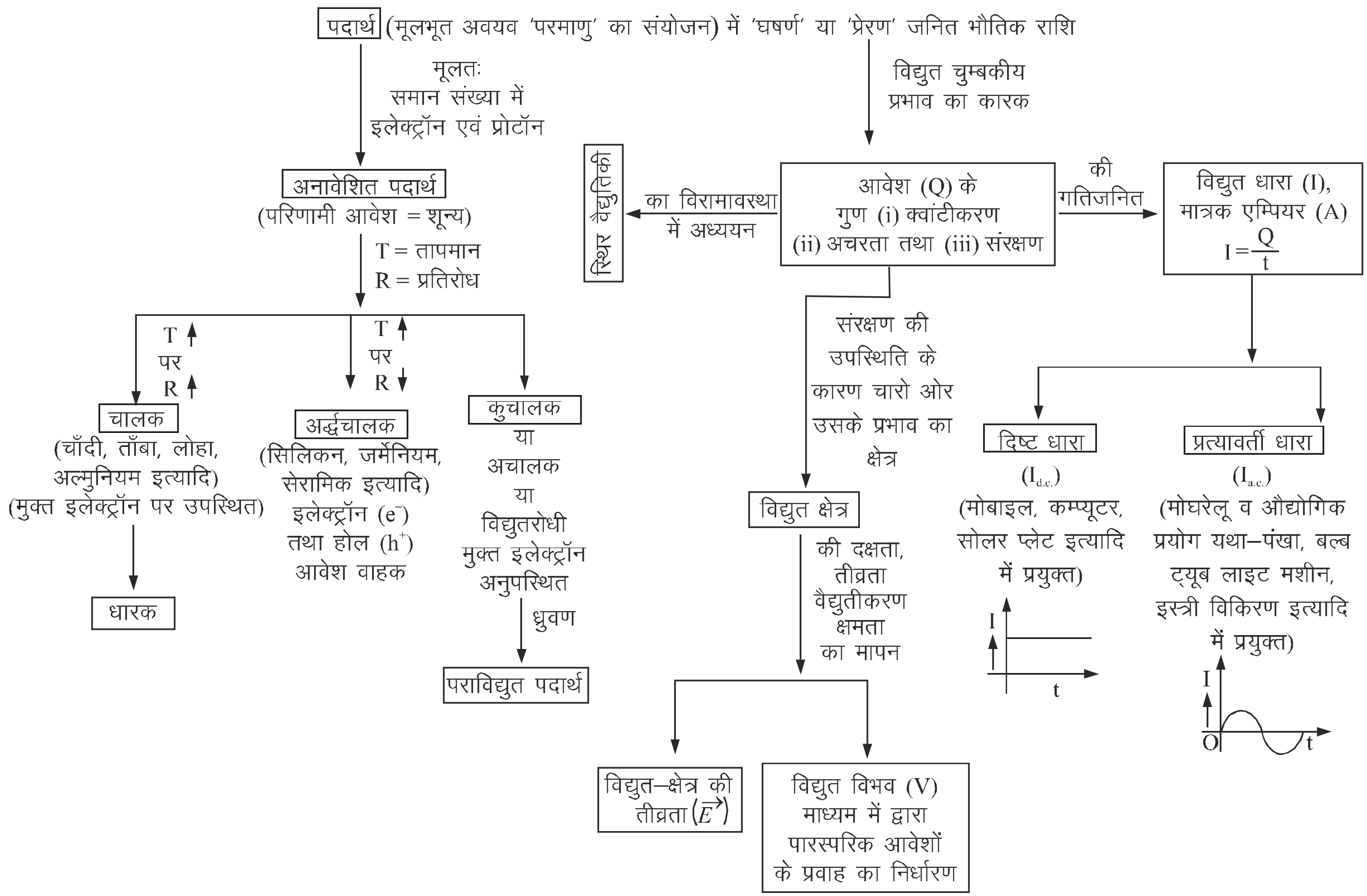
अध्याय – II
विद्युत – धारा एवं प्रभाव

अवधारणा – चित्रण (CONCEPT- MAP)



सेल

- रसायनिक ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा → $V = E - Ir$
  - V = विभवान्तर
  - E = विद्युत वाहक बल
  - r = आंतरिक प्रतिरोध
- सेल:
  - प्राथमिक (एक प्रकार ही प्रयुक्त हो सकता)
  - द्वितीयक या संचालक (द्विदिष्ट यानि आवेशित एवं अनावेशित हो सकते)
  - ईंधन (प्रतिकारकों की आपूर्त्ति)
- सेल का समूह → बैटरी
- सेल का स्त्रोत → दिष्ट धारा

दिष्ट धारा

- के प्रवाह का किरचॉफ का नियम:
  - संधि नियम $\rightarrow \Sigma I = 0$ (आवेश संरक्षण)
  - लूप नियम $\rightarrow \Sigma V = 0$ (ऊर्जा संरक्षण)
- रसायनिक प्रभाव
  - $m = ZIt$
  - m: इलेक्ट्रोड से विमुक्त / निक्षेपित पदार्थ पदार्थ का द्रव्यमान
  - Z: विद्युत रसायनिक तुल्यांक
- ऊष्मीय प्रभाव
  - $H = I^2Rt$, $\frac{H}{t} = P =$ ऊर्जा $= I^2R = VI = \frac{V^2}{R}$
  - H: चालक में उत्पन्न ऊष्मा (फ्यूज में प्रयोग)
- चुम्बकीय प्रभाव
  - (ओर्स्टेट का प्रयोग द्वारा स्थापित)
  - (उपयोग–रेडियो, रेफ्रिजेरेटर, ऑडियो–विडियो कैसेट, कम्प्यूटर बच्चों के खिलौने, चुम्बकीय अनुनाद प्रतिबिम्ब (MRI) एवं अन्य चिकित्सीय तकनीक इत्यादि)
- चालक में ओम का नियम → $V = IR$
  - R = प्रतिरोध (मात्रक $\Omega = VA^{-1}$)
  - $R = R_0(1 + \alpha \cdot T)$
  - α = प्रतिरोध ताप–गुणांक ($^oC^{-1}$ या K^{-1})
  - ρ = प्रतिरोधकता (Ωm) $= \frac{1}{\text{विद्युत चालकता } (\sigma)}$

प्रतिरोधकों का संयोजन

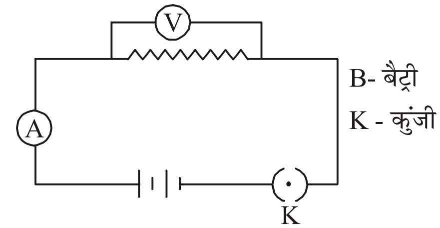
श्रेणीक्रम	पार्श्वक्रम
सभी अवयव प्रतिरोधकों से समान धारा	सभी अवयव प्रतिरोधकों के बीच समान विभवान्तर
$R_{eq} = \sum_i r_i$	$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_i \frac{1}{r_i}$
$I = \frac{nE}{R+nr}$	$I = \frac{nE}{r+nR}$

मुरव्य बिन्दु

विद्युत परिपथ : किसी विद्युत धारा के सतत तथा बंद पथ को विद्युत परिपथ कहते है।

विद्युत धारा : विद्युत आवेश के प्रवाह की दर को विद्युत धारा कहते हैं।

इसका S.I. मात्रक एम्पीयर होता है।



$I = q/t$

जहाँ I = विद्युतधारा

q = आवेश

t = लगा समय

विद्युत विभव :–एकांक धनावेश को अनंत से विद्युत क्षेत्र में किसी बिंदु तक लाने में किए गए कार्य को उस बिंदु पर विभव कहते है। विभव का S.I. मात्रक वोल्ट (v) होता है। पृथ्वी का विभव शून्य माना गया है।

$v = w/Q$

विभवांतर :– विभवों के अंतर को विभवांतर कहते है। इसका मात्रक भी वोल्ट ही होता है। इसे वोल्टमीटर से मापा जाता हे।

- एक कुलॉम आवेश की रचना करने वाले इलेक्ट्रानों की संख्या 6.25×10^{18} होती है।
- सेल के द्वारा चालक के सिरों पर विभवांतर बनाए रखा जाता है।

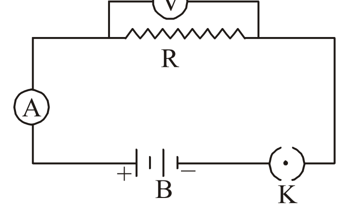
चालक :–जिस पदार्थ से धारा प्रवाहित हो सके चालक कहलाता है जैसे – सोना, चाँदी, ताँबा इत्यादि ।

अर्द्धचालक :– जिस पदार्थ की विशिष्ट चालकता, चालक तथा अचालक के बीच हो उसे अर्द्धचालक कहते है। जैसे जमेनियम (Ge)तथा सिलिकन (si)

प्रतिरोध :– किसी चालक में इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह का विरोध ही प्रतिरोध कहलाता है। इसका S.I. मात्रक ओम (Ω) होता है। किसी चालक का प्रतिरोध उसकी लम्बाई पर सीधे उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर प्रतिलोमतः निर्भर करता है और उस पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है जिससे वह बना है।

प्रतिरोधकता :– चालक पदार्थ के इकाई अनुप्रस्थ परिच्छेद वाले इकाई लम्बाई के छड़ का प्रतिरोध उसका प्रतिरोधकता या विशिष्ट प्रतिरोध कहलाता है। इसे ρ से सूचित किया जाता है। इसे सूत्र $\rho = \frac{RA}{L}$ से व्यक्त किया जाता है। इसका मात्रक ओममीटर (Ω-m) होता है।

आमीटर :– जिस यंत्र के द्वारा विद्युत परिपथ में प्रवाहित होने वाली धारा को मापा जाता है, आमीटर कहलाता है। इसे विद्युत परिपथ में श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है। इस यंत्र का प्रतिरोध बहुत कम होता है।

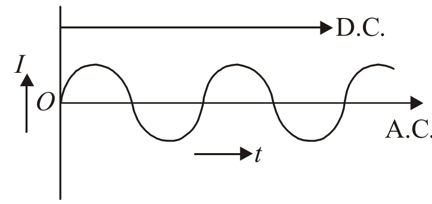


वोल्टमीटर :– जिस यंत्र के द्वारा विद्युत परिपथ में दो बिंदुओं के बीच विभवान्तर मापा जाता है, वोल्टमीटर कहलाता है। इसे विद्युत परिपथ में समांतर क्रम में जोड़ा जाता है।

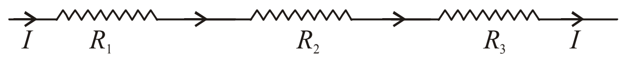
वोल्ट मीटर का प्रतिरोध उच्च होता है।

दिष्टधारा :– वैसी धारा जो विद्युत परिपथ में हमेशा एक ही दिशा में प्रवाहित होती है, दिष्टधारा कहलाती है।

प्रत्यावर्ती धारा :– वैसी धारा जो विद्युत परिपथ में खास समय तक एक दिशा में और उतने ही समय तक विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है, प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) कहलाती है।



श्रेणीक्रम संयोजन :–श्रेणीक्रम में संयोजित बहुत से प्रतिरोधकों का तुल्य प्रतिरोध उनके व्यक्तिगत प्रतिरोधों के योग के बराबर होता है।

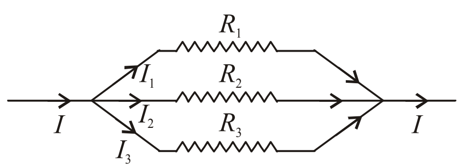


चित्रानुसार

$$R_S = R_1 + R_2 + R_3 = \Sigma R_i$$

जहाँ R_S = तुल्य प्रतिरोध है।

समांतरक्रम संयोजन :–पार्श्वक्रम में संयोजित प्रतिरोधकों का तुल्य प्रतिरोध निम्नलिखित संबंध द्वारा व्यक्त किया जाता है।



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots = \Sigma \frac{1}{R_i}$$

समांतर क्रम में समतुल्य प्रतिरोध का मान व्यक्तिगत प्रतिरोधों से कम हो जाता है। यही कारण है कि घरेलु परिपथ में समांतर क्रमसंयोजन का उपयोग किया जाता है।

- मिश्रधातुओं की प्रतिरोधकता उनकी अवयवी धातुओं की अपेक्षा अधिक होने के कारण उच्च ताप पर इनका दहन नहीं होता। यही कारण है कि धातुओं की तुलना में मिश्रधातुओं का उपयोग विद्युत–इस्तरी, टोस्टर आदि सामान्य वैद्युत तापन युक्तियों के निर्माण में किया जाता है।
- मिश्रधातुओं का प्रतिरोध तापगुणांक अधिक होने के कारण ही इनका उपयोग मानक प्रतिरोध बनाने में नहीं किया जाता है। इसी श्रेणी में नाइक्रोम भी आता है।
- विद्युत बल्बों के तंतुओं के निर्माण में एकमात्र टंगस्टन का ही उपयोग किया जाता हैं।
- कॉपर तथा ऐलुमिनियम का उपयोग विद्युत संचरण के लिए उपयोग होने वाले तारों के निर्माण में किया जाता है।

विद्युत धारा का ऊष्मीय प्रभाव, विद्युत ऊर्जा एवं विद्युत शक्ति

- गतिशील इलेक्ट्रॉन का परमाणुओं से बराबर टक्कर के फलस्वरूप विद्युत ऊर्जा का ऊष्मा के रूप में रूपान्तरण होता है।

- किसी प्रतिरोधक में उपयुक्त ऊर्जा को इस प्रकार व्यक्त किया जाता है।

  $W = V \times I \times t$ (ओम के नियम से $v = IR$)

यदि किया गया कार्य ऊष्मा के रूप में प्रकट हो और इसे Q से व्यक्त किया जाए तो

  $Q = (I^2 Rt)\ J$

- एक सेकेण्ड में किसी विद्युतीय उपकरण द्वारा उपयुक्त विद्युत ऊर्जा को उस उपकरण की विद्युत शक्ति कहते हैं। शक्ति का मात्रक वाट होता है। विद्युत शक्ति का बड़ा मात्रक किलोवाट होता है

1 किलोवाट = 1000 वाट $=10^3$ वाट

- विद्युत ऊर्जा का व्यावसायिक मात्रक किलोवाट घंटा (Kwh) होता है।

- एक किलोवाट घंटा को एक यूनिट (B.O.T.) कहते हैं।

1 B.O.T. यूनिट = $3.6 \times 10^6 J$

- विद्युत बल्ब के तंतु टंगस्टन धातु का बना होता है।

- विद्युत बल्ब के अन्दर निष्क्रीय गैस भर दिया जाता है ताकि टंगस्टन का वाष्पण न हो ।

- विद्युत फ्यूज, सुरक्षा की एक युक्ति है। इसे ताँबा तथा टिन के मिश्रधातु से बनाया जाता है।

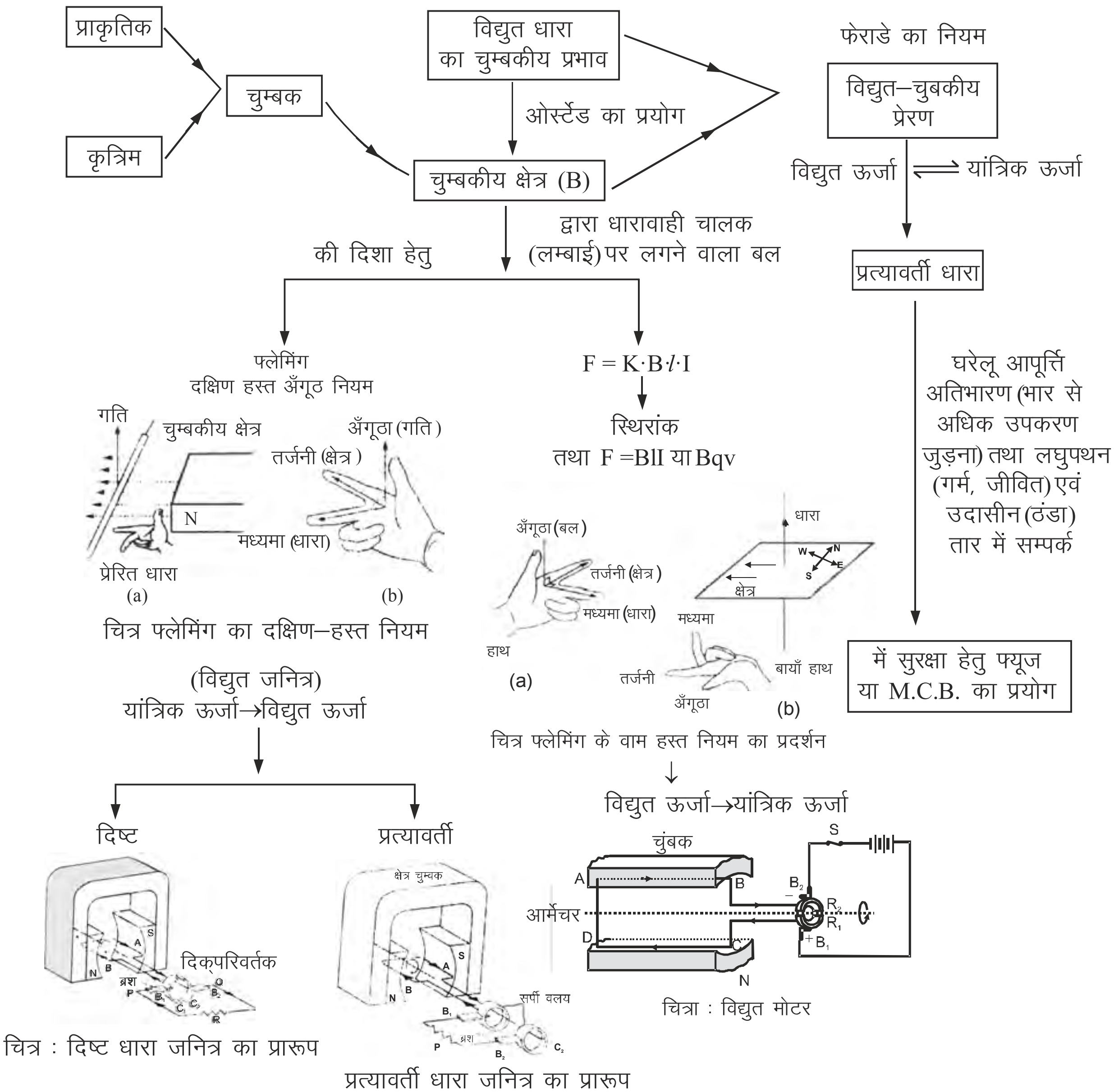
- मानव शरीर विद्युत का सुचालक होता है। मानव शरीर का प्रतिरोध 30,000 ओम होता है।

- उपकरण की कुल शक्ति जब स्वीकृत सीमा से बढ़ जाती है तो उपकरण आवश्यकता से अधिक धारा खींचते है। इसे अतिभारण (overloading) कहा जाता है ।

- जब गर्मतार (live wire) एवं उदासीन तार (neutral wire) आपस में सम्पर्क में आ जाते हैं तो ऐसी स्थिति में परिपथ का प्रतिरोध बहुत ही कम हो जाता है, फलस्वरूप उनसे होकर अत्यधिक धारा प्रवाहित होने लगती है। यह घटना लघुपथन (short circuit) कहलाती है।

विद्युत का चुम्बकीय प्रभाव

अवधारणा – चित्रण (CONCEPT- MAP)



मुख्य बिन्दु :

- सामान्यत : लौह वस्तुओं को आकर्षित करने का गुण **चुम्बकत्व** कहलाता है तथा जिस वस्तु में यह गुण पाया जाता है उसे **चुम्बक** कहते हैं।
- आकार के आधार पर चुम्बक के प्रकार – छड़ चुम्बक, नाल चुम्बक, वलय चुम्बक
- चुम्बक के सिरे के निकट का वह बिन्दु जहाँ चुम्बक का आकर्षण बल अधिकतम होता है, ध्रुव कहलाता है।
- स्वतंत्रतापूर्वक लटकाने पर चुम्बक का जो ध्रुव उत्तर दिशा की ओर हो जाता है वह उत्तर ध्रुव तथा जो ध्रुव दक्षिण दिशा की ओर हो जाता है वह दक्षिण ध्रुव कहलाता है।
- चुम्बक के उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुव को मिलनेवाली रेखा को चुम्बकीय अक्ष कहते हैं।
- किसी छड़ चुम्बक के दोनों ध्रुवों के बीच की न्यूनतम दूरी को चुम्बक की चुम्बकीय लम्बाई कहा जाता है। यह चुम्बक के ज्यामितीय लम्बाई का करीब 84% होता है।
- चुम्बकीय ध्रुव की प्रबलता की इकाई एम्पीयर मीटर होती है ।
- किसी चुम्बक के एक ध्रुव की प्रबलता और चुम्बकीय लम्बाई के गुणनफल को चुम्बकीय आघूर्ण कहा जाता है।
- वैसे पदार्थ जो चुम्बक से आकर्षित हो चुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं जैसे – लोहा, निकेल, कोबाल्ट ।
- वैसे पदार्थ जो चुम्बक से आकर्षित नहीं होते हैं अचुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं जैसे – लकड़ी, रबर, प्लास्टिक, कोयला आदि ।
- दिशा पता लगाने वाले यंत्र को दिक्सूचक कहा जाता है।
- चुम्बक या धारावाही चालक अपने चारो ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है।
- चुम्बकीय क्षेत्र को चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं द्वारा दर्शाया जाता हैं
- चुम्बकीय बल रेखाएँ एक दूसरे को नहीं काटती हैं ।
- बल रेखा के किसी बिन्दु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर उस क्षेत्र की दिशा बताती है।
- ध्रुवों के समीप क्षेत्र–रेखाएँ घनी होती है। ध्रुवों से दूरी बढ़ाने के साथ उनका घनत्व घटता जाता है।
- क्षेत्र–रेखाओं की निकटता चुम्बकीय क्षेत्र की प्रबलता का घोतक है।
- क्षेत्र–रेखाएँ चुम्बक के बाहर N से S की तरफ और चुम्बक के अन्दर S से N की तरफ होती है।
- चुम्बकीय क्षेत्र के मापन का इकाई न्यूटन/एम्पियर–मीटर है, जिसे टेसला भी कहते हैं।
- मैक्सवेल का दक्षिण–हस्त नियम –यदि धारावाही तार को दाएँ हाथ की मुट्ठी में इस प्रकार पकड़ा जाए कि अँगुठा धारा की दिशा की ओर संकेत करता हो, तो हाथ की अन्य अँगुलियों का मुड़ाव चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा व्यक्त करेंगी ।
- सीधी धारा के कारण चुम्बकीय बल–रेखाएँ वृत्ताकार होती हैं।
- विद्युतरोधी चालक तार की बेलनाकार अनेक फेरों वाली कुंडली को परिनालिका कहते हैं।
- फ्लेमिंग का वाम–हस्त नियम– यदि बाएँ हाथ का अंगूठा, तर्जनी और मध्यमा को परस्पर लम्बवत रखा जाए तो तर्जनी चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा व्यक्त करे और अंगूठा गति की दिशा में हो तो मध्यमा प्रेरित धारा की दिशा का संकेत करेगी ।
- विद्युत जनित्र एक ऐसा यंत्र है जिसके द्वारा यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है।
- विद्युत मोटर विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित करता है।
- किसी कुंडली और चुम्बक के बीच जब आपेक्षिक गति होती है तब कुंडली में विद्युत–धारा प्रेरित होती है, इस प्रभाव को विद्युत–चुम्बकीय प्रेरण कहते हैं।
- हमारे घरों में विद्युत आपूर्ति 220V होती है जिसकी आवृत्ति 50 हर्ट्ज होती है अर्थात् इसकी (polarity) ध्रुवता प्रति सेकण्ड में 100 बार परिवर्तित होती है।
- फ्यूज तार का ऐसा टुकड़ा होता है जिसके पदार्थ की प्रतिरोधकता (resistivity) बहुत अधिक तथा गलनांक (melting point) बहुत कम होता है।