23 धारा वैद्युतिकी

विद्युत धारा

आवेश में प्रवाह की दर

$$I = \frac{dq}{dt} \qquad \text{इकाई} \rightarrow \text{एम्पियर}$$

ओम का नियम

यदि भौतिक परिस्थितियाँ (ताप, दाब आदि) अपरिवर्तित रहे तो

$$V \propto I \qquad \text{या} \qquad V = RI$$

विशिष्ट प्रतिरोध (प्रतिरोधकता)

यदि $\ell \rightarrow$ चालक की लम्बाई

$A \rightarrow$ चालक के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल

तो $$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

विशिष्ट प्रतिरोध $$\rho = \frac{RA}{\ell} \text{ ohm} - \text{m}$$

ρ का मान पदार्थ की प्रकृति एवं ताप पर निर्भर करता है।

अपवहन वेग

$$\vec{v}_d = \left(-\frac{e\tau}{m}\right)\vec{E}$$

$$v_d = \frac{eE\tau}{m}$$

जहाँ τ विश्रान्ति काल एवं m इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान है।

यदि n आवेश वाहकों का घनत्व हो, तो धारा

$$I = neAv_d$$

धारा घनत्व (J)

$$J = \frac{I}{A} = nev_d$$

$$= \left(\frac{ne^2\tau}{m}\right) E = \sigma E$$

चालकता $$\sigma = \frac{J}{E} = \frac{1}{\rho} \text{ mho/m}$$

$J = \sigma E$ यह ओम के नियम का दूसरा रूप है।

गतिशीलता (μ)

$$\mu = \frac{v_d}{E} = \frac{e\tau}{m} \ m^2/V\text{-}s$$

प्रतिरोध की ताप पर निर्भरता

$$R_t \approx R_0(1 + \alpha t)$$

α ताप प्रतिरोध गुणांक है।

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 t} \text{ per °C}$$

प्रतिरोधों का संयोजन

श्रेणी संयोजन

$$R = R_1 + R_2 + \ldots\ldots + R_n$$

सभी प्रतिरोधों में समान धारा बहती है।

समान्तर संयोजन में

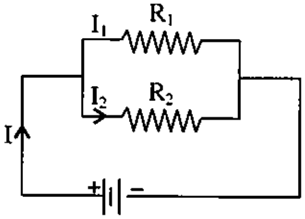
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots\ldots + 1/R_n$$

सभी प्रतिरोधों के सिरों पर विभवान्तर समान होता है

दो समान्तर प्रतिरोधों के लिये

$$R = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} \ ; \ \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{R_2}{(R_1+R_2)} I, \ I_2 = \frac{R_1}{(R_1+R_2)} I.$$



किरचॉफ का नियम

प्रथम नियम (धारा नियम अथवा संधि नियम) : प्रत्येक नोड पर $\sum i = 0$

अर्थात् $i_1 + i_2 + i_3 + \ldots\ldots + i_n = 0$

प्रथम नियम आवेश संरक्षण पर आधारित हैं।

द्वितीय नियम (वोल्टेज नियम अथवा लूप नियम) : किसी बन्द परिपथ में सभी अवयवों (components) पर विभव पतनों का योग परिपथ में आरोपित कुल विद्युत वाहक बल के बराबर होता है।

$$\sum iR = \sum \text{emf.}$$

द्वितीय नियम ऊर्जा संरक्षण पर आधारित है

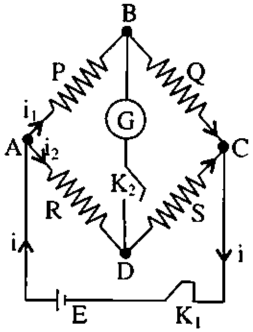
व्हीट स्टोन सेतु

ब्रिज की सन्तुलन अवस्था में

$$(I_g = 0)$$

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

P.O. बॉक्स तथा ब्रीज इसी सिद्धान्त पर कार्य करते हैं।



चलकुण्डली धारामापी

तब A कुण्डली में, जो B चु. क्षेत्र में लटकी हुई है, धारा प्रवाहित की जाती तो वह तो वह विक्षेपित हो जाती है।

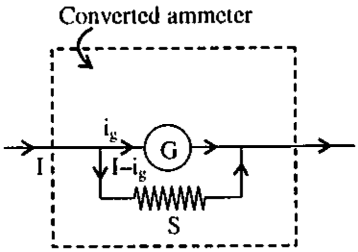
विक्षेपण का बल आघूर्ण niAB = प्रत्यानयन बल आघूर्ण Cθ

$$i = \frac{C\theta}{nAB} = K\theta$$

$$\text{सुग्राहिता} = \frac{\theta}{i} = \frac{nAB}{C}$$

अमीटर

धारा मापने के लिये प्रयुक्त होता है



i ऐम्पियर परास के अमीटर के लिये शन्ट प्रतिरोध

$$S = \frac{i_g \times G}{(i-i_g)} \approx \frac{i_g}{i} G$$

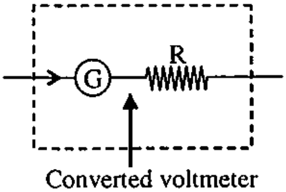
जहाँ i_g धारामापी के पूर्ण स्केल के विक्षेप के लिये धारा है।

S अल्प प्रतिरोध है जो समान्तर जोड़ा जाता है।

अमीटर का कुल प्रतिरोध $\left(\frac{SG}{S+G}\right)$

वोल्टमीटर

विभवान्तर मापन के लिये प्रयुक्त होता है व धारामापी के श्रेणीक्रम में उच्च प्रतिरोध जोड़कर बनाया जाता है। V वोल्ट परास के वोल्टमीटर के लिये प्रतिरोध है



Converted voltmeter

$$R = \left(\frac{V}{i_g} - G\right)$$

R → श्रेणीक्रम में जुड़ा हुआ उच्च प्रतिरोध

वोल्टमीटर का कुल प्रतिरोध = (R + G)

सेल

रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करता है।

प्राथमिक सेल : रासायनिक अभिक्रियाएँ अनुत्क्रमणीय होती है। लेक्लांशी सेल, डेनियल सेल आदि।

द्वितीयक सेल : रासायनिक अभिक्रियाएँ उत्क्रमणीय होती है। सेल निरावेशित होने पर पुनः आवेशित किया जा सकता है। सीसा संचाक सेल, क्षारीय सेल।

विद्युत वाहक बल (E.M.F)

एकांक धन आवेश को पूर्ण परिपथ में ले जाने में किया गया कार्य होता है, यह खुले परिपथ में सेल के टर्मिनलों के मध्य विभवान्तर के तुल्य होता है।

टर्मिनल वोल्टता (V)

बाह्य परिपथ में धारा प्रवाहित होने पर सेल के टर्मिनलों के मध्य वोल्टता होती है।

$$V = E - IR$$

आन्तरिक प्रतिरोध (r)

सेल के अन्दर अपघट्य में आयनों की गति में टक्करों के कारण अवरोध के कारण होता है, यह अपघट्य की प्रकृति व ताप, प्रवाहित धारा तथा सेल के दोषों पर निर्भर होता है।

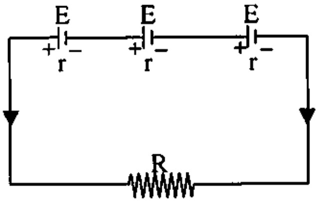
$$r = \frac{E - V}{I}$$

$$= \frac{E - V}{V} R.$$

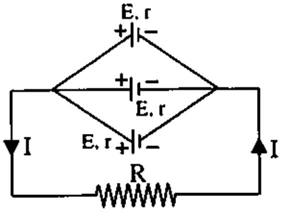
सेलों का संयोजन

n समान सेलों के लिये

श्रेणी संयोजन : $I = \dfrac{nE}{R + nr}$



समान्तर संयोजन : $I = \dfrac{E}{R + r/n} = \dfrac{nE}{nR + r}$

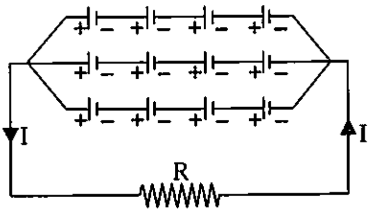


मिश्रित संयोजन : कुल N सेलों की m पंक्तियाँ व प्रत्येक पंक्ति में n सेल हों तो, कुल सेलों की संख्या N = mn

$$I = \frac{nE}{R + nr/m} = \frac{mnE}{mR + nr}$$

धारा के अधिकतम मान के लिये

$$nr = mR.$$



अधिकतम शक्ति संचरण सिद्धान्त

दिष्ट धारा स्त्रोत से अधिकतम शक्ति संचरण के लिये

लोड प्रतिरोध R = स्त्रोत का आन्तरिक प्रतिरोध (r)

एवं अधिकतम शक्ति

$$P = \frac{E^2}{4R}$$

विद्युत परिपथ में व्यय शक्ति

$$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R} \text{ watt}$$

$$1 \text{ kWH (1 unit)} = 1000 \times 3600 \text{ Joule}$$

P_1 और P_1 शक्ति के दो बल्बों के लिए :

जब दरित (rated) वोल्टेज के साथ समान्तर में जोड़ा जाता है :

$$P = P_1 + P_2$$

जब दरित (rated) वोल्टेज के साथ श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है :

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2}$$

या $$P = \frac{P_1P_2}{P_1 + P_2}$$