3 वैद्युतकी या वैद्युत Electricity

आधुनिक समय में वैद्युतकी ऊर्जा का एक मुख्य स्त्रोत है। वैद्युतकी अर्थात् इलैक्ट्रीसिटी का उपयोग हमारे घरों, उद्योगों तथा परिवहन में बहुतायत से होता है, उदाहरणतया वैद्युत द्वारा घरों में कूलर, पंखे चलाये जाते हैं, रोशनी की जाती है तथा यह गर्म करने के काम भी आती है। उद्योगों में वैद्युत का उपयोग विभिन्न मशीनों को चलाने तथा परिवहन में इसका उपयोग वैद्युत ट्रैन में किया जाता है।

3.1 वैद्युत धारा (Electric Current)

जब दो आवेशित वस्तुएँ जो भिन्न-भिन्न विभवान्तर पर होती हैं को किसी धात्विक तार द्वारा आपस में जोड़ा जाता है तो वैद्युत धारा उच्च विभव की वस्तु से निम्न विभव की वस्तु को बहने लगती है। धारा का यह प्रवाह तब तक चलता है जब तक कि दोनों वस्तुएं समान विभव पर नहीं आ जाती।

हम जानते हैं धातुओं में असंख्य मुक्त इलैक्ट्रान रहते हैं। ये मुक्त इलैक्ट्रान वैद्युत चालन हेतु उत्तरदायी होते हैं, चालक के सिरों पर वैद्युत क्षेत्र लगाने पर मुक्त इलैक्ट्रान क्षेत्र की विपरीत दिशा में त्वरित होते हैं (Fig. 3.1)। एकांक समय पर चालक के किसी एकांक परिच्छेद में से गुजरने वाले इलैक्ट्रानों या आवेश की संख्या वैद्युत धारा कहलाती है, अर्थात् सरलतम शब्दों में 'आवेश प्रवाह की समय दर ही वैद्युत धारा' है।

परम्परानुसार इलैक्ट्रान प्रवाह के विपरीत दिशा में वैद्युत धारा की दिशा को दर्शाया जाता है।

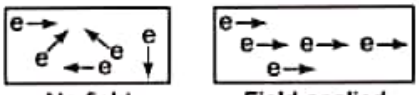

Fig. 3.1

$$\text{धारा } i = \frac{\text{आवेश } q}{\text{समय } t}$$

CGS पद्धति में धारा की इकाई स्टेटाएम्पियर है

$$1 \text{ स्टेटाएम्पियर} = \frac{1 \text{ स्टेट कूलाम्ब}}{1 \text{ सेकेण्ड}}$$

वैद्युत धारा की SI इकाई एम्पियर है

$$1 \text{ एम्पियर } (A) = 3 \times 10^9 \text{ स्टेटाएम्पियर}$$

यदि $q = 1$ कूलाम्ब; $t = 1$ सेकेण्ड

तब $$1 \text{ एम्पियर} = 1 \text{ कूलाम्ब प्रति सेकेण्ड}$$

हम जानते है, 1 इलैक्ट्रान पर 1.6×10^{-19} कूलाम्ब आवेश होता है।

Scanned with CamScanner

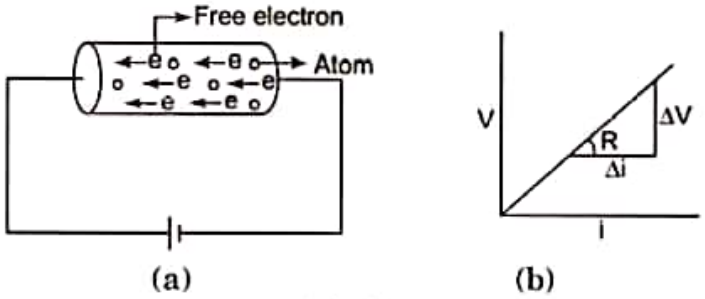

Fig. 3.3

Fig 3.3 में वोल्टेज V व धारा i के मध्य ग्राफ प्रदर्शित है। V व धारा i के मध्य ग्राफ सीधी रेखा आती है जो ओह्म के नियम की पुष्टि ($V \propto i$) करती है, जिसकी ढाल (स्लोप) द्वारा प्रतिरोध R का मान ज्ञात किया जाता है।

3.4 प्रतिरोध (Resistance)

हमें ज्ञात है कि किसी चालक में वैद्युत धारा का प्रवाह मुक्त इलैक्ट्रानों के प्रवाहित होने पर होता है। जब इलैक्ट्रान धातु चालक में एक स्थान से दूसरे स्थान को गमन करते है तो वे मार्ग में आने वाले नाभिक व अन्य अशुद्धियों से टकराते हैं इस कारण इलैक्ट्रान के प्रवाह के मार्ग में अवरोध उत्पन्न हो जाता है, इलैक्ट्रान प्रवाह के मार्ग में उत्पन्न अवरोध प्रतिरोध कहलाता है।

ताप बढ़ाने पर किसी भी धातु (चालक) का प्रतिरोध रेखीय रूप से इस समीकरण के अनुसार बढ़ता है

$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$; जहाँ α प्रतिरोध ताप गुणांक, R_0 $0° C$ पर प्रतिरोध का मान है।

चालन (Conductance) G

प्रतिरोध का व्युत्क्रम वैद्युत चालन कहलाता है इसकी इकाई Ω^{-1} या सीमेन (s) होती है,

$$G = \frac{1}{R}$$

3.5 विशिष्ट प्रतिरोध (Specific Resistance)

विद्युत क्षेत्र E व धारा घनत्व j (एकांक क्षेत्रफल पर प्रवाहित धारा) के अनुपात को चालक का विशिष्ट प्रतिरोध या प्रतिरोधकता कहते हैं, इसको ρ से व्यक्त करते हैं

$$\rho = \frac{E}{j}$$

प्रतिरोधकता चालक का अभिलक्षण गुण है जो चालक के पदार्थ पर निर्भर करती है।

यदि किसी l लम्बाई तथा प्रतिच्छेद क्षेत्रफल के सिरों पर V विभवान्तर आरोपित किया जाय; तब चालक में उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र होगा

$$E = \frac{V}{l}$$

परन्तु $$j = \frac{i}{A}$$

इसलिये प्रतिरोधकता, $$\rho = \frac{V/l}{i/A} = \frac{VA}{il}$$

$\therefore$ $$\rho = R\frac{A}{l} \qquad ...(3.2) \left[\because \frac{V}{i} = R\right]$$

प्रतिरोधकता का मात्रक ओह्म-मीटर होता है।

इसका मान चालक के पदार्थ पर निर्भर करता है। उसके आकार बनावट पर नहीं, अर्थात् यदि एक धात्विक तार को तोड़कर, उसके दो टुकड़े भी कर दिए जाएँ, तो किसी भी टुकड़े की प्रतिरोधकता पूर्व के समान होगी।

Scanned with CamScanner

अत: 1 कूलाम्ब आवेश में $\frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$ इलैक्ट्रान होंगे।

वैद्युत धारा एक अदिश राशि है, यद्धपि वैद्युत धारा को तीर के चिन्ह से प्रदर्शित करते हैं परन्तु सभी गुण में यह अदिश राशि ही है।

Example. 1 . *एक धातु के परिच्छेद में से एक सेकेण्ड में 10^{19} इलैक्ट्रान ड्रिफ्ट होते हैं, परिणामी वैद्युत धारा का मान क्या होगा?*

Solution. एक इलैक्ट्रान पर आवेश = 1.6×10^{-19} C. कुल आवेश प्रवाह = $10^{19} \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6$ C

$$\therefore \quad \text{धारा, } i = \frac{q}{t} = \frac{1.6}{1} = 1.6 \text{ एम्पियर}$$

3.2 सेल का वैद्युत वाहक बल (EMF)

वैद्युत परिपथ में आवेश का निरन्तर प्रवाह बनाये रखने के लिये कार्य करना पड़ता है, यह कार्य सेल द्वारा किया जाता है जो उसमें ऊर्जा (रासायनिक ऊर्जा) के रूप में संचित रहता है।

सेल वैद्युत अपघट्य द्वारा प्राप्त रासायनिक ऊर्जा को वैद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करता है। सेल द्वारा सम्पूर्ण वैद्युत परिपथ में एकांक आवेश प्रवाह हेतु दी गई ऊर्जा सेल का वैद्युत वाहक बल (E.M.F) कहलाती है। यदि q कूलाम्ब आवेश के सम्पूर्ण परिपथ में प्रवाह हेतु सेल द्वारा W जूल कार्य किया जाता है उस दशा में सेल का वैद्युत वाहक बल (E.M.F),

$$E = \frac{W}{q} \text{ जूल/कूलाम्ब}$$

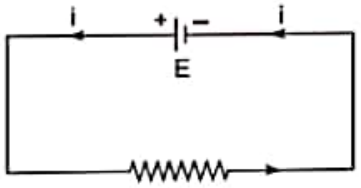

Fig. 3.2

इसकी इकाई वोल्ट V है। सेल के भीतर वैद्युत धारा की दिशा ऋण प्लेट से धन प्लेट की ओर होती है, बाह्य परिपथ (तार में से) में धारा की दिशा सेल के धन से ऋण प्लेट की ओर होती है (Fig 3.2)।

3.3 ओह्म का नियम (Ohm's Law)

किसी चालक (धातु) के दोनों सिरों पर लगाये गये विभवान्तर (वोल्टेज) तथा उस चालक में बहने वाली वैद्युत धारा (करेन्ट) के मध्य का सम्बन्ध ओह्म द्वारा सन् 1826 में दिया गया। इस नियम के अनुसार "किसी चालक के सिरों पर लगाया गया विभवान्तर व उसमें बहने वाली धारा का अनुपात नियत रहता है यदि चालक की भौतिक दशाओं (जैसे दाब, ताप इत्यादि) में परिवर्तन न हो"।

ओह्म के नियमानुसार

$$\text{वोल्टेज} \propto \text{धारा}$$

$$V \propto i$$

$$V = Ri$$

तब
$$R = \frac{V}{i} \qquad ...(3.1)$$

R एक समानुपाती नियतांक है जिसे चालक का प्रतिरोध कहते है। प्रतिरोध वैद्युत धारा के मार्ग में आने वाली रुकावट है।

Scanned with CamScanner

Example. 2. *एक बेलनाकार ब्लॉक का प्रतिरोध बताइये, यदि उसका विशिष्ट प्रतिरोध 10^{-6} ohm–m, त्रिज्या 1 cm तथा लम्बाई 10 cm है।*

Solution. $$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$= 10^{-6} \times \frac{10 \times 10^{-2}\,\text{m}}{\pi(10^{-2})^2} = \frac{10^{-3}}{\pi} \text{ओह्म}$$

Example. 3. *एक धात्विक तार को खींच कर दुगुना कर दिया जाता है तार के अन्तिम व प्रारम्भिक प्रतिरोध का अनुपात ज्ञात करें।*

Solution. मान लीजिये तार का प्रारम्भिक लम्बाई l तथा क्षेत्रफल A है; इसे खींचने के पश्चात इसकी लम्बाई l' व क्षेत्रफल A' हो जाता है।

याद रखने योग्य बात यह है कि वस्तु का आयतन नही बदलता अत:

$$Al = A'l'$$

दिया है $$l' = 2l$$

$$A' = \frac{Al}{2l} = \frac{A}{2}$$

यदि तार के पदार्थ की प्रतिरोधकता ρ हो, तब प्रारम्भिक प्रतिरोध

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

खींचने के बाद का प्रतिरोध

$$R' = \rho \frac{l'}{A}$$

या $$R' = \rho \frac{2l}{A/2}$$

सरल करने पर, $$R' = 4\frac{\rho l}{A} = 4R$$

या $$\frac{R'}{R} = 4$$

या $$R' : R = 4 : 1$$

Scanned with CamScanner