अध्याय – 10
विद्युत धारा
(Electric Current)

जिस प्रकार से ऊष्मा का प्रवाह उच्च ताप की वस्तु से निम्न ताप की वस्तु होता है और ऊष्मा प्रवाह की दर को ऊष्मा धारा कहते है ठीक उसी प्रकार किसी चालक तार में आवेश का प्रवाह उच्च विभव बिन्दु से निम्न विभव बिन्दु की और होता है और आवेशों में प्रवाह की दर को विद्युत धारा कहते है। विद्युत धारा की दिशा धन आवेश से ऋण आवेश की ओर होती है अर्थात् इलेक्ट्रॉनों की गति की दिशा के विपरीत होती है।

10.1 विद्युत धारा (Electric current)

"किसी भी विद्युत परिपथ में किसी बिन्दु से इकाई समय में गुजरने वाले आवेश की मात्रा को विद्युत धारा कहते हैं" अथवा "आवेशों में प्रवाह की दर को ही विद्युत धारा कहते है।"

माना किसी बिन्दु से Q आवेश t समय में गुजरता है तो

$$\text{विद्युत धारा} = \frac{\text{आवेश}}{\text{समय}} \qquad I = \frac{Q}{t}$$

विद्युत परिपथ के किसी बिन्दु से t समय में n इलेक्ट्रॉन गुजरते है तो t समय में ne आवेश उस बिन्दु से गुजरेगा अतः विद्युत धारा $(I) = \frac{ne}{t}$

जहां e इलेक्ट्रॉन पर आवेश है जिसका मान 1.6×10^{-19} कूलाम होता है

10.2 विद्युत धारा का मात्रक (Unit of electric current)

विद्युत धारा के सूत्र से

$$I = \frac{Q}{t} \qquad I \text{ की इकाई} = \frac{\text{कूलॉम}}{\text{सेकण्ड}} = \text{ऐम्पीयर}$$

विद्युत धारा के कुछ मात्रक निम्न है

1 मिली ऐम्पीयर $= 10^{-3}$ ऐम्पीयर

1 माइक्रो ऐम्पीयर $= 10^{-6}$ ऐम्पीयर

एक एम्पीयर की परिभाषा (Definition of one ampere)

यदि Q = 1 कूलॉम व t = 1 सेकण्ड मान ले

$$I = \frac{1}{1} = 1 \text{ ऐम्पीयर}$$

"यदि किसी विद्युत परिपथ के किसी बिन्दु से 1 सेकण्ड में 1 कूलॉम आवेश गुजरता है उस परिपथ में धारा एक एम्पीयर होगी।"

विद्युत धारा मापन के लिए अमीटर का उपयोग किया जाता है इसे परिपथ में श्रेणी क्रम में लगाते है।

उदाहरण 1 एक कूलॉम आवेश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या ज्ञात करो?

$$Q = ne$$

$$1 = n \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$n = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$n = \frac{10^{19}}{1.6} = \frac{10 \times 10^{18}}{1.6} = 6.25 \times 10^{18}$$

10.3 विभव एवं विभवान्तर (Potential and potential difference)

विद्युत विभव किसी आवेशित वस्तु के विद्युत प्रवाह की दिशा को बताती है। दो आवेशित वस्तुएं एक दूसरे के सम्पर्क में रखी जाती हैं तो धनात्मक आवेश हमेशा उच्च विभव से कम विभव वाली वस्तु की ओर प्रवाहित होता हैं। यदि दोनों वस्तुओं पर विभव एक समान है अर्थात् विभवों का अन्तर (विभवांतर) शून्य है और ये दोनों वस्तुएँ विद्युत सम्पर्क की स्थिति में हैं तो इनके मध्य किसी भी प्रकार का आवेश या धारा प्रवाहित नहीं होगी।

किसी धारावाही विद्युत परिपथ के दो बिन्दुओं के बीच विद्युत विभवान्तर को हम कार्य द्वारा परिभाषित करते हैं। "किसी विद्युत परिपथ में एकांक धन आवेश को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में किया गया कार्य उन दोनों बिन्दुओं के मध्य विभवान्तर के बराबर होता है।"

दो बिन्दु A व B के मध्य विभवान्तर

$$(V_A - V_B) = \frac{\text{किया गया कार्य (W)}}{\text{आवेश (Q)}}$$

$$V_A - V_B = \frac{W}{Q} \qquad \text{इकाई} \ \frac{\text{जूल}}{\text{कूलॉम}} = \text{वोल्ट}$$

विद्युत विभव (Electric potential)

यदि B को अनन्त ∞ पर मानें

$$V_A - V_\infty = \frac{W}{Q}$$

अनन्त पर विभव शून्य माना जाता है $V_A = \frac{W}{Q}$

$$V_\infty = 0$$

यदि $Q = 1$ (एकांक) तो $V_A = W$

"किसी बिन्दु पर विद्युत विभव अनन्त से एकांक धन आवेश को उस बिन्दु तक लाने में किये गये कार्य के बराबर होता है।"

विभवान्तर का मापन जिस यन्त्र द्वारा किया जाता है उसे वोल्टमीटर कहते है। जिन दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर मापन करना है उन बिन्दुओं के समान्तर क्रम में वोल्टमीटर को लगाया जाता है।

उदाहरण 2 10 वोल्ट विभवान्तर के दो बिन्दुओं के बीच 3 कूलॉम आवेश को ले जाने में कितना कार्य किया जाता है।

सूत्र $V_A - V_B = \frac{W}{Q}$ $\qquad$ $V_A - V_B = 10$ वोल्ट

$W = (V_A - V_B) \times Q$ $\qquad$ $Q = 3$ कूलॉम

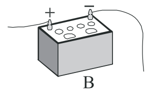
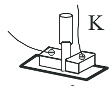
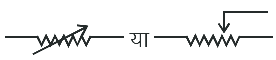
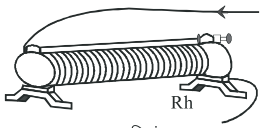
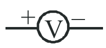
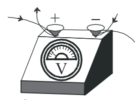
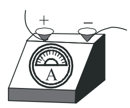
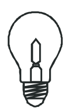
$W = 10 \times 3$ $\qquad$ $W = ?$

$W = 30$ जूल

10.4 विद्युत परिपथ में उपयोगी उपकरणों के प्रचलित संकेत

विद्युत परिपथों के आरेख खींचने के लिए विभिन्न अवयवों को सुविधानजक प्रतीकों द्वारा निरूपित किया जाता है जो तालिका में दिये गये हैं।

सारणी 10.1 सामान्य उपयोग में आने वाले कुछ वैद्युत अवयवों को निरूपित करने वाले प्रतीक

क्र.सं.	अवयव	प्रतीक	उपकरण का चित्र
1	विद्युत सेल (बेटरी)		 बैटरी
2	प्लग कुंजी अथवा स्विच		 कुंजी
3	परिवर्ती प्रतिरोध या धारा नियन्त्रक		 धारा नियंत्रक
4	वोल्टमीटर		 वोल्टमीटर
5	अमीटर		 अमीटर
6	विद्युत बल्ब		

10.5 ओम का नियम (Ohm's law)

जर्मनी के वैज्ञानिक डॉ. जार्ज साइम ओम ने सन् 1826 में किसी चालक के सिरों पर लगाये गये विभवान्तर तथा उसमें प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के मध्य सम्बन्ध एक नियम द्वारा व्यक्त किया जिसे ओम का नियम कहते है इस नियम के अनुसार

"यदि किसी चालक की भौतिक अवस्थाएँ जैसे ताप दाब, लम्बाई, क्षेत्रफल आदि स्थिर रहे तो उसके सिरों के मध्य उत्पन्न विभवान्तर प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है।"

प्रतिरोध का मात्रक

$$V \propto I, \quad V = RI$$

जहाँ R एक स्थिरांक है जिसे चालक का प्रतिरोध कहते है

$$\because \quad R = \frac{V}{1} \quad \text{मात्रक} \rightarrow \frac{\text{वोल्ट}}{\text{ऐम्पीयर}} = \text{ओम}(\Omega)$$

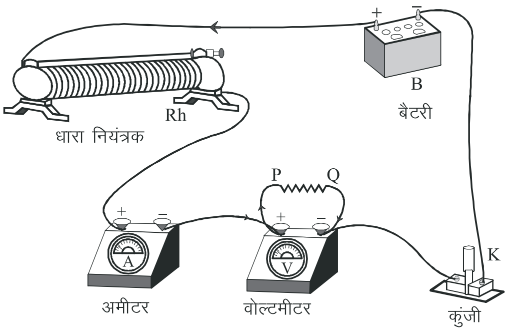
1 ओम की परिभाषा (Definition of 1 ohm)

यदि किसी चालक तार में 1 ऐम्पीयर की धारा प्रवाहित करने पर उसके सिरों के मध्य 1 वोल्ट विभवान्तर उत्पन्न होता है तो उस चालक तार का प्रतिरोध 1 ओम कहलायेगा।

ओम के नियम का प्रायोगिक सत्यापन (Experimental verification of ohm's law)

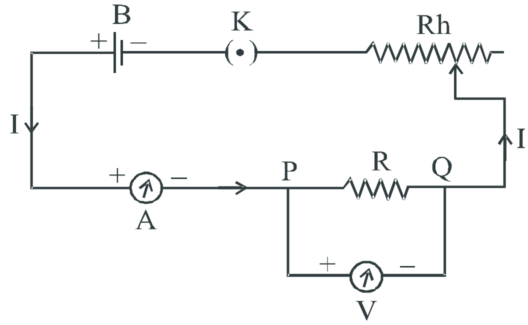
चित्र 10.1 के अनुसार एक सेल (B) धारा नियन्त्रक (R_h) अमीटर (A) वोल्टमीटर (V) व कुंजी (K) को श्रेणी क्रम में जोड़ देते है अब चालक तार PQ को वोल्टमीटर के समान्तर क्रम में जोड़ देते है।

चालक तार में विभिन्न मान की धाराएँ प्रवाहित कर अमीटर से ज्ञात करते हैं इन सभी धाराओं के संगत विभवान्तर वोल्टमीटर से ज्ञात करते हैं। विभवान्तर (V) व धारा I के पाठ्यांकों के मध्य ग्राफ खींचते हैं तो चित्र 10.3 के अनुसार एक सीधी रेखा प्राप्त होती है।

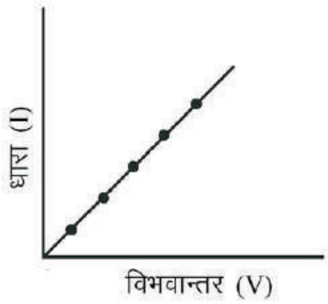


चित्र 10.1 ओम के नियम का प्रायोगिक सत्यापन का उपकरण का चित्र

जिससे यह सिद्ध होता है कि चालक के सिरों के मध्य उत्पन्न विभवान्तर प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है। यही ओम का नियम है।



चित्र 10.2 ओम के नियम का प्रायोगिक सत्यापन का परिपथ का चित्र



चित्र 10.3 विभवान्तर एवं धारा के बीच ग्राफ

उदाहरण 3 एक चालक तार का प्रतिरोध ज्ञात करो यदि उसमें 0.5 ऐम्पीयर की धारा प्रवाहित करने पर उसके सिरों पर 2 वोल्ट का विभवान्तर उत्पन्न होता है।

दिया है $I = 0.5$ ऐम्पीयर

$V = 2$ वोल्ट

$R = ?$

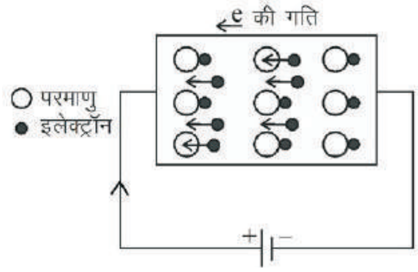
$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{2}{0.5} = 4\ \Omega$$

10.6 प्रतिरोध (Resistance)

प्रत्येक चालक पदार्थ अनेक अणुओं से मिलकर बना होता है ये अणु परमाणुओं से मिलकर बने होते हैं परमाणुओं में इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर चक्कर लगाते हैं। बाह्यत्तम कोश के इलेक्ट्रॉन नाभिक से अपेक्षाकृत कम बल से बंधे रहते हैं। अतः ये इलेक्ट्रॉन चालक में मुक्त रूप से अनियमित गति

करते हैं। जब ऐसे चालकों को बैटरी से जोड़ा जाता है तो ये मुक्त इलेक्ट्रॉन बैटरी के धनाग्र सिरें की ओर गति करते हैं। जब ये इलेक्ट्रॉन चालक में गति करते हैं तो चालक के अणु परमाणु व अन्य आयन इलेक्ट्रॉन की गति में बाधा उत्पन्न करते हैं। यह बाधा प्रतिरोध है



"चालकों में आवेशों के प्रवाह में उत्पन्न बाधा को प्रतिरोध कहते है।"

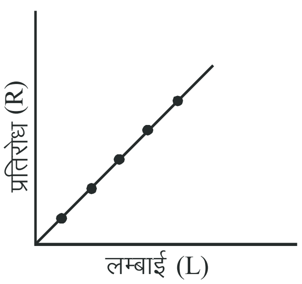
चूंकि प्रतिरोध चालकता के व्युत्क्रमानुपाती होती है अतः यदि किसी चालक का प्रतिरोध कम है तो उसकी चालकता अधिक होगी।

10.6.1 प्रतिरोध की निर्भरता

(Dependence of resistance)

प्रतिरोध निम्नलिखित कारको पर निर्भर करता है–

(a) लम्बाई पर (On length) एक ही पदार्थ के अलग–अलग लम्बाई के अनेक चालक तार लें जिनकी मोटाई (अनुप्रस्थ काट) एक समान हो इन चालक तारों का प्रतिरोध ज्ञात कर प्रतिरोध व लम्बाई के बीच ग्राफ खींचते है तो ग्राफ एक सीधी रेखा प्राप्त होता है। अर्थात् जैसे–जैसे चालक तार की लम्बाई बढ़ती है प्रतिरोध भी वैसे–वैसे बढ़ता है अर्थात् प्रतिरोध (R) लम्बाई के समानुपाती होता है।

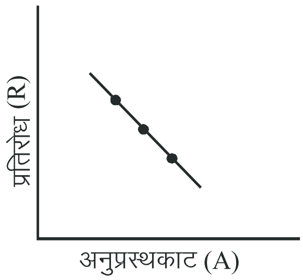


चित्र 10.4 R व L के मध्य ग्राफ

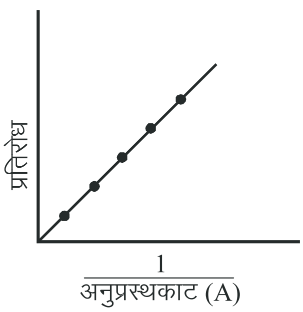
$$R \propto L \qquad .....(10.1)$$

(b) अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल पर (On cross sectional Area) एक ही पदार्थ व एक ही लम्बाई के अनेक चालक लें जिनके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल भिन्न–भिन्न हो इन चालक तारों का प्रतिरोध ज्ञात कर प्रतिरोध व अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल के व्युत्क्रम $\left(\frac{1}{A}\right)$ के मध्य ग्राफ खींचते हैं तो ग्राफ सीधी रेखा प्राप्त होता है। अर्थात् जैसे–जैसे चालक तार की मोटाई बढ़ती है वैसे–वैसे उसका प्रतिरोध कम होता जायेगा।

अर्थात् प्रतिरोध (R) अनुप्रस्थ काट (A) के क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता है।



चित्र 10.5 R व $\frac{1}{A}$ के मध्य ग्राफ



चित्र 10.6 R व A के मध्य ग्राफ

$$R \propto \frac{1}{A} \qquad .....(10.2)$$

समीकरण (10.1) व (10.2) से

$$R \propto \frac{L}{A}$$

$$R = K\frac{L}{A} \qquad ......(10.3)$$

K एक स्थिरांक है जिसे चालक पदार्थ का विशिष्ट प्रतिरोध या प्रतिरोधकता कहते है।

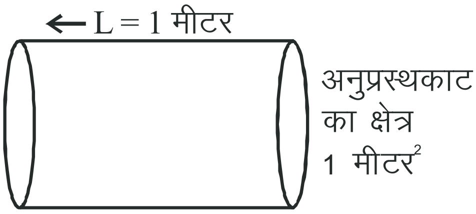
प्रतिरोधकता का मात्रक   समीकरण (10.3) को K के लिए

हल करने पर $K = \frac{RA}{L}$

K की इकाई $\frac{\text{ओम} \times \text{मीटर}^2}{\text{मीटर}} = \text{ओम} \times \text{मीटर}$

10.7 प्रतिरोधकता (Resistance)

माना एक चालक तार है जिसकी लम्बाई व अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल इकाई है।



$L = 1$ मीटर $A = 1$ मी²

$K = \frac{R \times 1}{1}$ $K = R$ ओम × मीटर

"अर्थात् इकाई लम्बाई व इकाई अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल वाले तार का प्रतिरोध ही विशिष्ट प्रतिरोध या प्रतिरोधकता कहलाती है।"

प्रतिरोधकता चालक की लम्बाई व अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करती है यह पदार्थ पर निर्भर करती है।

10.7.1 प्रतिरोध की ताप पर निर्भरता (Dependence of resistance on temperature)

कुछ धातुएँ जैसे चांदी, तांबा व सोना आदि का ताप बढ़ाने से प्रतिरोध बढ़ता है कुछ मिश्र धातुएँ जैसे – मेग्नीन तथा कॉन्सटेन्ट का प्रतिरोध ताप परिवर्तन के साथ बहुत कम परिवर्तित होता है इसके विपरीत कुछ धातुएँ जैसे सिलिकॉन (Si) व जर्मेनियम (Ge) जिनका ताप बढ़ाने पर प्रतिरोध घटता है इन धातुओं को अर्द्ध चालक कहते हैं।

कुछ धातुओं में ताप कम करने पर एक निश्चित ताप प्रतिरोध शून्य हो जाता हैं इन्हें अतिचालक पदार्थ (Super conductor) कहते हैं उदाहरण स्वरूप पारे का प्रतिरोध 4.2 केल्विन (K) ताप पर शून्य हो जाता है।

सारणी 10.2 कुछ पदार्थों की प्रतिरोधकता

	पदार्थ	प्रतिरोध (ओम × मी)
चालक	सिल्वर	1.60×10^{-8}
	कॉपर	1.62×10^{-8}
	एल्मूनियम	2.63×10^{-8}
	टंगस्टन	5.20×10^{-8}
	निकल	6.84×10^{-8}
	आयरन	10.0×10^{-8}
मिश्रधातु	कांस्टेन्ट [Cu व Ni की मिश्रधातु]	49×10^{-6}
	मैगनीन [Cu, Mn, Cl या Ni की मिश्रधातु]	44×10^{-6}
	नाईक्रोम [Ni, Cr, Mn व Fe की मिश्रधातु]	100×10^{-6}
विद्युतरोधी	कॉंच	$10^{10} - 10^{14}$
	एबोनाइट	$10^{15} - 10^{17}$
	डायमंड	$10^{12} - 10^{13}$

10.7.2 प्रतिरोध की पदार्थ पर निर्भरता (Dependure of resistance on material)

चांदी, तांबा, सोना व एल्मूनियम पदार्थ के चार चालक तार लेते हैं जिनकी लम्बाइयां व अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल एक समान है इन सभी तारों का प्रतिरोध ज्ञात करते है। एल्मूनियम का प्रतिरोध सबसे अधिक व चांदी का प्रतिरोध सबसे कम प्राप्त होता है

$R_{एल्यूमिनियम} > R_{सोना} > R_{तांबा} > R_{चांदी}$

अतः चांदी विद्युत का सबसे अच्छा चालक है इसके बाद तांबा सोना व एल्यूमिनियम।

चालकता की दृष्टि से उपरोक्त चारो धातुओं का क्रम

चांदी > तांबा > सोना > एल्यूमिनियम

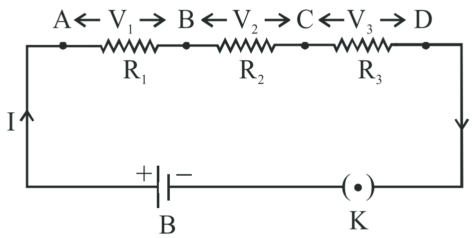
10.8 प्रतिरोधों का संयोजन

(Combination of resistances)

दिये गये चालक तारों से भिन्न प्रतिरोध प्राप्त करने के लिए को जोड़कर अभिष्ट प्रतिरोध प्राप्त किया जाता है प्रतिरोधों का संयोजन दो प्रकार का होता है।

(a) श्रेणी क्रम संयोजन (Series combination)

इस संयोजन में पहले तार का दूसरा सिरा, दूसरे तार के पहले सिरे से, दूसरे तार का दूसरा सिरा तीसरे तार के पहले सिरे से जोड़ने पर जो संयोजन प्राप्त होता है उसे श्रेणी क्रम संयोजन कहते है। चित्र 10.7 में तीन चालक तार AB, BC व CD का श्रेणी क्रम संयोजन दर्शाया गया है जिनके प्रतिरोध क्रमशः R_1, R_2 व R_3 है। श्रेणी क्रम संयोजन में सभी चालक तारों में समान धारा (I) बहती है परन्तु इनके सिरों के मध्य विभवान्तर अलग–अलग होता है।



चित्र 10.7 प्रतिरोधों का श्रेणी क्रम संयोजन

माना कि R_1, R_2 व R_3 में प्रवाहित धारा I है तथा इनके सिरों पर उत्पन्न विभवान्तर क्रमशः V_1, V_2 व V_3 है।

ओम के नियम से R_1 के सिरों के मध्य विभवान्तर

R_2 के सिरों के मध्य विभवान्तर $V_1 = IR_1$

R_3 के सिरों के मध्य विभवांतर $V_3 = IR_3$

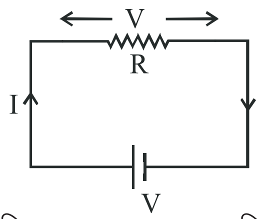
यदि बैटरी का विभवान्तर V है तो

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$V = I(R_1 + R_2 + R_3) \qquad .....(10.4)$$

यदि R_1, R_2 व R_3 का श्रेणी क्रम संयोजन में तुल्य प्रतिरोध R है।



(परिपथ 10.7 का तुल्य परिपथ)

तुल्य प्रतिरोध के सिरों के मध्य विभवान्तर $V = IR$

अतः $V = IR$ समीकरण (10.4) में रखने पर

$$IR = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

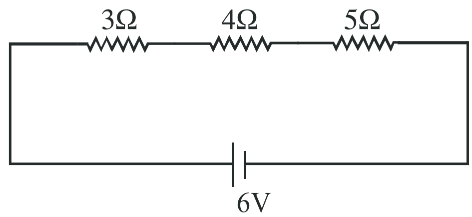
इस प्रकार हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं जब बहुत से चालक तार श्रेणी क्रम में संयोजित होते है तो संयोजन का कुल प्रतिरोध उन संयोजित सभी प्रतिरोधों के योग के बराबर होता है।

उदाहरण 4 $3\Omega, 4\Omega$ व 5Ω के प्रतिरोध किसी परिपथ में श्रेणी क्रम जुड़े है। इस संयोजन को एक 6 वोल्ट की बैटरी से जोड़ दिया जाता है तो निम्न ज्ञात करो।

(a) प्रत्येक प्रतिरोध में धारा

(b) प्रत्येक प्रतिरोध के सिरों पर विभवांतर

हल



श्रेणी क्रम संयोजन में तुल्य प्रतिरोध

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R = 3 + 4 + 5 = 12\Omega$$

तीनों प्रतिरोधों में एक ही मान की धारा प्रवाहित होगी

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{12} = 0.5 \text{ ऐम्पीयर}$$

प्रत्येक प्रतिरोध के सिरों पर विभवान्तर सूत्र $V = IR$ से ज्ञात करना होगा

3Ω के सिरों के मध्य विभवांतर

$$V_1 = IR_1 = 0.5 \times 3 = 1.5 \text{ वोल्ट}$$

4Ω के सिरों के मध्य विभवांतर

$$V_2 = IR_2 = 0.5 \times 4 = 2.0 \text{ वोल्ट}$$

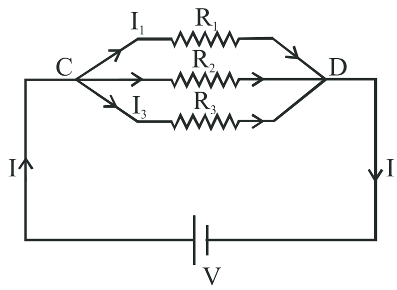
5Ω के सिरों के मध्य विभवांतर

$$V_3 = IR_3 = 0.5 \times 5 = 2.5 \text{ वोल्ट}$$

(b) समान्तर क्रम संयोजन

(Parallel combination)

इस संयोजन में सभी प्रतिरोध तारों के पहले सिरे एक जगह C पर एवं दूसरे सिरे दूसरी जगह D पर जोड़ने से जो संयोजन प्राप्त होता है उसे समान्तर क्रम संयोजन कहते है। चित्र 10.8 में तीन चालकों के समान्तर क्रम संयोजन दर्शाया गया है जिनके प्रतिरोध क्रमशः R_1, R_2 व R_3 हैं समान्तर क्रम संयोजन में सभी प्रतिरोधों के सिरों के मध्य विभवांतर V एक समान होता है परन्तु धारा का मान अलग–अलग होता है R_1, R_2 व R_3 में प्रवाहित धाराएँ क्रमशः I_1, I_2 व I_3 है।



चित्र 10.8 प्रतिरोधों का समान्तर क्रम संयोजन

ओम के नियम से

R_1 में प्रवाहित धारा $\quad I_1 = \dfrac{V}{R_1}$

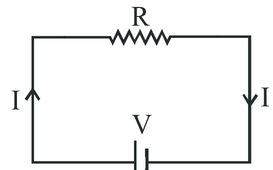
R_2 में प्रवाहित धारा $\quad I_2 = \dfrac{V}{R_2}$

R_3 में प्रवाहित धारा $\quad I_3 = \dfrac{V}{R_3}$

$\because \; I = I_1 + I_2 + I_3$

$$I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

या $$I = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) \qquad .....(10.5)$$



(परिपथ 10.8 का तुल्य परिपथ)

यदि R_1, R_2 व R_3 का समान्तर क्रम में तुल्य प्रतिरोध R है तुल्य प्रतिरोध में प्रवाहित धारा $I = \dfrac{V}{R}$

समीकरण (10.5) में $I = \dfrac{V}{R}$ रखने पर

$$\frac{V}{R} = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

अर्थात् समान्तर क्रम में संयोजित प्रतिरोधों के समूह के तुल्य प्रतिरोध का व्युत्क्रम पृथक–पृथक प्रतिरोधों के व्युत्क्रमों के योग के बराबर होता है। यदि किसी परिपथ में दो प्रतिरोध तार लगे हों तो

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{या} \quad \frac{1}{R} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

उदाहरण 5 एक विद्युत परिपथ में $1\Omega, 2\Omega$ व 3Ω के प्रतिरोध समान्तर क्रम में जुड़े हैं यदि संयोजन को 6 वोल्ट की बैटरी से जोड़ देते हैं तो निम्नलिखित ज्ञात करो?

(a) संयोजन का तुल्य प्रतिरोध

(b) परिपथ में धारा

(c) प्रत्येक प्रतिरोध में धारा

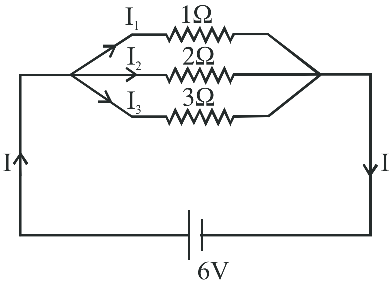
(i) तुल्य प्रतिरोध

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3} \quad \begin{cases} R_1 = 1\Omega \\ R_2 = 2\Omega \\ R_3 = 3\Omega \\ R = ? \end{cases}$$

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{R}=\frac{6+3+2}{6}$$

$$\frac{1}{R}=\frac{11}{16} \text{ या } R=\frac{6}{11}\Omega$$



(b) परिपथ में धारा

$$I=\frac{V}{R} \qquad \begin{cases} V = 6 \text{ volt} \\ R = \frac{6}{11}\Omega \\ I = ? \end{cases}$$

$$I = 6 \Big/ \tfrac{6}{11}$$

$$= 6\times\frac{11}{6} = 11 \text{ ऐम्पीयर}$$

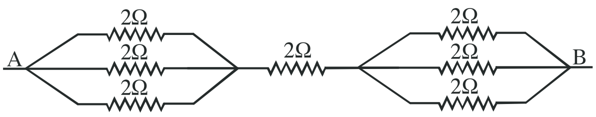
(c) प्रत्येक प्रतिरोध में धारा

$R_1 = 1\Omega$ में धारा $I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{6}{1} = 6$ ऐम्पीयर

$R_2 = 2\Omega$ में धारा $I_2 = \frac{6}{2} = 3$ ऐम्पीयर

$R_3 = 3\Omega$ में धारा $I_3 = \frac{6}{3} = 2$ ऐम्पीयर

उदाहरण 6 दिये गये विद्युत परिपथ में A व B के मध्य तुल्य प्रतिरोध ज्ञात करो?



हल उपरोक्त परिपथ 2Ω के तीन प्रतिरोध दो जगहों पर समान्तर क्रम में जुड़े है अतः इनका तुल्य प्रतिरोध

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3} \qquad \frac{1}{R}=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{R}=\frac{1+1+1}{2} \quad \text{or} \quad \frac{1}{R}=\frac{3}{2} \text{ or } R=\frac{2}{3}\Omega$$

अब दिये गये परिपथ का तुल्य परिपथ निम्न प्रकार से बना सकते है।

$\frac{2}{3}\Omega, 2\Omega$ व $\frac{2}{3}\Omega$ प्रतिरोध तार श्रेणीक्रम में जुड़े है। अतः इनका तुल्य प्रतिरोध

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R=\frac{2}{3}+2+\frac{2}{3}=\frac{2+6+2}{3}=\frac{10}{3}\Omega$$

10.9 विद्युत धारा का तापीय प्रभाव (Thermal effect of current)

जब किसी बैटरी द्वारा किसी चालक तार में धारा प्रवाहित की जाती है तो बैटरी के भीतर संचित रासायनिक ऊर्जा का सतत् रूपान्तरण चालक में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा के रूप में होता है चालक में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की परमाणुओं से निरन्तर टक्कर होने से इन इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा में क्षय होता है तथा चालक का ताप बढ़ जाता है अतः बैटरी की रासायनिक ऊर्जा चालक में ऊष्मीय ऊर्जा में परिवर्तित होती रहती है उदाहरण के लिए एक विद्युत पंखा निरन्तर चलता है तो वह गर्म हो जाता है।

अब यदि एक ऐसा विद्युत परिपथ लें जिसमें बैटरी के साथ विशुद्ध प्रतिरोध जुड़ा है तो स्रोत की सम्पूर्ण ऊर्जा पूर्ण रूप से ऊष्मा के रूप में क्षयित हो जाती है इसे विद्युत धारा का तापीय प्रभाव कहते हैं। इस प्रभाव का उपयोग विद्युत हीटर, विद्युत इस्त्री व विद्युत गीजर में किया जाता है।

विशुद्ध प्रतिरोध में तापीय प्रभाव से उत्पन्न ऊष्मा का मान ज्ञात करना

माना कि एक विशुद्ध प्रतिरोध तार है जिसे एक बैटरी से जोड़ा गया है इस तार का प्रतिरोध R इसमें प्रवाहित धारा I व इसके सिरों के मध्य उत्पन्न विभवान्तर V है।

यदि तार में t समय में Q आवेश प्रवाहित होता है और तार के सिरों पर उत्पन्न विभवान्तर V है t समय में Q आवेश प्रवाहित करने में किया गया कार्य = आवेश × विभवान्तर

$$W = QV$$

$$W = I\,t\,V \qquad [\because Q = It]$$

स्त्रोत द्वारा t समय में निवेशित ऊर्जा (VI t) ऊष्मा ऊर्जा में परिणित होगी। अतः t समय में उत्पन्न ऊष्मा H = VI t

$H = IR \times It$ [ओम के नियम से $V = IR$]

$H = I^2Rt$

उपरोक्त सूत्र से स्पष्ट है कि प्रतिरोध तार मे उत्पन्न ऊष्मा

(a) दिये गये प्रतिरोध तार मे प्रवाहित होने वाली विद्युत धारा के वर्ग के समानुपाती होती है।

$H \alpha I^2$

(b) दिये गये प्रतिरोध के समानुपाती होती है।

$H \alpha R$

(c) प्रतिरोध में धारा प्रवाह के समय t समानुपाती होती है

$H \alpha t$

उपरोक्त तीनों नियम जूल के तापन के नियम कहलाते है।

विद्युत शक्ति (Electric power)

किसी विद्युत परिपथ में धारा प्रवाहित करने पर प्रति सेकण्ड में किया गया कार्य विद्युत शक्ति कहलाता है।

$$\text{विद्युत शक्ति } (P) = \frac{\text{किया गया कार्य } (W)}{\text{कुल समय } (t)}$$

अभी हमने देखा विशुद्ध प्रतिरोध में निवेशित कार्य (ऊर्जा) VI t अतः विशुद्ध प्रतिरोध में निवेशित शक्ति

$$P = \frac{W}{t} = \frac{VIt}{t}$$

$P = VI$

$P = IR \times I$ $[\because V = IR]$

$P = I^2R$

P की इकाई – $\frac{\text{जूल}}{\text{सेकण्ड}}$ होती है। इसे वाट भी कहते है।

वाट शक्ति का छोटा मात्रक है। अन्य बड़े मात्रक किलोवाट, मेगावाट अश्व शक्ति है।

1 किलोवाट (1 kW) = 1000 वाट = 10^3 वाट

1 मेगावाट (1 MW) = 1000000 वाट = 10^6 वाट

1 अश्व शक्ति (1 hp) = 746 वाट

चूंकि विद्युत ऊर्जा, विद्युत शक्ति व समय के गुणनफल के बराबर होती है

विद्युत ऊर्जा = विद्युत शक्ति (P) × समय (t)

इसलिए विद्युत ऊर्जा का मात्रक वाट घंटा (Wh) है जब एक वाट शक्ति का उपयोग 1 घंटे होता है तो उपयुक्त ऊर्जा एक वाट घंटा होती है। विद्युत ऊर्जा का व्यापारिक मात्रक किलो वाट घंटा (kWh) है जिसे सामान्य बोलचाल की भाषा में यूनिट कहते है।

1 kWh में जूल की संख्या

1 किलो वाट घंटा $= 10^3 \times 60 \times 60$ वाट × सेकण्ड

$= 36 \times 10^5 = \frac{\text{जूल}}{\text{सेकण्ड}} \times \text{सेकण्ड}$

$= 36 \times 10^5$ जूल

खपत विद्युत ऊर्जा यूनिट में निकालने के लिए

$$\text{खपत विद्युत ऊर्जा} = \frac{\text{शक्ति } P\,(\text{वाट}) \times \text{समय } t\,(\text{घंटे में})}{1000}$$

उदाहरण के लिए 2 बल्ब 100 वाट के प्रतिदिन 8 घंटे चलते है 1 महीने (30 दिन) में कितने यूनिट विद्युत ऊर्जा व्यय होगी–

व्यय विद्युत ऊर्जा (यूनिट में)

$$= \frac{p\,(\text{वाट में}) \times \text{समय}\,(\text{घंटे में})}{1000} = \frac{100 \times 2 \times 30 \times 8}{1000}$$

= **48 यूनिट**

उदाहरण 7 10 वोल्ट के **संचायक** सेल से 50 ओम की नाइक्रोम की प्रतिरोध कुण्डली को जोड़कर 1 घंटे तक धारा प्रवाहित की जाती है तो कुण्डली में उत्पन्न ऊष्मा का मान ज्ञात करो।

हल परिपथ में धारा

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{50} = 0.2 \text{ ऐम्पयीर}$$

दिया गया

V = 10 वोल्ट

$R = 50\Omega$

t = 1 घंटा

= 60 × 60 सेकण्ड

= 3600 सेकण्ड

H = ?

उत्पन्न ऊष्मा

$H = I^2Rt$

$H = (0.2)^2 \times 50 \times 3600$ = 7200 जूल

उदाहरण 8 किसी विद्युत बल्ब को 220 वोल्ट के स्रोत से जोड़ने पर उसमें प्रवाहित धारा 0.5 ऐम्पीयर है बल्ब की शक्ति कितनी होगी?

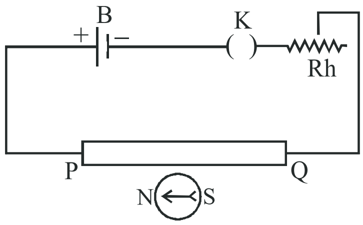
हल P = VI   V = 220 वोल्ट

P = 220 × 0.5   I = 0.5 ऐम्पीयर

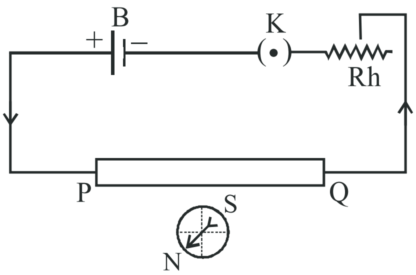
P = 110 वाट   P = ?

10.10 विद्युत धारा का चुम्बकीय प्रभाव
(Magnetic effect of current)

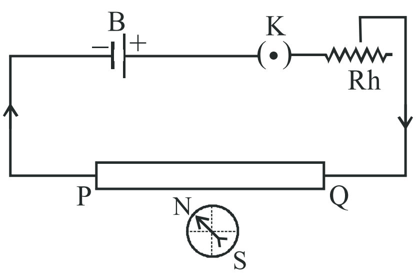
सन् 1820 में ओरस्टेड ने एक प्रयोग किया जिसमें एक चालक तार में विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो चालक तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है और इसी कारण चालक के निकट रखी चुम्बकीय सुई विक्षेपित होती है और ओरस्टेड द्वारा किये गये प्रयोग को निम्न प्रकार से समझ सकते है।



चित्र 10.9 (a)



चित्र 10.9 (b)



चित्र 10.9 (c)

चित्र 10.9 ओरस्टेड का प्रयोग

(i) चित्र 10.9 (a) जब चालक में कोई धारा नहीं बहती है तो उसके चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न नहीं होता फलस्वरूप चुम्बकीय सुई अविक्षिपित अवस्था में रहती है।

(ii) चित्र 10.9 (b) जब चालक तार में धारा प्रवाहित होती है तो तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है और चुम्बकीय सुई विक्षेपित होती है।

(iii) चित्र 10.9 (c) यदि धारा की दिशा विपरीत कर दें तो चुम्बकीय सुई में विक्षेप की दिशा बदल जाता है।

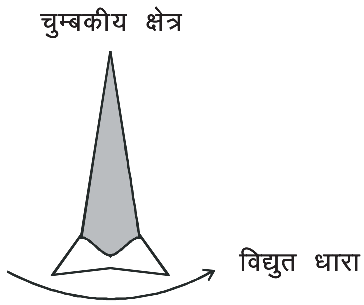
चालक में धारा प्रवाहित करने पर चुम्बकीय सुई का विक्षेपित होना इस बात को व्यक्त करता है कि चालक के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हुआ। चालक तार में धारा का मान बढ़ाने और चुम्बकीय सुई को चालक के निकट ले जाने पर उसमें विक्षेप बढ़ता है।

10.11 चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा
(Direction of magnetic field)

किसी चालक में धारा प्रवाहित करने पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने के लिए निम्न दो नियम दिये गये

(a) दक्षिणावर्त पेच का नियम (Right handed cork screw law)

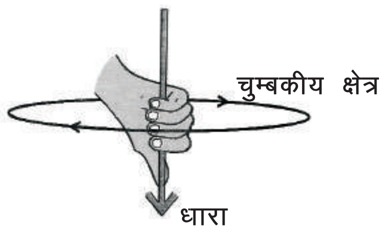
इस नियम के अनुसार दक्षिणावर्त पेंच को इस प्रकार वृत्ताकार पथ घुमाया जावे की पेंच की नोक विद्युत धारा की दिशा में आगे बढ़े तो पेंच को घुमाने की दिशा चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को व्यक्त करेगी। चित्र 10.10 (a)



चित्र 10.10 (a) दक्षिणावर्त पेंच नियम

(b) दक्षिण हस्त का नियम (Right hand law)

इस नियम के अनुसार धारावाही चालक को दाहिने हाथ से इस प्रकार पकड़े की अंगूठा धारा की दिशा में रहे तो मुड़ी हुई अंगुलियां चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को व्यक्त करेंगी।



चित्र 10.10 (b) दक्षिण हस्त नियम

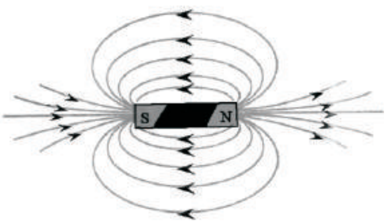
10.12 चुम्बकीय क्षेत्र और क्षेत्र रेखाएँ

(Magnetic field and field lines)

ओरेस्टेड के प्रयोग में हमने देखा किसी चालक में धारा प्रवाहित करते हैं तो वह चालक छड़ चुम्बक की तरह व्यवहार करता है चालक के पास दिक् सूचक की सुई लाते हैं तो यह विक्षेपित हो जाती है वास्तव में दिक् सूई भी एक छोटी छड़ चुम्बक ही होती है। यह सूई बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र की अनुपस्थिति में जिस दिशा में जाकर रुकती है वह उत्तर दक्षिण होती है दिक् सुई का जो सिरा उत्तर दिशा को संकेत करता है उसे उत्तरोमुखी ध्रुव कहते है। दूसरा सिरा जो दक्षिण दिशा की ओर संकेत करता है उसे दक्षिणोमुखी ध्रुव कहते हैं।

"किसी चुम्बक के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र को प्रदर्शित करने के लिए कुछ काल्पनिक रेखाओं का समूह खींचा जाता है इन्हें क्षेत्र रेखाएँ कहते हैं।"

किसी चुम्बक के चारों ओर वह क्षेत्र जहाँ तक उस चुम्बक के प्रभाव को महसूस कर सकते हैं चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।



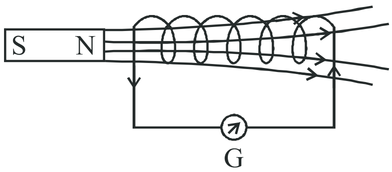
चित्र 10.11

चुम्बकीय क्षेत्र एक ऐसी राशि है जिसमें दिशा व परिमाण दोनों होते हैं चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा सदैव उत्तरी ध्रुव से दक्षिणी ध्रुव की ओर होती है। एक चुम्बक के लिए चुम्बकीय रेखाएँ चित्र में प्रदर्शित की गई हैं।

10.13 विद्युत चुम्बकीय प्रेरण

(Electro magnetic induction)

चित्र में एक कुण्डली को धारामापी से जोड देते हैं अब छड चुम्बक को कुण्डली के पास में लाते हैं तो धारामापी में विक्षेप आता है। अर्थात् कुण्डली में धारा बहती है। धारा का मान चुम्बक व कुण्डली के बीच सापेक्ष गति पर निर्भर करता है।



चित्र 10.12

"किसी कुण्डली एवं चुम्बक के बीच सापेक्ष गति के कारण कुण्डली में उत्पन्न विद्युत प्रभाव को विद्युत चुम्बकीय प्रेरण कहते है।"

व्याख्या (Explanation)

जब चुम्बक एवं कुण्डली के बीच सापेक्ष गति होती है तो कुण्डली के काट में से गुजरने वाली चुम्बकीय क्षेत्र की रेखाओं की संख्या में लगातार परिवर्तन होता है अर्थात् चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता है। फैराडे ने बताया किसी कुण्डली के सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता है तो उसमें प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।

10.13.1 चुम्बकीय फ्लक्स (Magnetic flux)

किसी चुम्बकीय क्षेत्र में रखे पृष्ठ से गुजरने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं की संख्या को उस पृष्ठ से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स कहते है। चुम्बकीय फ्लक्स का मात्रक वेबर होता है।

10.14 विद्युतधारा जनित्र

(Electric current generator)

यह एक ऐसी युक्ति है जिसमें चुम्बकीय क्षेत्र में रखी कुण्डली को यांत्रिक ऊर्जा देकर घूर्णन करवाकर विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जाती है यह विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त पर आधारित है।

धारा जनित्र दो प्रकार के होते हैं–

(a) प्रत्यावर्ती धारा जनित्र (A.C. generator)

अपने घरों में उपकरण जैसे बल्ब, पंखा, इस्त्री, टोस्टर, फ्रिज इत्यादि प्रत्यावर्ती स्रोत से चलते हैं। शादी विवाह में मेरिज हॉल या मेरिज गार्डन में आपने देखा होगा जब बिजली बन्द हो जाती है तो लाईट डेकोरेशन को चालित करने के लिए हॉल या गार्डन के बाहर डीजल से चलने वाली एक युक्ति होती है जिसे प्रत्यावर्ती धारा जनित्र कहते हैं।

वास्तव में प्रत्यावर्ती धारा जनित्र एक ऐसी युक्ति है जो यांत्रिक ऊर्जा को प्रत्यावर्ती विद्युत ऊर्जा में बदलता है।

प्रत्यावर्ती धारा जनित्र के निम्न चार भाग होते है

(a) क्षेत्र चुम्बक (b) आर्मेचर या कुण्डली (c) सर्पीवलय (d) ब्रुश

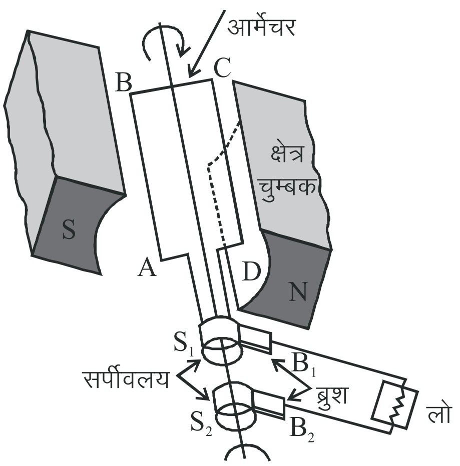
(a) क्षेत्र चुम्बक (Field magnet) इसे एक अति शक्तिशाली नाल के आकार का चुम्बक NS होता है जिसे क्षेत्र चुम्बक कहते है।

(b) आर्मेचर या कुण्डली (Armature or coil) यह कच्चे

लोहे के ढांचे पर लिपटी विद्युत रोधी तांबे की कुण्डली PQRS होती है।

(c) सर्पीवलय (Slip ring) कुण्डली के सिरे A व D को अलग–अलग पृथक्कित धात्विक वलयों S_1 व S_2 से जोड़ दिये जाते हैं। ये वलय कुण्डली के घूमने से उसके साथ–साथ घूमते है।

(d) ब्रुश (Brushes) ये कार्बन या किसी धातु की पत्तियों से बने दो ब्रुश होते है जिनका एक सिरा तो वलयों को स्पर्श करता है तथा शेष दूसरों सिरों को बाहरी परिपथ से संयोजित कर दिया जाता है।



चित्र 10.13 प्रत्यावर्ती धारा जनित्र

कार्यविधि (Working)

जब आर्मेचर को यांत्रिक ऊर्जा देकर घुमाया जाता है तो कुण्डली ABCD से पारित चुम्बकीय फ्लक्स में लगातार परिवर्तन होता है जिससे कुण्डली के सिरों के बीच प्रेरित धारा बहती है

जब कुण्डली को दक्षिणावर्त घुमाते है कुण्डली का तल बार–बार चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर व लम्बवत् होता है। चूंकि प्रथम आधे चक्र में फ्लक्स की मात्रा घटती है, इस प्रकार प्रथम आधे घूर्णन में धारा की दिशा बाह्य परिपथ में दक्षिणावर्त होती है और अगले आधे घूर्णन में वामावर्त होती है। अर्थात् प्रथम आधे चक्र में बाह्य परिपथ में धारा B_1 से B_2 की और शेष आधे चक्र में B_2 से B_1 की ओर बहती है। इस प्रकार आर्मेचर के पूर्ण घूर्णन में निश्चिशत कालान्तर के बाद धारा की दिशा बदलती है तथा इस दौरान धारा का मान भी नियमित रूप से बदलता है ऐसी धारा प्रत्यावर्ती धारा कहलाती है।

भारत में प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति 50 हट्र्ज है अतः प्रत्यावर्ती धारा जनित्र से 50 हट्र्ज आवृत्ति वाली धारा उत्पन्न करने के लिए कुण्डली को एक सेकण्ड में 50 बार घुमाया जाता है।

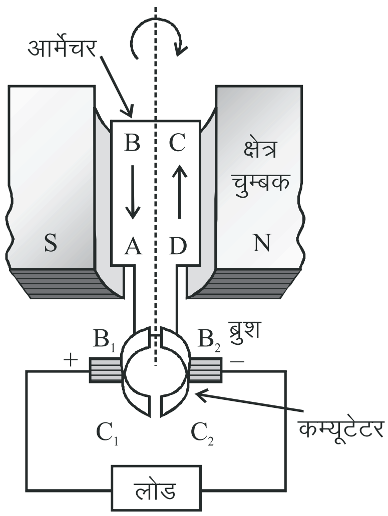
प्रत्यावर्ती धारा जनित्र से उत्पन्न धारा का मान कुण्डली में फेरों की संख्या, कुण्डली के क्षेत्रफल, घूर्णन वेग व चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता पर निर्भर करता है।

(b) दिष्ट धारा जनित्र

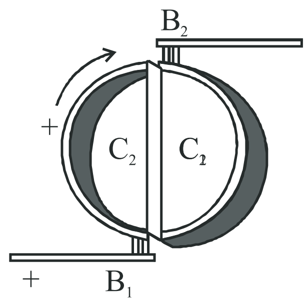
(Direct current generator)

यह एक ऐसी युक्ति है जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलती है। विद्युत ऊर्जा से प्राप्त विद्युत धारा की दिशा समय के साथ नियत रहती है

बनावट (Construnetion) इसकी बनावट भी प्रत्यावर्ती धारा जनित्र जैसी ही होती है अन्तर केवल इतना है दो सर्पीवलय के स्थान पर विभक्त वलय दिक परिवर्तक का उपयोग किया जाता है।



चित्र 10.14 दिष्टधारा जनित्र



चित्र 10.15 कम्यूटेटर की स्थिति आधे घूर्णन के बाद

इसमें धातु की एक वलय लेते है जिसके दो बराबर भाग C_1 व C_2 करते है जिन्हे कम्यूटेटर कहते है। आर्मेचर का एक सिरा कम्यूटेटर C_1 के एक भाग से तथा दूसरा सिरा

कम्यूटेटर C_2 के दूसरे भाग से जुड़ा होता है C_1 व C_2 दो कार्बन ब्रुशों B_1 व B_2 को स्पर्श करते है।

कार्य प्रणाली (Working)

जब आर्मेचर को चुम्बकीय क्षेत्र में घुमाया जाता है तब कुण्डली से पारित चुम्बकीय फ्लक्स में लगातार परिवर्तन होने से उसमें प्रेरित धारा बहती है उसमें बुश B_1 व B_2 की स्थितियां इस प्रकार समायोजित की जाती हैं कि कुण्डली में धारा की दिशा परिवर्तित होती है तो ठीक उसी समय इन ब्रुशों का सम्बन्ध कम्यूटेटर के एक भाग से हटकर दूसरे भाग से हो जाता है और बाह्य परिपथ में धारा की दिशा समय के साथ नियत रहती है।

माना कि प्रथम आधे चक्र में प्रेरित धारा की दिशा इस प्रकार होती है कि कुण्डली C_1 से जुड़ा सिरा धनात्मक व C_2 से जुड़ा सिरा ऋणात्मक होता है इस स्थिति में ब्रुश B_1 धनात्मक व ब्रुश B_2 ऋणात्मक होते हैं अगले आधे चक्र में कुण्डली में धारा की दिशा जैसे ही बदलती है C_1 ऋणात्मक व C_2 धनात्मक हो जाते है लेकिन कुण्डली के घूमने के कारण C_1 घूमकर C_2 के स्थान पर (B_2 के सम्पर्क में) तथा C_2 घूमकर C_1 के स्थान पर (B_1 के सम्पर्क में) आ जाते है अतः B_1 सदैव धनात्मक व B_2 ऋणात्मक रहता है इस प्रकार एक पूर्ण चक्र में बाह्य परिपथ में धारा की दिश B_1 से B_2 की ओर बहती है।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. आवेशों में प्रवाह की दर को धारा कहते है। इसकी दिशा सदैव धन सिरे के ऋण सिरे की ओर होती है इसका मात्रक ऐम्पीयर होता है।
2. आवेशों के प्रवाह में रुकावट को प्रतिरोध कहते है। यह लम्बाई, अनुप्रस्थ काट, ताप व पदार्थ पर निर्भर करता है।
3. यदि किसी चालक की भौतिक अवस्थाएँ स्थिर रहें तो चालक सिरों पर उत्पन्न विभवान्तर प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है इसे ओम का नियम कहते हैं।
   $V = IR$ R एक स्थिरांक है जिसे चालक का प्रतिरोध कहते है।
4. अमीटर परिपथ में धारा का मापन करता है इसे परिपथ में श्रेणी क्रम में लगाया जाता है।
5. वोल्टमीटर चालक के सिरों के मध्य उत्पन्न विभवान्तर का मापन करता है इसे परिपथ में समान्तर क्रम में लगाया जाता है।
6. एक मीटर लम्बे व 1 वर्ग मीटर अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाले चालक तार के प्रतिरोध को उस पदार्थ का विशिष्ट प्रतिरोध कहते है। इसका मात्रक ओम × मीटर होता है। यह लम्बाई व अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है। बल्कि पदार्थ पर निर्भर करता है।
7. श्रेणीक्रम में तुल्य प्रतिरोध
   $$R = R_1 + R_2 + R_3 \ldots\ldots$$
8. समान्तर क्रम में तुल्य प्रतिरोध
   $$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots$$
9. एक विशुद्ध प्रतिरोध को विद्युत स्त्रोत से जोड़ देते हैं। विद्युत स्त्रोत द्वारा विशुद्ध प्रतिरोध को निवेशित ऊर्जा
   $$W = VIt$$
   पूर्ण रूप से ऊष्मा ऊर्जा में परिणित हो जाती है।
10. जब किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तब चालक के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है यह धारा का चुम्बकीय प्रभाव कहलाता है।
11. किसी चुम्बकीय क्षेत्र में रखे पृष्ठ से गुजरने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं की संख्या को उस पृष्ठ से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स कहते है।
12. विद्युत जनित्र एक युक्ति है जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में रूपान्तरित करती है यह विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त पर आधारित है जनित्र दो प्रकार के होते है।
    (i) प्रत्यावर्ती धारा जनित्र   (ii) दिष्ट धारा जनित्र

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न

1. 5 वोल्ट की बैटरी से यदि किसी चालक में 2 ऐम्पीयर की धारा प्रवाहित की जाती है तो चालक का प्रतिरोध होगा–
   (क) 3 ओम   (ख) 2.5 ओम
   (ग) 10 ओम   (घ) 2 ओम
2. प्रतिरोधकता निम्न में से किस पर निर्भर करती है?
   (क) चालक की लम्बाई पर
   (ख) चालक के अनुप्रस्थ काट पर
   (ग) चालक के पदार्थ पर
   (घ) इसमें से किसी पर नहीं

3. वोल्ट किसका मात्रक है
(क) धारा (ख) विभवान्तर
(ग) आवेश (घ) कार्य

4. एक विद्युत परिपथ में $1\Omega, 2\Omega$ व 3Ω के तीन चालक तार श्रेणीक्रम में लगे हैं इसका तुल्य प्रतिरोध होगा–
(क) 1 ओम से कम (ख) 3 ओम से कम
(ग) 1 ओम से ज्यादा (घ) 3 ओम से ज्यादा

5. भारत में प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति है
(क) 45 हट्र्ज (ख) 50 हट्र्ज
(ग) 55 हट्र्ज (घ) 60 हट्र्ज

6. विभिन्न मान के प्रतिरोधों को समान्तर क्रम में जोड़कर उन्हे विद्युत स्त्रोत से जोड़ने पर प्रत्येक प्रतिरोध तार में
(क) धारा और विभवान्तर का मान भिन्न–भिन्न होगा
(ख) धारा और विभवान्तर का मान समान होगा
(ग) धारा भिन्न–भिन्न होगी परन्तु विभवान्तर एक समान होगी
(घ) धारा समान होगी परन्तु विभवान्तर भिन्न–भिन्न होगा

7. किसी विद्युत परिपथ में 0.5 सेकण्ड में 2 कूलॉम आवेश प्रवाहित होता है विद्युत धारा का मान ऐम्पीयर में होगा
(क) 1 ऐम्पीयर (ख) 4 ऐम्पीयर
(ग) 1.5 ऐम्पीयर (घ) 10 ऐम्पीयर

8. विद्युत के ऊष्मीय प्रभाव पर आधारित युक्ति नहीं है।
(क) हीटर (ख) प्रेस
(ग) टोस्टर (घ) रेफ्रीजेटर

अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न

9. विशिष्ट प्रतिरोध अथवा प्रतिरोधकता का मात्रक क्या होता है?
10. विद्युत धारा की परिभाषा दीजिये।
11. विद्युत विभव किसे कहते है?
12. 1 ओम प्रतिरोध किसे कहते है?
13. प्रतिरोध अनुप्रस्थ काट पर कैसे निर्भर करता है?
14. प्रतिरोधकता की परिभाषा दीजिये।
15. विद्युत शक्ति किसे कहते हैं?
16. एक विद्युत बल्ब पर $100W - 220V$ लिखा है इसका क्या अभिप्राय है?
17. घरों में विद्युत का संयोजन किस प्रकार किया जाता है?

लघूत्तरात्मक प्रश्न

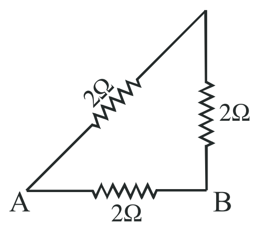
18. प्रतिरोधों के श्रेणीक्रम संयोजन व समान्तर क्रम संयोजन में क्या अन्तर हैं?
19. विद्युत शक्ति किसे कहते है? इसके लिए आवश्यक सूत्र लिखिए।
20. दो प्रतिरोध तार एक ही पदार्थ के बने हुए है इनकी लम्बाइयाँ समान है यदि इनके अनुप्रस्थ काटों के क्षेत्रफल का अनुपात 2 : 11 है तो इनके प्रतिरोधों का अनुपात ज्ञात करो?
21. विद्युत विभव व विभवान्तर को परिभाषित करो।
22. प्रत्यावर्ती धारा जनित्र एवं दिष्ठ धारा जनित्र में क्या अन्तर हैं?
23. दक्षिणावर्त हस्त का नियम लिखो।
24. 1 किलोवाट घंटा में जूल की संख्या ज्ञात करों।
25. जूल के तापन के नियम लिखो।
26. ओम के नियम का प्रायोगिक सत्यापन का परिपथ का नामांकित चित्र बनाओ।

निबन्धात्मक प्रश्न

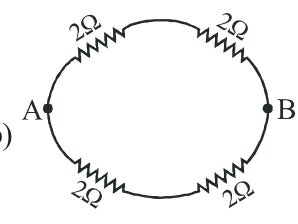
27. प्रत्यावर्ती धारा जनित्र की बनावट एवं कार्य विधि समझाइये। आवश्यक नामांकित चित्र बनाओ।
28. श्रेणीक्रम संयोजन का परिपथ चित्र बनाते हुए तुल्य प्रतिरोध का आवश्यक सूत्र स्थापित करो।
29. समान्तर क्रम संयोजन का आवश्यक परिपथ बनाते हुए तुल्य प्रतिरोध का सूत्र ज्ञात करों।

आंकिक प्रश्न

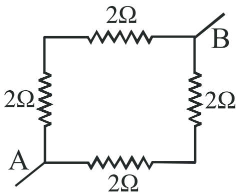
30. $1\Omega, 2\Omega$ व 3Ω के तीन प्रतिरोधों के संयोजन से प्राप्त अधिकतम व न्यूनतम प्रतिरोध ज्ञात करो।$[6\Omega, \frac{6}{11}\Omega]$
31. यदि किसी चालक तार में 10 मिली ऐम्पीयर की धारा प्रवाहित करने पर इसके सिरों पर 2.5 वोल्ट का विभवान्तर उत्पन्न होता है तो चालक तार का प्रतिरोध ज्ञात करो। $[250\Omega]$
32. निम्न परिपथों में A व B के मध्य तुल्य प्रतिरोध ज्ञात करो।

(a)


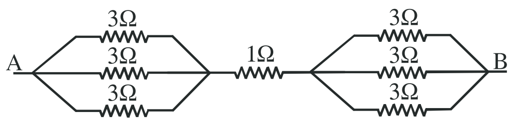
(उ. $\frac{4}{3}\Omega$)

(b)


(उ. 2Ω)

(c) 

(उ. 2Ω)

(d) 

(उ. 3Ω)

33. एक 1500 वाट की निमज्जन छड़ प्रतिदिन 3 घंटे पानी गर्म करने में काम में आती है। यदि एक यूनिट विद्युत ऊर्जा का मूल्य 5.00 रू है तो 30 दिन में उपयोग हुई विद्युत का मूल्य कितना होगा (675 रू)

उत्तरमाला

1. (ख) 2. (ग) 3. (ख) 4. (घ) 5. (ख)
6. (ग) 7. (ख) 8. (घ)