदार्थों की चुम्बकीय प्रवृत्ति धनात्मक एवं काफी अच्छी होती है यह क्यूरी के नियम का पालन करते हैं ताप बढ़ाने पर लौह चुम्बकत्व कम होने लगता है तथा एक निष्चित ताप (क्यूरी ताप) के ऊपर लौह चुम्बकीय पदार्थ, अनुचुम्बकीय पदार्थ बन जाता है।
5. जब इन पदार्थों को किसी असमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखते हैं तो यह क्षेत्र के कम तीव्रता वाले भाग से अधिक तीव्रता वाले भाग की ओर चलने लगते हैं।
6. जब इन पदार्थों को किसी चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो यह क्षेत्र की दिषा में ही तीव्रता से चुम्बकित हो जाते हैं और उसमें ध्रुव प्रेरित हो जाते हैं।

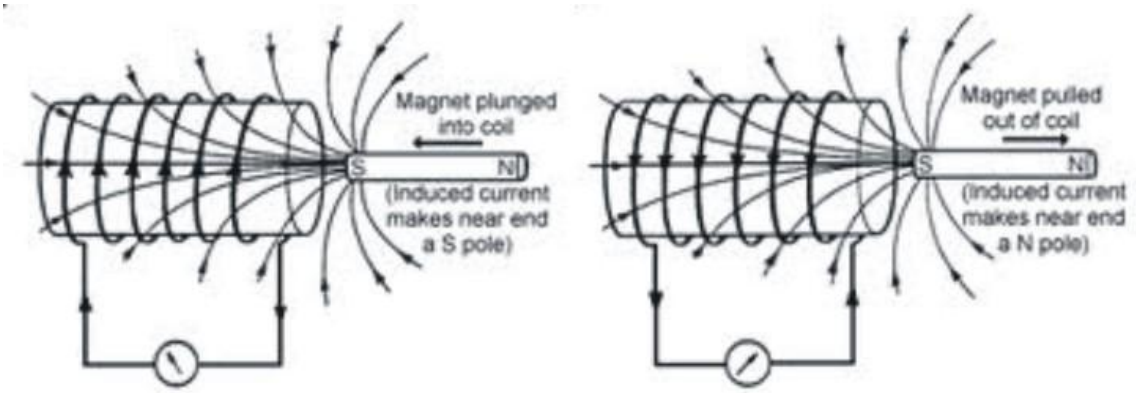
प्रतिचुम्बकीय, अनुचुम्बकीय तथा लौह चुम्बकीय पदार्थों में अंतर

(Difference among Diamagnetic,para magnetic and ferromagnetic materials)

क्र.	प्रतिचुम्बकीय पदार्थ (Diamagnetic material)	अनुचुम्बकीय पदार्थ (Paramagnetic material)	लौह चुम्बकीय पदार्थ (Ferromagnetic material)
1	यह पदार्थ किसी षक्तिषाली चुम्बक द्वारा हल्का प्रतिकर्षण बल का अनुभव करते हैं।	ये पदार्थ षक्तिषाली चुम्बक द्वारा हल्का आकर्षण बल का अनुभव करते हैं।	यह पदार्थ किसी षक्तिषाली चुम्बक द्वारा तीव्र आकर्षण बल अनुभव करते हैं।
2	इन्हें किसी चुम्बकीय क्षेत्र में लटकाये जाने पर, यह क्षेत्र के लम्बवत् हो जाते हैं।	इन्हें किसी चुम्बकीय क्षेत्र में लटकाये जाने पर, ये क्षेत्र के समानान्तर हो जाते हैं।	इन्हें किसी चुम्बकीय क्षेत्र में लटकाये जाने पर, यह भी क्षेत्र के समानान्तर हो जाते हैं।
3	इसकी चुम्बकषीलता एक से कुछ कम होती है।	इसकी चुम्बकषीलता एक से कुछ अधिक होती है।	इसकी चुम्बकषीलता बहुत अधिक होती है।
4	इनकी चुम्बकीय प्रवृत्ति कम तथा ऋणात्मक होती है।	इनकी चुम्बकीय प्रवृत्ति कम किन्तु धनात्मक होती है।	इनकी चुम्बकीय प्रवृत्ति अधिक एवं धनात्मक होती है।
5	इन पदार्थों के स्थायी चुम्बक नहीं बनाये जा सकते।	इन पदार्थों के भी स्थायी चुम्बक नहीं बनाये जा सकते।	इन पदार्थों के स्थायी चुम्बक बनाये जा सकते हैं।
6	इनकी चुम्बकीय प्रवृत्ति ताप पर निर्भर नहीं करती है।	इनकी चुम्बकीय प्रवृत्ति परम ताप के व्युत्क्रमानुपाती होती है ।	इनकी चुम्बकीय प्रवृत्ति ताप बढ़ाने पर घटती है ।
7	यह पदार्थ अधिक चुम्बकीय तीव्रता वाले भागों से कम तीव्रता वाले भागों की ओर जाते हैं।	यह पदार्थ कम चुम्बकीय तीव्रता वाले भागों से अधिक तीव्रता वाले भागों की ओर जाते हैं।	इनका व्यवहार भी अनुचुम्बकीय पदार्थों की भांति होता है ।
8	उदाहरण– जल, सोना, एल्कोहल, बिस्मथ आदि	उदाहरण–ऐल्यूमीनियम, प्लेटिनम, मैंगनीज आदि	उदाहरण– कोबाल्ट, निकिल, लोहा आदि

विद्युत चुम्बकीय प्रेरण(Electro Magnetic Induction)

जैसा कि हम जानते हैं कि जब किसी चालक में धारा प्रवाहित की जाती है तो चालक के आस–पास चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) उत्पन्न हो जाता है। यह विद्युत धारा का चुम्बकीय प्रभाव कहलाता है। विद्युत धारा के चुम्बकीय प्रभाव की खोज ओर्स्टेड (Oersted) ने की थी। इस तथ्य का अध्ययन करने के बाद माइकल फैराडे (Faraday) के मस्तिष्क में विचार आया कि जब विद्युत धारा (Electric current) प्रवाहित करने से चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) उत्पन्न होता है, तो चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) से विद्युत धारा (Electric current) उत्पन्न होनी चाहिये। इस तथ्य की खोज के लिये माइकल फैराडे अनेकों वर्षों तक एक धारामापी लगी हुई कुण्डली (Coil) तथा एक चुम्बक हमेषा अपने साथ लिये रहते थे। एक दिन अचानक चुम्बक कुण्डली के अन्दर गिर गया, जिससे धारामापी में क्षणिक में विक्षेप (Deflection) हुआ और यह स्पष्ट हो गया कि चुम्बक के कुण्डली के अन्दर गिरने से क्षणिक विद्युत धारा (Electric current) उत्पन्न होती है, इसके बाद माइकल फैराडे ने इस तथ्य का विधिवत् विस्तारपूर्वक अध्ययन किया और निम्न निष्कर्ष निकाले –



(1) जब किसी चुम्बक के किसी ध्रुव (N या S) को किसी बन्द परिपथ (Close circuit) अर्थात् कुण्डली (Coil) के पास लाने पर, धारामापी में विक्षेप (Deflection) आता है एवं इस स्थिति से दूर जाने पर विक्षेप (Deflection) की दिषा, पहले से विपरीत दिषा में होती है।

(2) धारामापी में विक्षेप का अस्तित्व तब तक रहता है, जब तक की कुण्डली व चुम्बक के बीच आपेक्षित गति होती है।

(3) धारामापी में विक्षेप, कुण्डली व चुम्बक की आपेक्षित गति पर निर्भर करता है, गति तीव्र होने पर विक्षेप भी अधिक होता है।

(4) धारामापी में उत्पन्न विक्षेप (Deflection),कुण्डली में फेरों की संख्या (Number of turms in coil) के अनुक्रमानुपाती होता है।

जैसा कि हम जानते हैं कि धारामापी में विक्षेप (Deflection), धारा प्रवाहित करने पर प्राप्त होता है, परन्तु उपरोक्त अवलोकन में कोई विद्युत स्त्रोत (Electric source) नहीं जुड़ा है। अतः इन प्रेक्षणों (Observations) से यह निष्कर्ष निकलता है कि जब चुम्बक तथा कुण्डली के बीच आपेक्षित गति होती है तो कुण्डली में एक विद्युत वाहक बल (Electro magnetic force) उत्पन्न होता है, इस विद्युत वाहक बल (Electro magnetic force) को प्रेरित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) कहते हैं तथा इस घटना को विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (Electro magnetic induction) कहते हैं एवं प्रेरित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) द्वारा उत्पन्न इस धारा को प्रेरित विद्युत धारा (Induced electric current) कहते हैं।

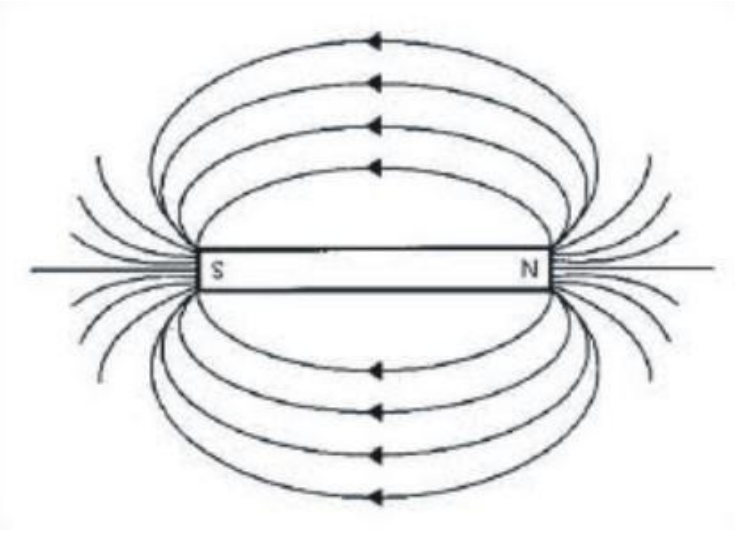
महत्वपूर्ण तथ्य –

- जब एक चुम्बक (Magnet) व कुण्डली के बीच आपेक्षित गति होती है तो कुण्डली में एक वि.वा बल (E.M.F.)उत्पन्न होता है, इस वि.वा. बल (E.M.F.)को प्रेरित वि.वा. बल (Induced E.M.F.) कहते हैं एवं उत्पन्न धारा, प्रेरित धारा (Induced current) कहलाती है तथा यह घटना विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (Electro magnetic induction) कहलाती है।

- विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (Electro magnetic induction) की घटना में प्रेरित वि.वा.बल (Induced E.M.F.) उत्पन्न होता है, न कि सीधे विद्युत धारा (Electric current)।
- किसी परिपथ (Circuit) में प्रेरित वि.वा.बल (Induced E.M.F) का उत्पन्न होना, परिपथ (Circuit) से सम्बद्ध(Attach) चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन Change in magnetic flux के कारण होता है एवं वि. वा.बल (E.M.F.) का अस्तित्व तब तक रहता है, जब तक चुम्बकीय फ्लक्स (Magnetic flux) में परिवर्तन होता रहता है।
- किसी परिपथ (Circuit) में उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल (Induced E.M.F.) का मान चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर (Rate of change in manetic flux) के अनुक्रमानुपाती (Propotional) होता है। प्रेरित वि.वा.बल (Induced E.M.F.) की दिषा ज्ञात करने के लिये लेंज के नियम (Lenz's law) का उपयोग करते हैं। लेंज का नियम ऊर्जा संरक्षण के नियम के अनुकूल है।
- प्रेरित धारा (Induced current) की दिषा फ्लेमिंग के दायें हाथ के नियम (Fleming's right hand rule) द्वारा ज्ञात की जाती है।
- किसी बन्द कुण्डली में होकर गुजरने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं (Magnetic lines of force) के परिवर्तन से उसमें प्रेरित धारा (Induced current) बहने लगती है, यदि किसी चालक में उत्पन्न प्रेरित धाराएं जल में उत्पन्न भँवर के समान हों तो उन्हें भँवर धाराएं (Eddy currents) कहते हैं, इसकी दिषा लेंज नियम से अथवा फ्लेमिंग के दायें हाथ नियम से ज्ञात कर सकते हैं।

- **<u>चुम्बकीय फ्लक्स (Magnetic Flux)</u>**

चुम्बकीय क्षेत्र में रखे किसी पृष्ठ में से होकर जाने वाली रेखाओं की कुल संख्या को उस पृष्ठ से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स कहते हैं, इसे ϕ से दर्षाते हैं। यह अदिष राषि है।



<u>विद्युतीय चुम्बकीय प्रेरण के फैराडे के नियम</u>
(Faraday's Laws Of Elecromagnetic Induction)

माइकल फैराडे ने विद्युत चुम्बकीय प्रेरण सम्बंधी निम्न नियमों का प्रतिपादन किया, जिन्हें फैराडे के विद्युतीय चुम्बकीय प्रेरण के नियम से जाना जाता है।

प्रथम नियम – जब किसी परिपथ (Circuit) से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स (Attached magnetic field) के मान में परिवर्तन किया जाता है तो उसमें विद्युत वाहक बल (E.M.F.) उत्पन्न होता है। यदि परिपथ बन्द (Close circuit) है तो उसमें प्रेरित धारा (Induced current) बहने लगती है। यह धारा तब तक बहती है, जब तक चुम्बकीय फ्लक्स (Magnetic flux) में परिवर्तन होता रहता है।

द्वितीय नियम – प्रेरित वि.वा.बल (Induced E.M.F.) का मान चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन की दर (Rate of change in magnetic flux) के अनुक्रमानुपाती (Propotional) होता है।

लैन्ज का नियम (Lenz's Law)

प्रेरित वि.वा.बल (Induced E.M.F.) की दिषा ज्ञात करने के लिये लैन्ज ने एक नियम का प्रतिपादन किया, जो इस प्रकार है–

''किसी परिपथ में प्रेरित विद्युत वाहक बल (Circuit induced E.M.F.) की दिषा हमेंषा इस तरह होती है कि वह उसी कारण का विरोध करता है, जिससे वह स्वयं उत्पन्न होता है''

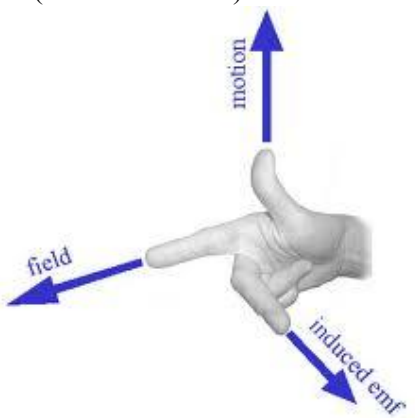
प्रेरित विद्युत वाहक बल के कारण बन्द परिपथ में प्रेरित धारा उत्पन्न होती है, जिसकी दिषा वही होती है, जो कि प्रेरित विद्युत वाहक बल की है। अतः प्रेरित विद्युत धारा द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की बल रेखाएं, परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है।

लैन्ज का नियम तथा ऊर्जा संरक्षण नियम – यदि एक छड़ चुम्बक का उत्तरी ध्रुव एक कुण्डली के तल के पास लाया जाता है तो लैन्ज के नियम से चुम्बक (Magnet) की ओर का कुण्डली का तल उत्तरी ध्रुव बन जाता है, अतः कुण्डली व चुम्बक के बीच प्रतिकर्षण बल कार्यषील हो जाता है, इस प्रतिकर्षण बल के विरूद्ध चुम्बक (Magnet) का गतिमान रखने के लिये, कुछ यांत्रिक कार्य करना पड़ता है या इस प्रकार कहें कि कुछ ऊर्जा व्यय होती है, किन्तु जब उत्तरी ध्रुव N को कुण्डली के तल से दूर ले जाया जाता है तो कुण्डली का यह तल दक्षिणी ध्रुव बन जाता है, अतः कुण्डली व चुम्बक के बीच आकर्षण बल (Attraction force) कार्यषील हो जाता है। इस आकर्षण बल (Attraction force) के विरूद्ध चुम्बक (Magnet) को गतिमान रखने के लिये कुछ यांत्रिक कार्य करना पड़ता है या इस प्रकार कहें कि कुछ ऊर्जा व्यय होती है, इस प्रकार यही यांत्रिक कार्य प्रेरित धारा (Induced current) के रूप में परिवर्तित हो जाता है। अतः लेंज का नियम ऊर्जा संरक्षण नियम के अनुकूल है।

प्रेरित धारा की दिषा प्राप्त करने के लिये फ्लेमिंग का दायें हाथ का नियम
(Fleming's Right Hand Rule To know The Direction Of Induced Current)

प्रेरित विद्युत धारा (Inducde current) की दिषा ज्ञात करने के लिये फ्लेमिंग का दायें हाथ का नियम है, जिसका उपयोग उस समय करते हैं जब कोई सीधा चालक (Straight conductor) चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) में, क्षेत्र की दिषा के लम्बवत् (Perpendicular) दिषा में कार्यषील हो। इस प्रकार नियम निम्नलिखित है –

''यदि हम दाहिने हाथ का अँगूठा, तर्जनी, मध्यमा इस प्रकार फैलावें कि वे परस्पर लम्बवत् हो, यदि अँगूठा चालक की गति (Motion of conductor) की दिषा में, तर्जनी चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) की दिषा बताये तो मध्यमा प्रेरित धारा (Induced current) की दिषा बतलायेगी।''

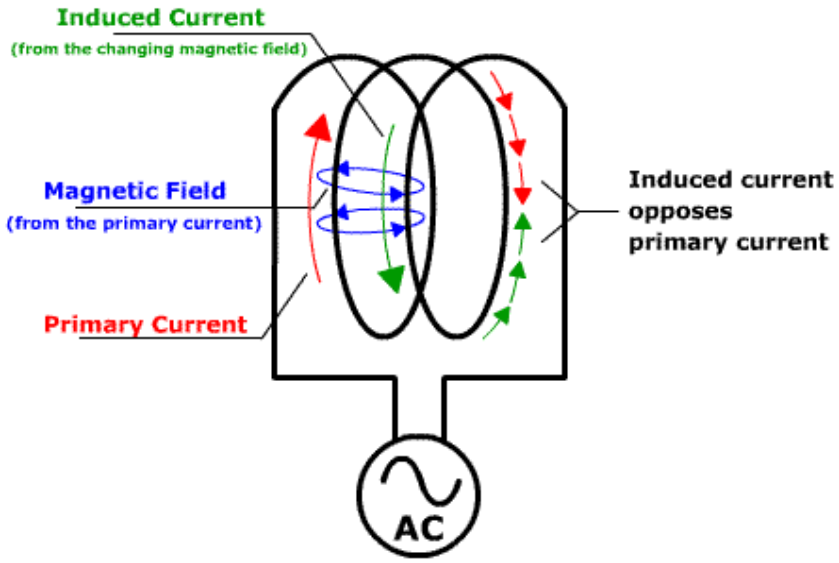


उपयोगी तथ्य

(1) लेंज के नियम (Lenz^s law) की सहायता से किसी भी परिपथ (Circuit) में प्रेरित धारा (Induced current) की दिषा ज्ञात करते हैं, जबकि फ्लेमिंग के दायें हाथ से केवल सीधे चालक (Straight conductor) में उत्पन्न प्रेरित धारा (Induced current) की दिषा ज्ञात करते हैं।

(2) फ्लेमिंग के बायें हाथ (Fleming left hand rule) के नियम द्वारा विद्युतवाही तार (Current carrying wire) जो कि किसी चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) में स्थित होता है, पर तार लगने वाले बल की दिषा ज्ञात करते हैं।

- **स्वप्रेरण या आत्मप्रेरण (Self Induction)–** जब किसी कुण्डली (Coil) में विद्युत धारा (Electric current) प्रवाहित की जाती है अथवा प्रवाहित धारा की प्रबलता (Intensity of current) एकाएक बढ़ा दी जाती है, तो कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स (Attach magnetic flux) के मान में भी वृद्धि यकायक होती है, इससे कुण्डली में प्रवाहित धारा के विपरीत दिषा में एक प्रेरित धारा (Induced current) प्रवाहित होने लगती है जो मुख्य धारा के विकास को कुछ समय के लिये रोक देती है (लेन्ज के नियमानुसार)। इसके विपरीत जब कुण्डली में धारा प्रवाहित होना बन्द हो जाती है तो कुण्डली में से गुजरने वाली बल रेखाओं की संख्या में यकायक कमी हो जाती है, इससे कुण्डली में प्रवाहित धारा की दिषा में एक प्रेरित धारा (Induced current) बहने लगती है।



यह प्रेरित धारा (Induced current), मूल धारा (Original current) को एकदम षून्य नहीं होने देती है (कुछ क्षणों के लिये मूलधारा (Original current) को प्रेरितधारा (Induced current) रोकने की चेष्टा करती है)। इस प्रकार किसी परिपथ में स्वयं की विद्युत धारा (Electric current) के मान में परिवर्तन होने से एक प्रेरित धारा (Induced current) का उत्पन्न होना स्वप्रेरण (Self induction) कहलाता है।

अतः **"विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (Electro magnetic induction) की वह घटना, जिसमें किसी कुण्डली (Coil) में प्रवाहित धारा (Current) को बदलने पर स्वयं उसी कुण्डली (Coil) में प्रेरित धारा (Induced current) उत्पन्न हो, स्वप्रेरण (Self induction) कहलाती है।"**

<u>स्वप्रेरण गुणाँक या स्वप्रेरकत्व</u> (Co-efficient Of Self Induction or Self Inductance)–

माना किसी कुण्डली या परिपथ (Circuit) में विद्युत धारा I प्रवाहित की जाती है तो धारा के कारण कुण्डली या परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स (Attach magnetic flux), कुण्डली या परिपथ में प्रवाहित की जाने वाली धारा के अनुक्रमानुपाती होता है अर्थात् इस नियतांक(Constant) को कुण्डली या परिपथ का स्वप्रेरण गुणांक या स्वप्रेरकत्व (Self inductance) कहते हैं।

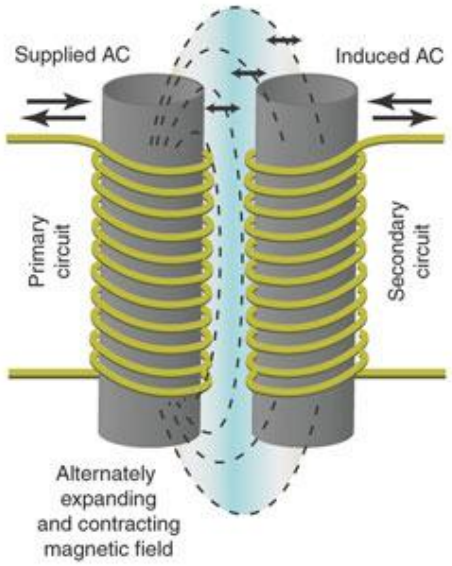
"किसी कुण्डली या परिपथ का स्वप्रेरण गुणांक या स्वप्रेरकत्व कुण्डली से सम्बद्ध उस चुम्बकीय फ्लक्स के बराबर होता है, जो कि उस कुण्डली या परिपथ में एकांक धारा (Unit current) प्रवाहित की जाने पर उत्पन्न होता है ।"

<u>स्वप्रेरण के प्रभाव का उदाहरण</u> (Example Of Effect Of Self Inductions)–

प्रतिरोध बॉक्स (Resistance box) में विभिन्न प्रतिरोधों की कुण्डलियां (Coils) प्रतिरोध तार (Resistance wire) को दोहरा करके बनाई जाती हैं – किसी अचालक पदार्थ (Insulator material)

से बने बेलन (Cylinder) पर प्रतिरोध तार (Resistance wire) को दोहरा करके लपेटकर, कुण्डलियां बनाई जाती हैं। ऐसा करने से स्वप्रेरण (Self induction) का प्रभाव समाप्त हो जाता है। तार को दोहरा करके लपेटने से तार के आधे भाग में विद्युत प्रवाह (Flow of current) एक दिषा में ओर दूसरे आधे भाग में विपरीत दिषा में होता है। इससे यह दोनों भाग एक–दूसरे के चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) को निरस्त कर देते हैं। ओर इस प्रकार कुण्डली से सम्बद्ध फ्लक्स (Attached flux) षून्य हो जाता है, अर्थात् कुण्डली से स्वप्रेरण (Self induction) का प्रभाव षून्य हो जाता है तथा प्रेरित घारा (Induced current) उत्पन्न नहीं हो पाती है।

- **<u>अन्योन्य प्रेरण</u> (Mutual Induction)–** किसी एक विद्युत परिपथ (Electric circuit) में विद्युत धारा (Electric current) के मान को परिवर्तित करने से, समीप स्थित दूसरे परिपथ (Another circuit) में प्रेरित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) का उत्पन्न होना अन्योन्य प्रेरण (Mutual induction) कहलाता है।



इस प्रकार दो विभिन्न कुण्डलियों (Coils) को पास–पास रखकर उनमें से एक कुण्डली में धारा के मान में परिवर्तन (Change in current) किया जाने पर, दूसरी कुण्डली में प्रेरित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) उत्पन्न हो जाता है। जिस कुण्डली में धारा के मान मे परिवर्तन किया जाता है, उसे प्राथमिक कुण्डली (Primary coil) कहते हैं, और जिस कुण्डली में प्रेरित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) उत्पन्न होता है, उसे द्वितीयक कुण्डली (Secondary coil) कहते हैं।

- **<u>अन्योन्य प्रेरक गुणांक या अन्योन्य प्रेरकत्व</u> (Co-efficient Of Mutual Induction or Mutual Inductance) –**

''यदि प्राथमिक कुण्डली (Primary coil) में 1 ऐम्पियर प्रति सेकण्ड की दर से धारा के परिवर्तन की दर (Rate of change in current) होने पर, द्वितीयक कुण्डली (Secondary coil) में 1 वोल्ट का प्रेरित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) उत्पन्न होता है, तब दोनों कुण्डलियों (Coils) के बीच अन्योन्य प्रेरक गुणांक (Co-efficient of mutual induction or mutual inductance) 1 हेनरी होता है।''

स्वप्रेरण तथा अन्योन्य प्रेरण में अन्तर

क्रमांक	स्वप्रेरण	अन्योन्य प्रेरण
1	विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (Electro magnetic induction) वह घटना, जिसमें किसी कुण्डली में प्रवाहित धारा (Flowing current) के मान को बदलने पर स्वयं उसी कुण्डली में प्रेरित धारा (Induced	किसी एक विद्युत परिपथ (Electric circuit) में विद्युतधारा (Electric current) के मान को परिवर्तित करने से समीप स्थित दूसरे परिपथ (Another circuit) में प्रेरित वि.वा.बल (Induced E.M.F.) का उत्पन्न होना,

	current) उत्पन्न हो, स्वप्रेरण (Self Induction) कहलाती है।	अन्योन्य प्रेरण (Mutual induction) कहलाता है।
2	इसमें एक कुण्डली होती है।	इसमें दो कुण्डलियां होती है।
3	प्रेरित धारा मुख्य धारा को सीधे प्रभावित करती है ।	इसमें मुख्य धारा सीधे प्रभावित नहीं होती है।
4	इसमें 'स्वप्रेरकत्व' (Self inductance) षब्द का प्रयोग किया जाता है।	इसमें अन्योन्य प्रेरकत्व' (Mutual inductance) षब्द का प्रयोग किया जाता है।

भँवर धाराऐं (Eddy Currents)– किसी बन्द कुण्डली (Closed coil) में होकर गुजरने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं (Magnetic lines of force) की संख्या में परिवर्तन से उसमें प्रेरित धारा (Induced current) उत्पन्न होती है। प्रेरित धारायें (Induced currents) केवल बन्द परिपथों (Close circuits) एवं बंद कुण्डलियों (Closed coils) में ही उत्पन्न नहीं होती, बल्कि चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) में घूमते हुये ठोस चालकों (Solid conductors) में भी उत्पन्न होती है। ठोस चालकों (Solid conductors) के पृष्ठ (Surface) पर बनने वाली प्रेरित धारायें (Induced currents), आकार में पानी के पृष्ठ (Surface) पर बनने वाले भँवर की तरह होती है, इसलिये इन्हें भँवर धारायें कहा जाता है। इन धाराओं की खोज सर्वप्रथम 1895 में वैज्ञानिक फोको ने की थी, इसलिये इन्हें फोको धारायें भी कहा जाता है। फोको ने अपने प्रयोगों में पाया कि जब किसी भी आकृति या आकार के चालक (Conductor) को किसी एक समान चुम्बकीय क्षेत्र (Uniform magnetic field) में घुमाया जाता है या किसी असमान चुम्बकीय क्षेत्र (Ununiform magnetic field) में घुमाया जाता है, तो उस चालक (Conductor) से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स (Attached magnetic flux) में परिवर्तन होता है, अर्थात् उस चालक (Conductor) में प्रेरित धारायें (Induced currents) उत्पन्न हो जाती हैं, जिनकी आकृति जल में उत्पन्न भँवर के समान होती है, अतः इन्हें भँवर धारायें **(Eddy currents)** कहते हैं।

इस प्रकार स्पष्ट होता है कि **"जब किसी चालक (Conductor) से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स (Attached magnetic flux) के मान को बदला जाता है तो चालक में प्रेरित धारायें (जल में उत्पन्न भँवर के समान) उत्पन्न होती है, जिन्हें भँवर धारायें (Eddy currents) कहते हैं।"**

भँवर धाराओं **(Eddy currents)** की दिषा लेंज के नियम (Lenz's law) से अथवा फ्लेमिंग के दायें हाथ का नियम (Fleming's right hand rule) से ज्ञात की जा सकती है। लेंज के नियमानुसार भँवर धाराओं (Eddy currents) की दिषा इस तरह होती है कि चालक की गति (Motion of conductor) अथवा असमान चुम्बकीय क्षेत्र (Ununiform magnetic field) का विरोध कर सके।

- **<u>भँवर धाराओं के गुण</u> (Properties of Eddy currents)**

(1) यह बन्द घेरे (Close loop) के रूप में होती है।
(2) इसके कारण चालक (Conductor) गर्म हो जाता है।
(3) ये जिस कारण से उत्पन्न होती हैं, उसी का विरोध करती है।
(4) इनका तल चुम्बकीय बल रेखाओं की दिषा में होता है।
(5) इसका मान चालक के प्रतिरोध पर निर्भर करता है। प्रतिरोध अधिक होने पर, इसका मान कम हो जाता है।

भँवर धाराओं से हानि व उन्हें कम करने के उपाय

विद्युत उपकरणों (ट्रांसफार्मर, डायनमो, इत्यादि) में क्रोर नर्म लोहे के बने होते हैं, जब इन उपकरणों में धारा (Current) प्रवाहित की जाती है तो क्रोड के चुम्बकीय फ्लक्स (Magnetic flux) में परिवर्तन होता है। परिणाम स्वरूप भँवर धारायें (Eddy currents) उत्पन्न होती हैं, जिससे क्रोड गर्म हो जाता है।

इस तरह विद्युत ऊर्जा (Electrical energy) का अधिकांष भाग उष्मीय ऊर्जा (Heat energy) के रूप में व्यर्थ चला जाता है। भँवर धाराओं (Eddy currents) के मान को कम करने क्रोड पटलित बनाये जाते हैं। क्रोड पटलित बनाने के लिये, नर्म लोहे की पत्तियां लेकर, उन्हें वार्निष (विद्युत रोधक पदार्थ) कर एक–दूसरे

के ऊपर रखते हैं। ऐसा करने से क्रोड का प्रतिरोध बढ़ जाता है, जिससे भँवर धाराओं (Eddy currents) का मान कम हो जाता है।

भँवर धाराओं के अनुप्रयोग

भँवर धाराओं के मुख्य अनुप्रयोग निम्न हैं –

(1) चलकुण्डली धारामापी को रूद्धदोल बनाने में,
(2) प्रेरण भट्टी में
(3) प्रेरण मोटर में
(4) विद्युत ब्रेक तथा गतिमापक में।

1. **चलकुण्डली धारामापी (Moving coil galvanometer) में –** चलकुण्डली धारामापी में, कुण्डली को ताँबे या ऐल्यूमीनियम के फ्रेम पर लपेटकर बनाते हैं। जब कुण्डली चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) में विक्षेपित (Deflected) होती है तो धातु (Metal) में भँवर धारायें (Eddy currents) उत्पन्न हो जाती हैं, जो कुण्डली की गति (Motion of coil) का विरोध करती हैं और शीघ्र ही कुण्डली को मध्य स्थिति में ला देती हैं।

2. **प्रेरण (Induction) भट्टी में –** किसी तीव्र परिवर्तनषील चुम्बकीय क्षेत्र (High variable magnetic field) में किसी धातु को रखा जाये तो उसमें प्रबल धारायें उत्पन्न हो जाती हैं। परिणामस्वरूप इतनी उष्मा उत्पन्न हो जाती है कि वह धातु पिघल जाती है। यही प्रेरण (Induction) भट्टी का सिद्धांत है।

3. **प्रेरण (Induction) मोटर में –** यदि बेलनाकार धातु (Cylendrical metal) को घूमते हुये चुम्बकीय क्षेत्र (Circular magnetic field) में रख दिया जाता है, तो बेलनाकार धातु (Cylendrical metal) में भंवर धारायें (Eddy currents) उत्पन्न हो जाती हैं। जो बेलनाकार धातु (Cylendrical metal) एवं घूमते हुये चुम्बकीय क्षेत्र (Circular magnetic field) के बीच आपेक्षित गति का विरोध करती है। इस मोटर का उपयोग पंखों में तथा पानी खींचने के लिये विद्युत पंप में किया जाता है।

डायनमो या जनरेटर

डायनमो एक ऐसा साधन है, जिसकी सहायता से यांत्रिक उर्जा (Mechanical energy) को विद्युत उर्जा (Electrical energy) में बदला जा सकता है। यह विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (Electro magnetic induction) के सिद्धांत पर कार्य करता है।

सिद्धांत – जब किसी चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) में एक आयताकार (या वृत्ताकार) बन्द कुण्डली)को क्षेत्र की दिषा के लम्बवत् (Perpendicular) अक्ष घुमाने पर, कुण्डली से होकर जाने वाली चुम्बकीय फ्लक्स (Magnetic fulx) के मान में परिवर्तन होता है, जिसके परिणाम से कुण्डली में प्रेरित वि.वा.बल (Induced E.M.F.) उत्पन्न हो जाता है। इस प्रेरित वि.वा.बल (Induced E.M.F.) से कुण्डली में प्रेरित धारा (Induced current) उत्पन्न हो जाती है, जिसकी दिषा फ्लेमिंग के दायें हाथ के नियम (Flemings right hand rule) या लेंज नियम (Lenz law) से ज्ञात की जाती है।

माना कि कुण्डली का क्षेत्रफल (Area) A एवं उसमें फेरों की संख्या (No. of turns) N है। यह कुण्डली एक समान कोणीय वेग (Uniform angular velocity) ω से, एक समान चुम्बकीय क्षेत्र B में घुमायी जाती है। यदि किसी समय कुण्डली के तल (Plane of coil) पर खींचा गया अभिलम्ब (Perpendicular), चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) B की दिषा के साथ θ कोण बनाता है, तब उस समय कुण्डली (Coil) से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स (Attached magnetic flux)

$$\phi = NBA \cos\theta$$

परन्तु कोणीय वेग (Angular velocity) $\omega = \theta / t$ या $\theta = \omega t$

$\therefore \quad \phi = NBA \cos\omega t,$

फ्लक्स परिवर्तन की दर (Rate of change in flux)

$$d\phi / dt = d / dt (NBA \cos\omega t)$$

$$= - NBA\omega \sin\omega t$$

फैराडे के द्वितीयक नियमानुसार –

कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित वि.वा.बल $E = -d\phi / dt$

$$E = - NBA\omega \sin\omega t$$

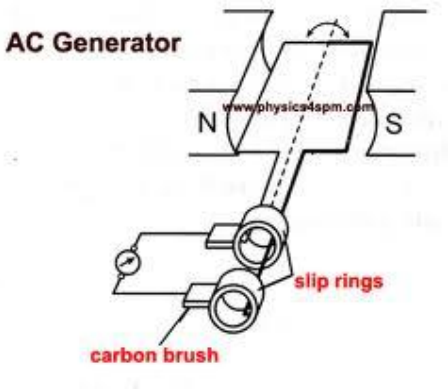
$$\boxed{E = E0 \sin\omega t}$$

$E0 = NBA\omega$ = प्रेरित वि.वा.बल का षिखर मान

प्रेरित वि.वा.बल का षिखर मान E0 निम्न कारकों पर निर्भर करता है। (i) कुण्डली में फेरों की संख्या N पर (ii) कुण्डली के तल के क्षेत्रफल A पर (iii) चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता (iv) कोणीय वेग ω पर।

डायनमो दो प्रकार के होते हैं –

1. प्रत्यावर्ती धारा डायनमो (A.C. Dynamo)
2. दिष्टधारा डायनमो (D.C. Dynamo)



प्रत्यावर्ती धारा डायनमो (A.C. Dynamo)

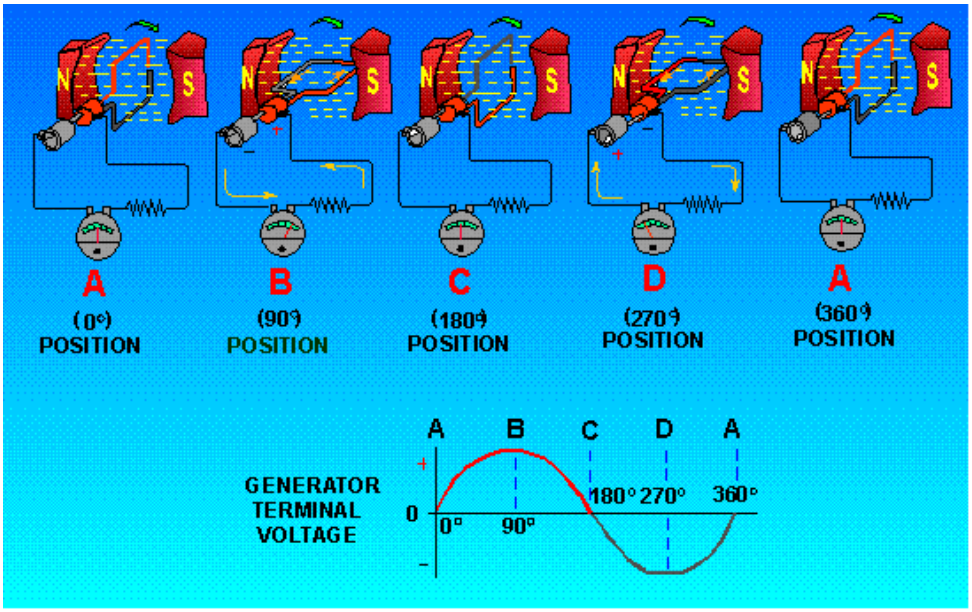
वह डायनेमो जो यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical energy) को प्रत्यावर्ती धारा (Alternating current) में बदलता है, प्रत्यावर्ती धारा डायनेमो (A.C.Dynamo) या जनरेटर कहलाता है। इसका वर्णन निम्नानुसार है –

संरचना (Construction)– प्रत्यावर्ती धारा डायनेमो के मुख्य भाग निम्न हैं – (1) क्षेत्र चुम्बक (2) आर्मेचर, (3) सर्पी वलय, (4) ब्रष ।

1. **क्षेत्र चुम्बक(Field Magnet) –** यह एक षक्तिषाली नाल चुम्बक होता है, इसके ध्रुवों के बीच कुण्डली को तीव्र गति से घुमाया जाता है।
2. **आर्मेचर (Armature)–** यह एक कुण्डली होती है, जिसे लोहे के क्रोड पर तांबे के विद्युतरोधी तार को लपेटकर बनाया जाता है। इसको क्षेत्र चुम्बक (Field magnet) के बीच तीव्र गति से घुमाया जाता है।

3. **सर्पी वलय (Slip Rings)–** यह धातु की दो खोखली वलय (Ring) होती है । वलय (Ring), आर्मेचर के एक–एक सिरे से जुड़े होते हैं और आर्मेचर की धुरी के साथ जुड़े होते हैं तथा इसी के साथ–साथ घूमते हैं।

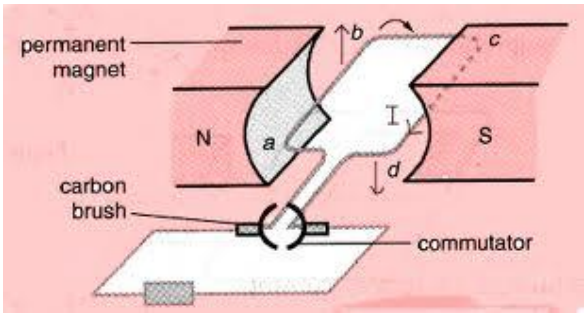
4. **ब्रष (Brush)–** ये कार्बन या धातु की पत्तियों से बने होते हैं एवं सर्पी वलय (Slip rings) को छूते रहते हैं एवं स्थिर रहते हैं।



कार्य विधि)– कुण्डली के घूमने पर कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स (Attached magnetic flux) में परिवर्तन होता है, जिससे कुण्डली में प्रेरित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) उत्पन्न हो जाता है, तो कुण्डली में प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) प्रेरित (Induced) हो जाती है। इस धारा का मान आर्मेचर के प्रथम अर्द्धचक्र में षून्य से बढ़कर अधिकतम होता है ओर फिर कम होते हुये षून्य हो जाता है। इसके बाद दूसरे अर्द्धचक्र में धारा का मान विपरीत दिषा में बढ़कर अधिकतम होता है और कम होते हुये पुनः षून्य हो जाता है। अतः कुण्डली के घूर्णन (Rotation of coil) से बाह्य परिपथ (Outer circuit) में एक ऐसी धारा प्रवाहित होने लगती है, जिससे प्रत्येक चक्र में धारा अपनी दिषा बदलकर पुनः उसी दिषा में प्रवाहित करने लगती है अर्थात् प्रत्यावर्ती धारा (AC) प्रवाहित होने लगती है, जिसकी आवृत्ति (Frequency), कुण्डली के घूमने की आवृत्ति (Frequency) के बराबर होती है।

<u>दिष्टधारा डायनेमो(D.C. Dynamo)</u> – वह डायनेमो जो यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical energy) को दिष्ट धारा (D.C.) में बदलता है, दिष्टधारा डायनेमो (D.C.Dynamo) कहलाता है।

संरचना (Constructions)– दिष्टधारा डायनेमो (D.C.Dynamo) के प्रमुख भाग निम्न है –



(1) **क्षेत्र चुम्बक(Field Magnet) –** यह एक षक्तिषाली नाल चुम्बक होता है, इसके ध्रुवों (Poles) के बीच कुण्डली (Coil) को तीव्र गति से घुमाया जाता है।

(2) **आर्मेचर (Armature)–** यह एक कुण्डली (Coil) होती है, जिसे नर्म लोहे के क्रोड पर तांबे के विद्युतरोधी तार को लपेटकर बनाया जाता है। इसको क्षेत्र चुम्बक (Field magnet) के बीच तीव्र गति से घुमाया जाता है।

(3) **विभक्त वलय दिक् परिवर्तक (Split Ring Commutator)–** तांबे के एक वलय (Ring) को दो भागों में बांटा जाता है। इन भागों का सम्बद्ध कुण्डली के एक–एक सिरे से कर दिया जाता है । ये दोनों भाग भी कुण्डली के साथ–साथ घूमते हैं।

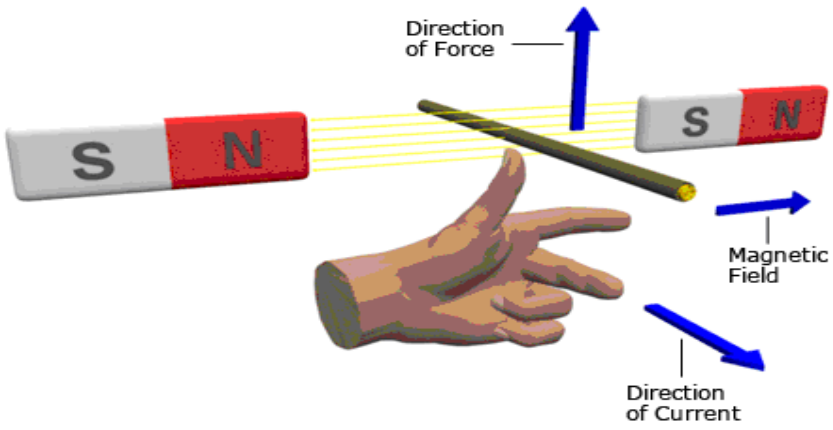
(4) ब्रष (Brush) ये कार्बन या धातु की पत्तियों के बने होते हैं एवं विभक्त वलय (Split ring) को छूते रहते हैं एवं स्थिर रहते हैं।

D.C. प्राप्त करने के लिये D.C. डायनमों में स्लिप रिंग के स्थान पर कम्यूटेटर लगाया जाता है।

कम्यूटेटर – यह अचालक पदार्थ के बेलन पर तांबे के सेग्मेंट्स को चिपकाकर बनाया जाता है। सेग्मेंट्स की संख्या आर्मेचर क्वाईलों की संख्या से दोगुनी होती है सभी वाइंडिंग्स के सिरे कम्यूटेटर पर लाकर जोड़ दिये जाते हैं। कम्यूटेटर के दोनों ओर आमने–सामने दो कार्बन ब्रष स्प्रिंग की सहायता से इस प्रकार लगाये जाते हैं कि कम्यूटेटर के सम्पर्क में बने रहें।

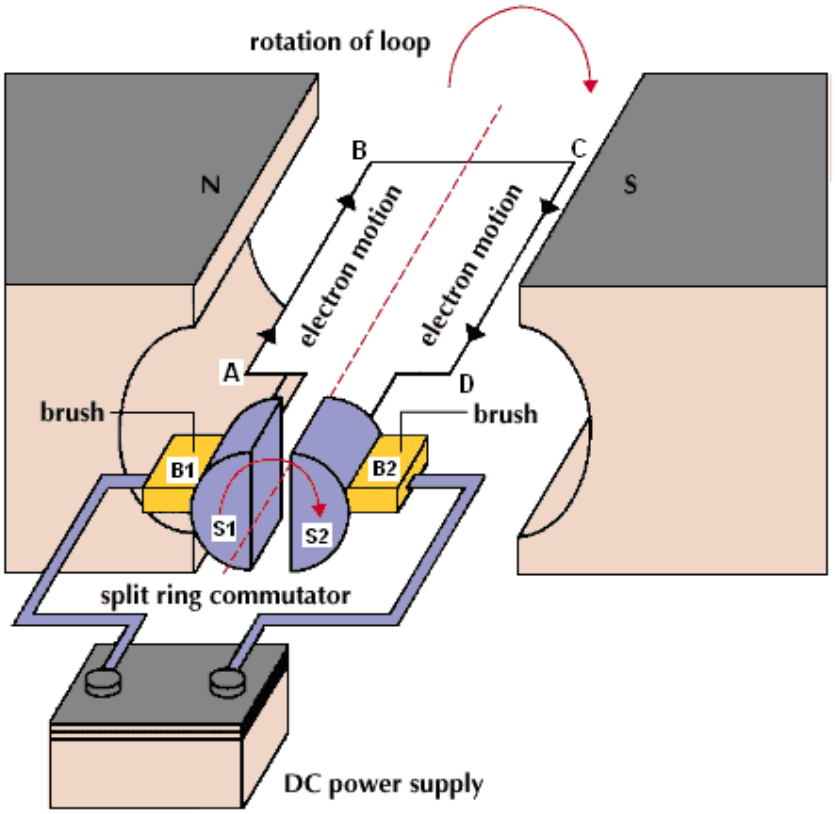
प्रत्येक आर्मेचर वाइंडिंग में आधे साइकल समय के लिये धनात्मक विद्युत वाहक बल तथा शेष आधे साइकल के लिये नेगेटिव विद्युत वाहक बल पैदा होता है। इस प्रकार एक ब्रष सदैव पॉजेटिव तथा दूसरा सदा नेगेटिव बना रहता है।

फ्लेमिंग के बायें हाथ का नियम – यदि बायें हाथ की तर्जनी (Index finger), मध्यमा (Middle finger) तथा अँगूठे (Thumb) को परस्पर समकोण (Right angle) बनाते हुये फैलायें तथा तर्जनी (Index finger) चुम्बकीय क्षेत्र की दिषा (Direction of magnetic field) तथा मध्यमा (Middle finger) विद्युत धारा की दिषा में हो तो अँगूठा (Thumb) चालक के गति करने की दिषा (Motion of conductor) को प्रदर्षित करेगा ।



विद्युत मोटर (Electric motor) – विद्युत मोटर वह यंत्र है, जो कि विद्युतऊर्जा (Electrical energy) को यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical energy) में बदलता है।

जब किसी धारावाही चालक (Current carrying conductor) को किसी चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) रख दिया जाता है तो चालक (Conductor) को यांत्रिक बल (Mechanical force) का अनुभव होता है। इस बल की दिषा फ्लेमिंग के बायें हाथ के नियम से ज्ञात की जाती है।



संरचना (Construction)– इसकी रचना दिष्ट धारा डायनेमो (D.C. Dynamo) के समान ही रहती है। इसमें चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field), आर्मेचर (Armature) तथा आर्मेचर को विद्युत प्रदान करने की व्यवस्था होती है। D.C. मोटर में कम्यूटेटर,(Commutator) तथा ब्रष (Brush) एवं A.C. मोटर में स्लिप रिंग (Slip ring) तथा ब्रष (Brush) होते हैं।

कार्य विधि (Working procedure)– मोटर की आर्मेचर (Armature) तथा क्षेत्र क्वाईल में से विद्युत करंट प्रवाहित होने पर दोनों प्रकार की क्वाईल अपना–अपना चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) स्थापित करती है । एक स्थान पर कार्यरत दो चुम्बकीय क्षेत्रों में आकर्षण अथवा प्रतिकर्षण होता है और परिणामस्वरूप एक टार्क (Torque) पैदा हो जाता है जो आर्मेचर (Armature) अथवा क्षेत्र में घूणन गति पैदा करता है । घूणन करती हुई सॉफ्ट की शक्ति से अनेक प्रकार की मषीनें चलाई जा सकती हैं।

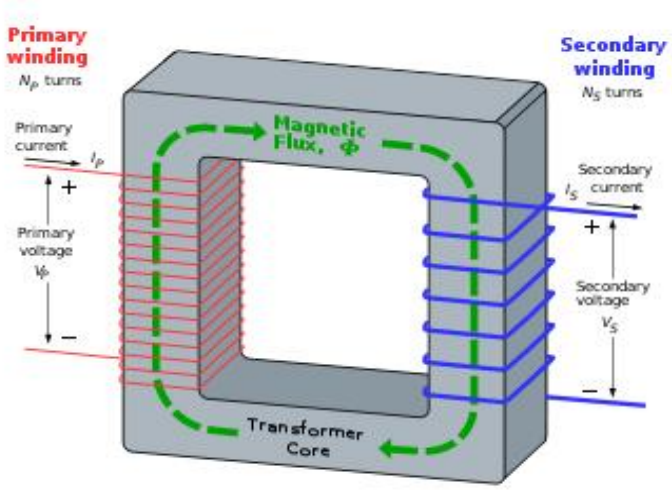
कुण्डली में धारा प्रवाहित करने पर एक बलयुग्म कार्य करने लगता है, जो कुण्डली को दक्षिणावर्त घुमाता है। जब कुण्डली के ऊर्ध्व स्थिति में आने पर बलयुग्म का मान षून्य हो जाता है, परन्तु इस क्षण विभक्त वलय का भाग S1 भाग ब्रुष B1 के सम्पर्क में हो जाता है अर्थात् अब कुण्डली में धारा विपरीत दिषा DCBA में बहने लगती है । कुण्डली पर कार्य करने वाले बलयुग्म की दिषा दक्षिणावर्त ही रहती है। इस प्रकार आर्मेचर, क्षेत्र चुम्बक के ध्रुव खण्डों के बीच एक ही दिषा में लगातार घूमता रहता है।

उपयोग – विद्युत पंखा, मिक्सर आदि।

ट्रांस्फार्मर (Transformer)

ट्रांस्फार्मर की रचना सर्वप्रथम माइकल फैराडे के द्वारा की गई थी। इन्होंने ने इसे निम्न विभवान्तर की प्रबल प्रत्यावर्ती धारा (High A.C. of low voltage) को उच्च विभवान्तर की मन्द प्रत्यावर्ती धारा (Low

A.C. of high voltage) में तथा उच्च विभवान्तर की मन्द प्रत्यावर्ती धारा (Low A.C. of high voltage) को प्रबल प्रत्यावर्ती धारा (High A.C.) में बदलने के लिये उपयोग में लिया।



संरचना (Construction) – यह कच्चे लोहे का एक आयताकार (Rectangular) चौखट होता है जो पॉलिष की हुई पतली पट्टियों का बना होता है। इस चौखट पर दो विद्युत रोधी तांबे के तार (Insulated copper wire) की कुण्डलियां लिपटी रहती हैं, प्रथम कुण्डली को प्राथमिक कुण्डली (Primary coil) और द्वितीय कुण्डली (Second coil) को द्वितीयक कुण्डली (Secondary coil) कहते हैं। छोटे आकार के ट्रांस्फार्मर का क्रोड हवा में रखते हैं जबकि बड़े ट्रांस्फार्मर अर्थात् ऊंचे विभवान्तर (High voltage) पर कार्य करने वाले ट्रांस्फार्मर की कुण्डलियां तेल में डुबा दी जाती हैं जिससे उनकी विद्युतरोधिता (Insulation) बढ़ जाती है व वे अधिक दिनों तक सुरक्षित रहते हैं।

कार्यविधि – जब प्राथमिक कुण्डली (Primary coil) में प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) प्रवाहित की जाती है तो परिवर्ती चुम्बकीय फ्लक्स (Variable magnetic flux) उत्पन्न हो जाता है। यह फ्लक्स द्वितीयक कुण्डली (Secondary coil) में प्रेरित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) उत्पन्न करता है। प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) की प्रबलता और दिषा लगातार बदलने से प्ररित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) भी लगातार उत्पन्न होता रहता है। प्रेरित विद्युत वाहक बल (Induced E.M.F.) का मान प्राथमिक (Primary) और द्वितीयक कुण्डली (Secondary coil) में फेरों की संख्या (No. of turns) पर निर्भर करता है। मानाकि प्राथमिक कुण्डली (Primary coil) में और द्वितीयक कुण्डली (Secondary coil) में फेरों की संख्या क्रमषः np और ns हैं। इसमें प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित करने पर –

प्राथमिक कुण्डली में प्रेरित विद्युत वाहक बल $= E_P$

और द्वितीयक कुण्डली में प्रेरित वि. वा. बल $= E_S$

प्राथमिक कुण्डली में धारा की तीव्रता $= I_P$

और द्वितीयक कुण्डली में धारा की तीव्रता $= I_S$

तो ऊर्जा क्षय शून्य होने की अवस्था में (In the condition when energy loss is negligible)

प्राथमिक कुण्डली में दी गई शक्ति = द्वितीयक कुण्डली में उत्पन्न शक्ति के

(Power in the Primary coil) = (Power in the Secondary coil)

$$\Leftrightarrow \quad E_P I_P = E_S I_S$$

$$\Leftrightarrow \quad E_P / E_S = I_S / I_P \qquad \text{-----(1)}$$

चूंकि प्राथमिक कुण्डली (Primary coil) में फेरों की संख्या (No. of turns) np और द्वितीयक (Secondary coil) में ns है तो –

$$E_P / E_S = n_p / n_s \qquad \text{-----(2)}$$

समीकरण (1) व (2) से –

$$E_P / E_S = I_S / I_P = n_p / n_s \quad \text{-----(3)}$$

समीकरण (3) में यदि $n_s > n_p$ हो तो $I_S < I_P$ व $E_S > E_P$ अर्थात् यदि द्वितीय कुण्डली (Secondary coil) में फेरों की संख्या (No. of turns) प्राथमिक कुण्डली (Primary coil) के फेरों की संख्या से अधिक हो तो निम्न विभवान्तर की प्रबल प्रत्यावर्ती धारा (High A.C. of low voltage) उच्च विभवान्तर की मन्द प्रत्यावर्ती धारा (low A.C. of high voltage) में बदल जायेगी। ऐसे ट्रांस्फार्मर को उच्चायी ट्रांस्फार्मर (Step-up Transformer) कहते हैं।

समीकरण (3) में यदि np > ns हो तो Ip < Is व Ep > Es अर्थात् यदि प्राथमिक कुण्डली (Primary coil) में फेरों की संख्या (No. of turns) में द्वितीयक कुण्डली (Secondary coil) के फेरों की संख्या (No. of turns) से अधिक हो तो उच्च विभवान्तर की मन्द प्रत्यावर्ती धारा (low A.C. of high voltage) निम्न विभवान्तर की प्रबल प्रत्यावर्ती धारा (High A.C. of low voltage) में बदल जायेगी । इस प्रकार के परिवर्तन करने वाले ट्रांस्फार्मर को अपचायी ट्रांस्फार्मर (Step-down Transformer) कहते हैं।

उपयोग – आजकल दैनिक जीवन में विद्युत उपकरणों का उपयोग बढ़ता ही जा रहा है। इन सब उपकरणों में ट्रांस्फार्मर का उपयोग होता है। ट्रांस्फार्मर के कुछ महत्तवपूर्ण उपयोग निम्नानुसार हैं –

1. जिन स्थानों पर विद्युत का निर्माण होता है जैसे – गाँधी सागर डेम, अमरकंटक का बिजलीघर इत्यादि वहां से उत्पन्न प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) को उच्चायी ट्रांस्फार्मर (Step-up Transformer) की सहायता से अधिक विभवान्तर (High voltage) वाली बनाकर दूर स्थित गांवों और शहरों को भेजी जाती है। फिर उन गांवों या शहरों में आवष्यकतानुसार अपचायी ट्रांस्फार्मर (Step-down Transformer) की सहायता से इसे कम विभवान्तर वाली प्रबल प्रत्यावर्ती धारा (High A.C. of low voaltage) में बदल दिया जाता है।
2. रात्रि में जलने वाले मन्द प्रकाष के लैम्पों में भी 220 वोल्ट के विभवान्तर वाली प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) को अपचायी ट्रांस्फार्मर (Step-down Transformer) की सहायता से 3 ,5 या 6 वोल्ट की प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) में बदला जाता है।
3. वेल्डिग कार्य हेतु निम्न विभवान्तर की प्रबल प्रत्यावर्ती धारा (High A.C. of low voaltage) की आवष्कता की पूर्ति हेतु अपचायी ट्रांस्फार्मर (Step-down Transformer) की सहायता ली जाती है।
4. घरेलू उपकरणों जैसे रेडियो, टेलीविजन, विद्युत मोटर इत्यादि कोई भी ऐसा यन्त्र नहीं है जिनमें कि ट्रांस्फार्मर का उपयोग न होता हो।

इसके अत्याधिक उपयोग के दो मुख्य कारण है –

1. इस उपकरण में ऊर्जा का क्षय केवल 2 से 3 प्रतिषत ही होता है।
2. स्थिर यंत्र होने से इसके उपयोग में चौकीदारी की आवष्यकता नहीं होती है।

माइक्रोफोन (Microphone)

यह वह यंत्र है जो ध्वनि की तरंगों (Sound waves) को विद्युत सिग्नल (Electrical signals) में उसी आवृत्ति (Frequency), फेज (Phase) तथा एम्प्लीट्यूड (Amplitude) में (ध्वनि की तरंगों के अनुपात में) परिवर्तित करता है।

माइक्रोफोन की विषेषतायें –

1-Senstivity
2-Signal to noise ratio
3-Frequency response
4-Distortion
5-Directivity
6-Output impedance

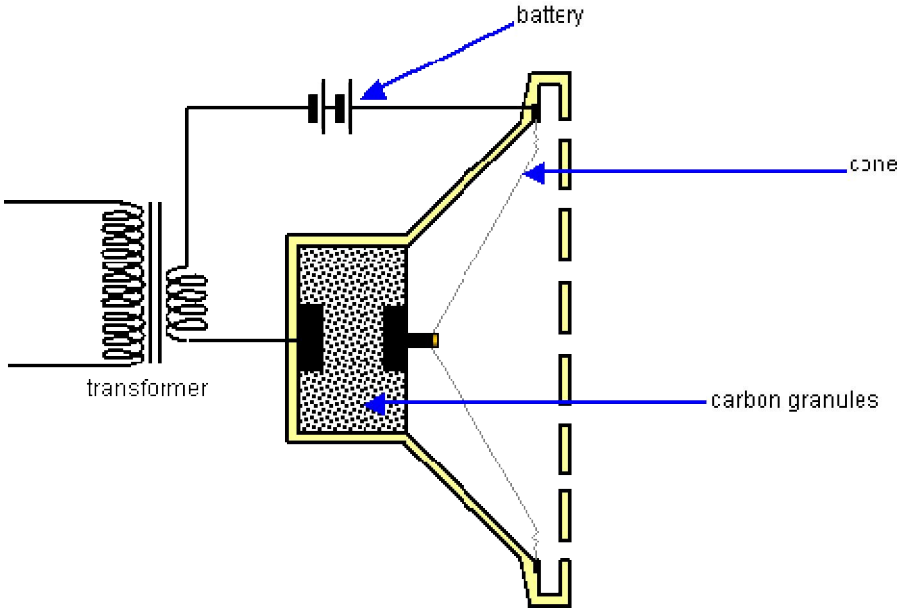
माइक्रोफोन के प्रकार –

1. कार्बन माइक्रोफोन (Carbon microphone)
2. क्रिस्टल माइक्रोफोन (Crystal microphone)

3. मूविंग कॉइल माइक्रोफोन (Moving coil or dynamic microphone)
4. रिबन माइक्रोफोन (Ribbon microphone)
5. कंडेंसर माइक्रोफोन (Condenser microphone)
6. इलेक्ट्रेट माइक्रोफोन (Electret microphone)
7. स्पेषल माइक्रोफोन (Special microphone)

कार्बन माइक्रोफोन (Carbon microphone)

इसमें दो धातुओं की प्लेट की बीच फाइन कार्बन ग्रेनुअल्स (Fine carbon granules) को भरा जाता है, तथा एक प्लेट चलित मेटल डायफ्राम से मेटल पिस्टन अथवा प्लंगर द्वारा जुड़ी रहती है, जबकि नीचे वाली प्लेट फिक्स्ड होकर डायफ्राम से पृथक होती है। एक सुरक्षा कवर होल्स के साथ उपयोग में लाया जाता है। एक बेट्री दोनों मेटल प्लेट्स के बीच कनेक्ट की जाती है, जब स्विच दबाया जाता है, तो कार्बन ग्रेनल्स के द्वारा करंट का प्रवाह होता है। जब माइक्रोफोन के सामने बोलते हैं, तो ध्वनि की तरंगे डायफ्राम से टकराती हैं, एवं ध्वनि तरंगों की फ्रिक्वेंसी के अनुसार कंपन होता है, और इसी कंपन के अनुसार कम या ज्यादा दबाव कार्बन ग्रेनुअल्स पर पड़ता है, फलस्वरूप करंट का प्रवाह परिवर्तित होता है। यह परिवर्तित डी. सी. करंट ऑडियो फ्रिक्वेंसी ट्रांस्फोर्मर की प्रायमरी से गुजरता है एवं सेकेण्डरी में ए.सी. ई.एम.एफ. उत्पन्न होगा जिसकी फ्रिक्वेंसी माइक्रोफोन के सामने बोली गई आवाज की फ्रिक्वेंसी के अनुसार होगी।



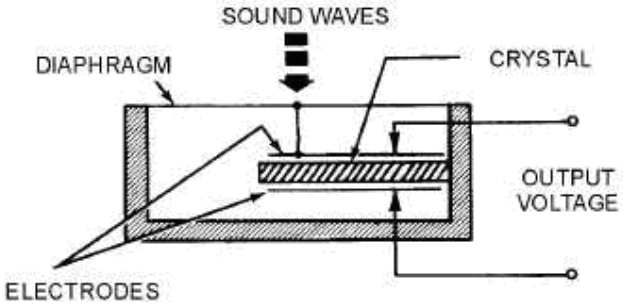
इसकी सेंस्टीविटी सबसे ज्यादा होती है जो (20 dB below 1 volt), Signal to noise ratio कमजोर, फ्रिक्वेंसी रिस्पोंस 200 से 5000Hz, Distortion high, impedance लगभग 100 ohm's, Directivity omni directional. इसका प्रयोग टेलीफोन में किया जाता है।

क्रिस्टल माइक्रोफोन (Crystal microphone)

यह Piezo electric effect के सिद्धांत पर कार्य करता है, जब किसी क्रिस्टल पर मेकेनिकल प्रेषर पड़ता है तो उसके विपरीत सतहों पर Potential difference उत्पन्न होता है।

इसमें क्रिस्टल स्लाइस के आकार में होते हैं दोनों सतहों पर मेटेलिक फॉइल (धातु कवच सतह) जिनके बीच एयर स्पेस होता है, जो इन्सुलेटर का कार्य करता है, जिसके द्वारा आउटपुट में Potential difference लिया जाता है। एक एल्यूमीनियम का डायफ्राम जो पुषराड के द्वारा क्रिस्टल के सरफेस पर जुड़ा रहता है एवं पूरी यूनिट के उपर एक सुरक्षा कवच होता है।

जब ध्वनि तरंगों का दबाव पड़ता है तो क्रिस्टल कम्प्रेस होते हैं। इस दबाव व फैलाव के कारण Potential difference पैदा होता है जो कि क्रिस्टल पर पड़ने वाली ध्वनि तरंगों के यांत्रिक दबाव के अनुरूप होता है। इसलिये इसे प्रेषर माइक्रोफोन भी कहते हैं।



DIAPHRAGM TYPE

इसकी सेंस्टीविटी अच्छी होती है (26 dB below 1 volt), Signal to noise ratio अच्छा होता है (लगभग 40 dB) फ्रिक्वेंसी रिस्पोंस 100 से 8000 Hz, Distortion low, impedence लगभग 1 mega ohm Directivity omni directional.

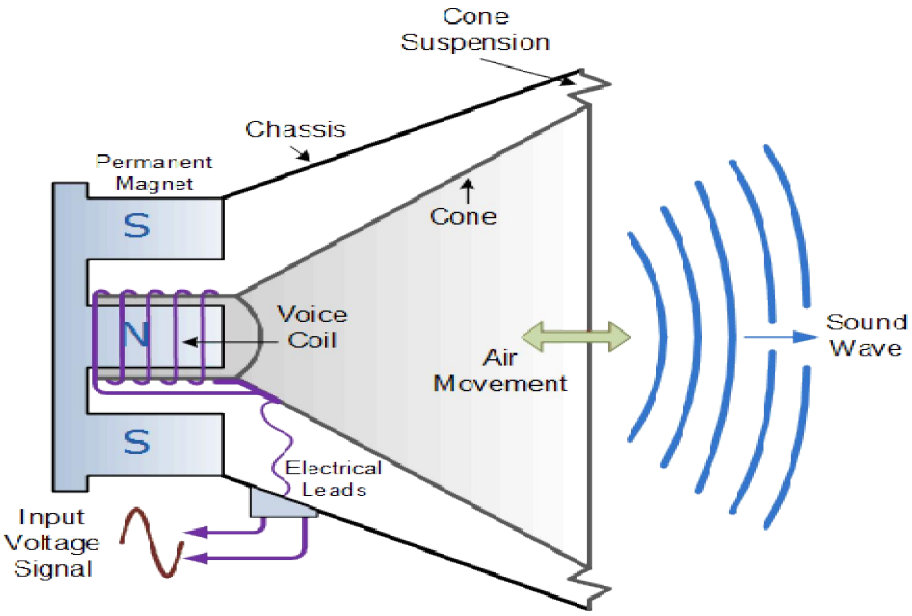
इसका उपयोग होम रिकार्डिंग सिस्टम एवं मोबाईल कम्युनिकेषन में किया जाता है।

लाउडस्पीकर– (Loudspeaker)

वैद्युत तरंगों (Electrical waves) को ध्वनि तरंगों (Sound waves) में परिवर्तित करने वाला उपकरण लाउडस्पीकर (Loudspeaker) कहलाता है। लाउडस्पीकर मुख्यतः 2 प्रकार के होते हैं।

1. चुम्बकीय लाउडस्पीकर (Magnetic loudspeaker)
2. डायनामिक लाउडस्पीकर (Dynamic loudspeaker)

मूविंग क्वाईल कोन टाईप लाउडस्पीकर – इस प्रकार के लाउडस्पीकर में एक स्थायी चुम्बक (Permanent magnet) होता है, एक क्वाईल जिसे वोइस क्वाईल (Voice coil) कहते हैं चुम्बक के मध्य रखी जाती है। चुम्बक के सामने एक डायफ्राम (Diaphram) होता है और उससे जुड़ा हुआ एक पेपर कोन (Paper cone) होता है।



जब वाईस क्वाईल (Voice coil) जो कि चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) में रखी जाती है में ऑडियो करंट (Audio current) प्रवाहित होता है तो यह इलेक्ट्रोमेग्नेट (Electro magnet) बन जाती है जिस कारण स्थायी चुम्बक से आकर्षण और विकर्षण होता है। अतः वाईस क्वाईल में कम्पन होने लगता है साथ ही पेपर कोन भी जुड़ा होने से पेपर कोन भी कम्पन करने लगता है पेपर कोन के कंपन करने से इसके चारों ओर की हवा में शब्द की लहरें उत्पन्न होती हैं इस तरह ऑडियो करंट (Audio current) पूर्ण रूप से ध्वनि तरंगों (Sound waves) में परिवर्तित हो जाता है कोन की गति की फ्रिक्वेंसी (Frequency of the motion of

cone), एम्प्लीट्यूड (Amplitude), A.F. तरंगों के अनूरूप होती है और तदानुसार ही ध्वनि तरंगों (Sound waves) की फ्रिक्वेंसी (Frequency) तथा एम्प्लीट्यूड (Amplitude) होता है।

उपयोग – एक से अधिक व्यक्तियों द्वारा एक साथ प्रसारित कार्यक्रम सुनने के लिये रेडियो रिसीवर तथा A.F. एम्प्लीफायर के साथ लाउडस्पीकर (Loudspeaker) प्रयोग किये जाते हैं।

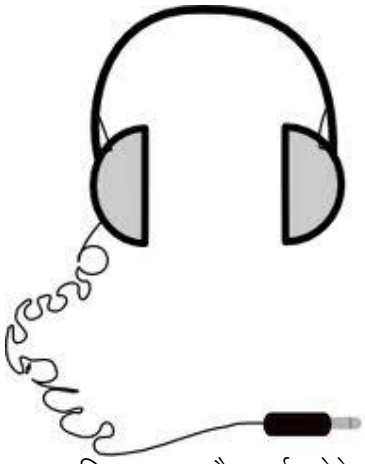
लाउडस्पीकर के प्रकार –

1. यूनिट लाउडस्पीकर (ड्राइवर यूनिट),
2. हॉर्न
3. कॉलम स्पीकर
4. मल्टीस्पीकर
5. कोएक्सेल एवं ट्रायएक्सेल स्पीकर।

हेडफोन (Head phone) -

यह A.F. तरंगों को ध्वनि तरंगों में परिवर्तित करता है ।

संरचना (Construction) – इसमें एक स्थायी छड़ चुम्बक होता है। एल आकार की दो नर्म लोहे की योक्स पर दो क्वाइल लगाई जाती हैं।



दोनों योक्स को चुम्बक के सिरे पर कस दिया जाता है। नर्म लोहे की पतली चादर से बना डायफ्राम, दोनों योक्स के ऊपर हेडफोन के केस में इस प्रकार व्यवस्थित किया जाता है, कि वह स्वतंत्रता पूर्वक कंपन कर सके, दोनों क्वाइल्स को सीरीज में जोड़कर दो सिरे केस से बाहर निकाल लिये जाते हैं। इन टर्मिनल्स में ही A.F. इनपुट दिया जाता है।

कार्यविधि – स्थायी चुम्बक से जुड़ी योक्स (Yokes) नर्म लोहे के डायफ्राम को अपनी ओर आकर्षित कर लेती है। क्वाइल्स को A.F. वोल्टेज देने पर उनका अपना चुम्बकीय क्षेत्र पैदा हो जाता है जो स्वभाव में प्रत्यावर्ती (Alternating) होता है। अतः क्वाइल्स का चुम्बकीय क्षेत्र योक्स के चुम्बकीय क्षेत्र के साथ जुड़ता घटता रहता है जिससे डायफ्राम पर पड़ रहे खिंचाव में परिवर्तन होता है परिणामतः डायफ्राम कंपन करने लगता है और ध्वनि तरंगे पैदा होने लगती है।

गुण इसका इंपीडेंस 200 से 2000 ओम्स तक होता है जो कई प्रकार के सर्किट के लिये उपयोगी होता है।

हेडफोन से एक व्यक्ति कार्यक्रम सुन सकता है अतः दूसरे व्यक्ति के कार्य में कोई व्यवधान पैदा नहीं होता है।

दोष – इसकी फैडलिटी लाउडस्पीकर की अपेक्षा बहुत कम होती है अतः इसके द्वारा संगीत का कार्यक्रम स्पष्ट नहीं सुना जा सकता।

उपयोग – इसका उपयोग टेलीफोन तथा वायरलैस उपकरणों में किया जाता है।

000

लेखक – उ.नि. रे. पुष्पेन्द्र सिंह राणा

बिषय सामग्री का संदर्भ –

1.जी.पी.एच.भौतिकी – लेखक– डा0 एस. डी. कुलकर्णी एवं रईष अंषारी
2.बेसिक इलेक्टॉनिक्स – लेखक– बी.एल. थरेजा
3. इलेक्टॉनिक्स थ्योरी – लेखक– ए.के. मित्तल