प्रश्न 1.

किसी कार की संचायक बैटरी का विद्युत वाहक बल 12 V है। यदि बैटरी को आन्तरिक प्रतिरोध 0.4 Ω हो तो बैटरी से ली जाने वाली अधिकतम धारा का मान क्या है?

हल-

E वैद्युत वाहक बल वाली बैटरी से ली जाने वाली धारा,

$$I = \frac{E}{R+r}$$

जिसमें R बाह्य प्रतिरोध तथा r आन्तरिक प्रतिरोध है।

अधिकतम धारा के लिए बाह्य प्रतिरोध, R = 0

धारा, $I = \frac{E}{r} = \frac{12}{0.4} = 30$ A

प्रश्न 2.

10 V विद्युत वाहक बल वाली बैटरी जिसका आन्तरिक प्रतिरोध 3 Ω है, किसी प्रतिरोधक से संयोजित है। यदि परिपथ में धारा का मान 0.5 A हो तो प्रतिरोधक का प्रतिरोध क्या है? जब परिपथ बन्द है तो सेल की टर्मिनल वोल्टता क्या होगी?

हल-

दिया है, बैटरी का वैद्युत वाहक बल E = 10 वोल्ट

बैटरी का आन्तरिक प्रतिरोध = 3 ओम

| परिपथ में धारा I = 0.5 ऐम्पियर

प्रतिरोधक का प्रतिरोध R = ?

बन्द परिपथ में बैटरी की टर्मिनल वोल्टता V= ?

सूत्र $I = \frac{E}{R + r}$ से

$R + r = \frac{E}{I}$ अथवा $R = \frac{E}{I} - r$

$= \left(\frac{10}{0.5}\right) - 3$

= 20 - 3 = 17 ओम

बैटरी की टर्मिनल वोल्टता V = E - I r

= 10 - 0.5 × 3

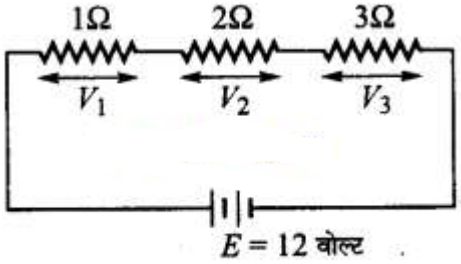
= 10 - 1.5

= 8.5 वोल्ट

प्रश्न 3.

(a) 1 Ω, 2 Ω और 3 Ω के तीन प्रतिरोधक श्रेणी में संयोजित हैं। प्रतिरोधकों के संयोजन का कुल प्रतिरोध क्या है?

(b) यदि प्रतिरोधकों का संयोजन किसी 12 V की बैटरी जिसका आन्तरिक प्रतिरोध नगण्य है से सम्बद्ध है तो प्रत्येक प्रतिरोधक के सिरों पर वोल्टता पात ज्ञात कीजिए।



चित्र 3.1

हल-

दिया है, $R_1 = 1\ \Omega$; $R_2 = 2\ \Omega$; $R_3 = 3\ \Omega$

(a) यदि श्रेणी संयोजन में तुल्य प्रतिरोध R हो, तो

$R = R_1 + R_2 + R_3 = 1 + 2 + 3 = 6$ ओम

(b) दिया है, बैटरी का वै० वा० बल E = 12 वोल्ट

बैटरी का आन्तरिक प्रतिरोध r = 0

तथा बाह्य प्रतिरोध R = 6 ओम

यदि संयोजन द्वारा परिपथ में प्रवाहित धारा i हो, तो

$$i = \frac{E}{R+r}$$

$$= \frac{12}{6+0} = 2 \text{ ऐम्पियर}$$

अत: विभव पतन

R_1 पर $V_1 = iR_1$

$= 2 \times 1 = \mathbf{2}$ वोल्ट

R_2 पर $V_2 = iR_2$

$= 2 \times 2 = \mathbf{4}$ वोल्ट

R_3 पर $V_3 = iR_3$

$= 2 \times 3 = \mathbf{6}$ वोल्ट

प्रश्न 4.

(a) 2 Ω, 4 Ω और 5 Ω के तीन प्रतिरोधक पार्श्व में संयोजित हैं। संयोजन का कुल प्रतिरोध क्या होगा ?

(b) यदि संयोजन को 20 V के विद्युत वाहक बल की बैटरी जिसका आन्तरिक प्रतिरोध नगण्य है, से सम्बद्ध किया जाता है तो प्रत्येक प्रतिरोधक से प्रवाहित होने वाली धारा तथा बैटरी से ली गई कुल धारा का मान ज्ञात कीजिए।

हल-

(a) समान्तरक्रम में तुल्य प्रतिरोध R_p के लिए

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

$$= \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}$$

$$\Rightarrow R_p = \frac{20}{19}\Omega$$

(b) समान्तरक्रम में प्रत्येक प्रतिरोध के सिरों के बीच विभवपात समान रहता है।

प्रतिरोध R_1 में धारा, $I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{20}{2} = 10A$

प्रतिरोध R_2 में धारा, $I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{20}{4} = 5A$

प्रतिरोध R_3 में धारा, $I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{20}{5} = 4A$

बैटरी से ली गई कुल धारा, $I = I_1 + I_2 + I_3 = 10 + 5 + 4 = 19$ A

प्रश्न 5.

कमरे के ताप (27.0°C) पर किसी तापन-अवयव का प्रतिरोध 100 Ω है। यदि तापन-अवयव का प्रतिरोध 117 Ω हो तो अवयव का ताप क्या होगा? प्रतिरोधक के पदार्थ का ताप-गुणांक $1.70 \times 10^{-4}°C^{-1}$ है।

प्रश्नानुसार,

$R_{27} = 100\ \Omega$, $R_T = 117\ \Omega$, $T = ?$; $\alpha = 1.70 \times 10^{-4}\ (°C)^{-1}$

ताप गुणांक, $\frac{R_T - R_{27}}{R_{27}(T - 27)}$, ताप T अज्ञात है।

$$\Rightarrow T - 27 = \frac{R_T - R_{27}}{R_{27} \cdot \alpha}$$

$$= \frac{117 - 100}{100 \times 1.70 \times 10^{-4}} = 1000$$

$\therefore T = 1000 + 27 = 1027°C$

प्रश्न 6.

15 मीटर लम्बे एवं 6.0×10^{-7} m^2 अनुप्रस्थ काट वाले तार से उपेक्षणीय धारा प्रवाहित की गई है और इसका प्रतिरोध 5.0 Ω मापा गया है। प्रायोगिक ताप पर तार के पदार्थ की प्रतिरोधकता क्या होगी?

हल-

दिया है, तार की लम्बाई l = 15 मीटर

तार की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $A = 6.0 \times 10^{-7}$ मीटर

तथा तार का प्रतिरोध R = 5.0 ओम

तार के पदार्थ की प्रतिरोधकता ρ = ?

सूत्र $R = \rho \frac{l}{A}$ से,

$$\rho = \frac{RA}{l}$$

$$= \frac{5.0 \times 6.0 \times 10^{-7}}{15}$$

$$= \mathbf{2 \times 10^{-7}}\ \textbf{ओम-मीटर}$$

प्रश्न 7.

सिल्वर के किसी तार का 27.5°C प प्रतिरोध 2.1 Ω और 100°C पर प्रतिरोध 2.7 Ω है। सिल्वर का प्रतिरोधकता ताप-गुणांक ज्ञात कीजिए।

हल—प्रश्नानुसार, $R_1 = 2.1\ \Omega, t_1 = 27.5^\circ C,$

$$R_2 = 2.7\ \Omega, t_2 = 100^\circ C, \alpha = ?$$

सिल्वर की प्रतिरोधकता का ताप-गुणांक,

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1\ (t_2 - t_1)} = \frac{2.7 - 2.1}{2.1\ (100 - 27.5)} = \frac{0.6}{2.1 \times 72.5}$$

$$= \mathbf{0.0039\ (^\circ C)^{-1}}$$

प्रश्न 8.

नाइक्रोम का एक तापन-अवयव 230 V की सप्लाई से संयोजित है और 3.2 A की प्रारम्भिक धारा लेता है जो कुछ सेकेण्ड में 2.8 A पर स्थायी हो जाती है। यदि कमरे का ताप 27.0°C है तो तापन-अवयव का स्थायी ताप क्या होगा? दिए गए ताप-परिसर

में नाइक्रोम का औसत प्रतिरोध का ताप-गुणांक $1.70 \times 10^{-4}°C^{-1}$ है।

कमरे के ताप $t_1 = 27°C$ पर तापन-अवयव का प्रतिरोध

$$R_1 = \frac{\text{सप्लाई वोल्टता}}{\text{प्रारम्भिक धारा}} = \frac{230 \text{ वोल्ट}}{3.2 \text{ ऐम्पियर}} = 71.875 \text{ ओम}$$

तापन-अवयव के स्थायी ताप t_2 °C = ? पर तापन-अवयव का प्रतिरोध

$$R_2 = \frac{\text{सप्लाई वोल्टता}}{\text{स्थायी धारा}} = \frac{230 \text{ वोल्ट}}{2.8 \text{ ऐम्पियर}} = 82.143 \text{ ओम}$$

तापन परास (t_1 से t_2) के अन्तर्गत प्रतिरोध ताप गुणांक के सूत्र $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)}$ से,

$$t_2 - t_1 = \left(\frac{R_2 - R_1}{R_1 \alpha}\right) = \left[\frac{82.143 - 71.875}{71.875 \times (1.7 \times 10^{-4})}\right] = 840.35^\circ \text{ C}$$

$\therefore t_2 = (840.35 + t_1)^\circ C$

= (840.35 + 27)°C

= 867.35°C

प्रश्न 9.

चित्र 3.2 में दर्शाए नेटवर्क की प्रत्येक शाखा में प्रवाहित धारा ज्ञात कीजिए।

पॉश ABDA पर किरचॉफ का नियम लगाने पर,

$10i_1 + 5i_3 - 5i_2 = 0$

या $2i_1 - i_2 + i_3 = 0$ ....(1)

तथा पॉश BCDB से,

$5(i_1 - i_3) - 10(i_2 + i_3) - 5i_3 = 0$

या $5i_1 - 10i_2 - 20i_3 = 0$

या $i_1 - 2i_2 - 4i_3 = 0$ ...(2)

पॉश ABCGHA से,

$10i_1 + 5(i_1 - i_3) + 10i = 10$

या $10\, i + 15\, i_1 - 5\, i_3 = 10$

या $2\, i + 3\, i_1 - i_3 = 2$ ...(3)

तथा बिन्दु A पर सन्धि के नियम से,

$i_1 + i_2 = i$ ...(4)

समीकरण (4) से i का मान समीकरण (3) में रखने पर,

$5i_1 + 2i_2 - i_3 = 2$ ...(5)

समीकरण (5) व (1) को जोड़ने पर,

$7i_1 + i_2 = 2$ ...(6)

समीकरण (1) को 4 से गुणा करके समीकरण (2) में जोड़ने पर,

$9i_1 - 6i_2 = 0 \Rightarrow i_2 = \frac{3}{2} i_1$ ...(7)

समीकरण (6) में मान रखने पर,

$7i_1 + \frac{3}{2} i_1 = 2 \Rightarrow i_1 = \frac{2 \times 2}{17} = \frac{4}{17}$ A

समीकरण (7) से,

$$i_2 = \frac{3}{2} \times \frac{4}{17} = \frac{6}{17} A$$

समीकरण (1) से,

$$i_3 = i_2 - 2i_1 = \frac{6}{17} - 2 \times \frac{4}{17} = -\frac{2}{17} A$$

तथा $i_1 - i_3 = \frac{4}{17} - \left(-\frac{2}{17}\right) = \frac{6}{17} A$

तथा $i_2 + i_3 = \frac{6}{17} - \frac{2}{17} = \frac{4}{17} A$

तथा $i = i_1 + i_2 = \frac{4}{17} + \frac{6}{17} = \frac{10}{17} A$

∴ शाखा AB में धारा = $\frac{4}{17} A$

शाखा CD में धारा = $-\frac{4}{17} A$

शाखा AD में धारा = शाखा BC में धारा = $\frac{6}{17} A$

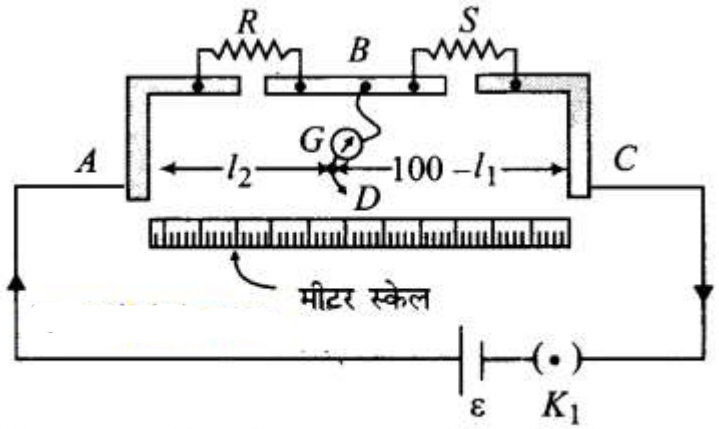
शाखा BD में धारा = $-\frac{2}{17} A$

प्रश्न 10.

(a) किसी मीटर-सेतु में जब प्रतिरोधक S = 12.5 Ω हो तो सन्तुलन बिन्दु, सिरे A से 39.5 cm की लम्बाई पर प्राप्त होता है। R का प्रतिरोध ज्ञात कीजिए। व्हीटस्टोन सेतु या मीटर सेतु में प्रतिरोधकों के संयोजन के लिए मोटी कॉपर की पत्तियाँ क्यों प्रयोग में लाते हैं ?

(b) R तथा S को अन्तर्बदल करने पर उपर्युक्त सेतु का सन्तुलन बिन्दु ज्ञात कीजिए।

(c) यदि सेतु के सन्तुलन की अवस्था में गैल्वेनोमीटर और सेल का अन्तर्बदल कर दिया जाए तब क्या गैल्वेनोमीटर कोई धारा दर्शाएगा?



चित्र 3.4 : एक मीटर सेतु तार AC एक मीटर लंबा है। *R* एक प्रतिरोध है जिसका मापन करना है तथा *S* एक मापक प्रतिरोध है।

हल—दिया है, **(a)** $l_1 = 39.5$ सेमी, $R = ?$, $S = 12.5$ ओम

सूत्र $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$ से, $\frac{l_1}{100 - l_1} = \frac{R}{S}$

अथवा $$R = \left(\frac{l_1}{100 - l_1}\right) S = \frac{39.5 \times 12.5}{(100 - 39.5)} = \frac{39.5 \times 12.5}{60.5}$$

$\therefore$ $$\boldsymbol{R = 8.16}$$ **ओम**

ताँबे की मोटी पत्तियों का प्रतिरोध नगण्य होता है, अत: इनका उपयोग संयोजित्र के रूप में किया जाता है जिससे कि परिणाम में शुद्धता बढ़ जाती है।

(b) जब R व S को परस्पर बदल दिया जाता है, तब

$R = 12.5$ ओम, $S = 8.16$ ओम, $l = ?$

अत: $$\frac{S}{R} = \frac{l}{100 - l}$$

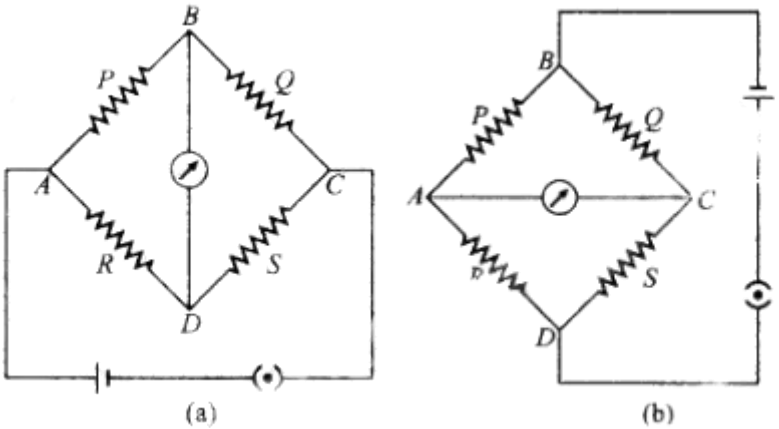
अथवा $$\frac{l}{100 - l} = \frac{12.5}{8.16}$$

अथवा $$8.16 \times l = 12.5 \times 100 - 12.5 \times l$$

अथवा $$(8.16 + 12.5)\, l = 12.5 \times 100$$

$\therefore$ $$l = \frac{12.5 \times 100}{20.66} = \boldsymbol{60.5}$$ **सेमी**

(C)



चित्र (a) में सन्तुलन की स्थिति में

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

चित्र (b) में सन्तुलन की स्थिति में

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

प्रश्न 11.

8 V विद्युत वाहक बल की एक संचायक बैटरी जिसका आन्तरिक प्रतिरोध 0.5 Ω है, को श्रेणीक्रम में 15.5 Ω के प्रतिरोधक का उपयोग करके 120 V के D.C. स्रोत द्वारा चार्ज किया जाता है। चार्ज होते समय बैटरी की टर्मिनल वोल्टता क्या है? चार्जकारी परिपथ में प्रतिरोधक को श्रेणीक्रम में सम्बद्ध करने का क्या उद्देश्य है?

हल-

जब बैटरी को 120 V की D.C. सप्लाई से आवेशित किया जाता है, तो बैटरी में सामान्य अवस्था की अपेक्षा धारा विपरीत दिशा में होगी। अतः बैटरी की टर्मिनल वोल्टता,

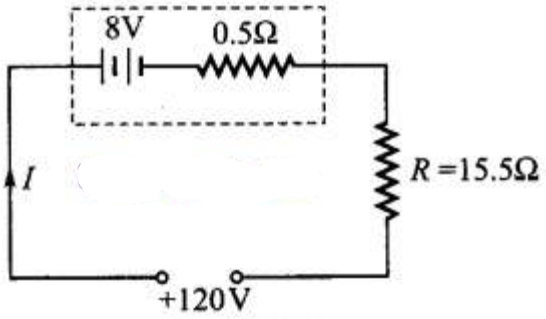
$V = E + Ir$

यहाँ विद्युत वाहक बल, $E = 8$ V, आन्तरिक प्रतिरोध $r = 0.5\ \Omega$

परिपथ में धारा,

$$I = \frac{120 - 8}{15.5 + 0.5} = \frac{112}{16} = 7 \text{ A}$$

$V = 8 + 7 \times 0.5 = \mathbf{11.5\ V}$



चित्र 3.6

श्रेणी-प्रतिरोध बाह्य D.C. सप्लाई से ली गई धारा को सीमित करता है। बाह्य प्रतिरोध की अनुपस्थिति में संचायक बैटरी द्वारा अनुमेय सुरक्षित धारा के मान से अधिक धारा प्रवाहित हो सकती है।

प्रश्न 12.

किसी पोटेशियोमीटर व्यवस्था में, 1.25 V विद्युत वाहक बल से एक सेल का सन्तुलन बिन्दु तार के 35.0 cm लम्बाई पर प्राप्त होता है। यदि इस सेल को किसी अन्य सेल द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाए तो सन्तुलन बिन्दु 63.0 cm पर स्थानान्तरित हो जाता है। दूसरे सेल का विद्युत वाहक बल क्या है ?

हल—दिया है सेल $E_1 = 1.25$ V के लिए अविक्षेप बिन्दु की दूरी $l_1 = 35.0$ cm

$E_2 = ?$, जबकि $l_2 = 63.0$ cm

विभवमापी के लिए $E \propto l$

$$\therefore \quad \frac{E_2}{E_1} = \frac{l_2}{l_1} \Rightarrow \quad E_2 = \frac{l_2}{l_1} \times E_1 = \frac{63.0}{35.0} \times 1.25\ \text{V} = 2.25\text{V}$$

अत: दूसरे सेल का वि० वा० बल $E_2 = \mathbf{2.25\ V}$

प्रश्न 13.

किसी ताँबे के चालक में मुक्त इलेक्ट्रॉनों का संख्या घनत्व 8.5×10^{28} m^3 आकलित किया गया है। 3 m लम्बे तार के एक सिरे से दूसरे सिरे तक अपवाह करने में इलेक्ट्रॉन कितना समय लेता है? तार की अनुप्रस्थ-काट 2.0×10^{-6} m^2 है और इसमें 3.0 A धारा प्रवाहित हो रही है।

हल-

दिया है, इलेक्ट्रॉन का संख्या घनत्व $n = 8.5 \times 10^{28}$ m^3

तार की लम्बाई $l = 3$ m

तार के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $A = 20 \times 10^{-6}$ m^2

तार में धारा i = 3.0 A

इलेक्ट्रॉन का आवेश $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

माना तार के एक सिरे से दूसरे सिरे तक प्रवाहित होने में इलेक्ट्रॉन द्वारा लिया गया समय t है, तब सूत्र

$i = neAv_d$ से,

$$v_d = i/neA$$

$$= \frac{3}{8.5 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 2.0 \times 10^{-6}} \text{ ms}^{-1}$$

$$= 1.103 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$$

$$t = \frac{l}{v_d} = \frac{3}{1.103 \times 10^{-4}}$$

$= 2.72 \times 10^4$ सेकण्ड

= 7 घण्टे 33 मिनट