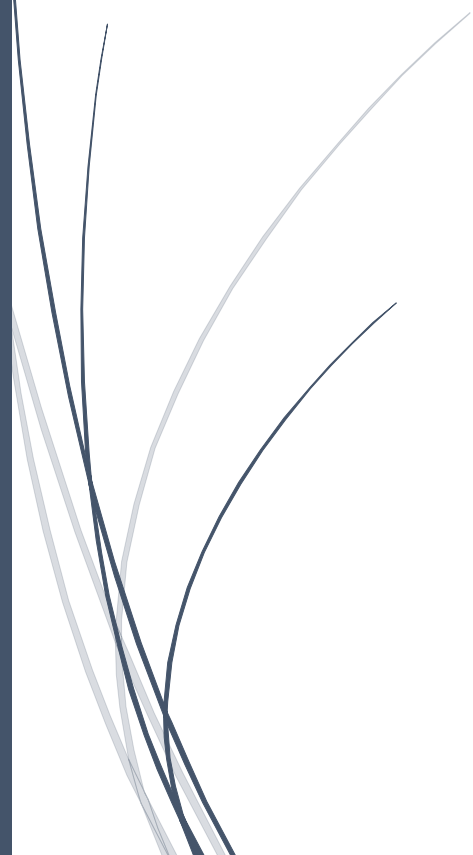




ଚଳ ତଡ଼ିଂ



প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী :

➤ পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $I = \frac{q}{t} = \frac{dq}{dt}$

➤ ইলেকট্রনের তাড়নবেগ, $V = \frac{I}{nAe}$

➤ ওহমের সূত্র: (i) $V = IR \Rightarrow I = \frac{V}{R}$ (ii) $E = I(R+r) \Rightarrow I = \frac{E}{R+r}$

➤ পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ, $\rho = \frac{RA}{L}$

➤ রোধের উপর তাপমাত্রায় প্রভাব, $R_t = R_0(1+\alpha t)$

➤ রোধের শ্রেণী সমবায় : $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

শ্রেণী সমবায় প্রত্যেক রোধের মধ্যে প্রবাহ একই থাকে x রোধের নং হলে, **Voltage divider rule:**

সাধারণ Rule: $V_x = \frac{R_x}{\text{সবগুলো রোধের যোগফল}} \times \text{মোট ভোল্টেজ}$

[x = 1, 2, 3, \dots]

রোধের সমান্তরাল সমবায় :

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

Current divider rule :

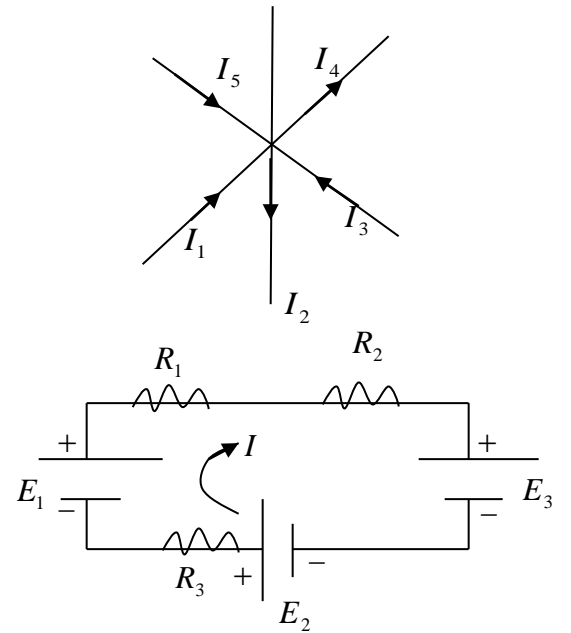
সাধারণ সূত্র : $I_x = \frac{IR_p}{R_x}$ [x = রোধের নং]

কোষের সমবায় :

➤ শ্রেণী সমবায়, $I_s = \frac{nE}{R+nr}$

➤ সমান্তরাল সমবায়, $I_p = \frac{mE}{mR+r}$

➤ মিশ্র সমবায়, $I_M = \frac{mnE}{mR+nr}$



যেখানে, n = সারিতে কোষ সংখ্যা

M = মোট সারির সংখ্যা

কার্শফের সূত্র :

প্রথম সূত্র : $\sum I = 0 \Rightarrow I_1 + I_3 + I_5 = I_2 + I_4$

দ্বিতীয় সূত্র : $\sum V = 0 -E_1 + IR_1 + IR_2 + E_3 - E_2 + IR_3 = 0$

হুইটস্টোন ব্রিজনীতি :

সাম্যাবস্থায় : (i) $I_g = 0$; ii) $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

মিটার ব্রিজ : $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l}$

পটেনশিওমিটার : $E = Ir = I\sigma = \frac{IR}{L} ; r = \left(\frac{l_1}{l_2} - 1 \right) R$

নিচে কয়েকটি পদার্থের আপেক্ষিকরোধ এবং তাপমাত্রা গুণাংকের একটি তালিকা দেওয়া হল :

ক্র/নং	পদার্থ	আপেক্ষিক রোধ $\rho m\Omega$ ($20^\circ C$ বা, $293 K$ তাপমাত্রা)	তাপমাত্রা গুণাংক α $^\circ C^{-1} / K^{-1}$
1.	অ্যালুমিনিয়াম	2.82×10^{-8}	4.4×10^{-3}
2.	কন্সট্যান্টান (বা ইউরোকা)	49×10^{-8}	-
3.	তামা	1.72×10^{-8}	4.3×10^{-3}
4.	লোহা	9.8×10^{-8}	6.5×10^{-3}
5.	ম্যাঙ্গানিজ	44×10^{-8}	0.002×10^{-3}
6.	পারদ	95.77×10^{-8}	0.91×10^{-3}
7.	নাইক্রোম	100×10^{-8}	0.4×10^{-3}
8.	রূপা	1.62×10^{-8}	4.1×10^{-3}

9.	ট্যাংস্টেন	5.5×10^{-8}	4.5×10^{-3}
10.	ইস্পাত	$(19.9 - 25) \times 10^{-8}$	-
11.	পিতল	$(6 - 9) \times 10^{-8}$	-
12.	নিকেল	6.2×10^{-8}	-
13.	সোনা	2×10^{-8}	-
14.	প্লাটিনাম	9.8×10^{-8}	-
15.	জার্মান সিলভার	$(15 - 40) \times 10^{-8}$	-
16.	মাইকা	9×10^{-8}	-
17.	ফসফর ব্রোঞ্জ	$(5 - 10) \times 10^{-8}$	-
18.	কার্বন (গ্রাফাইট)	$(33 - 185) \times 10^{-8}$	-0.0006 to -0.0012
19.	জার্মেনিয়াম	$(1 - 500) \times 10^{-8}$	-0.05
20.	সিলিকন	$(0.1 - 60)$	-0.07
21.	কাঁচ	$10^9 - 10^{12}$	-
22.	শক্তি রাবার	$10^{13} - 10^{15}$	-
23.	পিউজ্‌ড কোয়ার্টার	10^{16}	-

বিভিন্ন পদার্থের পরিবাহিতা (Different materials conductance)

বিভিন্ন পদার্থের পরিবাহিতা বিভিন্ন। ধাতব পদার্থ যেমন- তামার আপেক্ষিক রোধ এত কম ($2 \times 10^{-8} \Omega m$) যে এর ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ অতি সহজেই প্রাবহিত হতে পারে। এ ধরনের পদার্থ যেমন- রূপা, সোনা, প্লাটিনাম এর ভিতর ইত্যাদি পদার্থকে **পরিবাহী (conductor)** বলা হয়। আবার কিছু কিছু পদার্থ যেমন কাঁচের আপেক্ষিক রোধ এত বেশি

($10^{10} - 10^{11} \Omega m$) যে এর ভিতর বিদ্যুৎ প্রবাহ খুবই নগণ্য হয় যা পরিমাপ করা যায় না। এ ধরনের পদার্থকে **অপরিবাহী (Insulator)** বলা হয়। আবার কিছু কিছু পদার্থ আছে যেমন: সিলিকন, জার্মেনিয়াম, যাপদের আপেক্ষিক রোধ ($\sim 10^3 \Omega m$) পরিবাহী এবং অপরিবাহী পদার্থের আপেক্ষিক রোধের মাঝামাঝি। নিম্ন তাপমাত্রায় এরা প্রায় অপরিবাহী তবে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অথবা এদের সাথে কোন অপর বস্তু (**Impurity**) মেশালে এদের আপেক্ষিক রোধ বেশ হ্রাস

পায়। তখন এদের ভিতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে। এধরনের পদার্থকে অর্ধ-পরিবাহী (Semi-conductor) বলা হয়।

রোধের কালার কোড (Colour code of resistance)

অনেক ইলেকট্রনিক বর্তনীতে ব্যবহৃত রোধের মান একটি আন্তর্জাতিক পদ্ধতি অনুসারে কালার কোডে সূচিত করা হয়। নিচের সারণিতে কালার কোডের পদ্ধতি বর্ণনা করা হল :

ক্র/নং	কালার	গুরুত্বপূর্ণ বা কোড নাম্বার	ডেসিমোল গুণিতক	সহনশীলতা (শতকরা হিসাবে)
1.	ব্যাঙহীন	-	-	20
2.	রূপালী ব্যাঙ	-	0.01	10
3.	সোনালী ব্যাঙ	-	0.1	5
4.	কালো	0	1	-
5.	তামাটে বা বাদামী	1	10	-
6.	লাল	2	10 ²	-
7.	কমলা	3	10 ³	-
8.	হলুদ	4	10 ⁴	-
9.	সবুজ	5	10 ⁵	-
10.	নীল	6	10 ⁶	-
11.	বেগুনি	7	10 ⁷	-
12.	ধূসর	8	10 ⁸	-
13.	সাদা	9	10 ⁹	-

TYPE – 01

রোধের কালার কোড

EXAMPLE – 01: একটি কার্বন রোধের প্রাপ্ত হতে বাদামী, হলুদ, লাল ও সোনালী রঙের পট্ট দেওয়া আছে। রোধের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান কত ?

SOLVE : রোধের মান $= 14 \times 10^2 (\pm 5\%) = 1400 \pm 1400 \text{ এর } \frac{5}{100}$
 $= 1400 \pm 70 = 1470 \text{ বা } 1330 \Omega$

TYPE – 02তাড়ন বেগ, v_d

তাড়ন বেগ, v_d : বিদ্যুৎ প্রবাহ মাত্রা $i = \frac{dq}{dt} = \frac{nAv_dedt}{dt} = nAv_d e$. প্রবাহ ঘণত্ব, $J = \frac{I}{A} = nvde$

যেখানে, $n \rightarrow$ একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রন সংখ্যা, $A \rightarrow$ পরিবাহকের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $l \rightarrow$ পরিবাহকের দৈর্ঘ্য
 $N(nal) \rightarrow dt$ সময়ে A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে অতিক্রমকারী ইলেকট্রন সংখ্যা
 $dq = Ne = nAv_dedt \rightarrow$ প্রবাহিত চার্জ, $v_d \rightarrow$ ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ, $e \rightarrow$ প্রতিটি ইলেকট্রনের চার্জ
 $= 1.6 \times 10^{19} c$

EXAMPLE – 01: একটি তারের মধ্য দিয়ে 45min এ 0.6mole ইলেকট্রন প্রবাহিত হল।

(i) তারের মধ্য দিকে কি পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত হল ? (ii) বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা কত?

SOLVE : (i) 0.6mole এ ইলেকট্রন সংখ্যা $= 0.6 \times 6.02 \times 10^{23} = 3.61 \times 10^{23}$ টি

\therefore চার্জ $q = 3.61 \times 10^{23} \times (-1.6 \times 10^{-19}) = -5.78 \times 10^4 C$

(ii) $I = \frac{q}{t} = \frac{5.78 \times 10^4}{45 \times 60} = 21.4 A$

EXAMPLE – 02: 5mm² সুযম প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পরিবাহকের মধ্য দিয়ে 20A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। পরিবাহকের প্রতি ঘনমিটারে মুক্ত ইলেকট্রন সংখ্যা 2×10^{18} হলে ইলেকট্রনের তড়িৎ বেগ কত ?

SOLVE : আমরা জানি, $V = \frac{I}{nAe} = \frac{20}{2 \times 10^{18} \times 5 \times 10^{-6} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.25 \times 10^{-3} m/s$

EXAMPLE - 03: $1 \times 10^{-3} \text{m}$ ব্যাসার্ধের একটি পরিবাহী তারের ভিতর দিয়ে 5A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারের প্রতি ঘণমিটারে 4×10^{28} সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকলে ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ বের কর। প্রবাহ ঘনত্ব কত?

$$i = nA V_d e \Rightarrow 5 = 4 \times 10^{28} \times \pi \times (1 \times 10^{-3})^2 \times V_d \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow V_d = 2.49 \times 10^{-4} \text{ms}^{-1}$$

$$\text{প্রবাহ ঘনত্ব, } J = \frac{I}{A} = \frac{5}{\pi(1 \times 10^{-3})^2} = 1.6 \times 10^6 \text{ Am}^{-2}$$

EXAMPLE - 04: একটি 20Ω রোধের তারের মধ্যে দিয়ে q পরিমনি আধান প্রবাহিত হচ্ছে। এবং তারের 10s -এ তারের মধ্যদিয়ে 60×10^{19} টি ইলেকট্রন প্রবাহিত হলে। তারের দু প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত? তারের পরিবাহিতা কত?

$$i = \frac{q}{t} = \frac{60 \times 10^{19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{10} = 96 \text{A}; V = iR = 9.6 \times 20 = 192 \text{V}, G = \frac{1}{R} = 5 \times 10^{-2} \Omega$$

TYPE - 03

রোধ

রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাবঃ $i = GV$ এখানে G সমানুপাতিক ধ্রুবক থাকে পরিবাহিতা বলে

$$V = iR; G = \frac{1}{R} \Omega^{-1}, (\text{সিমেন্স, পরিবাহিতা})$$

$$i = \frac{q}{t}; q = it; \frac{V}{R} = \frac{q}{t}; VG = q/t, \sigma = \frac{1}{\rho}, R = \rho \cdot \frac{l}{A} \text{ এখানে, } \rho, \text{ আপেক্ষিক রোধ, } (\Omega \cdot \text{m});$$

রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাবঃ $R_t = R_o (1 + \alpha t + \beta t^2)$, $\beta \ll \alpha$ হলে, $R_t = R_o (1 + \alpha t)$

যেখানে σ আপেক্ষিক পরিবাহিতা বা পরিবাহিতাংক (conductivity)

$$\text{Ampere} = V \Omega^{-1} = \text{cs}^{-1}$$

প্রতি সেকেন্ডে কি পরিমান আধান তারে মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হবে তা নির্দেশ করে।

EXAMPLE - 01: 25°C তাপমাত্রায় ট্যাংস্টেন তারের রোধ কত হবে? ট্যাংস্টেন তারের রোধের উষ্ণতাগুণাংক $\alpha = 4.5 \times 10^{-3}/^\circ \text{C}$

$$R_{t1} = R_o (1 + \alpha t_1) \quad \frac{R_{t2}}{R_{t1}} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} = \frac{1 + 4.5 \times 10^{-3} \times 200}{1 + 4.5 \times 10^{-3} \times 25} \Rightarrow R_{t2} = 111.01 \Omega = 111 \Omega$$

$$R_{t2} = R_o (1 + \alpha t_2)$$

EXAMPLE - 02: 1mm ব্যাসের একটি তারের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ $48 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. 100Ω এর কুন্ডলী তৈরী করতে হলে কত দৈর্ঘ্যের তারের প্রয়োজন হবে?

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow l = \frac{RA}{\rho} = \frac{100 \times \pi r^2}{48 \times 10^{-6}} = \frac{100 \times 3.1416 \times (0.5 \times 10^{-3})^2}{48 \times 10^{-6}} = 163.6 \text{ m}$$

EXAMPLE – 03: 20°C তাপমাত্রায় 0.22m দৈর্ঘ্য এবং 1.4×10^{-4} m ব্যাসের একটি তারের রোধ 7Ω . তারটির আপেক্ষিক রোধ কত ?

$$\text{SOLVE : আমরা জানি, } \rho = \frac{RA}{L} = \frac{R \times \pi r^2}{L}$$

$$= \frac{7 \times 3.1416 \times (0.7 \times 10^{-4})^2}{0.22} = 49 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$$

$$d = 1.4 \times 10^{-4} \text{m, } r = \frac{d}{2}$$

$$= 0.7 \times 10^{-4} \text{m}$$

EXAMPLE – 04: 10Ω রোধবিশিষ্ট তারকে টেনে 3 গুন লম্বা করা হল। তারটির বর্তমান রোধ কত ?

$$\text{SOLVE : আমরা জানি, } \frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} = 3 \times 3 = 9$$

$$\therefore R_2 = 9R_1 = 9 \times 10 = 90 \Omega$$

$$\text{Short cut: } R = n^2 R_1 = 3^2 \times 10 = 90 \Omega$$

$$\text{এখানে, } L_2 = 3L_1, A_2 = \frac{1}{3}$$

$$A_1$$

EXAMPLE – 05: 1m দীর্ঘ ও 2mm^2 প্রস্থচ্ছেদের একটি তারের দুই প্রান্তের মধ্যে 2×10^{-3} V বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করায় তারের মধ্যে 0.2A প্রবাহ চলে। ঐ তারের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ কত ?

$$\text{SOLVE : আমরা জানি, } R = \frac{V}{I} = \frac{2 \times 10^{-3}}{0.2} = 0.01 \Omega$$

$$\text{আবার, } \rho = \frac{RA}{L} = \frac{0.01 \times 2 \times 10^{-6}}{1} = 2 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$$

EXAMPLE – 06: 6gm/c.c ঘনত্বের 12gm পদার্থকে 10m লম্বা তার বানানো হল। যদি পদার্থের আপেক্ষিক রোধ $2 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ হয় তবে তারের রোধ কত ?

$$\text{SOLVE : আমরা জানি, } V = \frac{m}{\rho} = \frac{12 \text{gm}}{6 \text{gm/c.c}} = 2 \text{c.c} \Rightarrow Al = 2 \text{c.c}$$

$$\Rightarrow A = \frac{2 \times 10^{-6}}{1} = \frac{2 \times 10^{-6}}{10} = 2 \times 10^{-7} \text{m}^2$$

$$\text{আবার, } \rho = \frac{RA}{L} \Rightarrow R = \frac{2 \times 10^{-8} \times 10}{2 \times 10^{-7}} = 1 \Omega$$

EXAMPLE – 07: 20°C এবং 35°C তাপমাত্রায় একটি তার কুড়ুলীর রোধ যথাক্রমে 25Ω এবং 25.17Ω.

20°C তাপমাত্রায় কুড়ুলীর তাপমাত্রা গুণাঙ্ক কত ?

SOLVE : আমরা জানি, $R_t = R_0\{1 + \alpha(t_2 - t_1)\}$ $\therefore \alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0(t_2 - t_1)} = \frac{25.17 - 25}{25 \times (35 - 20)} = 4.5 \times 10^{-4} \text{ C}$

TYPE – 04

কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ ও তড়িচ্চালক বল

কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ ও তড়িচ্চালক বলঃ $i = \frac{E}{R + r}$,

$E = v + ir$; এখানে, $R \rightarrow$ পরিবাহকের রোধ,

$E = \frac{dW}{dQ} \rightarrow$ তড়িচ্চালক বল (EMF) , $V \rightarrow$ কোষের দু প্রান্তের বিভব পতন,

$r \rightarrow$ কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ

বিদ্যুৎ কোষের সমবায়ঃ

শ্রেণি সমবায়ঃ $i = \frac{nE}{nr + R}$

শর্ত : (i) $R \gg nr$ হলে, $nr = 0$, $i = \frac{nE}{R} = \frac{E}{R} \times n \rightarrow$ একটি কোষের জন্য সৃষ্ট প্রবাহ মাত্রা $\times n$

(ii) $nr \gg R$ হলে, $i = \frac{nE}{nr} = \frac{E}{r} \rightarrow$ বহিঃবর্তনীয় প্রবাহ মাত্রা একটি কোষের প্রবাহ মাত্রার সমান।

সমান্তরাল সমবায়ঃ $i = \frac{nE}{nR + r}$

শর্ত : (i) $nR \gg r$ হলে $r = 0$, $i = \frac{nE}{nR} = \frac{E}{R} \rightarrow$ মনে হয় যেন বর্তনীতে একটি মাত্র কোষ আছে।

(ii) যখন $r \gg nR$ তখন $nr = 0$, $i = \frac{nE}{nr} = \frac{E}{r} \times n \rightarrow$ বহিঃবর্তনীয় প্রবাহমাত্রা একটি কোষের প্রবাহমাত্রার n গুণ। এ অবস্থায় বর্তনীতে প্রবাহ অধিক কার্যকরী।

মিশ্র সমবায়ঃ $i = \frac{mnE}{mR + nr} = \frac{NE}{mR + nr}$ যেখানে, $N = mn \rightarrow$ মোট কোষ সংখ্যা

সর্বোচ্চ প্রবাহমাত্রা পাওয়ার শর্তঃ $= \frac{mnE}{mR + nr} = \frac{mnE}{(\sqrt{mR} - \sqrt{nr})^2 + 2\sqrt{mR} \cdot \sqrt{nr}}$, প্রবাহমাত্রা সর্বোচ্চ পাওয়া যাবে যদি

$\sqrt{mR} - \sqrt{nr} = 0$ হয় অর্থাৎ $mR = nr \therefore i_{max} = \frac{mE}{2r}$

EXAMPLE – 01: খোলা বর্তনীতে একটি বিদ্যুৎ কোষের বিদ্যুৎ চালক বল $1.5V$ অভ্যন্তরীণ রোধ 2.5Ω কোষের প্রান্তদ্বয় 5.5Ω রোধের একটি তারের সাথে যুক্ত। কোষের প্রান্তীয় বিভব কত?

SOLVE : আমরা জানি, $I = \frac{E}{R+r} = \frac{1.5}{5.5+2.5} = \frac{3}{16} A$; $V = IR = \frac{3}{16} \times 5.5 = \frac{33}{32} V$

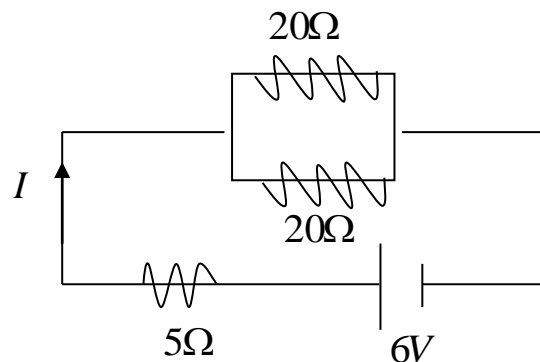
EXAMPLE – 02: দুইটি তারের প্রত্যেকটির রোধ 20Ω তাদের সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হল। পরে একে $6V$ তড়িৎ চালক বল এবং 5Ω অভ্যন্তরীণ রোধের একটি বিদ্যুৎ কোষের দুই প্রান্তে যোগ করা হল। কোষের প্রান্তীয় বিভব এবং প্রত্যেক তারে প্রবাহ কত ?

SOLVE : তুল্যরোধ $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} \therefore R_P = 10\Omega$

প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_P+r} = \frac{6}{10+5} = 0.4A$,

প্রান্তীয় বিভব $V = IR_P = 0.4 \times 10 = 4V$

$I_1 = \frac{IR_P}{R_1} = \frac{0.4 \times 10}{20} = 0.2A$, $I_2 = \frac{IR_P}{R_2} = \frac{0.4 \times 10}{20} = 0.2A$



EXAMPLE – 03: $1.5V$ এবং 0.2Ω অভ্যন্তরীণ রোধের 5টি বিদ্যুৎ কোষকে একটি 20Ω রোধের সাথে শ্রেণীতে যুক্ত করা হল। বর্তনীর প্রবাহমাত্রা কত ?

SOLVE : $I = \frac{nE}{R+nr} = \frac{5 \times 1.5}{20+5 \times 0.2} = 0.357A$

EXAMPLE – 04: প্রতিটি $2V$ এবং 2Ω অভ্যন্তরীণ রোধের 24টি বিদ্যুৎকোষ আছে। এদের কিভাবে সাজালে 3Ω রোধের একটি বর্তনীতে সর্বাপেক্ষা বেশি বিদ্যুৎ পাওয়া যাবে?

SOLVE : মনেকরি, সারির সংখ্যা = m ; প্রত্যেক সারিতে কোষের সংখ্যা = n

$\therefore m \times n = 24$ ------(i)

সর্বাধিক বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য, $mR = nr \Rightarrow n = \frac{mR}{r} = \frac{3}{2}m$ -----(ii)

(i) ও (ii) হতে পাই, $m = 4$, $n = 6$

সর্বাধিক প্রবাহ, $I = \frac{mnE}{mR+nr} = \frac{6 \times 4 \times 2}{4 \times 3 + 6 \times 2} = 2A$

EXAMPLE – 05: একটি কোষের তড়িচ্চালক শক্তি $2.5V$ । এতে যখন $5A$ তড়িৎ প্রবাহিত হয় তখন এর বিভব পার্থক্য $1.5V$ হয়। কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ কত?

$$i = \frac{E}{R+r} \Rightarrow E = V + ir \Rightarrow i = \frac{E-V}{r} = \frac{2.5-1.5}{5} = 0.2\Omega$$

EXAMPLE – 06: প্রতিটি $1.5V$ এবং 0.1Ω অভ্যন্তরীণ রোধ যুক্ত তিনটি বিদ্যুৎ কোষকে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করে 100Ω রোধের পরিবাহী দ্বারা যুক্ত, করলে কত মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে?

$$i = \frac{nE}{R+nr} = \frac{3 \times 1.5}{100 + 3 \times 0.1} = 0.045A$$

EXAMPLE – 07: $1.5v$ তড়িচ্চালক শক্তি বিশিষ্ট পাঁচটি কোষের প্রত্যেকটির অভ্যন্তরীণ রোধ 0.5Ω । কোষ পাঁচটিকে সমান্তরালে যুক্ত করে 150Ω এর পরিবাহকের সাথে যুক্ত করলে বর্তনী দিয়ে কি পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে?

$$i = \frac{nE}{nR+r} = \frac{5 \times 1.5}{5 \times 150 + 0.5} = 9.99 \times 10^{-3}A = 0.01A.$$

EXAMPLE – 08: $1.5V$ তড়িৎ চালক বল বিশিষ্ট 5 টি কোষকে শ্রেণিতে যুক্ত করে একটি সমবায় গঠন করা হল। এরূপ তিনটি সমবায়কে সমান্তরালে যুক্ত করে এর দু প্রান্তের সাথে 100Ω রোধের পরিবাহক দ্বারা বর্তনী গঠন করলে বর্তনীতে মোট প্রবাহ কত পাওয়া যাবে? সর্বোচ্চ প্রবাহমাত্রা কত হবে? [কোষগুলোর অভ্যন্তরীণ রোধ 0.5Ω]

$$i = \frac{mnE}{mR+nr} = \frac{5 \times 3 \times 1.5}{3 \times 100 + 5 \times 0.5} = 0.0743A ; i_{max} = \frac{mE}{2r} = \frac{3 \times 1.5}{2 \times 0.5} = 4.5A$$

TYPE – 05**কার্শফের সূত্র**

কার্শফের সূত্রঃ $\sum i = 0, \sum E_k = \sum i_k R_k$.

EXAMPLE – 01: কার্শফের সূত্র ব্যবহার করে নিচের বর্তনী হতে প্রবাহমাত্রা L_1 , L_2 , ও i নির্ণয় কর।

$\sum i$ হতে $i = i_1 + i_2$

$\sum E_k$ হতে

$E_1 ABE_1$ বর্তনীতে, $3 - 5i - 2i_1 = 0$

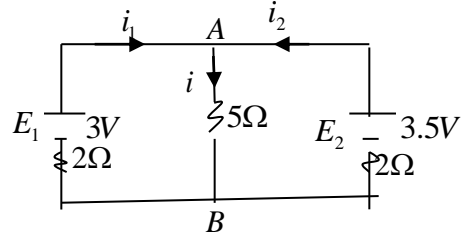
$7i_1 + 5i = 3$

$E_2 ABE_2$ বর্তনীতে $5i + 2i_2 = 3.5$

$\Rightarrow 5i_1 + 7i_2 = 3.5$

$i_1 = 0.14A, i_2 = 0.4A$

$i = 0.54A$



EXAMPLE – 02: নিম্নে চিত্রে প্রতিটি রোধকে মধ্য তড়িৎ প্রবাহ এবং a ও b বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর।

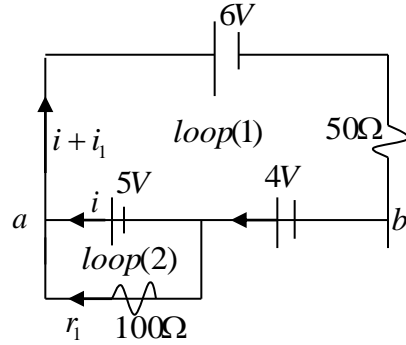
সমাধানঃ লুপতত্ত্ব মতে, *(i) নং লুপের

$E_2 - i_2 R_1 = 0$

$\Rightarrow i_1 = \frac{5}{100} = 0.05A$

(2) লুপের মতে, $E_3 + E_2 - iR_2 = 0$

$i = \frac{4 + -5}{50} = 0.06A$.



EXAMPLE – 03: একটি ব্যাটারীর তড়িৎচালক বল $12V$ অভ্যন্তরীণ রোধ 6Ω . একে $8V$ বিদ্যুৎচালক ও 6Ω অভ্যন্তরীণ রোধ বিশিষ্ট অপর একটি ব্যাটারীর সাথে সমান্তরালে যুক্ত করা হল। পরে সংযোজনটিকে 12Ω রোধের তার দ্বারা যুক্ত করা হল। বর্তনীর প্রতিটি অংশের প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

SOLVE : কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র হতে পাই,

$$iR + i_1r_1 = E_1 \Rightarrow i \times 12 + i_1 \times 6 = 12 \therefore 6i_1 + 12i = 12 \text{ -----(i)}$$

$$\text{আবার, } iR + i_2r_2 = E_2 \therefore 6i_2 + 12i = 8 \text{ -----(ii)}$$

$$(i) + (ii) \quad 6(i_1 + i_2) + 24i = 20$$

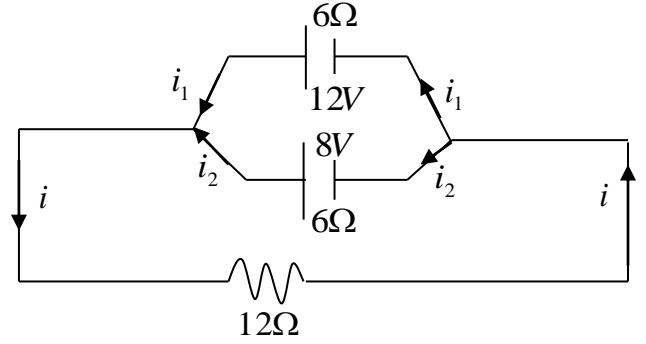
আবার, কার্শফের প্রথম সূত্র :

$$i = i_1 + i_2 \text{ -----(iii)}$$

$$\therefore 6i + 24i = 20 \Rightarrow i = \frac{2}{3} A$$

$$i \text{ এর মান (i) নং এ বসিয়ে পাই, } i_1 = \frac{2}{3} A$$

$$(iii) \text{ নং এ মান বসিয়ে পাই, } i_2 = \frac{2}{3} - \frac{2}{3} = 0A ; \text{ Ans: } \frac{2}{3} A, \frac{2}{3} A, 0A$$



TYPE – 06

$$\text{হুইটস্টোন ব্রিজ : } \frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

$$\text{হুইটস্টোন ব্রিজ ও মিটার ব্রিজ এর মধ্যে সম্পর্ক : } \frac{P}{Q} = \frac{R}{S} = \frac{l}{100-l}$$

$$\therefore \text{পোটেনসিভমিটার : } \frac{E}{iR} = \frac{l}{L} ; E = il\sigma ; \sigma = \frac{R}{L} ; \frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

$$\text{পোস্ট অফিস বক্স : } \frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

EXAMPLE – 01: একটি হুইটস্টোন ব্রীজের চার বাহুর রোধ যথাক্রমে 4, 8, 8, 10 Ω . চতুর্থ বাহুর সাথে কত রোধ কিভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকবে ?

SOLVE : আমরা জানি, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \Rightarrow \frac{4}{6} = \frac{8}{x} \therefore x = 12\Omega$

$\therefore 12 > 10$ তাই তুল্যরোধ 12Ω করার জন্য শ্রেণীতে যুক্ত করতে হবে। $10 + P = 12$, $\therefore P = 2\Omega$

EXAMPLE – 02: একটি হুইটস্টোন ব্রীজের চার বাহুর রোধ যথাক্রমে 9, 12, 6, 12 Ω . চতুর্থ বাহুতে কত মানের রোধ কিভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকবে?

SOLVE : আমরা জানি, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \Rightarrow \frac{9}{12} = \frac{6}{x} \therefore x = 8\Omega$

$\therefore 8 < 12$ তাই তুল্যরোধ 8Ω করতে সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে,

$$\frac{1}{8} = \frac{1}{12} + \frac{1}{y} \therefore y = 24\Omega$$

EXAMPLE – 03: একটি মিটার ব্রীজের বামফাঁকে 8Ω এর একটি রোধ এবং ডানফাঁকে 20Ω রোধের সাথে অপর একটি অজ্ঞাত রোধ শ্রেণীতে যুক্ত। বামপ্রান্ত হতে 25cm দূরে ভারসাম্য বিন্দু পাওয়া গেলে অজ্ঞাত রোধের মান কত?

SOLVE : আমরা জানি, $\frac{P}{Q} = \frac{1}{100-1} \Rightarrow Q = P \times \frac{100-1}{1} = 8 \times \frac{100-25}{25} = 24\Omega$

$\therefore 24 > 20 \therefore 24 = 20 + x \therefore x = 4\Omega$

EXAMPLE – 04: একটি পটেনশিওমিটারে বর্তনী প্রবাহ $80 \times 10^{-3}A$. পটেনশিওমিটারের তারের রোধ 20Ω তারের মোট দৈর্ঘ্য 15m. সাম্যবিন্দুর দূরত্ব 9.5m. পটেনশিওমিটারে তড়িৎচালক বল কত ?

SOLVE : $E = \frac{IR}{L} = \frac{80 \times 10^{-3} \times 9.5 \times 20}{15} = 1.0133V$

EXAMPLE – 05: একটি পটেনশিওমিটারে একটি বিদ্যুৎ কোষের জন্য 6m দূরে নিস্পন্দ বিন্দু পাওয়া গেল। কোষের দুই প্রান্তের সাথে 10Ω রোধ যুক্ত করলে 5m দূরে নিস্পন্দ বিন্দু পাওয়া যায়। কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ কত ?

$$\text{SOLVE : } r = \left(\frac{l_1}{l_2} - 1 \right) R = \left(\frac{6}{5} - 1 \right) \times 10 = 2\Omega$$

EXAMPLE – 06: একটি পটেনশিওমিটারে দুইটি ভিন্ন বিদ্যুৎ কোষের জন্য সাম্যবিন্দুর দূরত্ব যথাক্রমে 5m, 4m. দ্বিতীয় কোষের বিদ্যুৎ চালকশক্তি 1.2V হলে প্রথম কোষের বিদ্যুৎ চালকশক্তি কত?

$$\text{SOLVE : } \text{আমরা জানি, } \frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2} \therefore E_1 = \frac{5}{4} \times 1.2 = 1.5V$$

TYPE – 07

জুলের ক্রিয়ার সূত্র

$$\text{জুলের মাপার ক্রিয়ার সূত্র: } W = vit = i^2Rt; W = JH; H = \frac{i^2Rt}{J} = \frac{vit}{J} = 0.24 i^2Rt \text{ cal}$$

$$\text{জুল এককে } W = H, H = i^2Rt$$

$$\text{বিদ্যুৎ শক্তি ও ক্ষমতা : ব্যায়িত বিদ্যুৎ শক্তি, } W = qv = vit = iRt = \frac{v^2}{R} t, \text{ ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = Vi = i^2R = \frac{V^2}{R}$$

$$\text{জুলের ক্যালরিটার হতে তাপের যান্ত্রিক সমতা নির্ণয় এর সূত্র: } J = \frac{Vit}{(m_1s_1 + m_2s_2)\theta} \text{ Jcal}^{-1}$$

EXAMPLE – 01: একটি 100W এর নিমজ্জক উত্তাপক 7 মিনিটে 1 লিটার পানির তাপমাত্রা 30°C থেকে 40°C পর্যন্ত বৃদ্ধি করে। J-এর মান নির্ণয় কর।

$$J = \frac{W}{H} = \frac{P \times t}{ms\Delta\theta} = \frac{100 \times 7 \times 60}{1000gm \times (1calgm^{-1}^\circ\text{C}^{-1}) \times 10^\circ\text{C}} = 4.2 \text{ Jcal}^{-1}$$

TYPE – 08**শান্ট, গ্যালভানোমিটার, অ্যামিটার**

শান্ট, গ্যালভানোমিটার, অ্যামিটারঃ

গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ *

$$I_G = \frac{S}{G+S}i, I_S = \frac{G}{G+S}i, S = \frac{I_G G}{i - I_G}; G = \frac{I_S - S}{i - I_S}; \text{ যদি } S \ll G \text{ হয় তবে } I_S = i$$

$$\text{অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি, } S = \frac{r}{n-1}$$

EXAMPLE – 01: 20Ω রোধ এর একটি গ্যালভানোমিটারের সাথে কত রোধের একটি শান্ট জুড়ে দিলে মোট তড়িৎ প্রবাহের 10% গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হবে? শান্টের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

$$i_G = \frac{S}{G+S}i \Rightarrow 0.1 = \frac{S}{20+S} \Rightarrow 2 + 0.15 = 5 \Rightarrow S = 2.22 \Omega$$

$$\text{বা, } S = \frac{r}{n-1} = \frac{20}{10-1} = 2.22\Omega$$

$$I_S = \frac{G}{G+S}i = \frac{20}{20+2.22}i = 0.9i$$

শান্টের মধ্যে দিয়ে প্রবাহমাত্রা মূলপ্রবাহের 90% হবে।

MCQ:

(1) 0.48m দীর্ঘ ও 0.12mm ব্যাসের একটি তারের পরিবাহিতা $5 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$ হলে তারটির উপাদানের আপেক্ষিক পরিবাহিতা কত?

$$\sigma = G \cdot \frac{l}{A} = 5 \times 10^{-3} \times \frac{0.48}{\pi(0.06 \times 10^{-3})^2} = 212206.59 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$$

$$(A) 2.12 \times 10^5 \Omega^{-1} \text{m}^{-1} \quad (B) 3.53 \times 10^5 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$$

$$(C) 5.22 \times 10^5 \Omega^{-1} \text{m}^{-1} \quad (D) 4.32 \times 10^5 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$$

(2) একই উপাদানের দুটি রোধকের রোধ সমান। রোধক দুটির দৈর্ঘ্যের অনুপাত 5: 9 হলে রোধ দুটির ব্যাসের অনুপাত কত?

$$R = \rho \frac{l}{A} \therefore A \propto l \therefore \frac{A_1}{A_2} = \frac{l_1}{l_2} \Rightarrow \frac{\pi \cdot (\frac{d_1}{2})^2}{\pi \cdot (\frac{d_2}{2})^2} = \frac{4}{9} = 1; \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{3}$$

- (A) 3 : 2 (B) 2 : 3
(C) 4 : 9 (D) 9 : 4

(3) 200°C ও 300°C তাপমাত্রায় একটি তারের কুন্ডলীর রোধ যথাক্রমে 28Ω ও 32Ω কুন্ডলীর তাপমাত্রা গুণাংক কত?

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \text{ হতে } \frac{R_{20}}{R_{30}} = \frac{R_0(1 + \alpha(20 + 273))}{R_0[1 + \alpha(30 + 273)]} = \frac{28}{32} = \frac{7}{8}$$

$$\Rightarrow \frac{1 + 293\alpha}{1 + 303\alpha} = \frac{7}{8} \Rightarrow 8 + 2344\alpha = 7 + 2121\alpha \Rightarrow \alpha = -4.5 \times 10^{-3}$$

- (A) $4.5 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (B) $4.5 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ (C) $4.5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ (D) $4.5 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

(4) একটি চোখের তড়িৎচালক শক্তি 2V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 0.5Ω একে 1.5Ω, 2Ω ও 4Ω রোধের তিনটি তারের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করা হল। মধ্যবর্তী তারের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর।

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 = 1.5 + 2 + 4 = 7.5\Omega$$

$$i = \frac{E}{R_s + r} = \frac{2}{7.5 + 0.5} = 0.25\text{A}; V_2 = 0.25 \times 2 = 0.5\text{V}$$

(a) 0.375V (B) 0.5V (C) 1.0V (D) 0.125V

(5) 5 volt, 4volt, এবং 1.0volt তড়িৎচালক বলযুক্ত তিনটি কোষকে প্রায় রোধ বিহীন তার দিয়ে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা আছে। কোষগুলো অভ্যন্তরীণ রোধ যথাক্রমে 4Ω, 3Ω, এবং 2Ω হলে 3Ω রোধের মধ্যদিয়ে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

$$E_2 = i_2 R_2 \therefore i_2 = \frac{4}{3} = 1.33\text{A.}$$

(A) 1.25A (B) 1.22A (C) 1.33 A (D) 1.0A

(6) তামার প্রবাহ ঘনত্ব 468Acm^{-2} হলে এর তাড়ন বেগ কত? [তামার ঘনত্ব 9gm/cm^3]

$$J = \frac{I}{A} = neV_d \therefore V_d = \frac{468}{ne} = \frac{468}{\frac{9 \times 6.023 \times 10^{23}}{63.546} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 0.0343 \text{ cms}^{-1} = 3.43 \times 10^{-2} \text{ cms}^{-1}$$

(A) $3.43 \times 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$ (B) $3.43 \times 10^{-2} \text{ cms}^{-1}$ (C) $6.88 \times 10^{-4} \text{ cms}^{-1}$ (D) None

(7) 1mm ব্যাসের একটি তামার তারের মধ্যদিয়ে 20Amp তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। পরিবাহীতে প্রতি ঘণমিটার আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রন সংখ্যা 8.5×10^{26} হলে তামার তারের মধ্যে ইলেকট্রনের তাড়নবেগ কত?

$$V_d = \frac{i}{neA} = \frac{20}{8.5 \times 10^{26} \times \pi \times (0.5 \times 10^{-3})^2} = 0.187 \text{ms}^{-1}$$

(A) 50V (B) 50.125V (C) 0.125V (D) কোনটিই নয়

(8) তোমার ঘরের মিইন মিটারে 5 amp -220 V লেখা আছে কতগুলো 25 W এর বাতি নিরাপত্তার সাথে ব্যবহার করতে পারবে ?

$$P = Vi = 200 \times 5 = 100 \text{ watt}, \text{ বাতির সংখ্যা } n \text{ হলে, } n \times 50 = 1100 \therefore n = 22 \text{ টি}$$

(A) 22 টি (B) 23 টি (C) 24 টি (D) 25 টি

10. 100watt এর একটি টিভি 7 hr যাবৎ চলছে এবং 25 W এর 3টি বাল্ব 12 hr যাবৎ চলছে। উভয় ক্ষেত্রে ব্যয়িত শক্তি পরিমাণ

$$W_1 = 100 \times 7 \times 3600 = 2.52 \times 10^6 \text{J}$$

$$W_2 = 25 \times 3 \times 12 \times 3600 = 3.24 \times 10^6 \text{J}$$

11. একটি হুইটস্টোন ব্রীজের তিনটি বাহুতে যথাক্রমে 6, 24, 3 মানে রোধ লাগানো আছে। চতুর্থ বাহুতে কত মানের রোধ লাগলে ব্রীজটি সাম্যবস্থায় থাকবে?

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \Rightarrow \frac{6}{24} = \frac{3}{S} \Rightarrow S = 12\Omega$$

(A) 4 Ω (B) 8 Ω (C) 12 Ω (D) 48 Ω

12. একটি হুইটস্টোন ব্রীজের চারটি বাহুতে 8 Ω , 12 Ω , 16 Ω ও 20 Ω রোধ কিভাবে যুক্ত করতে হবে।

$\frac{8}{12} = \frac{16}{20}$ অনুপাতটি সমান নয়, 20 এর স্থানে 24 হলে সমান হবে, সুতরাং 3 Ω রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে শর্ত পূরণ হবে।

(A) 3 Ω শ্রেণিতে (B) 3 Ω সমান্তরালে (C) 12 Ω শ্রেণিতে (D) 12 Ω সমান্তরালে

13. উক্ত প্রশ্নে চতুর্থ বাহুতে রোধ 28 Ω হলে সাম্যবস্থার জন্য কিভাবে কত মানের রোধ যুক্ত করতে হবে। রোধকে কমাতে হবে। সেক্ষেত্রে সমান্তরাল সমবায় প্রয়োজন।

$$28^{-1} + s^{-1} = 24^{-1} \Rightarrow S = 168\Omega$$

(A) 3 Ω শ্রেণিতে (B) 168 Ω সমান্তরালে (C) 168 Ω শ্রেণিতে (D) 3 Ω সমান্তরালে

14. একটি মিটার ব্রীজের তারের দৈর্ঘ্য 100cm । এর বাম ফাঁকে 24Ω এর একটি প্রমাণ রোধ ও ডান ফাঁকে একটি আঘাত রোধ স্থাপন করায় বাম প্রান্ত হতে 30cm দূরে নিরপেক্ষ বিন্দু পাওয়া গেল । অজ্ঞাত রোধটি কত?

$$\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow \frac{24}{Q} = \frac{30}{70} \therefore Q = 56\Omega$$

(A) 56Ω (B) 10.29Ω (C) 46.67Ω (D) 50Ω

15. একটি পোস্ট অফিস বক্সের অনুপাত বাহুদ্বয়ে 100Ω ও 25Ω রোধ যুক্ত । তৃতীয় বাহুতে 200Ω রোধ করলে গ্যালভানোমিটার শূন্য বিক্ষেপ দেয় । চতুর্থ বাহুর রোধ কত?

$$\frac{100}{25} = \frac{200}{S} \quad S = 50\Omega$$

(A) 50Ω (B) 25Ω (C) 30Ω (D) 60Ω

16. 20°C ও 30°C তাপমাত্রায় একটি তারের কুন্ডলীর রোধ যথাক্রমে 28Ω ও 28.5Ω । কুন্ডলীর তাপমাত্রা গুণাংক নির্ণয় কর ।

$$\frac{R_{20}}{R_{30}} = \frac{R_0[1+\alpha \times 20 + 273]}{R_0[1+\alpha \times 30 + 273]} = \frac{28}{28.5} \Rightarrow 28.5 + 8350.5\alpha = 28 + 8484\alpha \therefore \alpha = 3.74 \times 10^{-3}\text{K}^{-1}$$

17. 100Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার সর্বোচ্চ 10mA তড়িৎ নিরাপদে গ্রহণ করতে পারে । কী ব্যবস্থা গ্রহণ করলে এর দ্বারা 10A প্রবাহ মাপা যাবে?

$$I_G = \frac{S}{G+S} I \Rightarrow 10 \times 10^{-3} = \frac{S}{100+S} \times 10 \Rightarrow 0.1 + 0.001S = S \Rightarrow 0.95S = 0.1 \therefore S = 0.11\Omega$$

(A) 0.1Ω শ্রেণিতে (B) 0.1Ω সমান্তরালে (C) 0.9Ω শ্রেণিতে (D) 0.9Ω সমান্তরালে

Practice Problems

EXAMPLE – 01: শ্রেণী সমাধায়ে সজ্জিত দুটি পরিবাহীর রোধ 40Ω যা সমান্তরাল সমাধায়ে 7.5Ω হয়। প্রতিটি পরিবাহীর রোধ নির্ণয় কর।

সমাধান :

ধরাযাক, রোধ দুটি যথাক্রমে, R_1 ও R_2 \therefore আমরা পাই, $R_S = R_1 + R_2$

বা, $40 = R_1 + R_2 \therefore R_1 + R_2 = 40$, আবার, $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ বা, $R_P = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$

বা, $R_P = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ বা, $7.5 = \frac{R_1 R_2}{40}$ [(i) নং সমীকরণ ব্যবহার করে]

বা, $R_1 R_2 = 40 \times 7.5$ বা, $R_2 = \frac{300}{R_1} \dots \dots \dots$ (ii)

(i) নং সমীকরণ R_2 মান বসিয়ে,

$R_1 + \frac{300}{R_1} = 40$ বা, $R_1^2 + 3000 = 40R_1$ বা, $R_1^2 - 30R_1 - 100R_1 + 300 = 0$

বা, $(R_1 - 30)(R_1 - 10) = 0 \therefore R_1 = 30\Omega$ অথবা, 10Ω

\therefore (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$R_2 = \frac{300}{10}$; [$R_1 = 30$], $R_2 = 10\Omega$ আবার, $R_2 = \frac{300}{10} \therefore R_2 = 30\Omega$

Ans: পরিবাহীদ্বয়ের রোধ যথাক্রমে 30Ω এবং 10Ω .

EXAMPLE – 02: 3mm ব্যাসের একটি তামার তারের মধ্য দিয়ে 5A তড়িৎ প্রবাহ হলে (i) তড়িৎ প্রবাহ ঘনত্ব এবং (ii) ইলেকট্রনের তাড়ন বেগ কত? (তামার মধ্যে প্রতি একক আয়তনে মজুত ইলেকট্রনের সংখ্যা 8.43×10^{28})

সমাধান : (i) $j = \frac{I}{A} = \frac{5A}{7.069 \times 10^{-6} m^2} = 7.073136229 \times 10^5 Am^{-2}$ বা, $j \cong 7.07 \times 10^5 Am^{-2}$

(ii) $V_d = \frac{j}{ne} = \frac{7.07 \times 10^5 Am^{-2}}{(8.43 \times 10^{28} m^{-3})(1.6 \times 10^{-19} C)} = 5.24169632 \times 10^{-5} ms^{-1}$

বা, $V_d \cong 5.24 \times 10^{-5} ms^{-1}$

EXAMPLE – 03: নিচের চিত্রে 2000Ω রোধের একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র 4000Ω এর একটি স্লাইডিং বিভব বিভাজকের মাধ্যমে $10V$ এর একটি উৎসের সাথে সংযুক্ত। B বিন্দু C বিন্দু থেকে বিভাজকের মোট দৈর্ঘ্যের

- এক-চতুর্থাংশ দূরে অবস্থিত হলে B এবং C বিন্দু মধ্যে প্রাপ্ত বিভব পার্থক্যের মান কত হবে ?
- অর্ধেক দূরে অবস্থিত হলে B এবং C বিন্দু মধ্যে প্রাপ্ত বিভব পার্থক্যের মান কত হবে ?
- 2000Ω একটি বৈদ্যুতিক যন্ত্র না থাকলে উপরিউক্ত দুই ক্ষেত্রে বিভব পার্থক্য কত হবে ?

সমাধান :

- B বিন্দু যখন C বিন্দু AC এর চতুর্থাংশ দূরে অবস্থিত তখন AC এর এক-চতুর্থাংশ দূরে অবস্থিত তখন BC এর মধ্যবর্তী অংশের রোধ হবে $\frac{4000\Omega}{4} = 1000\Omega$ । এই রোধটি 2000Ω রোধের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে সংজ্ঞিত। অতএব এদের সমতুল্য রোধ -

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{2000} + \frac{1}{1000} \text{ বা, } R_{BC} = \frac{2000 \times 1000}{2000 + 1000} = \frac{2000}{3} \Omega$$

\therefore A এবং C বিন্দুর মধ্যকার মোট রোধ হবে স্লাইডিং বা 3000Ω

বিভবের A এবং B বিন্দু মধ্যকার রোধ

$$(4000\Omega - 1000 = 3000\Omega) + B \text{ ও } C \text{ মধ্যকার রোধ } R_{BC}$$

$$\therefore R_{AC} = 3000\Omega + \frac{2000}{3} \Omega = \frac{11000}{3} \Omega$$

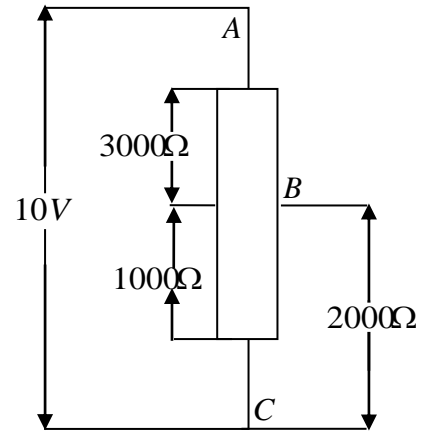
বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা হবে, $I = \frac{V_{AC}}{R_{AC}}$

$$B \text{ ও } C \text{ বিন্দুর বিভব পার্থক্য হবে, } V_{BC} = IR_{BC} \therefore V_{BC} = \frac{2000/3}{11000/3} \times 10 = 1.8V$$

- B বিন্দু যখন স্লাইডিং রোধের মাধ্যমবিন্দুতে অবস্থিত, তখন

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{2000} + \frac{1}{2000}; R_{BC} = 1000\Omega \text{ এবং } R_{AC} = 2000 + 1000 = 3000\Omega$$

$$\therefore V_{BC} = \frac{1000}{4000} \times 10 = 2.5V \text{ এবং দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, } V_{BC} = \frac{2000}{4000} \times 10 = 5.0V$$



EXAMPLE – 04: নিচের চিত্রের বর্তনীয় প্রতি শাখায় বিদ্যুৎ প্রবাহ নির্ণয় কর।

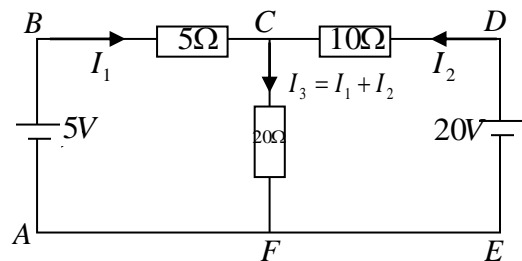
সমাধান : প্রথমে আরা তিনটি শাখার বিদ্যুৎ প্রবাহকে, I_1 ও I_2 এবং I_3 দ্বারা সূচিত করি। এই তিনটি বিদ্যুৎ প্রবাহের সংযোগ বিন্দু C। প্রথম সূত্র অনুসারে- $I_1 + I_2 + I_3 \dots \dots (i)$

বদ্ধ বর্তনী ABCFA বিবেচনা করে কার্সফের দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে আমরা পাই,

$$5 - 5I_1 - 20I_3 = 0$$

$$\text{বা, } 5 - 5I_1 - 20(I_1 + I_2) = 0$$

$$\text{বা, } 5 = 25I_1 + 20I_2 \dots \dots (ii)$$



বদ্ধ বর্তনী ABCDEFA বিবেচনা করে কার্সফের দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে আমরা পাই,

$$5 - 5I_1 + 10I_2 - 20 = 0 \text{ বা, } -15 = 5I_1 - 10I_2 \dots \dots (iii)$$

(iii) নং সমীকরণকে 2 দিখে গুণ করে (ii) নং সমীকরণের সাথে যোগ করে পাই,

$$-25 = 35I_1 \text{ বা, } I_1 = \frac{25}{35} = -0.714285714 \text{ A বা, } I_1 = -0.71 \text{ A}$$

এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে প্রকৃত বিদ্যুৎ প্রবাহ চিত্রে প্রদর্শিত দিকের বিপরীত দিকে হবে।

(ii) নং সমীকরণে I_1 এর মান বসিয়ে পাই,

$$5 = [25 \times (-0.71)] + 20I_2 \text{ বা, } I_2 = 1.1375 \text{ A বা, } I_2 = 1.14 \text{ A}$$

অতএব, (i) নং সমীকরণ থেকে পাই, $I_3 = I_1 + I_2 = (-0.71) + 1.14 \text{ A বা, } I_3 = 0.43 \text{ A}$

EXAMPLE – 05: চিত্রে একটি হুইটস্টোন ব্রীজ দেখানো হল। ব্রীজের সাম্যাবস্থায় I, I_1 এবং I_2 নির্ণয় কর।

সমাধান :

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \therefore Q = \frac{S}{R} \times P = \frac{18}{6} \times 3 = 9\Omega$$

ব্রীজে P এবং Q শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত এদের তুল্য রোধ $3 + 9 = 12\Omega$

তবে একই ভাবে শ্রেণী সমাবেয় যুক্ত R এবং S এর তুল্য রোধ $6 + 18 = 24\Omega$

আবার, 12Ω এবং 24Ω রোধ দুটি সমান্তরাল সজ্জায় যুক্ত। এদের তুল্য রোধ হবে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{2 + 1}{24} = \frac{1}{8} \therefore R_p = 8\Omega$$

অতএব, হুইটস্টোন বর্তনীর মোট রোধ হবে, $R_p = R' + r = 8 + 5.5 + 1.5 = 15\Omega$

ওহমের সূত্র অনুসারে বর্তনীতে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহ হবে, $I = \frac{E}{R} = \frac{18V}{15\Omega} = 1.2A$

অতএব, সমতুল্য রোধ R_p এর দু' প্রান্ত অর্থাৎ A এবং C বিন্দু মধ্যকার বিভব-প্রভেদ $= E \times R_p$

আবার, A এবং C বিন্দু মধ্যকার বিভব- পার্থক্য হবে,

$$I_1(P + Q) = I_2(R + S) \therefore I_1(P + Q) = I \times R_p \text{ বা, } I_1 = \frac{R_p}{P+Q} \times 1.2 \text{ বা, } I_1 = 0.8 A$$

$$\text{একইভাবে, } I_2 = \frac{R_p}{P+Q} \times I = \frac{8}{24} \times 1.2 = 0.4 A \therefore I = 1.2 A, I_1 = 0.8 A, I_2 = 0.4 A$$

EXERCISES

১। 10 m দীর্ঘ এবং 25Ω রোধের একটি পোটেনসিওমিটার তারের দু' প্রান্তের সাথে 4.8V বিদ্যুচ্চালক বলের একটি ব্যাটারী ও 35Ω রোধ শ্রেণীতে যুক্ত আছে। তারের 8 m ব্যবধানে নগণ্য অভ্যন্তরীণ রোধের একটি বিদ্যুৎ কোষের দু' প্রান্ত যুক্ত করলে কোষের ভিতর দিয়ে কোন বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় না। কোষটির বিদ্যুচ্চালক বল নির্ণয় কর

[Ans : 1.6 V]

২। সমান্তরাল যুক্তি একই পদার্থের এবং সমান প্রস্থচ্ছেদের দৈর্ঘ্য তিনটি তারের দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1: 3: 5। 23 amp বিদ্যুৎ প্রবাহ তার তিনটিতে কিভাবে বিভক্ত হয়ে প্রবাহিত হবে নির্ণয় কর। [Ans : 15 amp; 5 amp; 3 amp]

৩। পোটেনসিওমিটারে সাহায্যে দুটি কোষকে সমান্তরালে যুক্তি করে মুক্ত প্রান্তদ্বয় 10Ω রোধের একটি তার দিয়ে যুক্ত করা হলে যদি প্রতিটি কোষের বিদ্যুচ্চালক বল 2 volt হয়, তবে ঐ তারে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। [Ans: 3:1]

৪। 95Ω রোধ বিশিষ্ট একটি গ্যালভানোমিটারে ভিতর দিয়ে মূল তড়িৎ প্রবাহের 5% চালনা করতে চাইলে গ্যালভানোমিটারের প্রান্তদ্বয়ের সাথে কত মানের সান্ট ব্যবহার কতে হবে? [Ans: 5 Ω]

৫। r রোধের একটি তারকে টেনের তিনগুন লম্বা করলে, লম্বা করা তারটির রোধ কত হবে? [Ans: 9r]

৬। 5A তড়িৎ প্রবাহ তিনটি ভাগে বিভক্ত হয়ে তিনটি তারে মধ্য দিয়ে চলে গিয়ে আবার মিলিত হল। তারগুলো একই উপাদানে তৈরি এবং এদের প্রস্থচ্ছেদ একই। তারগুলোর দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1: 2: 3 হলে প্রত্যেক তারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। [Ans: $\frac{30}{11}A$, $\frac{15}{11}A$, $\frac{10}{11}A$]

৭। প্রত্যেকটি 5Ω রোধের 30 টি বিদ্যুৎ কোষকে কীভাবে সাজালে 6Ω রোধের একটি বহিঃ রোধের মধ্য দিয়ে সর্বাধিক বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে। প্রত্যেকটি কোষের বিদ্যুচ্চালক বল 2V হলে, ঐ বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার মান কত? [Ans: সমান্তরাল সারির সংখ্যা = 5, প্রত্যেক সারিতে কোষের সংখ্যা = 6, 1A]

৮। $G\Omega$ রোধের একটি গ্যালভানোমিটারের সাথে একটি সান্ট যুক্ত করার গ্যালভানোমিটারের বিদ্যুৎ প্রবাহের মান মূল প্রবাহের $\frac{1}{n}$ অংশ হয়। দেখাও যে, সান্ট রোধ, $S = \frac{G}{n-1}\Omega$ ।

৯। নিম্ন লিখিত বর্তনী থেকে 3Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। [Ans: 0.4 A]

১০। 1.2 A তড়িৎ প্রবাহ ধারণ ক্ষমতার একটি বৈদ্যুতিক হিটারের রোধ 140Ω । একে 210V এর একমুখী বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনে চবালাতে হলে বর্তনীর ভিতর ন্যূনপক্ষে আরও কত রোধ দিতে হবে? [Ans: 35 Ω]

১১। একটি লুইটস্টোন ব্রীজের প্রথম ও দ্বিতীয় রোধ যথাক্রমে 10Ω ও 12Ω । এর তৃতীয় বাহুতে একটি অজানা রোধ লাগানো আছে। যখন ব্রীজের চতুর্থ বাহুতে দুইটি সমান্তরাল রোধ। যাদের প্রত্যেকের মান 20Ω লাগানো হয়, তথা ব্রীজটি নিস্পন্দ অবস্থায় থাকে। অজানা রোধটির মান কত? [Ans: 8.33 Ω]