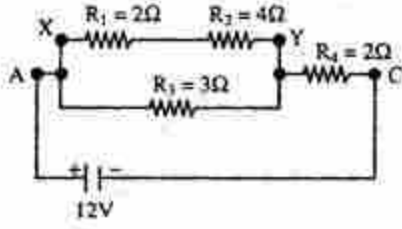


# এইস এস সি পদার্থবিজ্ঞান

## অধ্যায়-৩: চল তড়িৎ

প্রশ্ন ১ নিচের বর্তনীটি খেয়াল করো:



$$R_1 = R_4 = 2\Omega$$

$$R_2 = 4\Omega; R_3 = 3\Omega$$

[স. বো. ২০১৭]

- গাউসের সূত্রটি লিখ। ১
- কোনো বর্তনীর বিভব পার্থক্য ও তড়িচ্চালক বল একই নয় কেন, ব্যাখ্যা করো। ২
- বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো। ৩
- AC অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র এবং XY অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র মানসহ খাতায় অংকন করো। ৪

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো কল্পিত বন্ধ তলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত মোট তড়িৎ ফ্লাক্সের  $\epsilon_0$  গুণ ঐ তল দ্বারা সীমাবদ্ধ চার্জের সমান।

খ বর্তনীর কোনো এক বিন্দু হতে ১ কুলম্ব চার্জকে কোষ সমেত সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনা হলে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে কোষের তড়িচ্চালক বল বলে। অপরদিকে, তড়িৎ ক্ষেত্র বা তড়িৎ বর্তনীর এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে ১ কুলম্ব চার্জ স্থানান্তর করতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ বিন্দুদ্বয়ের বিভব পার্থক্য বলে। বর্তনীতে তড়িচ্চালক বল, বিভব পার্থক্য অপেক্ষা বেশি হয়। কারণ, কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের জন্য কোষে কিছু বিভব পতন ঘটে। অর্থাৎ, বর্তনীর তড়িচ্চালক বল = বর্তনীর বিভব পার্থক্য + অভ্যন্তরীণ বিভব পতন। ফলে, কোনো বর্তনীর বিভব পার্থক্য ও তড়িচ্চালক বল এক হয় না।

গ দেওয়া আছে,

$$R_1 = 2\Omega$$

$$R_2 = 4\Omega$$

$$R_3 = 3\Omega$$

$$R_4 = 4\Omega$$

তড়িচ্চালক বল,  $E = 12V$

বের করতে হবে, বর্তনীর প্রবাহ মাত্রা,  $I = ?$

উদ্দীপক অনুসারে,  $R_1$  ও  $R_2$  রোধদ্বয় সিরিজে যুক্ত হয়ে  $R_3$  এর সাথে সমান্তরাল সমবায় গঠন করে এবং  $R_1$ ,  $R_2$  ও  $R_3$  এর সমবায়  $R_4$  এর সাথে শ্রেণীতে যুক্ত হয়।

$$\begin{aligned} \therefore \text{বর্তনীর তুল্য রোধ, } R &= \{(R_1 + R_2) \parallel R_3\} + R_4 \\ &= \{(2 + 4) \parallel 3\} + 2 \\ &= (6^{-1} + 3^{-1})^{-1} + 2 \\ &= 2 + 2 \\ &= 4\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I &= \frac{E}{R + r} \\ &= \frac{12}{4 + 0} \quad [\text{অভ্যন্তরীণ রোধ, } r = 0 \text{ ধরে}] \\ &= 3A \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ “গ” অংশ হতে পাই, বর্তনীর মূল প্রবাহ,  $I = 3A$

উদ্দীপকের বর্তনী অনুসারে,

কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ শূন্য হওয়ায়,

AC অংশের ভোল্টেজ,  $V_1 =$  বর্তনীর কোষের তড়িচ্চালক বল  $= 12V$   
আবার, XY অংশের ভোল্টেজ  $=$  AC অংশের ভোল্টেজ  $- R_3$  রোধে বিভব পতন

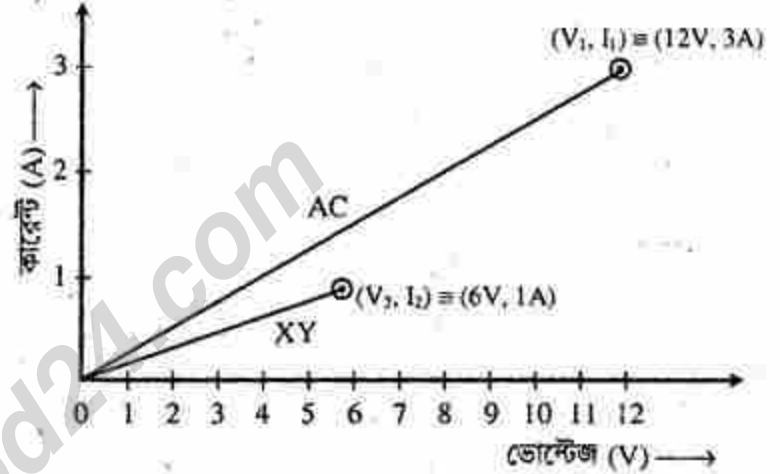
$$\begin{aligned} \text{বা, } V_2 &= V_1 - IR_3 \\ &= 12 - 3 \times 2 \\ &= 6V \end{aligned}$$

XY অংশে  $R_1$  ও  $R_2$  রোধদ্বয় শ্রেণীযুক্ত হওয়ায়,

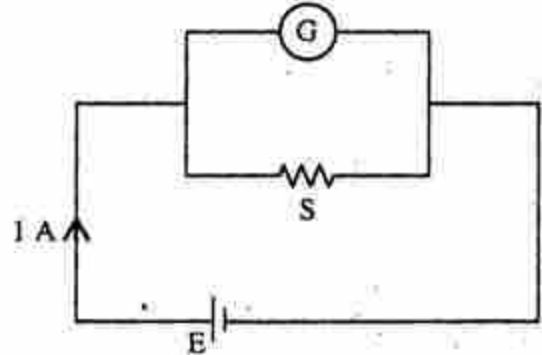
উক্ত অংশের তুল্য রোধ,  $R_5 = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6\Omega$

$$\begin{aligned} \therefore \text{XY অংশের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, } I_2 &= \frac{V_2}{R_5} \\ &= \frac{6}{6} \\ &= 1A \end{aligned}$$

নিচে, AC ও XY অংশের ভোল্টেজ-কারেন্ট লেখচিত্র দেওয়া হলো—



প্রশ্ন ২



পরীক্ষাগারে হারুন  $100\Omega$  রোধ এবং  $10\text{mA}$  পাল্লার গ্যালভানোমিটার নিয়ে কাজ করার সময় উপরে অঙ্কিত বর্তনীর ন্যায় সজ্জিত করল। এই সময় শিক্ষক তাকে গ্যালভানোমিটারটিকে  $10\text{A}$  পাল্লার অ্যামিটারে রূপান্তর করতে বলায় সে গ্যালভানোমিটারের সজ্জায় কিছু পরিবর্তন আনল।

[স. বো. ২০১৬]

- তড়িচ্চালক বল কাকে বলে? ১
- নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহার না করার কারণ কি? ২
- বর্তনীর S এর মান নির্ণয় কর। ৩
- শিক্ষকের কথায় হারুন গ্যালভানোমিটারের বর্তনী সজ্জায় যে পরিবর্তন এনেছিল তা ব্যাখ্যা কর। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক ধনাত্মক চার্জকে বর্তনীর কোনো এক বিন্দু থেকে উৎসসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ হয় বা উৎসের যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে উৎসের তড়িচ্চালক বল বলে।

খ সীসা ও টিনের (সীসা ৭৫% এবং টিন ২৫%) সংমিশ্রণে তৈরি একটি সবু তারকে নিরাপত্তা ফিউজ হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এ তারের গলনাঙ্ক কম (প্রায়  $300^\circ\text{C}$ )। তারের মধ্য দিয়ে অতিরিক্ত তড়িৎ

প্রবাহিত হলে তারটি গরম হয়ে উঠে এবং তা গলে গিয়ে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করে দেয়। মূলত গলনাঙ্ক কমাবার জন্য নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহার করা হয় না।

গ এখানে, মূল প্রবাহ,  $i = 1 \text{ A}$

গ্যালভানোমিটার রোধ,  $G = 100 \Omega$

গ্যালভানোমিটার প্রবাহ,  $i_g = 10 \text{ mA} = 10^{-2} \text{ A}$

সান্ট রোধ,  $S = ?$

আমরা জানি, গ্যালভানোমিটার প্রবাহ,

$$i_g = \frac{S}{G + S} \times i$$

বা,  $10^{-2} \text{ A} \times (G + S) = S \times 1 \text{ A}$

বা,  $G + S = 100 \times S$

বা,  $99 S = 100 \Omega$

$\therefore S = 1.01 \Omega$  (Ans.)

ঘ এখানে, মূল প্রবাহ,  $i = 10 \text{ A}$

গ্যালভানোমিটার রোধ,  $G = 100 \Omega$

গ্যালভানোমিটার প্রবাহ,  $i_g = 10 \text{ mA} = 10^{-2} \text{ A}$

সান্ট রোধ,  $S' = ?$

যদিও গ্যালভানোমিটারের বর্তনী সজ্জার পরিবর্তন দুভাবে করতে পারে—

(i) সান্টটি পরিবর্তন করতে পারে

সান্টের মান পরিবর্তন করে  $S'$  মানের সান্ট ব্যবহার করলে

আমরা জানি, গ্যালভানোমিটার প্রবাহ,

$$i_g = \frac{S'}{G + S'} \times i$$

বা,  $10^{-2} \text{ A} \times (G + S') = S' \times 10 \text{ A}$

বা,  $G + S' = 1000 \times S'$

বা,  $999 S' = 100 \Omega$

$\therefore S' = 0.1 \Omega$

(ii) আরো একটি সান্ট ব্যবহার করতে পারে।

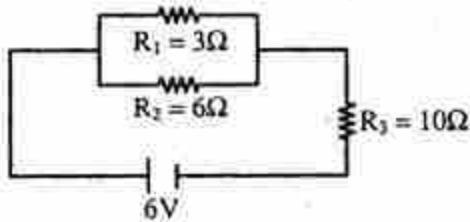
প্রদত্ত বর্তনীর গ্যালভানোমিটার ও সান্টকে একত্রে একটি অ্যামিটার বিবেচনা করলে এর পাল্লা হবে  $1 \text{ A}$  এবং তুল্য রোধ হবে,

$$R = \frac{GS}{G + S} = \frac{100 \Omega \times 1.01 \Omega}{100 \Omega + 1.01 \Omega} = 0.9999 \Omega$$

এখন অ্যামিটারের পাল্লা  $10 \text{ A}$  করতে হলে এ পাল্লা হবে আদি পাল্লার  $10$  গুণ ত্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধির সূত্র থেকে জানি, এর সাথে যুক্ত সান্ট রোধ,

$$S_1 = \frac{0.9999 \Omega}{10 - 1} = 0.1111 \Omega$$

প্রশ্ন ৩



(স. বো. ২০১৫)

ক. শান্ট কাকে বলে? ১

খ. তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয় — ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ.  $R_3$  এর সাথে কত রোধ কীভাবে যুক্ত করলে এর ভিতর দিয়ে  $R_1$  এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ যেতে না পারে সে উদ্দেশ্যে এর সাথে স্বল্পমানের যে রোধ সমান্তরালে সংযুক্ত করা হয়, তাকে শান্ট বলে।

খ তড়িৎ প্রবাহের ফলে মুক্ত ইলেকট্রনসমূহ যখন পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে গমন করে তখন এদের সাথে অণু-পরমাণুসমূহের সংঘর্ষে ঘটে বলে এদের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় যা তাপরূপে দেখা দেয়। এ কারণেই তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

গ দেওয়া আছে,

বর্তনীর রোধসমূহ,  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = 6\Omega$ ,  $R_3 = 10\Omega$

বের করতে হবে, বর্তনীর তুল্যরোধ,  $R_{eq} = ?$

$R_1$  ও  $R_2$  সমান্তরালে যুক্ত বিধায় এদের তুল্যরোধ  $R_p$  হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{2+1}{6\Omega} = \frac{3}{6\Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{6\Omega}{3} = 2\Omega$$

$R_p$  এর সাথে  $R_3$  শ্রেণিতে যুক্ত, এদের তুল্যরোধ,  $R_s = R_p + R_3 = 2\Omega + 10\Omega = 12\Omega$

সুতরাং বর্তনীর তুল্যরোধ =  $12\Omega$  (Ans.)

ঘ বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ,  $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{6V}{12\Omega} = 0.5A$

$R_1$  এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ,  $I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0.5A \times \frac{6\Omega}{3\Omega + 6\Omega} = \frac{1}{3} A$

$R_3$  এর মধ্য দিয়ে  $0.5A$  প্রবাহের বদলে  $\frac{1}{3}A$  প্রবাহ যেতে হলে,

$R_3$  এর সমান্তরালে একটি রোধ যুক্ত করতে হবে। মনে করি, এই রোধের মান  $R$

$$\therefore \frac{1}{3}A = \frac{R}{R_3 + R} \times 0.5A$$

$$\text{বা, } \frac{R_3 + R}{R} = \frac{0.5A}{1/3A} = 1.5$$

$$\text{বা, } 1 + \frac{R_3}{R} = 1.5$$

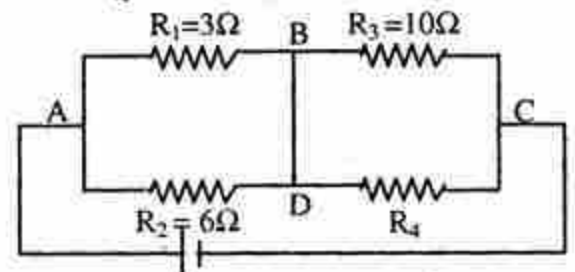
$$\text{বা, } \frac{R_3}{R} = 0.5$$

$$\therefore R = \frac{R_3}{0.5} = \frac{10\Omega}{0.5} = 20\Omega$$

সুতরাং  $R_3$  এর সাথে  $20\Omega$  মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে এর ভিতর দিয়ে  $R_1$  এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে।

বিকল্প:  $R_3$  এর সাথে শ্রেণিতে কোনো রোধ যুক্ত করলে,  $R_1$  এবং  $R_3$  এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ সমান হবে না, কারণ  $R_3$  এর মধ্যদিয়ে মূল প্রবাহ যাবে এবং  $R_1$  এর মধ্য দিয়ে আংশিক প্রবাহ যাবে।

সুতরাং  $R_3$  এর সাথে (ধরি,  $R_4$ ) রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে। সেক্ষেত্রে বর্তনী নিম্নরূপ হবে:



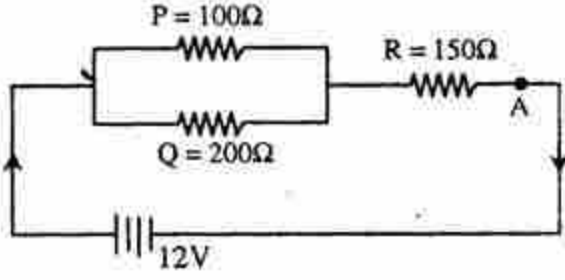
$R_1$  ও  $R_3$  এর মধ্যদিয়ে একই মানের প্রবাহ অতিক্রম করলে  $BD$  অংশে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

সেক্ষেত্রে  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  রোধগুলো মিলে হুইটস্টোন ব্রীজ তৈরি হবে।

$$\therefore \frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

$$\therefore R_4 = \frac{R_2}{R_1} R_3 = \frac{6\Omega}{3\Omega} \times 10\Omega = 20\Omega$$

সুতরাং  $R_3$  এর সাথে  $20\Omega$  রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।



রা. বো. ২০১৭/

- ক. চার্জের কোয়ান্টিয়ন কী? ১  
খ. হারানো ভোল্ট বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. বর্তনীর A বিন্দুতে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. কোন রোধকটি অপসারণ করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণ সহকারে দেখাও। ৪

#### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চার্জেরও একটি নির্দিষ্ট ন্যূনতম মান আছে— যা অপেক্ষা কম মানের চার্জ পাওয়া সম্ভব নয় এবং যেকোনো চার্জিত বস্তুতে মোট চার্জের পরিমাণ ঐ ন্যূনতম চার্জের অখণ্ড গুণিতক। একে চার্জের কোয়ান্টিয়ন বলে।

খ. কোষের তড়িচ্চালক শক্তি একটি অংশ  $V' = Ir = E - IR$  যা কোষের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করতে ব্যয়িত হয় তাকে হারানো ভোল্ট বলে। কেননা তড়িৎ প্রবাহ চলাকালীন ভোল্টামিটারের সাহায্যে কোনো কোষের দুই পাতের বিভব পার্থক্য পরিমাপ করা হলে যুক্ত অবস্থার বিভব পার্থক্যের চেয়ে এই পরিমাণ বিভব পার্থক্য কম পাওয়া যায়। প্রবাহ যত বেশি হবে হারানো ভোল্টও তত বেশি হবে।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

১ম রোধ,  $P = 100\Omega$

২য় রোধ,  $Q = 200\Omega$

৩য় রোধ,  $R = 150\Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি,  $E = 12V$

A বিন্দুতে প্রবাহমাত্রা,  $I = ?$

P ও Q রোধদ্বয় সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত থাকায় এদের তুল্যরোধ  $R_p$  হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{P} + \frac{1}{Q}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2+1}{200}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{3}{200}$$

$$\therefore R_p = 66.67\Omega$$

এখন,  $R_p$  ও R শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকায়

তাদের তুল্য রোধ,  $R_s = R_p + R$

$$= 66.67 + 150$$

$$= 216.67\Omega$$

আমরা জানি,

$$I = \frac{E}{R_s} = \frac{12}{216.67} = 0.055A \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

১ম রোধ,  $P = 100\Omega$

২য় রোধ,  $Q = 200\Omega$

৩য় রোধ,  $R = 150\Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি,  $E = 12V$

P রোধ অপসারণ করলে, Q ও R রোধদ্বয় শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকবে, সেক্ষেত্রে তুল্য রোধ,

$$R_1 = Q + R = 200 + 150 = 350\Omega$$

$$\text{প্রবাহমাত্রা, } I_1 = \frac{12}{350} A = 0.034A$$

Q রোধ অপসারণ করলে P ও R রোধদ্বয় শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকবে, সেক্ষেত্রে তুল্য রোধ,

$$R_2 = P + R = 100 + 150 = 250\Omega$$

$$\text{প্রবাহমাত্রা, } I_2 = \frac{12}{250} A = 0.048A$$

R রোধ অপসারণ করলে P ও Q রোধদ্বয় সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত থাকবে, সেক্ষেত্রে তুল্য রোধ,

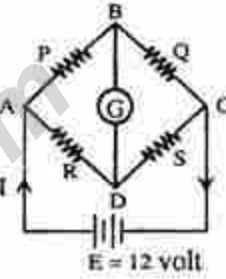
$$R_p = 66.67\Omega \text{ ('গ' অংশ থেকে প্রাপ্ত)।}$$

$$\text{প্রবাহমাত্রা, } I_3 = \frac{12}{66.67} A = 0.18A$$

লক্ষ্যকরি,  $I_3 > I_1 > I_2$

অতএব, R রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে।

#### প্রশ্ন ৫



চিত্রে হুইটস্টোন ব্রিজের চার বাহুর রোধ যথাক্রমে  $P = 8\Omega$ ,  $Q = 12\Omega$ ,  $R = 18\Omega$  এবং  $S = 22\Omega$ .

রা. বো. ২০১৬/

- ক. আপেক্ষিক রোধ কী? ১  
খ. তামার তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাংক  $32.95 \times 10^{-8} \text{ kgC}^{-1}$  বলতে কী বুঝায়? ২  
গ. চতুর্থ বাহুতে কত রোধ কিভাবে যুক্ত করলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হবে? ৩  
ঘ. বর্তনী হতে গ্যালভানোমিটারটি বিচ্ছিন্ন করলে ABC পথে ও ADC পথে তড়িৎপ্রবাহ সমান হবে কিনা যাচাই কর। ৪

#### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ. তামার তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাংক  $32.95 \times 10^{-8} \text{ kgC}^{-1}$  বলতে বোঝায় তামাঘটিত কোন দ্রবণের মধ্য দিয়ে এক কুলম্ব আধান (বা এক অ্যাম্পিয়ার প্রবাহ এক সেকেন্ড ধরে) পাঠালে তড়িৎদ্বারা  $32.95 \times 10^{-8} \text{ kg}$  তামা জমা হবে।

গ. এখানে,

$$P = 8\Omega$$

$$Q = 12\Omega$$

$$R = 18\Omega$$

$$S = 22\Omega$$

ধরি চতুর্থ বাহুর রোধ  $S'$  হলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হবে।

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{8}{12} = \frac{18}{S'}$$

$$\therefore S' = 27\Omega$$



∴ যেহেতু  $S' > S$  সেহেতু ধরি, চতুর্থ বাহুতে  $S_1$  রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হবে।

$$\therefore S' = S + S_1$$

$$\text{বা, } 27 = 22 + S_1$$

$$\text{বা, } S_1 = 27 - 22$$

$$\therefore S_1 = 5\Omega$$

সুতরাং চতুর্থ বাহুতে  $5\Omega$  রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হবে। (Ans.)

ঘ) বর্তনী হতে গ্যালভানোমিটারটি বিচ্ছিন্ন করলে নতুন বর্তনীটি হবে নিম্নরূপ:

এখানে,

$$P = 8\Omega$$

$$Q = 12\Omega$$

$$R = 18\Omega$$

$$S = 22\Omega$$

$$\text{বর্তনীর মোট প্রবাহ} = I$$

$$\text{তড়িচ্চালক শক্তি, } E = 12\text{ V}$$

ধরি, ABC পথে তড়িৎপ্রবাহ =  $I_1$

এবং ADC পথে তড়িৎপ্রবাহ =  $I_2$

কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ  $r$  খুব ছোট বলে  $r$  এর মান শূন্য ধরা যায়।

$$\therefore r = 0$$

এখন, ABCEA বর্তনীতে কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$I_1 P + I_1 Q + I r = E$$

$$\text{বা, } 8I_1 + 12I_1 + I \times 0 = 12$$

$$\text{বা, } 20I_1 = 12$$

$$\text{বা, } I_1 = \frac{12}{20}$$

$$\text{বা, } I_1 = \frac{3}{5}\text{ A}$$

$$\therefore I_1 = 0.6\text{ A}$$

আবার, ADCEA বর্তনীতে কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$I_2 R + I_2 S + I r = E$$

$$\text{বা, } 18I_2 + 22I_2 + I \times 0 = 12$$

$$\text{বা, } 40I_2 = 12$$

$$\text{বা, } I_2 = \frac{12}{40}$$

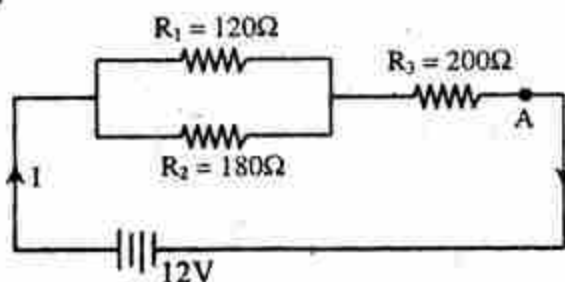
$$\text{বা, } I_2 = \frac{3}{10}\text{ A}$$

$$\therefore I_2 = 0.3\text{ A}$$

এখানে,  $I_1 \neq I_2$

সুতরাং বর্তনী হতে গ্যালভানোমিটারটি বিচ্ছিন্ন করলে ABC পথে ও ADC পথে তড়িৎপ্রবাহ সমান হবে না।

প্রশ্ন ৬ চিত্রে একটি বর্তনী দেখানো হল:



ক. মিটার ব্রীজ কী?

খ. হারানো ভোল্ট বলতে কী বোঝায়?

গ. 'A' বিন্দুতে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো।

ঘ. কোন রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

#### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

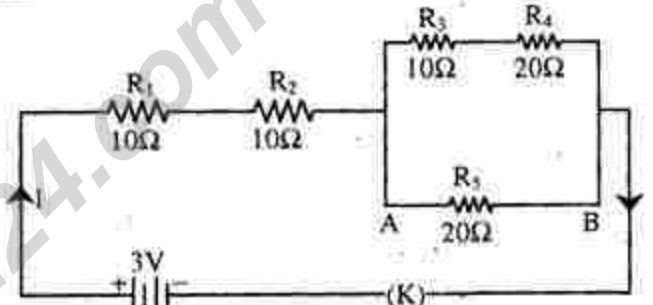
ক যে যন্ত্র দ্বারা এক মিটার লম্বা সুক্ষম প্রস্থচ্ছেদের একটি তারকে কাজে লাগিয়ে হুইটস্টোন ব্রীজের নীতি ব্যবহার করে অজানা রোধ নির্ণয় করা হয় তাই মিটার ব্রীজ।

খ কোনো কোষের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক পাতদ্বয়ের মধ্যকার যে বিভিন্ন পদার্থ তড়িৎ প্রবাহের বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে তাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলে। আর এই অভ্যন্তরীণ রোধ অতিক্রম করতে কোষের তড়িচ্চালক শক্তির যে অংশ ব্যয় হয় তাকে অভ্যন্তরীণ বিভব পতন বা হারানো ভোল্ট বলে।

গ ৪(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $\frac{3}{68}\text{ A}$

ঘ ৪(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $200\Omega$  রোধ অপসারণ করলে।

#### প্রশ্ন ৭



[দি. বো. ২০১৫]

ক. এনট্রপি কী?

খ. কোনো স্থানের বিনতি  $33^\circ\text{S}$  বলতে কী বোঝায়?

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ বের কর।

ঘ. বর্তনীর  $R_5$  রোধসমত AB বাহু অপসারণ করলে তড়িৎপ্রবাহের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

#### ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বৃদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় কোনো সিস্টেমের যে তাপগতীয় ধর্ম ধ্রুব থাকে, তাকে এনট্রপি বলে।

খ কোনো স্থানের বিনতি  $33^\circ\text{S}$  বলতে বুঝায়, ঐ স্থানে ভারকেন্দ্র থেকে মুক্তভাবে ঝুলানো একটি চুম্বক শলাকার অক্ষ স্থির অবস্থায় অনুভূমিক তলের সাথে  $33^\circ$  কোণ করে আনত থাকবে এবং শলাকাটির দক্ষিণ মেরু নিচের দিকে ঝুঁকে থাকবে।

গ ৩(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $32\Omega$ ।

ঘ উদ্দীপকে প্রদর্শিত অবস্থায়, বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ,

$$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{3\text{ V}}{32\Omega} = 0.09375\text{ A}$$

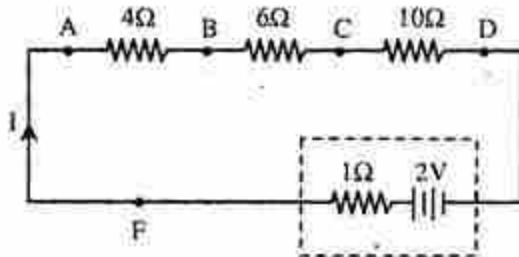
বর্তনীর  $R_5$  রোধসমত AB বাহু অপসারণ করলে,

$$\begin{aligned} \text{তুল্যরোধ, } R_{eq} &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\ &= 10\Omega + 10\Omega + 10\Omega + 20\Omega = 50\Omega \end{aligned}$$

এবং বর্তনীর পরিবর্তিত তড়িৎপ্রবাহ,  $I' = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{3\text{ V}}{50\Omega} = 0.06\text{ A}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন (হ্রাস)} &= I - I' \\ &= 0.09375\text{ A} - 0.06\text{ A} \\ &= 0.03375\text{ A} \end{aligned}$$

[দি. বো. ২০১৭]



চিত্রের বর্তনীর মোট প্রবাহ  $I$ , C ও F বিন্দুতে  $6\Omega$  রোধ যুক্ত করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ  $I_1$  হয়। C ও F বিন্দুর রোধটি বিচ্ছিন্ন করে ঐ রোধটিকে  $10\Omega$  এর সমান্তরালে যুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহ হয়  $I_2$ ।

শিখনকল্প: ৫ ও ৬/ক. বো. ২০১৭/

- জুলের রোধের সূত্রটি বিবৃত করো। ১
- কিশোরের দ্বিতীয় সূত্রটি  $\sum IR + \sum E = 0$  আকারে লিখলে কোন বর্তনীর লুপে সূত্রটি প্রয়োগের ক্ষেত্রে IR ও E এর চিহ্নের নিয়ম কিরূপ হবে? ২
- চিত্রের বর্তনীর  $4\Omega$  রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত হবে? ৩
- $I > I_1 > I_2$  হতে পারে কি না গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

#### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রবাহ এবং প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে তড়িৎ প্রবাহের ফলে উদ্ভূত তাপ পরিবাহীর রোধের সমানুপাতিক হয়।

খ. কিশোরের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগের ক্ষেত্রে বর্তনী পরিভ্রমণের সময় যেকোনো একটি দিককে পছন্দ করে নিতে হয়। কিশোরের দ্বিতীয় সূত্রটি  $\sum IR + \sum E = 0$  আকারে লিখলে, বর্তনী পরিভ্রমণের সময় কোনো রোধকে যদি তার তড়িৎ প্রবাহের দিক থেকে অতিক্রম করতে হয় সেক্ষেত্রে প্রবাহ ও রোধের গুণফল IR কে ধনাত্মক এবং বিপরীত দিক থেকে অতিক্রমের ক্ষেত্রে ঋণাত্মক ধরতে হয়, আবার তড়িৎ উৎসকে অতিক্রমের ক্ষেত্রে যদি উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে যেতে হয় সেক্ষেত্রে তড়িচ্চালক বলকে ধনাত্মক এবং বিপরীত দিক থেকে অতিক্রমের ক্ষেত্রে ঋণাত্মক ধরতে হয়।

গ. চিত্রে বর্তনীর মোট তুল্যরোধ,  $R_s = 4 + 6 + 10 = 20\Omega$

অভ্যন্তরীণ রোধ,  $r = 1\Omega$

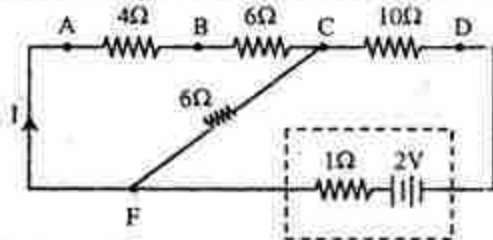
কোষের বিভব,  $E = 2V$

$$\therefore \text{মূল তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s + r} = \frac{2}{20 + 1} = 0.095A$$

$$\therefore 4\Omega \text{ রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, } V = 0.095 \times 4V = 0.381V \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপকের বর্তনীর মূল প্রবাহ,  $I = 0.095A$  [(গ) নং হতে]

C ও F বিন্দুতে  $6\Omega$  রোধ যুক্ত করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ  $I_1$ ।



সেক্ষেত্রে মোট তুল্য রোধ,

$$R = \{(4 + 6) \parallel 6\} + 10$$

$$= (10 \parallel 6) + 10$$

$$= (10^{-1} + 6^{-1})^{-1} + 10$$

$$= 13.75\Omega$$

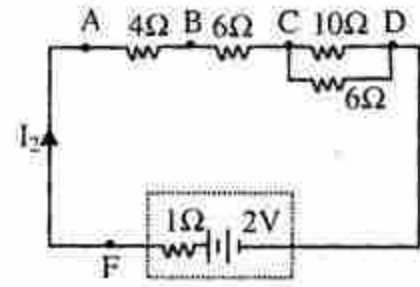
$$\therefore I_1 = \frac{E}{R + r}$$

$$= \frac{2}{13.75 + 1}$$

$$= 0.136A$$

অতএব,  $I > I_1$ ।

এমন, C ও F বিন্দুর  $6\Omega$  রোধটিকে বিচ্ছিন্ন করে তাকে  $10\Omega$  এর সমান্তরালে যুক্ত করলে,



$$\text{এক্ষেত্রে, } 10 \parallel 6 = 3.75\Omega$$

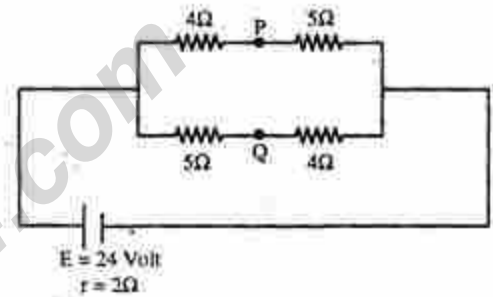
$$\therefore \text{মোট রোধ, } R = 4 + 6 + 3.75\Omega = 13.75\Omega$$

$$\therefore I_2 = \frac{2V}{13.75\Omega + 1\Omega} = 0.136A$$

এখানে,  $I_1 = I_2$ , কিন্তু  $I_1$  ও  $I_2 > I$

অতএব,  $I > I_1 > I_2$  হতে পারেনা।

#### প্রশ্ন ▶ ৯



ক. বো. ২০১৬/

- তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক কাকে বলে? ১
- ধারকে কিভাবে শক্তি সঞ্চিত হয়? ২
- উদ্দীপকের বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের মান বের কর। ৩
- উদ্দীপকের বর্তনীর P ও Q বিন্দুর মাঝখানে একটি গ্যালভানোমিটার নগণ্য রোধের তার দ্বারা সংযুক্ত করলে কোন দিক হতে গ্যালভানোমিটারের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহিত হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

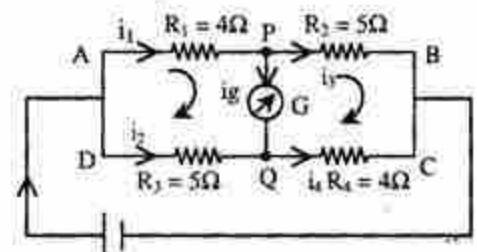
#### ৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ দ্বিমেরুর যে কোন একটি চার্জের মান এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে দ্বি-মেরু ভ্রামক বলে।

খ. ধারকে শক্তি সঞ্চয় করতে হলে ধারকে কিছু চার্জ জমা করতে হবে। এ চার্জ ধারকে একবারে দেয়া সম্ভব নয়। একটু একটু করে চার্জ জমা করতে হয়। কারণ এটি কিছু চার্জ লাভ করার পর পরবর্তী চার্জ প্রদানে বাধা দেয়। তাই কোনো ধারকে চার্জিত করতে কিছু কাজ করতে হয় বা কিছু শক্তি ব্যয় হয়। এ ব্যয়িত শক্তি ধারকে তড়িৎ শক্তি হিসেবে জমা থাকে।

গ. ১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 3.69 A

ঘ.



P ও Q বিন্দুতে কিশোরের প্রথম সূত্রানুসারে,

$$i_1 = i_3 + i_g$$

$$i_2 = i_4 - i_g$$

আবার, APQDA ও PBCQP লুপে দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$R_1 i_1 + i_g G - R_3 i_2 = 0$$

$$R_2 i_3 - R_4 i_4 - i_g G = 0$$

$$\text{বা, } 4i_1 + i_g G - 5i_2 = 0 \dots\dots\dots (i)$$

$$\text{এবং } 5i_3 - 4i_4 - i_g G = 0 \dots\dots\dots (ii)$$

(i) + (ii) নং করে পাই

$$4i_1 + 5i_3 - 5i_2 - 4i_4 = 0$$

$$4i_3 + 4i_g + 5i_3 - 5i_4 + 5i_g - 4i_4 = 0$$

$$9i_3 + 9i_g - 9i_4 = 0$$

$$i_g = i_4 - i_3$$

যেহেতু  $R_4 < R_2$

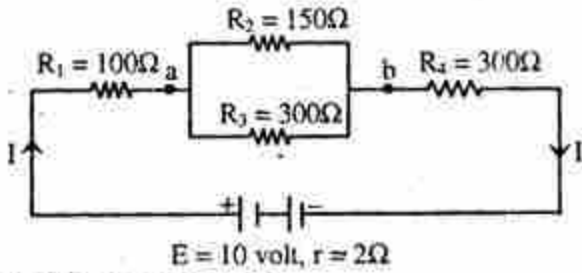
সেহেতু  $i_4 > i_3$

সুতরাং  $i_g$  ধনাত্মক

অর্থাৎ  $i_g$  এর দিক P থেকে Q এর দিকে।

**প্রশ্ন ১০** মেধাবী ছাত্রী সুজানা নিচের বর্তনীটি অংকন করে প্রথমে মূল প্রবাহ হিসেব করে। পরবর্তীতে সে  $100\Omega$  মানের একটি রোধ  $R_4$  এর সাথে প্রথমে সমান্তরালে এবং পরে শ্রেণিতে যুক্ত করে উভয় ক্ষেত্রে মূল প্রবাহ হিসেব করে দেখলে, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে প্রবাহ মাত্রার পরিমাণ হ্রাস পায়।

[কি. বো. ২০১৫]



- তড়িৎ দ্বিমেরু কাকে বলে? ১
- তাপমাত্রার বিবেচনায় পরিবাহী এবং অধপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য কী? ২
- ১ম ক্ষেত্রে  $100\Omega$  রোধ লাগানোর পূর্বে a বিন্দু এবং b বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য কত? ৩
- $100\Omega$  রোধ লাগানোর পরে সুজানার পর্যবেক্ষণের সত্যতা যাচাই কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** দুটি সমপরিমাণ কিন্তু বিপরীতধর্মী বিন্দুচার্জ পরস্পরের খুব কাছাকাছি অবস্থান করলে এদেরকে একত্রে তড়িৎ দ্বিমেরু বলে।

**খ** তাপমাত্রার বিবেচনায় পরিবাহী এবং অধপরিবাহীর মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ:

পরিবাহী	অধপরিবাহী
i. সাধারণ তাপমাত্রায় তড়িৎ পরিবহন করে।	i. সাধারণ তাপমাত্রায় অল্প পরিমাণ তড়িৎ পরিবহন করে।
ii. তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ বাড়ে।	ii. তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ কমে।
iii. তাপমাত্রা কমালে পরিবাহকত্ব বাড়ে।	iii. তাপমাত্রা কমালে পরিবাহকত্ব কমে।

**গ** ধরি, a বিন্দু ও b বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য, V

$R_2$  ও  $R_3$  সমান্তরালে যুক্ত থাকায় এদের তুল্যরোধ  $R_p$  হলে,

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

$$= \frac{1}{150\Omega} + \frac{1}{300\Omega}$$

$$= \frac{2+1}{300\Omega} = \frac{3}{300\Omega} \Omega^{-1} = \frac{1}{100} \Omega^{-1}$$

উদ্দীপক হতে,

রোধ,  $R_1 = 100\Omega$

$R_2 = 150\Omega$

$R_3 = 300\Omega$

$R_4 = 300\Omega$

অভ্যন্তরীণ রোধ,  $r = 2\Omega$

$R_2 = 2\Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি,  $E = 10V$

$$\therefore R_p = 100\Omega$$

$$\text{এখন, } R_3 = R_1 + R_p + R_4$$

$$= 100\Omega + 100\Omega + 300\Omega = 500\Omega$$

আমরা জানি, প্রবাহ I হলে,

$$I = \frac{E}{R_3 + r}$$

$$\text{বা, } I = \frac{10V}{(500 + 2)\Omega} = \frac{10}{502} A = 0.01992A$$

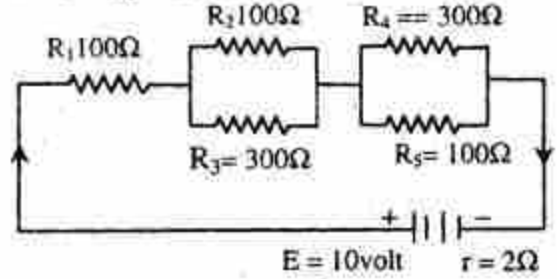
এখন, ১ম ক্ষেত্রে  $100\Omega$  রোধ লাগানোর পূর্বে a বিন্দু এবং b বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য,

$$V_{ab} = IR_p$$

$$\text{বা, } V_{ab} = 0.01992A \times 100\Omega = 1.992 \text{ volt}$$

অতএব, বিভব পার্থক্য 1.992V

**ঘ**  $R_4$  এর সাথে  $R_5 = 100\Omega$  রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে,



‘গ’ থেকে প্রাপ্ত,  $R_2$  ও  $R_3$  এর তুল্যরোধ,  $R_p = 100\Omega$

$R_4$  ও  $R_5$  এর তুল্যরোধ  $R'_p$  হলে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R'_p} &= \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \\ &= \frac{1}{300\Omega} + \frac{1}{100\Omega} \\ &= \frac{1+3}{300\Omega} = \frac{4}{300\Omega} \Omega^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{বা, } R'_p = \frac{300}{4} \Omega = 75\Omega$$

$$\begin{aligned} \text{এখন, বর্তনীর তুল্যরোধ, } R_3 &= R_1 + R_p + R'_p \\ &= (100 + 100 + 75) \Omega = 275\Omega \end{aligned}$$

$$\text{এখন, } I = \frac{E}{R_3 + r} = \frac{10V}{(275 + 2)\Omega} = 0.0361A$$

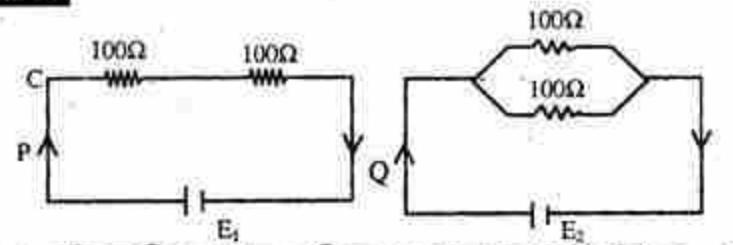
$R_4$  এর সাথে  $R_5 = 100\Omega$  রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে,

$$\begin{aligned} R_3 &= R_1 + R_p + R_4 + R_5 \\ &= (100 + 100 + 300 + 100) \Omega \\ &= 600\Omega \end{aligned}$$

$$\therefore I' = \frac{E}{R_3 + r} = \frac{10V}{(600 + 2)\Omega} = \frac{10}{602} A = 0.01661A$$

এখানে,  $I' < I$ , সুতরাং সুজানার পর্যবেক্ষণ সত্য বলে যাচাই হলো।

**প্রশ্ন ১১**



P ও Q দুটি বর্তনী যার প্রত্যেকটিতে রোধযুক্ত তারের দৈর্ঘ্য 0.5m এবং ব্যাসার্ধ 0.2cm। বর্তনী দুটিতে একই সময়ে ধরে তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে।

[কি. বো. ২০১৭]

- এক ইলেকট্রন ভোল্ট কাকে বলে? ১
- কোনো সমবিভব তলে চার্জ স্থানান্তরে কৃত কাজ শূন্য-ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপক অনুসারে যে কোন তারের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় কর। ৩
- P ও Q বর্তনীতে একই সময়ে সমপরিমাণ তাপ উৎপন্ন হতে হলে তড়িচ্চালক শক্তি  $E_1$  এর মান  $E_2$  এর চেয়ে বেশি না কম হবে— গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪



### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এক ভোল্ট বিভব পার্থক্যে ত্বরিত একটি ইলেকট্রন যে শক্তি অর্জন করে তাকে এক ইলেকট্রন ভোল্ট বলে।

খ. আমরা জানি, কোন তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যে A ও B দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য যথাক্রমে  $V_A$  ও  $V_B$  হলে,  $q$  একক ধনাত্মক আধানকে B বিন্দুর থেকে A বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ,  $W = q(V_A - V_B)$

সমবিভব তলের ক্ষেত্রে,  $V_A = V_B$

অর্থাৎ,  $W = q(0) = 0$

সুতরাং সমবিভব তলে কৃতকাজ শূন্য হয়।

গ. এখানে, প্রতিটি তারের রোধ,  $R = 100 \Omega$

প্রতিটি তারের দৈর্ঘ্য,  $L = 0.5 \text{ m}$

প্রতিটি তারের ব্যাসার্ধ,  $r = 0.2 \text{ cm}$

$= 0.2 \times 10^{-2} \text{ m}$

$= 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

∴ আপেক্ষিক রোধ,  $\rho = ?$

আমরা জানি,  $\rho = \frac{\pi r^2}{L} R$

$$\text{বা, } \rho = \frac{3.1416 \times (2 \times 10^{-3})^2}{0.5} \times 100 \Omega \text{ m}$$

$$\therefore \rho = 2.51 \times 10^{-3} \Omega \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে, P বর্তনীতে  $100 \Omega$  রোধ দুটি শ্রেণিতে এবং Q বর্তনীতে  $100 \Omega$  রোধ দুটি সমান্তরালে যুক্ত। ∴ P বর্তনীর তুল্য রোধ,  $R_p = 200 \Omega$

এবং Q বর্তনীর তুল্য রোধ,  $R_q = 50 \Omega$

P বর্তনীতে উৎপন্ন তাপ,  $H = \frac{E_1^2}{R_p} t$

Q বর্তনীতে উৎপন্ন তাপ,  $H' = \frac{E_2^2}{R_q} t$

শর্তমতে,  $H = H'$

$$\text{বা, } \frac{E_1^2}{R_p} t = \frac{E_2^2}{R_q} t$$

$$\text{বা, } \frac{E_1^2}{200} = \frac{E_2^2}{50}$$

$$\text{বা, } \frac{E_1^2}{4} = E_2^2$$

$$\text{বা, } E_1 = 2E_2$$

অর্থাৎ P ও Q বর্তনীতে একই সময়ে উৎপন্ন তাপ সমান হলে  $E_1, E_2$  এর দ্বিগুণ হতে হবে।

অতএব,  $E_1$  এর মান  $E_2$  এর চেয়ে বেশি হবে।

প্রশ্ন ১২ ব্যবহারিক পরীক্ষায় শিক্ষক প্রতিটি  $180 \mu\text{F}$  মানের তিনটি ধারক দিয়ে শ্যামলীকে তাদের শ্রেণি সমবায়ের সাথে একটি  $3 \text{ V}$  এর তড়িৎকোষ সংযুক্ত করে বর্তনী তৈরি করতে বললেন। রেশমাকে  $3 \text{ V}$  এর তিনটি তড়িৎকোষ দিয়ে সমান্তরাল সমবায়ে এবং সমবায়ের সাথে  $50 \Omega$  মানের একটি রোধ যুক্ত করতে বললেন। শিক্ষক শ্যামলীকে পূর্ণ নম্বর দিলেও রেশমাকে শূন্য দিলেন। উল্লেখ্য রেশমা বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ পেয়েছিল  $0.18 \text{ A}$ ।

চ. বো. ২০১৬/

ক. পরাবিদ্যুৎ বা ডাই-ইলেকট্রিক কী?

১

খ. শ্যান্টের কাজ ব্যাখ্যা কর।

২

গ. শ্যামলীর বর্তনীতে সঞ্চিত বৈদ্যুতিক বিভব শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. রেশমা কী ভুল করেছিল? সঠিক বর্তনী এঁকে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

৪

### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বাহ্যিক তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রভাবে যে সকল মাধ্যমের প্রতিটি পরমাণু এক একটি তড়িৎ দ্বিমেরুতে পরিণত হয় তাকে পরাবিদ্যুৎ বা ডাইইলেকট্রিক বলে।

খ. অধিক পরিমাণ প্রবাহ গিয়ে যাতে গ্যালভানোমিটারকে নষ্ট করতে না পারে তার জন্য গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে একটি অল্প মানের রোধ শ্যান্ট হিসেবে সংযুক্ত করা হয়। এর ফলে মূল প্রবাহ দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে যায় এবং শ্যান্টের রোধ কম হওয়ায় বেশি পরিমাণ প্রবাহ এর ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং অল্প পরিমাণ প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এতে গ্যালভানোমিটার নষ্ট হওয়ার হাত থেকে রক্ষা পায়।

গ. উদ্দীপক হতে পাই;

ধারকত্ব,  $C_1 = C_2 = C_3 = 180 \mu\text{F} = 180 \times 10^{-6} \text{ F}$

বিভব পার্থক্য,  $V = 3 \text{ V}$

তুল্য ধারকত্ব,  $C_s = ?$

সঞ্চিত বিভব শক্তি,  $U = ?$

আমরা জানি,  $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{180 \times 10^{-6}} + \frac{1}{180 \times 10^{-6}} + \frac{1}{180 \times 10^{-6}}$$

$$\therefore C_s = 6 \times 10^{-5} \text{ F}$$

$$\text{আবার, } U = \frac{1}{2} C_s V^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-5} \times (3)^2$$

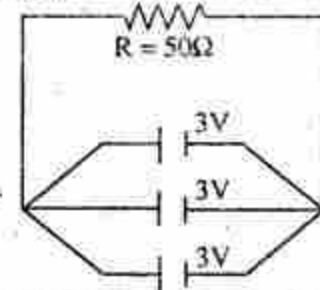
$$= 2.7 \times 10^{-4} \text{ J (Ans.)}$$

ঘ. রেশমা কোষ তিনটিকে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করে তড়িচ্চালক শক্তি  $E = 3 + 3 + 3 = 9 \text{ V}$  ধরে হিসাব করে, তড়িৎ প্রবাহ  $I$  নির্ণয় করে,

$$I = \frac{E}{R} = \frac{9}{50} = 0.18 \text{ A}$$

রেশমার ভুল হলো, সে তড়িৎ কোষগুলোকে সমান্তরালে যুক্ত না করে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করে তড়িচ্চালক শক্তি  $9 \text{ V}$  ধরেছিল।

শিক্ষকের নির্দেশনা মোতাবেক সঠিক বর্তনীটি হবে নিম্নরূপ:



আমরা জানি, সমান তড়িচ্চালক বলের কতকগুলো কোষের সমান্তরাল সমবায়ে তড়িচ্চালক বল একটি কোষের তড়িচ্চালক বলের সমান হয়।

$$\therefore E_p = 3 \text{ V}$$

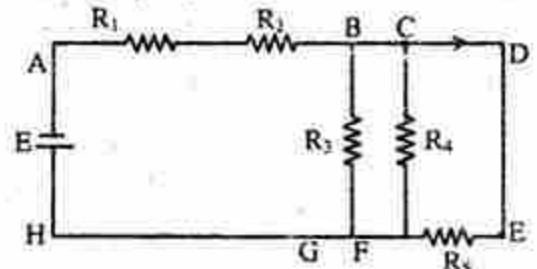
$$R = 50 \Omega$$

$$\therefore I_p = \frac{E_p}{R} = \frac{3}{50}$$

$$= 0.06 \text{ A}$$

∴ রেশমার সঠিক বর্তনীর প্রবাহ হবে  $0.06 \text{ A}$ ।

প্রশ্ন ১৩ প্রদত্ত বর্তনীতে  $R_1 = 75 \Omega$ ,  $R_2 = 25 \Omega$ ,  $R_3 = 90 \Omega$ ,  $R_4 = 50 \Omega$  এবং  $R_5 = 75 \Omega$ । উল্লেখ্য, তড়িচ্চালক বল  $E = 6 \text{ V}$ ।



চ. বো. ২০১৫/

ক. গসীয় তল কী?

১

খ. একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব  $16.4 \mu\text{F}$  বলতে কী বুঝায়?

গ. C ও E বিন্দুর মধ্যবর্তী তুল্য রোধ হিসাব কর।

৩

ঘ.  $R_1$  ও  $R_5$  এর মধ্যে প্রবাহমাত্রা একই হবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

৪

ক) গ্যাসের সূত্রানুসারে, কোনো কন্ডাক্ট বস্তু তলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত মোট তড়িৎ ফ্লাক্স ঐ তল দ্বারা সীমাবদ্ধ চার্জের ফ্লাক্স  $\epsilon_0$  গুণের সমান।  
এ কন্ডাক্ট বস্তু তলকে গসীয় তল বলে।

খ) একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব  $16.4\mu\text{F}$  বলতে বুঝায়, ঐ ধারকের দুই পাতের মধ্যে  $1\text{V}$  বিভব পার্থক্য বজায় রাখতে প্রত্যেক পাতে  $16.4\mu\text{C}$  আধান প্রদান করতে হয়।

গ) C ও E বিন্দু পরস্পর শর্ট করা। কিছু পরিমাণ চার্জকে C হতে E বিন্দুতে আসতে হলে কোনো রোধের সম্মুখীন হওয়ার প্রয়োজন নেই। অর্থাৎ এ দুই বিন্দুর মাঝে কোনো রোধ নেই, তাই এ বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী তুল্যরোধ,  $R_{eq} = 0\Omega$  (Ans.)

ঘ) দেওয়া আছে,  
 $R_1 = 75\Omega$   
 $R_2 = 25\Omega$   
 $R_3 = 90\Omega$   
 $R_4 = 50\Omega$   
 $R_5 = 75\Omega$   
 $E = 6\text{V}$

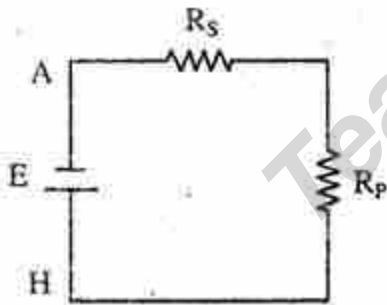
এখানে,  $R_3$ ,  $R_4$  ও  $R_5$  রোধ তিনটির প্রথম প্রান্তসমূহ একই জায়গাতে সংযুক্ত এবং শেষ প্রান্তসমূহও আরেকটি নির্দিষ্ট জায়গাতে সংযুক্ত।  
সুতরাং এরা পরস্পর সমান্তরাল।

ধরি, এদের তুল্যরোধ =  $R_p$

$$\text{এখন, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

$$\text{বা, } R_p = \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} = \frac{1}{\frac{1}{90} + \frac{1}{50} + \frac{1}{75}} = 22.5\Omega$$

আবার,  $R_1$  ও  $R_2$  রোধ দুটি শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত। সুতরাং এদের তুল্যরোধ,  $R_s = R_1 + R_2 = 75 + 25 = 100\Omega$   
সুতরাং, নতুন বর্তনী হবে



আবার,  $R_s$  ও  $R_p$  তুল্যরোধ দুটি শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত।

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং এদের সমতুল্য তুল্যরোধ, } R_E &= R_s + R_p \\ &= (100 + 22.5)\Omega \\ &= 122.5\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{কিন্তু অভ্যন্তরীণ রোধ উপেক্ষা করে, } I &= \frac{E}{R_E} \\ &= \frac{6}{122.5} = 0.04897\text{A} \end{aligned}$$

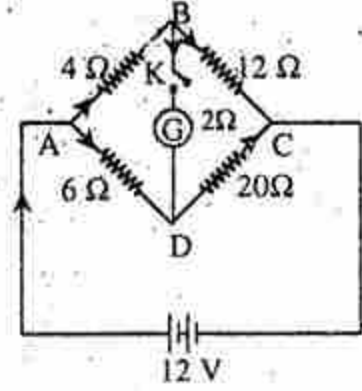
$$\therefore R_1 \text{ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রা, } I_1 = 0.04897\text{A}$$

$$\text{আবার, } R_p \text{ এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, } V = IR_p$$

$$1.101825 \text{ volt}$$

$$\therefore R_5 \text{ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রা, } I_5 = \frac{V}{R_5} = \frac{1.101825}{75} = 0.014691\text{A}$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখা যায় যে, বর্তনীর  $R_1$  ও  $R_5$  এর মধ্যে প্রবাহমাত্রা একই হবে না।



সি. বো. ২০১৭/

- ক. তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক কাকে বলে? ১
- খ. একটি চার্জিত পরিবাহীর সমস্ত চার্জ কেন্দ্রে না থেকে পৃষ্ঠে ছড়ানো থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. চার্জ বন্ড অবস্থায় চতুর্থ বাহুতে কী পরিমাণ রোধ কীভাবে যুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কোন তড়িৎ প্রবাহিত হবে না? ৩
- ঘ. বর্তনীর চার্জ খোলা এবং বন্ড অবস্থায় BC বাহুর প্রবাহ একই হবে কিনা-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

### ১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) তড়িৎ দ্বিমেরুতে অবস্থিত প্রতিটি চার্জের পরিমাণ এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফলকে তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক বলে।

খ) চার্জিত পরিবাহিতে চার্জগুলো একে অপরের সাপেক্ষে সর্বনিম্ন বিভবে থাকতে চায়।

আমরা জানি,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

$$\text{চার্জের পরিমাণ ধ্রুবক হলে, } V \propto \frac{1}{r}$$

অর্থাৎ সর্বনিম্ন বিভব অর্জনের জন্য চার্জগুলো সম্ভাব্য সর্বোচ্চ দূরত্বে থাকবে। একটি পরিবাহীর পৃষ্ঠই হলো কেন্দ্র বা ভরকেন্দ্র থেকে এর সর্বোচ্চ দূরত্ব। চার্জগুলো সর্বনিম্ন বিভব প্রাপ্তির জন্য পৃষ্ঠে অবস্থান করবে।

গ) দেওয়া আছে,

$$\text{AB বাহুতে রোধ, } P = 4\Omega$$

$$\text{BC বাহুতে রোধ, } Q = 12\Omega$$

$$\text{AD বাহুতে রোধ, } R = 6\Omega$$

$$\text{CD বাহুতে রোধ, } S_1 = 20\Omega$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{4}{12} = \frac{6}{S}$$

$$\text{বা, } S = 18\Omega$$

$\therefore S_1 > S$ ; অতএব চতুর্থ বাহুর সাথে কিছু রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

মনে করি, চতুর্থ বাহুতে  $S_2$  পরিমাণ রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্যরোধ  $S$  হবে।

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{1}{S} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2}$$

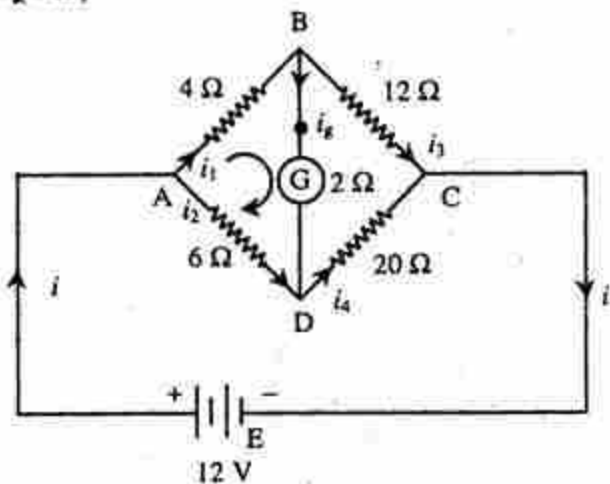
$$\text{বা, } \frac{1}{18} = \frac{1}{20} + \frac{1}{S_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{S_2} = \frac{1}{18} - \frac{1}{20}$$

$$\text{বা, } S_2 = 180\Omega \text{ (Ans.)}$$



ঘ চিত্রানুসারে,



বর্তনীর চাবি খোলা থাকলে  $i_g = 0$  হবে।

তখন,  $i_1 = i_3$  এবং  $i_2 = i_4$  হবে।

ABCD লুপ থেকে পাই,

$$4i_1 + 12i_1 - 20i_2 - 6i_2 = 0$$

$$\text{বা, } 16i_1 = 26i_2$$

$$\therefore i_2 = \frac{16}{26} i_1$$

ADCEA লুপ থেকে পাই,

$$-12 + 6i_2 + 20i_2 = 0$$

$$\text{বা, } 26i_2 = 12$$

$$\text{বা, } 26 \times \frac{16}{26} i_1 = 12; \left[ \because i_2 = \frac{16}{26} i_1 \right]$$

$$\therefore i_1 = 0.75 \text{ A}$$

সুতরাং বর্তনী খোলা থাকলে BC এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ = 0.75 A

এখন বর্তনী বন্ধ অবস্থায় BC এর মধ্য দিয়ে  $i_3$  প্রবাহ চলবে। ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় না থাকার কারণে  $i_g \neq 0$  হবে।

এখন, A বিন্দু থেকে পাই,

$$i = i_1 + i_2$$

আবার, C বিন্দু থেকে পাই,

$$i = i_3 + i_4$$

$$\text{বা, } i_1 + i_2 = i_3 + i_4$$

$$\therefore i_4 = i_1 + i_2 - i_3$$

B বিন্দু থেকে পাই,

$$i_1 = i_g + i_3$$

$$\therefore i_1 - i_3 = i_g$$

ABDA লুপ থেকে পাই,

$$4i_1 + 2i_g - 6i_2 = 0$$

$$\text{বা, } 4i_1 + 2(i_1 - i_3) - 6i_2 = 0; [\because i_g = i_1 - i_3]$$

$$\text{বা, } 6i_1 - 6i_2 - 2i_3 = 0$$

$$\therefore 3i_1 - 3i_2 - i_3 = 0 \dots\dots\dots(i)$$

BCDB লুপ থেকে পাই,

$$12i_3 - 20i_4 - 2i_g = 0$$

$$\text{বা, } 12i_3 - 20(i_1 + i_2 - i_3) - 2(i_1 - i_3) = 0$$

$$[\because i_4 = i_1 + i_2 - i_3 \text{ এবং } i_g = i_1 - i_3]$$

$$\text{বা, } -22i_1 - 20i_2 + 34i_3 = 0 \dots\dots\dots(ii)$$

ADCEA লুপ থেকে পাই,

$$-12 + 6i_2 + 20i_4 = 0$$

$$\text{বা, } 6i_2 + 20(i_1 + i_2 - i_3) = 12; [\because i_4 = i_1 + i_2 - i_3]$$

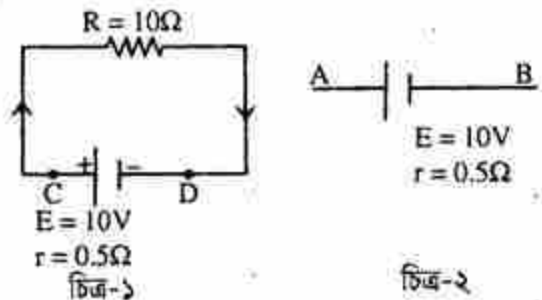
$$\text{বা, } 20i_1 + 26i_2 - 20i_3 = 12 \dots\dots\dots(iii)$$

(i) নং (ii) নং ও (iii) নং সমীকরণ সমাধান করে পাই,  $i_3 = 0.756 \text{ A}$

সুতরাং চাবি বন্ধ অবস্থায় BC বাহুর প্রবাহ 0.756A যা চাবি খোলা অবস্থায় প্রবাহের চেয়ে বেশি।

অতএব, বর্তনীর চাবি খোলা এবং বন্ধ অবস্থায় BC বাহুর প্রবাহ একই হবে না।

প্রশ্ন ১৫



চিত্র-২

(সি. বো. ২০১৫)

- ক. তড়িৎ মাধ্যমাক্ক কী? ১
- খ. তড়িৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহীতে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? ২
- গ. কার্শফের সূত্রের সাহায্যে ১নং বর্তনীটিতে মূল প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. CD বিন্দুতে AB কোষটিকে সমান্তরালভাবে সংযুক্ত করলে পূর্বাপেক্ষা বহিঃস্থ রোধ R-এ উৎপাদিত তাপশক্তির হার বাড়বে না কমবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা ও শূন্য মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতার অনুপাতকে উক্ত মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাক্ক বলা হয়।

খ তড়িৎ প্রবাহের ফলে চার্জবাহী ইলেকট্রনসমূহ অণু-পরমাণুসমূহের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এতে এদের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়, এ কারণে তড়িৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহীতে তাপ উৎপন্ন হয়।

গ দেওয়া আছে, কোষের তড়িচ্চালক বল,  $E = 10\text{V}$   
অভ্যন্তরীণ রোধ,  $r = 0.5\Omega$   
বহিঃস্থ রোধ,  $R = 10\Omega$

কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগে পাই,

$$E - Ir - IR = 0$$

$$\text{বা, } I(R + r) = E$$

$$\therefore I = \frac{E}{R + r} = \frac{10\text{V}}{10\Omega + 0.5\Omega} = 0.9524 \text{ A (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকে বর্ণিত অবস্থায় R-এ উৎপাদিত তাপশক্তির হার,

$$P = I^2 R = (0.9524\text{A})^2 \times 10\Omega = 9.0707 \text{ watt}$$

CD বিন্দুতে AB কোষটিকে সমান্তরালে যুক্ত করলে বর্তনীর মূল

$$\text{প্রবাহ হবে, } I' = \frac{E}{R + \frac{r}{2}} = \frac{10\text{V}}{10\Omega + \frac{0.5\Omega}{2}} = 0.9756 \text{ A}$$

এক্ষেত্রে বহিঃস্থ রোধ R-এ উৎপাদিত তাপশক্তির হার,

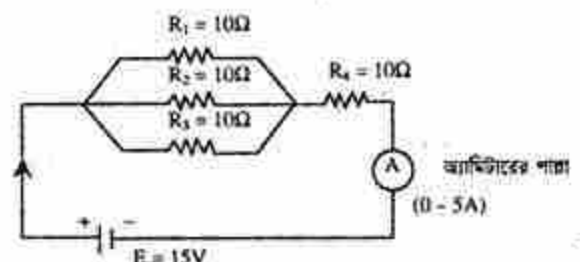
$$P' = I'^2 R = (0.9756\text{A})^2 \times 10\Omega = 9.518 \text{ watt}$$

লক্ষ্য করি যে,  $9.518 \text{ watt} > 9.0707 \text{ watt}$

অর্থাৎ  $P' > P$

সুতরাং CD বিন্দুতে AB কোষটিকে সমান্তরালভাবে সংযুক্ত করলে পূর্বাপেক্ষা বহিঃস্থ রোধ R-এ উৎপাদিত তাপশক্তির হার বাড়বে।

প্রশ্ন ১৬



(সি. বো. ২০১৭)

- ক. সান্ট কী? ১
- খ. অ্যালুমিনিয়াম রোধের গুণাংক  $3.9 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C})^{-1}$  বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. উদ্দীপকের বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. যদি E এর মান পরিবর্তিত হয়ে 100V হয় তবে তড়িৎ প্রবাহ মাপার জন্য কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

ক. অধিক তড়িৎপ্রবাহ যাতে গ্যালভানোমিটারের কোন ক্ষতি না করতে পারে সেজন্য গ্যালভানোমিটারের সমান্তরালে যে স্বল্পমানের রোধ সংযুক্ত করা হয় তাকে সান্ট বলে।

খ. অ্যালুমিনিয়াম রোধের গুণাঙ্ক  $3.9 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C})^{-1}$  বলতে বুঝায়,  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায়  $1\Omega$  রোধবিশিষ্ট অ্যালুমিনিয়াম তারের তাপমাত্রা  $1\text{K}$  বাড়ালে এর রোধ  $3.9 \times 10^{-3} \Omega$  বৃদ্ধি পায়।

গ. দেওয়া আছে,

$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 10\Omega$$

$$R_3 = 10\Omega$$

$$R_4 = 10\Omega$$

$R_1 \parallel R_2 \parallel R_3$  এর তুল্য রোধ,  $R_p$

$$= \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1}$$

$$= \frac{10}{3} \Omega$$

$R_p$  এবং  $R_4$  শ্রেণি সমবায়ে,

$$\therefore R_s = R_p + R_4$$

$$= \frac{40}{3} \Omega$$

বর্তনীর মোট রোধ,  $R_s = \frac{40}{3} \Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি,  $E = 15\text{V}$

আমরা জানি,  $E = IR_s$

$$\text{বা, } I = \frac{E}{R_s} = \frac{9}{8} \text{ A}$$

$$= 1.125 \text{ A (Ans.)}$$

ঘ. 'গ' হতে পাই,

$$\text{বর্তনীর মোট রোধ, } R_s = \frac{40}{3} \Omega$$

বর্তনীর পরিবর্তিত তড়িচ্চালক শক্তি,  $E' = 100 \text{ V}$

আমরা পাই, পরিবর্তিত প্রবাহ

$$I' = \frac{100}{\frac{40}{3}} \text{ A}$$

$$= 7.5 \text{ A}$$

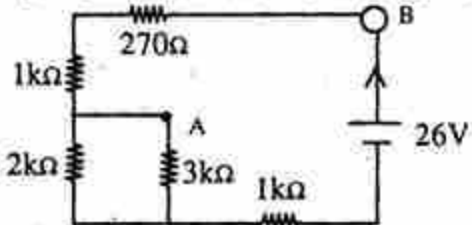
অ্যামিটারের পাল্লা  $0 - 5\text{A}$  অর্থাৎ অ্যামিটার সর্বোচ্চ  $5\text{A}$  প্রবাহমাত্রার তড়িৎ পরিমাপ করতে পারে।

অতএব, উক্ত তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপ করার জন্য অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি করতে হবে। এক্ষেত্রে পরিমাপ্য প্রবাহ  $7.5\text{A}$  হলেও অ্যামিটারের পাল্লা করতে হবে  $0 - 10\text{A}$ । অর্থাৎ অ্যামিটারের পাল্লা দ্বিগুণ করতে হবে। অ্যামিটারের রোধ  $R$  এবং এক্ষেত্রে অ্যামিটারের সাথে সমান্তরালে  $S$

$$\text{সান্ট যুক্ত করতে হলে, } S = \frac{R}{n-1} = \frac{R}{2-1} = R$$

অর্থাৎ এক্ষেত্রে অ্যামিটারের রোধের সমান মানের সান্ট ব্যবহার করতে হবে।

প্রশ্ন ১৭



বি. কো. ২০১৭/

ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১

খ. বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহীতে তাপ উৎপন্ন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যে একটি রোধহীন তার লাগালে মোট প্রবাহ কত হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

ক. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ. তড়িৎ প্রবাহের ফলে তড়িৎ বর্তনীতে যে তাপের উদ্ভব হয় তার কারণ ইলেকট্রন মতবাদের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়। তড়িৎ পরিবাহকে বেশ কিছু সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্যদিয়ে পরিবাহকের নিম্ন বিভব বিশিষ্ট বিন্দু থেকে উচ্চ বিভব বিশিষ্ট বিন্দুর দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয় এবং পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয় এবং পরিবাহকের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এ জন্য তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

গ. দেওয়া আছে,

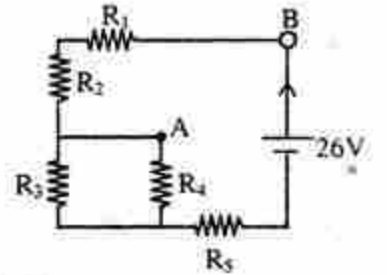
$$R_1 = 270\Omega$$

$$R_2 = 1\text{K}\Omega = 1000\Omega$$

$$R_3 = 2\text{K}\Omega = 2000\Omega$$

$$R_4 = 3\text{K}\Omega = 3000\Omega$$

$$R_5 = 1\text{K}\Omega = 1000\Omega$$



তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি,  $E = 26\text{V}$

বের করতে হবে, A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য,  $V = ?$

চিত্রানুসারে,  $R_3$  ও  $R_4$  সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত হয়ে  $R_1$ ,  $R_2$  ও  $R_5$  এর সাথে শ্রেণি সমবায় গঠন করে।  $R_3$  ও  $R_4$  এর সমান্তরাল সমবায়ের তুল্য

$$\text{রোধ, } R_p = \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)^{-1}$$

$$= \left( \frac{1}{2000} + \frac{1}{3000} \right)^{-1} = 1200\Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মোট তুল্য রোধ, } R_s = R_1 + R_2 + R_p + R_5$$

$$= 270 + 1000 + 1200 + 1000$$

$$= 3470 \Omega$$

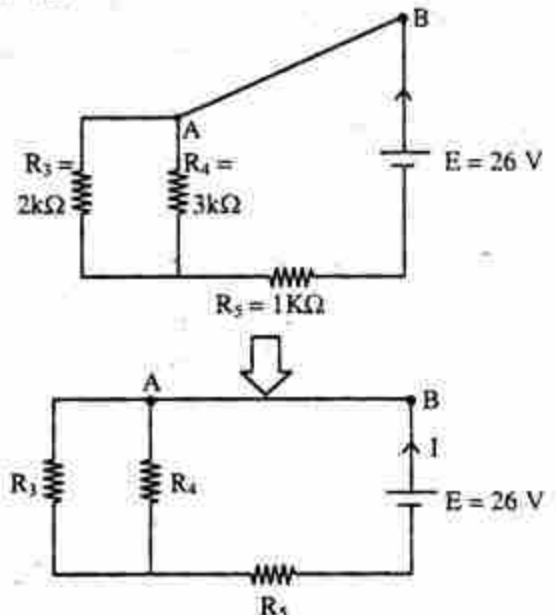
$$\therefore \text{বর্তনীর মোট প্রবাহ, } I = \frac{26}{3470} \text{ A}$$

$\therefore$  A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্য,

$$V_{AB} = I(R_1 + R_2)$$

$$= \frac{26}{3470} \times (270 + 1000) \text{ V} = 9.515 \text{ V (Ans.)}$$

ঘ. বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যে একটি রোধহীন তার লাগালে নিম্নরূপ বর্তনী পাওয়া যায়—



পরিবর্তিত বর্তনীর তুল্য রোধ,  $R_T = (R_3 \parallel R_4) + R_5$

$$= \left\{ \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)^{-1} \right\} + R_5$$

$$= 1200 + 1000$$

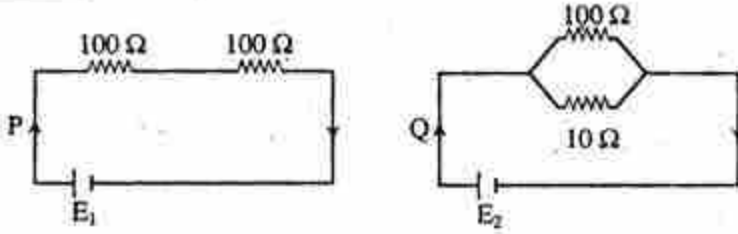
$$= 2200\Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মোট প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_T} = \frac{26}{2200}$$

$$= 0.0118 \text{ A}$$

$$= 11.8 \text{ mA}$$

প্রশ্ন ১৮



P ও Q বর্তনী দুটিতে ব্যবহৃত রোধগুলো 0.5m লম্বা এবং 0.2m ব্যাসার্ধের তার দ্বারা তৈরি। বর্তনী দুটিতে একই সময় ধরে তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

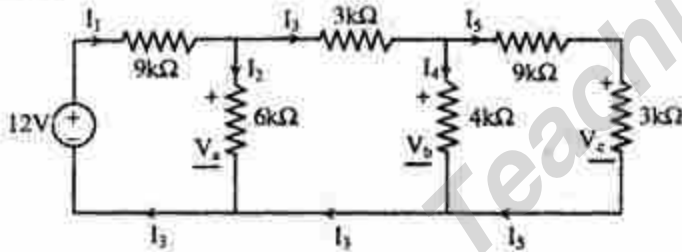
[মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]

- ইলেকট্রন ভোল্ট কী? ১
- সমবিভব তলে চার্জ স্থানান্তরে কৃতকাজ শূন্য— ব্যাখ্যা করো। ২
- উদ্দীপক হতে যেকোনো একটি তারের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করো। ৩
- P ও Q বর্তনীতে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ সমান হলে  $E_1$  ও  $E_2$  এর মধ্যে কোনটি বড় হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

১১ নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১৯



[রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]

- আপেক্ষিক রোধ কী? ১
- BOT বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা করো। ২
- $V_a$  এর মান নির্ণয় করো। ৩
- ' $I_4$  এর তুলনায়  $I_1$  এর মান বৃহত্তর'— কার্শফের সূত্র ব্যবহার করে এ উক্তিটির যথার্থতা যাচাই করো। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ B.O.T. হলো বৈদ্যুতিক শক্তির ব্যবহারিক একক। 1 B.O.T. বৈদ্যুতিক শক্তি 1 kWh বৈদ্যুতিক শক্তির সমান।

এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন কোনো যন্ত্র এক ঘণ্টা ধরে যে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যয় করে তাকে কিলোওয়াট ঘণ্টা (kWh) বলে।

অর্থাৎ সম্পাদিত কাজ বা ব্যয়িত শক্তি (W) = ক্ষমতা (P) × সময় (t)

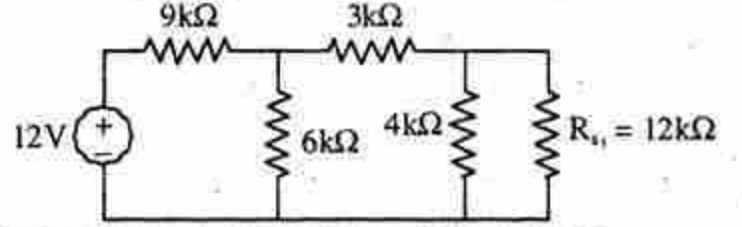
$$\therefore 1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 1000 \text{ Js}^{-1} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

$$[\because 1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}]$$

গ বর্তনীর ডানপাশের  $3k\Omega$  ও  $9k\Omega$  শ্রেণিতে যুক্ত রোধদ্বয়ের তুল্যরোধ,  $R_{S1}$  হলে,

$$R_{S1} = 3 + 9$$

$$= 12k\Omega$$



সমান্তরালে যুক্ত  $R_{S1}$  ও  $4k\Omega$  রোধের তুল্যরোধ,  $R_{p1}$  হলে,

$$\frac{1}{R_{p1}} = \frac{1}{R_{S1}} + \frac{1}{4}$$

$$= \frac{1}{12} + \frac{1}{4}$$

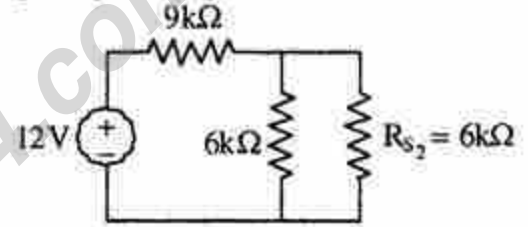
$$= \frac{1+3}{12}$$

$$= \frac{4}{12}$$

$$\therefore R_{p1} = \frac{12}{4} = 3k\Omega$$

আবার শ্রেণিতে যুক্ত  $R_{p1}$  ও  $3k\Omega$  রোধের তুল্যরোধ  $R_{S2}$  হলে,

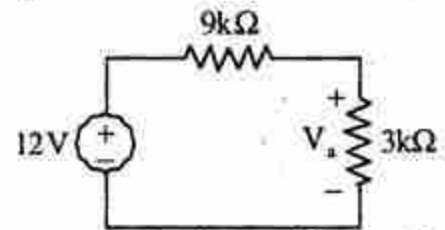
$$R_{S2} = R_{p1} + 3 = 3 + 3 = 6k\Omega$$



সমান্তরালে যুক্ত  $R_{S2}$  ও  $6k\Omega$  রোধের তুল্যরোধ,  $R_{p2}$  হলে,

$$\frac{1}{R_{p2}} = \frac{1}{R_{S2}} + \frac{1}{6} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6}$$

$$\therefore R_{p2} = \frac{6}{2} = 3k\Omega$$

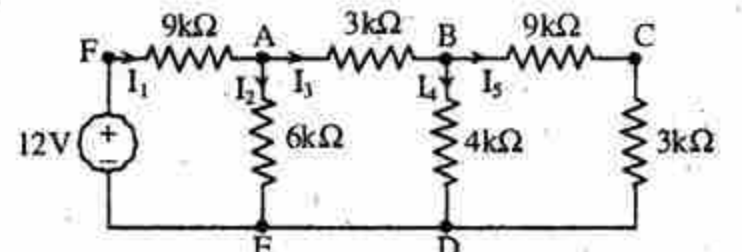


চিত্রে বর্তনীতে  $R_{p2} = 3k\Omega$  এর দুপাশের বিভব পার্থক্য  $V_a$  হলে,

$$V_a = \frac{3}{3+9} \times 12$$

$$= 3 \text{ V (Ans.)}$$

দা



বর্তনীতে A ও B বিন্দুতে কার্শফের চার্জ সংরক্ষণ সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$\text{এবং } I_3 = I_4 + I_5$$

AEF বন্ধ বর্তনীতে কার্শফের শক্তির সংরক্ষণ সূত্র তথা ২য় সূত্র প্রয়োগ করে,

$$9I_1 + 6I_2 = 12$$

$$\text{বা, } 9I_1 + 6(I_1 - I_3) = 12$$

$$\text{বা, } 15I_1 - 6I_3 = 12$$

$$\therefore 5I_1 - 2I_3 = 4 \dots (1)$$



ABDE বন্ধ বর্তনীতে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে,

$$3I_3 + 4I_4 - 6I_2 = 0$$

$$\text{বা, } 3I_3 + 4(I_3 - I_5) - 6(I_1 - I_3) = 0$$

$$\text{বা, } -6I_1 + 3I_3 + 4I_3 + 6I_3 - 4I_5 = 0$$

$$\text{বা, } -6I_1 + 13I_3 - 4I_5 = 0$$

$$\therefore 6I_1 - 13I_3 + 4I_5 = 0 \dots (2)$$

BCD বন্ধ বর্তনীতে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে,

$$9I_5 + 3I_3 - 4I_4 = 0$$

$$\text{বা, } 12I_3 - 4(I_3 - I_5) = 0$$

$$\text{বা, } 16I_3 - 4I_5 = 0$$

$$\text{বা, } 4I_3 - I_5 = 0 \dots (3)$$

(1), (2) ও (3) নং সমীকরণ সমাধান করে পাই,

$$I_1 = 1A$$

$$I_3 = 0.5A$$

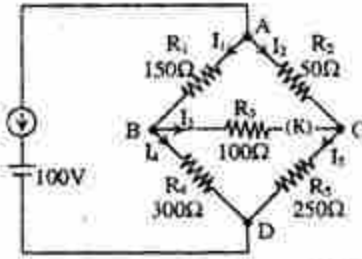
$$I_5 = 0.125A$$

$$\therefore I_4 = I_3 - I_5 = 0.5 - 0.125 = 0.375A$$

$$\therefore I_1 > I_4$$

অতএব,  $I_4$  এর তুলনায়  $I_1$  এর মান বৃহত্তর উক্তিটি সঠিক।

প্রশ্ন ২০



[পাঠনা ক্যাডেট কলেজ, পাবনা]

ক. তড়িচ্চালক বল বলতে কী বুঝ?

১

খ. কার্শফের সূত্রগুলো বিবৃত করো।

২

গ. চাবি (k) যদি খোলা থাকে তবে  $I_2$  এর মান বের করো।

৩

ঘ. যখন চাবিটি (k) বন্ধ থাকে তখন  $I_3 = 0$  করার জন্য কী

পদক্ষেপ নেয়া যেতে পারে?

৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একক ধনাত্মক চার্জকে বর্তনীর কোনো এক বিন্দু থেকে উৎসসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ হয় বা উৎসের যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে উৎসের তড়িচ্চালক বল বলে।

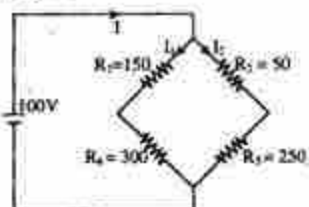
খ. কার্শফের প্রথম সূত্র : তড়িৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য। অর্থাৎ যেকোনো সংযোগ বিন্দুতে  $\sum i = 0$ ।

দ্বিতীয় সূত্র : কোনো বন্ধ বর্তনীর বিভিন্ন উপাদানগুলোর রোধ এবং এদের সাথে সংশ্লিষ্ট প্রবাহের গুণফলগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল ঐ বন্ধ বর্তনীতে অন্তর্ভুক্ত মোট তড়িচ্চালক বলের সমান। অর্থাৎ যেকোনো বন্ধ বর্তনীর ক্ষেত্রে,  $\sum Ri = \sum E$ ।

গ. যদি চাবি খোলা থাকে তবে,  $I_3 = 0$

$$\therefore I_1 = I_4 \text{ এবং } I_5 = I_2$$

তখন, বর্তনীটি নিম্নরূপ হয়—



$$\therefore R_1 \text{ ও } R_4 \text{ এর তুল্যরোধ, } R_{14} = 150 + 300 = 450 \Omega$$

$$R_2 \text{ ও } R_5 \text{ এর তুল্যরোধ, } R_{25} = 50 + 250 = 300 \Omega$$

$$\therefore i_2 R_{25} = 100$$

$$\text{বা, } i_2 = \frac{100}{R_{25}}$$

$$= \frac{100}{300}$$

$$= 0.334 A$$

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বর্তনীটি একটি হুইটস্টোন ব্রিজ বর্তনী। এই বর্তনীতে  $I_3 = 0$  করতে চাইলে হুইটস্টোন ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় নিতে হবে। এক্ষেত্রে ব্রিজটির চারটি রোধ  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_4$  ও  $R_5$  এমন হতে হবে যাতে  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_5}$  হয়। এটি বিভিন্নভাবে করা যেতে পারে। তবে, একটি

সম্ভাব্য উপায় নিম্নরূপ হতে পারে—

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{150}{50} = 3$$

$$\text{এবং } \frac{R_4}{R_5} = \frac{300}{250} = 1.2$$

অতএব,  $R_5$  এর সাথে একটি সান্ট ব্যবহার করা যেতে পারে যাতে  $R_5$  এবং  $R_5$  ও ঐ সান্টের তুল্যরোধের অনুপাত 3 হয়।

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{R_4}{R_5'} = 3 \Rightarrow R_5' = \frac{R_4}{3} = \frac{300}{3} = 100 \Omega \text{ হয়।}$$

ধরি, সমান্তরালে যুক্ত উক্ত রোধের মান = S

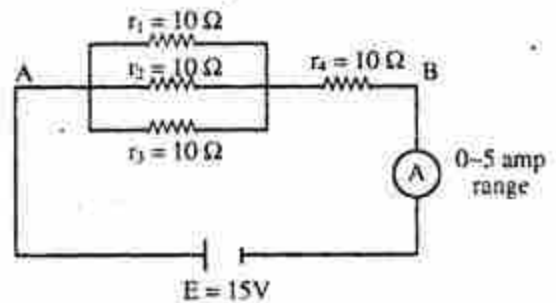
$$\therefore \frac{1}{S} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_5'}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{S} + \frac{1}{250} = \frac{1}{100}$$

$$\therefore S = 166.67 \Omega$$

অতএব,  $R_5$  এর সাথে  $166.67 \Omega$  মানের একটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করে  $I_3 = 0$  করা যেতে পারে।

প্রশ্ন ২১



[রিংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. ভরজুটি কি?

১

খ. কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক  $6.1 \times 10^{-14} \text{ Hz}$  বলতে কি বোঝায়?

২

গ. B বিন্দুতে প্রবাহ কত?

৩

ঘ. যদি  $E = 100V$  হয়, তাহলে অ্যামিটার এর মধ্যদিয়ে প্রবাহ নির্ণয় করতে হলে কি ব্যাখ্যা গ্রহণ করতে হবে?

৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

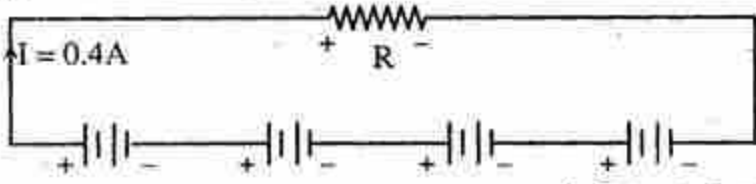
ক. নিউক্লিয়াস গঠনকারী উপাদানসমূহের ভরের সমষ্টি অপেক্ষা নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয়। ভরের এ পার্থক্যকে ভরজুটি বলে।

খ. কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক  $6.1 \times 10^{-14} \text{ Hz}$  বলতে বুঝায় ঐ ধাতু হতে একটি ফটো ইলেকট্রন নির্গত হবে যদি এবং কেবল যদি ঐ ধাতুর উপর ন্যূনতম  $6.1 \times 10^{-14} \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের আলো আপতিত হয়। এরপর আপতিত আলোর কম্পাঙ্ক যত বাড়ানো হবে নির্গত ফটো ইলেকট্রনের গতিশক্তি তত বাড়বে।

প্রশ্ন ৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 1.125 A

প্রশ্ন ৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 7.5 A

**প্রশ্ন ২২** একটি ব্যাটারি তৈরির জন্য 1.5V তড়িচ্চালক শক্তি ও 0.2Ω রোধ বিশিষ্ট চারটি একই ধরনের কোষকে শ্রেণিতে সন্নিবেশ করা হলো। এই ব্যাটারি বহিঃস্থ রোধ R এর মধ্য দিয়ে 0.4A তড়িৎ প্রবাহিত করতে পারে। নিচে ব্যবস্থাটির চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো:



[কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]

- ক. তড়িৎ দ্বিমেরু কী? ১
- খ. আপেক্ষিক রোধ  $3.5 \times 10^{-5} \Omega\text{m}$  বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. বহিঃস্থ রোধের মান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. বহিঃস্থ রোধের সাথে 100Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার সান্ট হিসেবে সংযোগ দিলে, গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে মূল তড়িৎ প্রবাহের কত শতাংশ প্রবাহিত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** দুটি বিপরীতধর্মী কিন্তু সমমানের আধান খুব কাছাকাছি অবস্থান করলে এদেরকে একত্রে তড়িৎ দ্বিমেরু বলে।

**খ** আপেক্ষিক রোধ  $3.5 \times 10^{-5} \Omega\text{-m}$  বলতে বুঝায় নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1m বাহু এবং  $1\text{m}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পদার্থের রোধ হবে  $3.5 \times 10^{-5} \Omega$ ।

**গ** দেওয়া আছে,  
প্রতিটি কোষের তড়িচ্চালক বল,  $E = 1.5\text{V}$   
কোষের সংখ্যা,  $n = 4$

প্রতিটি কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ,  $r = 0.2\Omega$   
বর্তনীর মূল তড়িৎপ্রবাহ,  $I = 0.4\text{A}$

বের করতে হবে, বহিঃস্থ রোধ,  $R = ?$

আমরা জানি, তড়িৎকোষের শ্রেণি সমবায়ের ক্ষেত্রে,

$$I = \frac{nE}{nr + R}$$

$$\text{বা, } R + nr = \frac{nE}{I}$$

$$\therefore R = \frac{nE}{I} - nr$$

$$= \frac{4 \times 1.5\text{V}}{0.4\text{A}} - 4 \times 0.2\Omega$$

$$= 10 \times 1.5 - 0.8$$

$$= 15 - 0.8$$

$$= 14.2\Omega \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** 'গ' হতে পাই, বহিঃস্থ রোধের মান,  $R = 14.2\Omega$

সান্টের মান,  $S = 100\Omega$

ধরি,

এক্ষেত্রে মূল তড়িৎ প্রবাহ I

R ও S এর মধ্যদিয়ে প্রবাহের মান যথাক্রমে  $I_R$  ও  $I_S$

R ও S এর প্রান্তীয় বিভবপার্থক্য V হলে,

$$V = I_S S = I_R R$$

$$\text{বা, } \frac{I_R}{I_S} = \frac{S}{R}$$

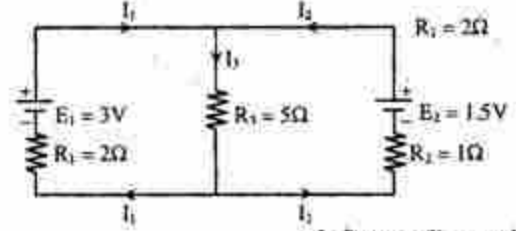
$$\text{বা, } \frac{I_R + I_S}{I_S} = \frac{S + R}{R} \quad [\text{যোজন করে}]$$

$$\therefore I_S = \frac{R}{R + S} (I_R + I_S) = \frac{R}{R + S} I$$

$$= \frac{14.2\Omega}{14.2\Omega + 100\Omega} \times I = I \times 12.43\%$$

সুতরাং, বহিঃস্থ রোধের সাথে 100Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার সান্ট হিসেবে সংযোগ দিলে গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে মূল তড়িৎপ্রবাহের 12.43 শতাংশ প্রবাহিত হবে।

### প্রশ্ন ২৩



[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. আপেক্ষিক রোধ কী? ১
- খ. হারানো ভোল্টেজ বলতে কি বোঝ? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. চিত্র থেকে  $I_1$ ,  $I_2$  ও  $I_3$  এর মান বের কর? ৩
- ঘ. যদি তড়িচ্চালক শক্তির উৎস  $E_2$  সরিয়ে নেওয়া হয়, তাহলে  $I_1$ ,  $I_2$  ও  $I_3$  এর মান বের কর। মানের কি পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

**খ** কোষের তড়িচ্চালক শক্তি একটি অংশ  $V' = Ir = E - IR$  হ'ল কোষের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করতে ব্যয়িত হয় তাই হারানো ভোল্ট বলে। কেননা তড়িৎ প্রবাহ চলাকালীন ভোল্ট-মিটারের সাহায্যে কোনো কোষের দুই পাতের বিভব পার্থক্য পরিমাপ করা হয় যুক্ত অবস্থার বিভব পার্থক্যের চেয়ে এই পরিমাণ বিভব পার্থক্য পাওয়া যায়। প্রবাহ যত বেশি হবে হারানো ভোল্টও তত বেশি হবে।

**গ** উদ্দীপকের বর্তনীর বামপাশের লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$2I_1 + 5I_3 - 3 = 0$$

$$\text{বা, } 2I_1 + 5I_3 = 3 \dots\dots\dots (i)$$

ডান পাশের লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$1.5 - 1I_2 - 5I_3 = 0$$

$$\text{বা, } I_2 + 5I_3 = 1.5 \dots\dots\dots (ii)$$

P বিন্দুতে কার্শফের ১ম সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

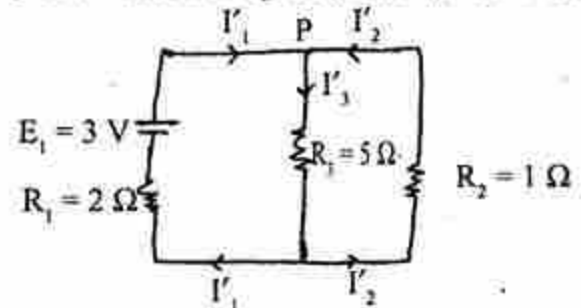
$$I_1 + I_2 = I_3$$

$$\text{বা, } I_1 + I_2 - I_3 = 0 \dots\dots\dots (iii)$$

(i), (ii) ও (iii) সমাধান করে পাই,

$$I_1 = 0.6176\text{A}, I_2 = -0.2647\text{A} \text{ এবং } I_3 = 0.3529\text{A} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** যদি তড়িচ্চালক শক্তির উৎস  $E_2$  সরিয়ে নেয়া হয় তবে বর্তনীটি হবে,



চিত্রে বর্তনীর বামপাশের লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$2I'_1 + 5I'_3 - 3 = 0$$

$$\text{বা, } 2I'_1 + 5I'_3 = 3 \dots\dots\dots (i)$$

ডানপাশের লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$-1I'_2 - 5I'_3 = 0$$

$$\text{বা, } I'_2 + 5I'_3 = 0 \dots\dots\dots (ii)$$

P বিন্দুতে কার্শফের ১ম সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$I'_1 + I'_2 = I'_3$$

$$\text{বা, } I'_1 + I'_2 - I'_3 = 0 \dots\dots\dots (iii)$$

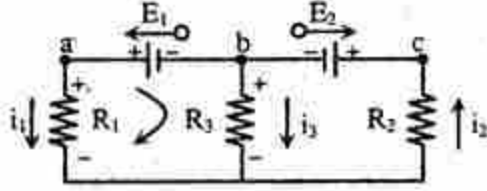
(i), (ii) ও (iii) সমাধান করে পাই,

$$I_1' = 1.0588A, I_2' = -0.8823A \text{ এবং } I_3' = 0.1765A$$

$$\therefore I_1 \neq I_1', I_2 \neq I_2', I_3 \neq I_3'$$

অর্থাৎ, যদি তড়িচ্চালক শক্তির উৎস  $E_2$  সরিয়ে নেয়া হয় তবে  $I_1, I_2$  ও  $I_3$  এর মানের পরিবর্তন হবে।

**প্রশ্ন ▶ ২৪**



এখানে,  $R_1 = R_2 = R_3 = 20\Omega$  এবং  $E_1 = E_2 = 6V$

[বিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

- ক. রোধ কী? ১
- খ. ওহমের সূত্র ব্যাখ্যা করো। ২
- গ.  $i_1$  এর মান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ.  $i_3$  ও  $i_2$  এর তুলনা করো। ৪

**২৪ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ চলাচল বাধা প্রাপ্ত হয় তাকে রোধ বলে।

**খ** ওহমের সূত্রটি হলো- নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহিত হয়, তা এর দু'প্রান্তের বিভবপার্থক্যের সমানুপাতিক। মনে করি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর দু'প্রান্তে  $V$  মানের বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করায় এর মধ্য দিয়ে  $I$  মানের তড়িৎ প্রবাহিত হয়। তাহলে ওহমের সূত্রানুসারে  $I \propto V$

$$\text{বা, } I = GV$$

$G$  সমানুপাতিক ধ্রুবক; একে পরিবাহিতা বলে। এর বিপরীত রাশি হলো

$$\text{রোধ (R) অর্থাৎ } G = \frac{1}{R}$$

$$\therefore I = \frac{V}{R} \text{ বা, } V = IR$$

এটিই ওহমের সূত্রের সাধারণ গাণিতিকরূপ।

**গ** দেওয়া আছে,  $R_1 = R_2 = R_3 = 20\Omega$  এবং  $E_1 = E_2 = 6V$

d নোডে কার্শফের ১ম সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$i_2 = i_1 + i_3 \text{ বা, } i_3 = i_2 - i_1$$

বামপাশের লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$E_1 - i_1 R_1 + i_3 R_3 = 0$$

$$\text{বা, } E_1 - i_1 R_1 + (i_2 - i_1) R_3 = 0$$

$$\text{বা, } 6 - 20i_1 + (i_2 - i_1) 20 = 0$$

$$\text{বা, } -20i_1 + 20i_2 - 20i_1 = -6$$

$$\text{বা, } -40i_1 + 20i_2 = -6$$

$$\therefore 20i_1 - 10i_2 = 3 \dots\dots\dots (i)$$

ডানপাশের লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$E_2 + i_2 R_2 + i_3 R_3 = 0$$

$$\text{বা, } 6 + 20i_2 + (i_2 - i_1) 20 = 0$$

$$\text{বা, } 6 + 20i_2 + 20i_2 - 20i_1 = 0$$

$$\text{বা, } -20i_1 + 40i_2 = -6 \dots\dots\dots (ii)$$

$$(i) + (ii) \Rightarrow 20i_1 - 10i_2 - 20i_1 + 40i_2 = 3 - 6 = -3$$

$$\text{বা, } 30i_2 = -3 \therefore i_2 = -0.1A$$

$i_2$  এর মান (i) নং -এ বসিয়ে পাই,  $20i_1 - 10(-0.1) = 3$

$$\text{বা, } 20i_1 + 1 = 3$$

$$\text{বা, } 20i_1 = 2$$

$$\therefore i_1 = 0.1A \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** 'গ' অংশ হতে পাই,  $i_2 = -0.1A$

বর্তনীর d নোডে কার্শফের ১ম সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$i_2 = i_1 + i_3 \text{ বা, } i_3 = i_2 - i_1$$

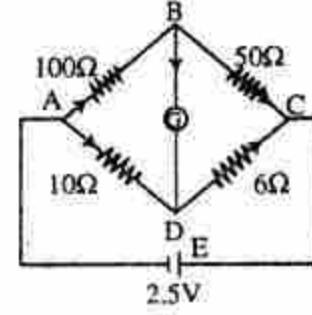
$$= -0.1A - 0.1A = -0.2A$$

$$\therefore i_3 \text{ ও } i_2 \text{ এর তুলনামূলক অনুপাত} = i_3 : i_2$$

$$= -0.2A : 0.1A = 2 : 1$$

অতএব,  $i_3$  এর মান  $i_2$  এর মানের দ্বিগুণ।

**প্রশ্ন ▶ ২৫** চিত্রটি পর্যবেক্ষণ করে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



[বরিশাদ ক্যাডেট কলেজ]

- ক. এক ইলেকট্রন ভোল্ট কি? ১
- খ. বিশুদ্ধ ধাতুর পরিবর্তে বৈদ্যুতিক ফিউস এ সংকর ধাতু ব্যবহৃত হয়? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. BC বাহুতে কত রোধ কিভাবে সংযুক্ত করলে হুইটস্টোন ব্রীজটি ভারসাম্য লাভ করবে। ৩
- ঘ. বর্তনীর গ্যালভানোমিটার এবং ভোল্টেজ উৎস স্থান পরিবর্তন করলে হুইটস্টোন ব্রীজের নীতিতে পরিবর্তন আসবে -তোমার মতামত দাও। ৪

**২৫ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** একটি ইলেকট্রনকে এক ভোল্ট বিভব পার্থক্য অতিক্রম করতে যে কাজ করতে হয় তাকে এক ইলেকট্রন ভোল্ট বলে।

**খ** সীসা ও টিনের (সীসা 75% এবং টিন 25%) সংমিশ্রণে তৈরি একটি সবু তারকে নিরাপত্তা ফিউজ হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এ তারের গলনাঙ্ক কম (প্রায়  $300^\circ C$ )। তারের মধ্য দিয়ে অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহিত হলে তারটি গরম হয়ে উঠে এবং তা গলে গিয়ে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করে দেয়। মূলত গলনাঙ্ক কমানোর জন্য নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহার করা হয় না।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{হুইটস্টোন ব্রীজের, } P = 100\Omega, Q = 50\Omega, R = 10\Omega, S = 6\Omega$$

BC বাহুর রোধের (Q) পরিবর্তন ঘটাতে হবে যাতে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় আসে। তাহলে,  $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

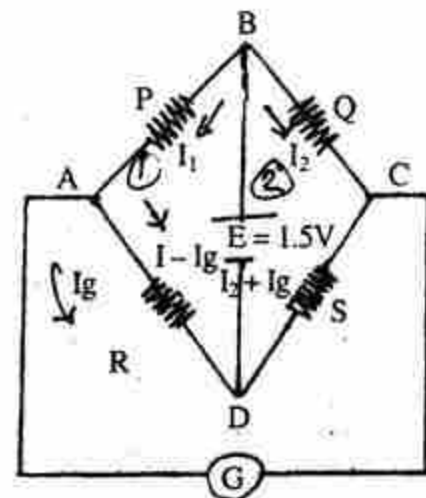
$$\therefore Q = \frac{PS}{R} = \frac{100\Omega \times 6\Omega}{10\Omega} = 60\Omega$$

$$\therefore Q = \frac{PS}{R} = \frac{100\Omega \times 6\Omega}{10\Omega} = 60\Omega$$

লক্ষ করি,  $60\Omega > 50\Omega$  (BC বাহুর বর্তমান রোধ)

সুতরাং BC বাহুতে  $(60\Omega - 50\Omega)$  বা  $10\Omega$  রোধ শ্রেণিতে সংযুক্ত করতে হবে।

**ঘ** মনে করি, গ্যালভানোমিটার ও তড়িৎ কোষ পরস্পর স্থান বিনিময় করা হলো। তাহলে বর্তনীটি দেখতে নিম্নরূপ হবে।





(i) নং লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$-PI_1 - R(I_1 - I_2) + E = 0 \dots\dots\dots (i)$$

(2) নং লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$-QI_2 - (I_2 + I_1)S + E = 0 \dots\dots\dots (ii)$$

ব্রীজের সাম্যাবস্থার ক্ষেত্রে  $I_g = 0$ ; সেক্ষেত্রে (i) ও (ii)নং সমীকরণ হতে পাই,  $E = (P + R)I_1$

$$\text{এবং, } E = (Q + S)I_2$$

$$\text{অর্থাৎ, } I_1 = \frac{E}{P + R}, I_2 = \frac{E}{Q + S}$$

$$\therefore A \text{ বিন্দুর বিভব, } V_A = E - I_1P = E - \frac{E}{P + R}P$$

$$= \frac{EP + ER - EP}{P + R} = \frac{ER}{P + R}$$

$$\text{এবং } C \text{ বিন্দুর বিভব, } V_C = E - I_2Q = E - \frac{E}{Q + S}Q$$

$$= \frac{EQ + ES - EQ}{Q + S} = \frac{ES}{Q + S}$$

$$I_g = 0 \text{ হতে হলে } V_A = V_C \text{ হতে হবে; অর্থাৎ } \frac{ER}{P + R} = \frac{ES}{Q + S} \text{ হতে হবে}$$

$$\text{বা, } \frac{P + R}{R} = \frac{Q + S}{S}$$

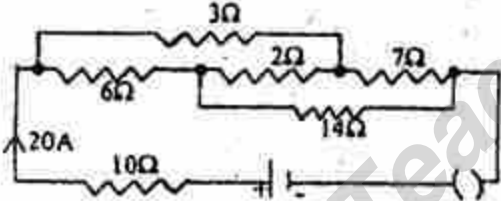
$$\text{বা, } \frac{P}{R} + 1 = \frac{Q}{S} + 1$$

$$\text{বা, } \frac{P}{R} = \frac{Q}{S}$$

$$\text{বা, } \frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

ইহা উদ্দীপকে প্রদত্ত হুইটস্টোন ব্রীজের সাম্যাবস্থার শর্ত। সুতরাং উদ্দীপকের বর্তনীর গ্যালভানোমিটার ও তড়িৎ কোষের পরস্পর স্থান বিনিময়ে হুইটস্টোন ব্রীজ নীতির পরিবর্তন হবে না।

**প্রশ্ন ২৬**



(নটর ডেম কলেজ, ঢাকা)

- তড়িৎ চৌম্বক আবেশ কাকে বলে? ১
- আবেশক কুণ্ডলীতে প্রদত্ত ভোল্টেজ অপেক্ষা প্রাপ্ত ভোল্টেজ কম হয়-ব্যাখ্যা কর। ২
- 10Ω রোধে উৎপন্ন তাপের হার নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের 2Ω রোধের মধ্যে দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহ হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

**২৬ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** পরিবর্তনশীল চৌম্বক ফ্লাক্স তথা ক্ষেত্র দ্বারা বন্ধ কুণ্ডলীতে তড়িচ্চালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহের উৎপত্তির ঘটনাকে তড়িচ্চুম্বকীয় আবেশ বলে।

**খ** আবেশক কুণ্ডলীতে যখন তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তনের জন্য পারস্পরিক আবেশ তৈরি করে, তখন একই সাথে নিজের উপর একটি স্বকীয় আবেশও তৈরি হয়। আমরা জানি, লেঞ্জের সূত্র অনুযায়ী, এই স্বকীয় আবেশের ফলে সৃষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক হয় পূর্বের প্রবাহের বিপরীত দিকে।

ফলে আবিষ্ট ভোল্টেজ এর দিকও হয় বিপরীত দিকে। ফলে প্রাপ্ত ভোল্টেজের মান প্রদত্ত ভোল্টেজ অপেক্ষা কম হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

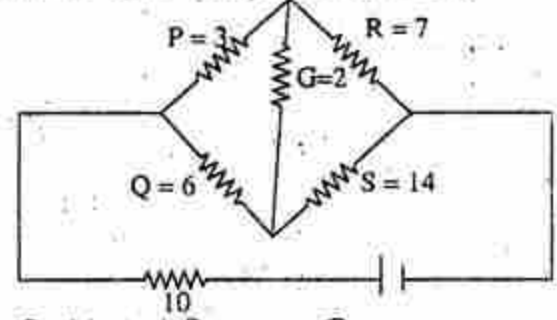
10Ω রোধ দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ,  $i = 20A$

$\therefore$  উৎপন্ন তাপের হার,  $P = i^2R$

$$= 20^2 \times 10$$

$$= 4000 \text{ W (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপকের বর্তনীটিকে নিম্নরূপ আঁকা যেতে পারে-



বর্তনীটি একটি হুইটস্টোন ব্রীজ এর বর্তনী।

আমরা জানি, হুইটস্টোন ব্রীজ সাম্যাবস্থায় থাকে যদি ব্রীজের দুই বাহুর রোধের অনুপাত সমান থাকে।

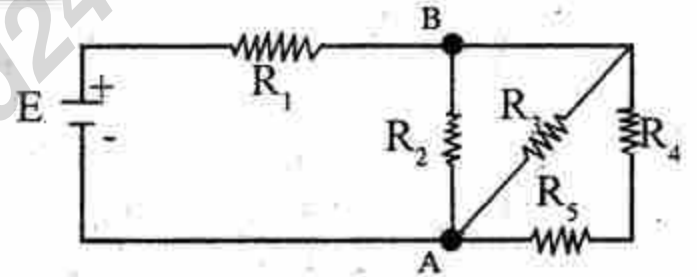
$$\text{অর্থাৎ, } \frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \text{ হয়।}$$

$$\text{এখানে, } \frac{P}{Q} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\text{এবং } \frac{R}{S} = \frac{7}{14} = \frac{1}{2}$$

$\therefore$  বর্তনীটি সাম্যাবস্থায় আছে। ফলে 2Ω রোধের মধ্য দিয়ে কোন তড়িৎপ্রবাহ হবে না।

**প্রশ্ন ২৭**



চিত্রে,  $E = 6V$ ,  $R_1 = 100\Omega$ ,  $R_2 = R_3 = 70\Omega$ ,  $R_4 = 75\Omega$ ,  $R_5 = 60\Omega$

(রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা)

- অভ্যন্তরীণ রোধ কি? ১
- রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাব আলোচনা করো। ২
- A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য কত নির্ণয় করো। ৩
- প্রতিটি রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় করা সম্ভব কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

**২৭ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** কোনো তড়িৎ উৎস যখন বহিঃস্থ বর্তনীতে তড়িৎ প্রেরণ করে তখন তড়িৎ উৎসের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহকালে যে বাধার সম্মুখীন হয় তাকে অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।

**খ** কোন পরিবাহকের রোধ তার তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহকের রোধ বাড়ে। পরিবাহকের মধ্যে মুক্ত ইলেকট্রনের প্রবাহের ফলে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়। মুক্ত ইলেকট্রন প্রবাহের সময় পরিবাহকের অণু পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়, যার কারণে পরিবাহকে রোধের উদ্ভব হয়। তাপমাত্রা বাড়লে অতিরিক্ত শক্তি পাওয়ায় পরিবাহকের অণু পরমাণুগুলোর কম্পন বেড়ে যায়। ফলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর সাথে এদের সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায় এবং প্রবাহ চলার পথে বেশি বাধা সৃষ্টি হয়। যার ফলে পরিবাহকের রোধ বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা বাড়লে রোধ বাড়ে কিন্তু রোধ তাপমাত্রার সমানুপাতিক নয়। রোধের উষ্ণতা সহগ তাপমাত্রার সাথে রোধের সম্পর্ক স্থাপন করে। আবার এই নিয়মের ব্যতিক্রম অর্ধ পরিবাহী। কেননা তাপমাত্রা বাড়লে যোজন হতে পরিবহন ব্যান্ডে ইলেকট্রন গমন করে। তাই রোধ কমে যায়।

গ. দেওয়া আছে,

$$R_1 = 100\Omega$$

$$R_2 = R_3 = 70\Omega$$

$$R_4 = 75\Omega$$

$$R_5 = 60\Omega$$

$$E = 6V$$

বের করতে হবে, A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য,  $V_{AB} = ?$

চিত্রানুসারে  $R_4$  ও  $R_5$  শ্রেণীতে যুক্ত হয়ে  $R_3$  ও  $R_2$  এর সাথে সমান্তরাল সমবায় গঠন করে। উক্ত সমবায়ের তুল্য রোধ  $R_p$  হলে—

$$R_p = [(R_4 + R_5)^{-1} + R_3^{-1} + R_2^{-1}]^{-1}$$

$$= [(75 + 60)^{-1} + 70^{-1} + 70^{-1}]^{-1}$$

$$= 27.8\Omega$$

উক্ত  $R_p$  রোধ  $R_1$  এর সাথে শ্রেণী সমবায় গঠন করে।

$$\therefore \text{বর্তনীর তুল্য রোধ, } R = R_1 + R_p = 100 + 27.8$$

$$= 127.8\Omega$$

$$\text{এবং বর্তনীর মূল প্রবাহ, } I = \frac{E}{R} = \frac{6}{127.8} = 0.047A$$

$\therefore$  A ও B প্রান্তের বিভব পার্থক্য,  $V_{AB}$

$$= R_p \text{ সমবায়ের বিভব পতন}$$

$$= IR_p$$

$$= 0.047 \times 27.8$$

$$= 1.3066V \text{ (Ans.)}$$

ঘ. “গ” অংশ থেকে পাই,

$$\text{বর্তনীর মূল প্রবাহ, } I = 0.047A$$

$$A \text{ ও } B \text{ প্রান্তের বিভব পার্থক্য, } V_{AB} = 1.3066V$$

$$\therefore R_1 \text{ রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ, } I_1 = \text{মূল প্রবাহ, } I$$

$$= 0.047A$$

$$R_2 \text{ রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ, } I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2}$$

$$= \frac{1.3065}{70}$$

$$= 0.0186A$$

$$R_3 \text{ রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ, } I_3 = I_2 = 0.0186A$$

[ $\because R_2 = R_3$  এবং এরা সমান্তরালে আছে]

$R_4$  ও  $R_5$  শ্রেণীতে যুক্ত হওয়ায়,

$$R_4 \text{ এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ} = R_5 \text{ এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ}$$

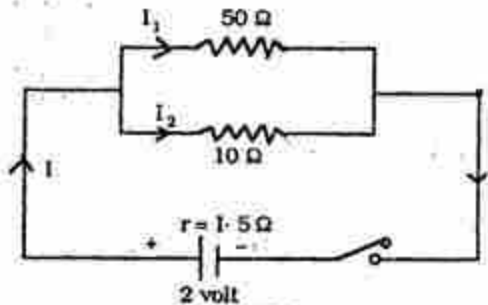
$$= \frac{V_{AB}}{R_4 + R_5}$$

$$= \frac{1.3065}{75 + 60}$$

$$= 9.68 \text{ mA}$$

সুতরাং প্রতিটি রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় করা সম্ভব।

প্রঃ ২৮ সজলের কাছে ২ ভোল্ট তড়িচ্চালক শক্তি ও  $1.5\Omega$  অভ্যন্তরীণ রোধের তিনটি কোষ এবং  $50\Omega$  ও  $10\Omega$  এর দুটি রোধক আছে। সে একটি কোষ এবং রোধগুলো দিয়ে চিত্রের মতো একটি যন্ত্র তৈরি করলো। আবার  $50\Omega$  রোধের সাথে কোষগুলোকে একবার শ্রেণিতে ও একবার সমান্তরালে সংযোগ করে তড়িৎ শক্তি বৃদ্ধি পর্যবেক্ষণ করছিলো।



/আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিবিল, ঢাকা/

ক. রোধের উচ্চতা গুণাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহিতে তাপ উৎপন্ন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কার্শফের সূত্র ব্যবহার করে উদ্দীপকে উল্লিখিত যন্ত্রের রোধগুলোর মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

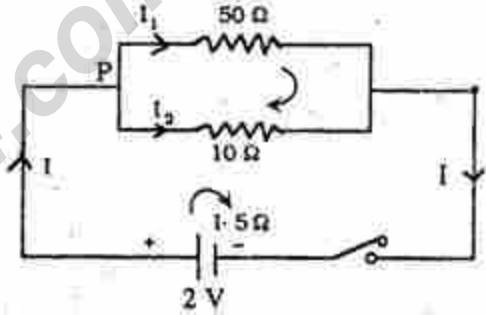
ঘ. কোষগুলোর কোন ধরনের সংযোগের ক্ষেত্রে একক সময়ে শক্তি বেশি হবে—গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক.  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা  $1K$  বৃদ্ধি করলে পরিবাহীর রোধের যে পরিবর্তন ঘটে তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের উচ্চতা গুণাঙ্ক বলে।

খ. তড়িৎ পরিবাহকে বেশ কিছু সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্যদিয়ে পরিবাহকের নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয় এবং পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়। এজন্য তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

গ.



P বিন্দুতে কার্শফের প্রথম সূত্র ব্যবহার করে পাই,

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I - I_1 - I_2 = 0 \dots\dots\dots (i)$$

P  $\rightarrow 50\Omega \rightarrow 10\Omega \rightarrow P$  বর্তনীতে কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র ব্যবহার করে,

$$50I_1 - 10I_2 = 0 \dots\dots\dots (ii)$$

তড়িচ্চালক উৎস  $\rightarrow P \rightarrow 10\Omega \rightarrow$  তড়িচ্চালক উৎস বর্তনীতে একইভাবে পাই,

$$10I_2 + 1.5I - 2 = 0$$

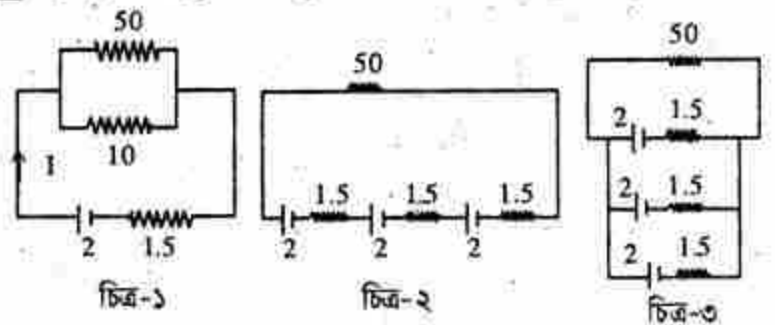
$$\text{বা, } 1.5I + 0 \times I_1 + 10I_2 = 2 \dots\dots\dots (iii)$$

i, ii ও iii সমাধান করে পাই,

$$I_1 = 0.03A$$

$$I_2 = 0.17A \text{ (Ans.)}$$

ঘ. সম্ভাব্য বর্তনীগুলো নিম্নরূপ—



চিত্র-১ অনুযায়ী

$$\text{তুল্যরোধ, } R = \frac{1}{\frac{1}{50} + \frac{1}{10}} + 1.5 = 9.83\Omega$$

বিভব,  $V = 2V$

$$\therefore \text{একক সময়ে শক্তি, } P = \frac{V^2}{R} = \frac{2^2}{9.83} = 0.4W$$

চিত্র-২ অনুযায়ী,

তুল্যরোধ,  $R = 50 + 1.5 + 1.5 + 1.5 = 54.5\Omega$

বিভব,  $V = 2 + 2 + 2 = 6V$

$\therefore$  একক সময়ে শক্তি,  $P = \frac{V^2}{R} = 0.66 W$

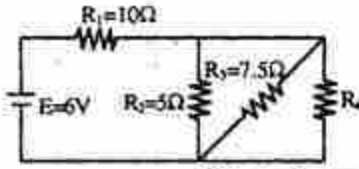
চিত্র-৩ অনুযায়ী, তুল্যরোধ,  $R = \frac{1}{\frac{1}{1.5} + \frac{1}{1.5} + \frac{1}{1.5}} + 50$   
 $= 50.5 \Omega$

বিভব,  $V = 2V$

$\therefore$  একক সময়ে শক্তি,  $P = \frac{V^2}{R} = \frac{2^2}{50.5} = 0.08W$

$\therefore$  একক সময়ে সবচেয়ে বেশি শক্তি নির্গত হবে যখন  $50\Omega$  রোধটি তিনটি শ্রেণিতে যুক্ত কোষের সাথে যুক্ত হয়।

প্রশ্ন ২৯



[ডিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- কার্শফের ভোল্টেজ সূত্র বিবৃত করো। ১
- 1 kilowatt hour বলতে কী বোঝায়? ২
- বর্তনীর তুল্য রোধের মান নির্ণয় করো। ৩
- একটা অ্যামিটার যার রোধ  $100\Omega$  সর্বোচ্চ  $10mA$  কারেন্ট মাপতে পারে, আমরা  $R_1$  এর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট কি এর সাহায্যে মাপতে পারি? যদি না পারি তাহলে কি ব্যবস্থা নিতে পারি? ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কার্শফের ২য় সূত্রটি হলো— কোনো বন্ধ বর্তনীর অন্তর্গত মোট তড়িচ্চালক শক্তি ঐ বর্তনীর বিভিন্ন শাখাগুলোর রোধ এবং তাদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত সংশ্লিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার গুণফলের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান।

খ. 1 কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন একটি যন্ত্র 1 ঘন্টা কাজ করলে যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে 1 কিলোওয়াট ঘন্টা বলে।

গ.  $R_2$ ,  $R_3$  ও  $R_4$  সমান্তরালে আছে

$$\therefore \text{তুল্যরোধ, } R_{234} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{7.5} + \frac{1}{1.5}}$$

$$= 1.875 \Omega$$

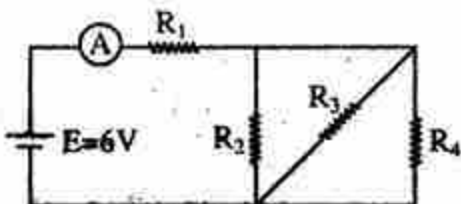
$R_{234}$  এবং  $R_1$  শ্রেণিতে যুক্ত।

$$\therefore \text{তুল্যরোধ, } R = R_1 + R_{234}$$

$$= 10 + 1.875$$

$$= 11.875\Omega \text{ (Ans.)}$$

ঘ. বর্তনীতে অ্যামিটার যুক্ত করলে বর্তনীটি নিম্নরূপ হয়—



এখানে, অ্যামিটার এর রোধ,  $R_A = 100\Omega$

'গ' হতে পাই,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  ও  $R_4$  এর তুল্যরোধ,  $R' = 11.875 \Omega$ .

$$\therefore \text{এখন, তুল্যরোধ, } R = R_A + R'$$

$$= 100 + 11.875$$

$$= 111.875 \Omega$$

$$\therefore \text{অ্যামিটার তথা } R_1 \text{ দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R} = \frac{6}{111.875}$$

$$= 53.63 \text{ mA}$$

$\therefore$  উক্ত অ্যামিটার দিয়ে  $R_1$  এর মধ্যবর্তী তড়িৎ প্রবাহ মাপা সম্ভব নয়, কেননা অ্যামিটার মাপতে পারে সর্বোচ্চ  $10 \text{ mA}$ .

উক্ত অ্যামিটার ব্যবহার করেই  $53.63A$  তড়িৎ প্রবাহ মাপতে চাইলে আমরা একটি সান্ট অ্যামিটারের সমান্তরালে যুক্ত করতে পারি যাতে অ্যামিটার দিয়ে  $10mA$  তড়িৎ প্রবাহই চালিত হয়।

যদি সান্টের রোধ হয়  $s$ ,

তবে অ্যামিটার দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ,

$$I_A = I \times \frac{S}{R_A + S}$$

$$\Rightarrow \frac{I}{I_A} = \frac{R_A + S}{S} = \frac{R_A}{S} + 1$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{S} = \frac{I}{I_A} - 1$$

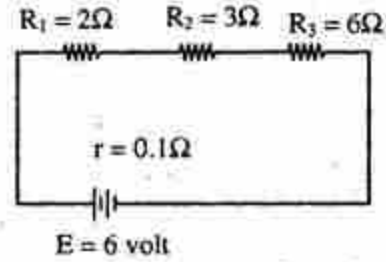
$$\Rightarrow \frac{100}{s} = \frac{53.63}{10} - 1$$

$$\Rightarrow \frac{100}{s} = \frac{53.63}{10} - 1$$

$$\therefore s = 22.92 \Omega$$

অতএব,  $22.92\Omega$  মানের একটি রোধ অ্যামিটারের সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

প্রশ্ন ৩০



$E = 6 \text{ volt}$

[ডিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- পরমাণুর শক্তি লেভেলের সংজ্ঞা দাও। ১
- বোর কক্ষের ব্যাসার্ধের সমীকরণ লিখ এবং এর মান লিখ। ২
- $R_3 = 6\Omega$  দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত? ৩
- যদি  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  কে সমান্তরালে যুক্ত করা হয় তবে বর্তনী দিয়ে প্রবাহিত মূল প্রবাহ বাড়বে? ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পরমাণুর প্রতিটি কক্ষপথের একটি নির্দিষ্ট শক্তি থাকে। এই শক্তি সম্পন্ন কোন ইলেকট্রন উক্ত শক্তিস্তরে থাকতে পারে। নির্দিষ্ট শক্তি সম্পন্ন এই স্তরসমূহকে পরমাণুর শক্তি লেভেল বলে।

$$খ. \text{বোর কক্ষের ব্যাসার্ধের সমীকরণ হল, } r_1 = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

এবং এর মান  $r_1 = 0.53 \text{ \AA}$ ।

$$গ. \text{তুল্যরোধ, } R_s = 2 + 3 + 6 + 0.1$$

$$= 11.1 \Omega$$

$$\therefore \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I_s = \frac{V}{R_s}$$

$$= \frac{6}{11.1}$$

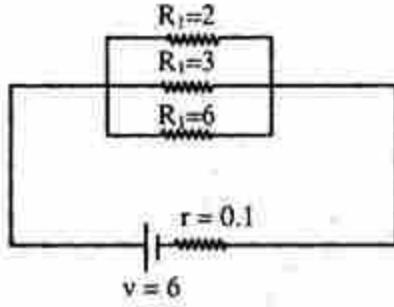
$$= 0.54 \text{ A}$$

$$\therefore R_3 \text{ এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য} = 6 \times 0.54$$

$$= 3.24 \text{ V (Ans.)}$$



ঘ.  $R_1, R_2, R_3$  কে সমান্তরালে যুক্ত করলে বর্তনীটি হবে নিম্নরূপ—



$$\therefore \text{তুল্যরোধ, } R_p = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 + r$$

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

$$= \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}} + 0.1$$

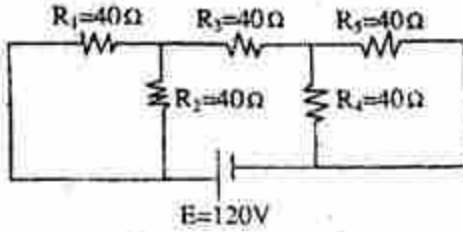
$$= 1.1$$

$$\therefore \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I_p = \frac{V}{R_p} = \frac{6}{1.1} = 5.46 \text{ A}$$

‘গ’ হতে, তড়িৎ প্রবাহ,  $I_1 = 0.54 \text{ A}$

অতএব, তড়িৎ প্রবাহ বাড়বে। (Ans.)

প্রশ্ন ৩১



বর্তনী চিত্রটি ব্যবহার করে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

(ঢাকা রেজিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা)

- লরেঞ্জ বল কী? ১
- অর্ধপরিবাহীর রোধের উষ্ণতা গুণাক্ত ঋণাত্মক কেন— ব্যাখ্যা কর। ২
- বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ৩
- $R_2$  এবং  $R_3$  রোধে তাপ উৎপাদনের হার সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থানে তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বক ক্ষেত্র যুগপৎ বিদ্যমান থাকলে সেখানে একটি গতিশীল চার্জ যে লব্ধি বল অনুভব করে তাকে লরেঞ্জ বল বলে।

খ  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রার একক রোধের কোনো পরিবাহকের তাপমাত্রা প্রতি একক বৃদ্ধিতে তার রোধের যে পরিবর্তন হয় তাকে ঐ পরিবাহকের উপাদানের রোধের উষ্ণতা সহগ বলে।

$0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহকের রোধ  $R_0$  ও  $\theta^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায়  $R_\theta$  হলে, রোধের উষ্ণতা সহগ  $\alpha$  হলে,

$$\alpha = \frac{R_\theta - R_0}{R_0 \theta}$$

অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় বা রোধ হ্রাস পায় বলে,  $R_\theta < R_0$  বা,  $R_\theta - R_0 < 0$

$$\therefore \alpha < \frac{R_\theta - R_0}{R_0 \theta} \text{ বা, } \alpha < 0$$

একারণে অর্ধপরিবাহীর রোধের উষ্ণতা সহগ ঋণাত্মক।

গ বর্তনীতে সমান মানের রোধগুলোর মধ্যে  $R_1$  ও  $R_2$  সমান্তরালে,  $R_4$  ও  $R_5$  সমান্তরালে এবং এদের তুল্যরোধদ্বয়  $R_3$  এর সাথে শ্রেণিতে যুক্ত। সমান্তরালে যুক্ত  $R_1$  ও  $R_2$  এর তুল্য রোধ,  $R_p$  হলে,

$$\frac{1}{R_{p1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$= \frac{1}{40} + \frac{1}{40}$$

$$= \frac{2}{40} = \frac{1}{20}$$

$$\therefore R_{p1} = 20\Omega$$

একইভাবে সমান্তরালে যুক্ত,  $R_4$  ও  $R_5$  এর তুল্যরোধ,  $R_{p2} = 20\Omega$

$\therefore$  শ্রেণিতে যুক্ত  $R_{p1}$ ,  $R_{p2}$  ও  $R_3$  এর তুল্যরোধ,  $R_{eq}$  হলে,

$$R_{eq} = R_{p1} + R_{p2} + R_3$$

$$= 20 + 20 + 40$$

$$= 80\Omega \text{ (Ans.)}$$

ঘ ‘গ’ থেকে পাই, বর্তনীতে তুল্যরোধ,  $R_{eq} = 80\Omega$

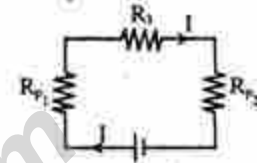
বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ  $I$  হলে,

$$I = \frac{V}{R_{eq}}$$

$$= \frac{120}{80}$$

$$= 1.5 \text{ A}$$

এখানে,  
তড়িৎ উৎসের বিভব,  $V = 120\text{V}$



$\therefore$  শ্রেণিতে যুক্ত  $R_1$  ও  $R_2$  এর তুল্যরোধ  $R_{p1}$ ,  $R_3$  এবং  $R_4$  ও  $R_5$  এর তুল্যরোধের  $R_{p2}$  মধ্য দিয়ে এই 1.5A তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

$R_2$  রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ  $I_2$  হলে,

$$I_2 = \frac{R_1}{R_2 + R_1} \times I$$

$$= \frac{40}{40 + 40} \times 1.5$$

$$= 0.75 \text{ A}$$

$\therefore R_2$  ও  $R_3$  রোধে তাপ উৎপাদনের হার যথাক্রমে  $P_2$  ও  $P_3$  হলে,

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{I_2^2 R_2}{I^2 R_3}$$

$$= \frac{(0.75)^2 \times 40}{(1.5)^2 \times 40}$$

$$= \frac{1}{4}$$

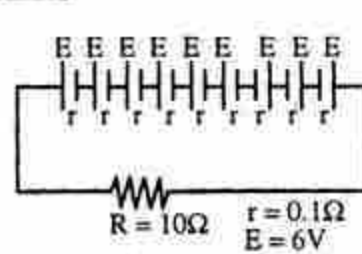
$$\therefore \frac{P_2}{P_3} < 1$$

বা,  $P_2 < P_3$

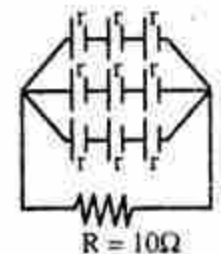
অর্থাৎ,  $R_3$  রোধে তাপ উৎপাদনের হার  $R_2$  রোধ অপেক্ষা বেশি।

অতএব, তাপ উৎপাদনের হার  $R_2$  ও  $R_3$  রোধে সমান হবে না।

প্রশ্ন ৩২



বর্তনী : ক



প্রতিটি কোষের  $E = 6\text{V}$ ,  $r = 0.1\Omega$   
বর্তনী : খ

(ঢাকা কলেজ, ঢাকা)

- তড়িচ্চালক বল কাকে বলে? ১
- বর্তনীতে সান্টের সজ্জা ও মান কিরূপ বাঞ্ছনীয় যুক্তিসহ ব্যাখ্যা দাও। ২
- ক বর্তনীতে মূল তড়িৎ প্রবাহের মান কত হবে? ৩
- ঘ খ বর্তনীর বহিঃস্থ রোধের মানের কী পরিবর্তন আনলে দুই ক্ষেত্রে মূল প্রবাহের মান একই হবে? ৪

### ৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একক ধনাত্মক চার্জকে বর্তনীর কোনো এক বিন্দু থেকে উৎসসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ হয় বা উৎসের যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে উৎসের তড়িচ্চালক বল বলে।

**খ** অধিক পরিমাণ প্রবাহ গিয়ে যাতে গ্যালভানোমিটারকে নষ্ট করতে না পারে তার জন্য গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে একটি অল্প মানের রোধ সার্কিট হিসেবে সংযুক্ত করা হয়। এর ফলে মূল প্রবাহ দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে যায় এবং শার্টের রোধ কম হওয়ায় বেশি পরিমাণ প্রবাহ এর ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং অল্প পরিমাণ প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এতে গ্যালভানোমিটার নষ্ট হওয়ার হাত থেকে রক্ষা পায়।

**গ** অভ্যন্তরীণ রোধ,  $r = 0.1 \Omega$

বিভব পার্থক্য,  $V = 6 \text{ V}$

অভ্যন্তরীণ রোধের সংখ্যা,  $n = 9$

রোধ,  $R_1 = 10 \Omega$

$$\therefore \text{তুল্যরোধ, } R = R_1 + nr \\ = 10 + 0.1 \times 9 \\ = 10.9 \Omega$$

$$\therefore \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{nV}{R} \\ = \frac{9 \times 6}{10.9} \\ = 4.95 \text{ A (Ans.)}$$

**ঘ** 'খ' বর্তনীতে তড়িচ্চালক কোষগুলোর অভ্যন্তরীণ রোধগুলোর

$$\text{তুল্যরোধ, } R' = \frac{1}{\frac{1}{3 \times 0.1} + \frac{1}{3 \times 0.1} + \frac{1}{3 \times 0.1}} \\ = 0.1$$

মোট বিভব পার্থক্য,  $V = 3 \times 6 = 18 \text{ V}$

ধরি, বহিঃস্থ রোধ হিসাবে  $S$  ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহ 'প' এর প্রবাহ এর সমান থাকবে।

$$\therefore \text{তখন তুল্যরোধ, } R' = S + 0.1$$

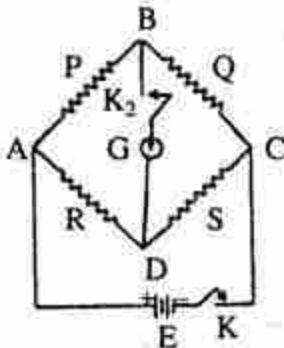
$$\therefore \text{তড়িৎ প্রবাহ} = \frac{V}{R'} = 4.95$$

$$\Rightarrow \frac{18}{S + 0.1} = 4.5$$

$$\therefore S = 3.54 \Omega$$

অতএব, বহিঃস্থ বর্তনীর রোধের মান  $(10 - 3.54) \Omega$  বা  $6.46 \Omega$  কমালে ক চিত্রের প্রবাহের সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে।

**প্রশ্ন ৩৩** নিচে হুইটস্টোন ব্রিজের চিত্রে ১ম, ২য়, ৩য় ও ৪র্থ বাহুর রোধ যথাক্রমে  $P = 8 \Omega$ ,  $Q = 12 \Omega$ ,  $R = 16 \Omega$  ও  $S = 20 \Omega$ ।  $E = 4 \text{ V}$  এবং  $r = 1 \Omega$ ।



[যদি ক্রস কন্নেক্ট, ঢাকা]

ক. কার্শফের সূত্র দুটি লিখো।

খ. তাপমাত্রা কীভাবে Si এবং Cu এর রোধের পরিবর্তন ঘটায়? ব্যাখ্যা করো।

গ. উদ্দীপকের চতুর্থ বাহুতে কত রোধ যুক্ত করলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় থাকবে? তা নির্ণয় করো।

ঘ. উদ্দীপকের ব্রিজটির সাম্যাবস্থায় মোট তড়িৎ প্রবাহ এবং রোধগুলো শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে মোট তড়িৎ প্রবাহের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক মতামত দাও।

### ৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কার্শফের প্রথম সূত্র: তড়িৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য। অর্থাৎ যেকোনো সংযোগ বিন্দুতে  $\sum i = 0$ ।

দ্বিতীয় সূত্র: কোনো বন্ধ বর্তনীর বিভিন্ন উপাদানগুলোর রোধ এবং এদের সাথে সংশ্লিষ্ট প্রবাহের গুণফলগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল ঐ বন্ধ বর্তনীতে অন্তর্ভুক্ত মোট তড়িচ্চালক বলের সমান। অর্থাৎ যেকোনো বন্ধ বর্তনীর ক্ষেত্রে,  $\sum Ri = \sum E$ ।

**খ** Si একটি অর্ধপরিবাহী মৌল। অপরদিকে Cu একটি পরিবাহী ধাতু। এই দুই মৌলের উপর তাপমাত্রার প্রভাব ভিন্ন। পরিবাহীর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে এর রোধকত্ব বৃদ্ধি পায়। অপর দিকে অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে কিছু ইলেকট্রন এর যোজন ব্যান্ড থেকে পরিবহন ব্যান্ডে চলে আসে। ফলে এর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ রোধকত্ব হ্রাস পায়।

সুতরাং, তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে Si এর রোধ হ্রাস পেলেও Cu এর রোধ বৃদ্ধি পায়।

**গ** ৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর:  $4 \Omega$  রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।

**ঘ** সাম্যাবস্থায় তড়িৎ প্রবাহ

$$I = \frac{E}{R_{eq}}$$

এখানে  $R_{eq}$  = বর্তনীর তুল্যরোধ

এখানে P এবং Q শ্রেণীতে এবং R এবং S শ্রেণীতে রয়েছে এবং এরা পরস্পর সমান্তরালে রয়েছে।

$$\text{ধরি, } R_1 = P + Q \\ = 20 \Omega$$

$$\text{এবং } R_2 = R + S \\ = 16 + 24 \\ = 40 \Omega$$

$$\therefore \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ = \frac{1}{20} + \frac{1}{40}$$

$$R_p = \frac{40}{3} \Omega$$

এখন,  $R_{eq} = R_p + r$

$$\therefore R_{eq} = \frac{40}{3} + 1 \\ = \frac{43}{3} \Omega$$

$$\text{বর্তনীর প্রবাহ, } I = \frac{4}{\frac{43}{3}} \\ = \frac{12}{43} \\ = 0.279 \text{ A}$$

শ্রেণি সমবায়ে রোধগুলো যুক্ত করলে,

$$R_s = P + Q + R + S + r \\ = 8 + 12 + 16 + 24 + 1 \\ = 61 \Omega$$

এখানে

১ম বাহুর রোধ,  $P = 8 \Omega$

২য় বাহুর রোধ,  $Q = 12 \Omega$

৩য় বাহুর রোধ,  $R = 16 \Omega$

সাম্যাবস্থায় ৪র্থ বাহুর রোধ,  $S = 24 \Omega$  [গ হতে]

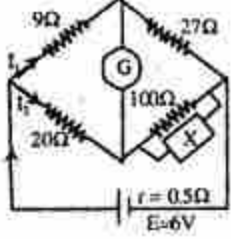
তড়িচ্চালক বল,  $E = 4 \text{ V}$

অভ্যন্তরীণ রোধ,  $r = 1 \Omega$

এখন, বর্তনীর প্রবাহ,  $I = \frac{4}{61} \Omega$   
 $= 0.0656A$

প্রবাহ কমে যাবে  $(0.279 - 0.0656)A$   
 $= 0.2134A$  (Ans.)

**প্রশ্ন ৩৪** রোধকের গায়ের কালার দেখেও রোধের মান নির্ণয় করা যায়। কিন্তু দ্বিতীয় বর্ষের ছাত্রী নিধি দেখে একটি রোধকের গায়ে কোন কালার নেই। তাই সে ব্যবহারিক ক্লাসে রোধকটিকে X ধরে নিম্নোক্ত চিত্রানুযায়ী সংযোগ দিয়ে এর মান নির্ণয় করল।



হুইটস্টোন ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় আছে।

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

- ক. সান্ট কাকে বলে? ১  
 খ. বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে পরিবাহীতে তাপ উৎপন্ন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. X-এর মান নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. কার্শফের সূত্র প্রয়োগ করে  $I_1$  এবং  $I_2$  নির্ণয়ের গাণিতিক বিশ্লেষণ দেখাও। ৪

#### ৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ যেতে না পারে সে উদ্দেশ্যে এর সাথে স্বল্পমানের যে রোধ সমান্তরালে সংযুক্ত করা হয়, তাকে সান্ট বলে।

**খ** তড়িৎ পরিবাহকে বেশ কিছু সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্যদিয়ে পরিবাহকের নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয় এবং পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়। এজন্য তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

**গ**

হুইটস্টোন ব্রিজের সাম্যাবস্থায়,

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

$$\text{বা, } S = \frac{Q}{P} \times R = \frac{27}{9} \times 20$$

$$= 60\Omega$$

$$\text{এখন, } \frac{1}{60} = \frac{1}{100} + \frac{1}{X}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{X} = \frac{1}{60} - \frac{1}{100}$$

$$\therefore X = 150\Omega$$

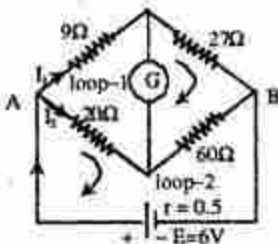
এখানে,

১ম বাহুর রোধ,  $P = 9\Omega$

২য় বাহুর রোধ,  $Q = 27\Omega$

৩য় বাহুর রোধ,  $R = 20\Omega$

৪র্থ বাহুর রোধ,  $S = ?$



A বিন্দুতে কার্শফের ১ম সূত্র প্রয়োগ করে পাই,  
 $I = I_1 + I_2$

loop-1-এ কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,  
 $9I_1 + 27I_1 - 60I_2 - 20I_2 = 0$

$$\text{বা, } 36I_1 = 80I_2$$

$$\therefore I_1 = \frac{80}{36} I_2$$

$$= \frac{20}{9} I_2$$

loop-2-এ কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,  
 $0.5I_1 + 20I_2 + 60I_2 = 6$

$$\text{বা, } 0.5(I_1 + I_2) + 80I_2 = 6 \quad [\because I = I_1 + I_2]$$

$$\text{বা, } 0.5I_1 + 0.5I_2 + 80I_2 = 6$$

$$\text{বা, } 0.5 \times \frac{20}{9} I_2 + 80.5I_2 = 6 \quad [\because I_2 = \frac{20}{9} I_2]$$

$$\text{বা, } \frac{1469}{18} I_2 = 6$$

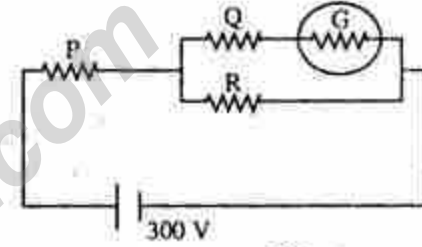
$$\therefore I_2 = 0.0735A$$

$$\text{এখন, } I_1 = \frac{20}{9} I_2$$

$$= \frac{20}{9} \times 0.0735A$$

$$= 0.163A$$

**প্রশ্ন ৩৫**



$P = Q = 50\Omega$ ;  $G = 100\Omega$  (গ্যালভানোমিটার);  $R = 6P$

গ্যালভানোমিটারের তড়িৎ প্রবাহের সীমা 0A থেকে 1.5A।

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

- ক. সান্ট কাকে বলে? ১  
 খ. পরিবাহী তার হিসাবে চিকন তার অপেক্ষা মোটা তার বেশি উপযোগী কেন? - ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. বর্তনীতে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কত পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হবে? ৩  
 ঘ. R রোধ অপসারণ করে কীভাবে গ্যালভানোমিটারকে রক্ষা করা যায়? - গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ যেতে না পারে সে উদ্দেশ্যে এর সাথে স্বল্পমানের যে রোধ সমান্তরালে সংযুক্ত করা হয়, তাকে সান্ট বলে।

**খ** আমরা জানি,  $R = \rho \frac{L}{A}$ ; সুতরাং একই উপাদান ও একই দৈর্ঘ্যের দুটি তারের মধ্যে যেটি মোটা বা প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বেশি, সেটির রোধ কম হবে। রোধ কম হলে সেটা সুপরিবাহী হিসেবে চিহ্নিত হবে এবং  $P = I^2 R$  সূত্রানুসারে এর মধ্যদিয়ে নির্দিষ্ট মানের তড়িৎপ্রবাহে তুলনামূলকভাবে কম শক্তির অপচয় ঘটবে। এ সকল কারণে পরিবাহী তার হিসেবে চিকন তার অপেক্ষা মোটা তার বেশি উপযোগী।

**গ**  $Q = 50\Omega$  এবং  $G = 100\Omega$  রোধদ্বয় শ্রেণিতে যুক্ত। এদের তুল্যরোধ,  $R_s = Q + G = 50\Omega + 100\Omega = 150\Omega$ ।  $R_s$  এবং  $R (=6P = 6 \times 50\Omega = 300\Omega)$  সমান্তরালে যুক্ত, এদের তুল্যরোধ  $R_p$  হলে  $\frac{1}{R_p} =$

$$\frac{1}{R_s} + \frac{1}{R} = \frac{1}{150\Omega} + \frac{1}{300\Omega} = \frac{2+1}{300\Omega} = \frac{3}{300\Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{300\Omega}{3} = 100\Omega$$



P এবং  $R_p$  শ্রেণিতে যুক্ত, সুতরাং বর্তনীর সর্বমোট তুল্যরোধ,  $R_{eq} = P + R_p = 50\Omega + 100\Omega = 150\Omega$

$$\therefore \text{বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{300V}{150\Omega} = 2A$$

R এর প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য V এবং সমান্তরাল শাখায় তড়িৎ প্রবাহ যথাক্রমে  $I_1$  ও  $I_2$  হলে,

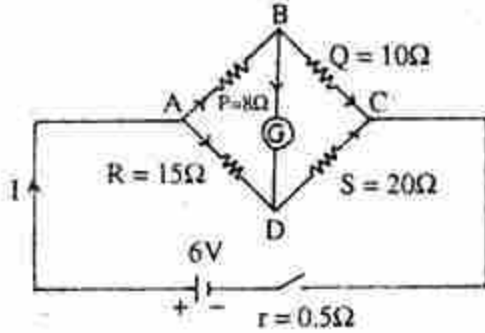
$$I_1 = \frac{R}{Q + G + R} I = \frac{300\Omega}{50\Omega + 100\Omega + 300\Omega} \times 2A = 1.333A$$

সুতরাং বর্তনীতে গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট = 1.333A (Ans.)

য R রোধ অপসারণ করলে বর্তনীর মোট রোধ দাঁড়ায়  $= P + Q + G = 50\Omega + 50\Omega + 50\Omega + 100\Omega = 200\Omega$

এক্ষেত্রে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট  $I = \frac{E}{P + Q + G} = \frac{300V}{200\Omega} = 1.5A$ , যা গ্যালভানোমিটারের সহনশীল তড়িৎপ্রবাহের সীমার মধ্যেই পড়ে। তারপরও গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহ কমাতে চাইলে এর সাথে সমান্তরালে নিম্ন বা মধ্যম মানের রোধ সংযুক্ত করাই যথেষ্ট।

প্রশ্ন ৩৬



[মহিউল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- তড়িৎ বিভব কাকে বলে? ১
- 'তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া-ব্যাখ্যা কর। ২
- গ্যালভানোমিটার উপেক্ষা করে বর্তনীর মূল প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩
- চিত্রের ব্রীজটি সাম্যবস্থায় আছে কি? না থাকলে S এর সাথে কত মানের রোধ কিভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যবস্থায় আসবে? ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎ বিভব হচ্ছে আহিত পরিবাহকের বৈদ্যুতিক অবস্থা যা নির্ধারণ করে অন্য আহিত পরিবাহকের সাথে তড়িৎগতভাবে সংযুক্ত করলে পরিবাহক আধান দেবে না নেবে। অথবা, তড়িৎক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে অসীম থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে আনতে কৃতকাজকে উক্ত বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

খ নিউক্লিয়াসের ভাঙনের ফলেই তেজস্ক্রিয়তার সৃষ্টি হয় এবং তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের মাধ্যমে এক মৌল অন্য মৌলে পরিণত হয়। তেজস্ক্রিয়তা একটি স্বতঃস্ফূর্ত ঘটনা। বাইরের কোনো প্রক্রিয়া যেমন— তাপ, চাপ, তড়িৎ বা চৌম্বকক্ষেত্র ইত্যাদি এ ঘটনাকে প্রভাবিত করতে পারে না। তেজস্ক্রিয়তায় নিউক্লিয়াসের বাইরের ইলেকট্রনের কোনো ভূমিকা নেই। সুতরাং তেজস্ক্রিয়তা সম্পূর্ণরূপে একটি নিউক্লীয় ঘটনা।

গ এখানে,  $P = 8\Omega$

$$Q = 10\Omega$$

$$R = 15\Omega$$

$$S = 20\Omega$$

অভ্যন্তরীণ রোধ,  $r = 0.5\Omega$

কোষের বিভব,  $E = 6V$

বর্তনীর প্রবাহ,  $I = ?$

গ্যালভানোমিটারটিকে উপেক্ষা করে,

P ও Q শ্রেণি সংযোগের তুল্যরোধ,

$$R_s = P + Q = 8 + 10 = 18\Omega$$

R ও S শ্রেণি সংযোগের তুল্যরোধ,  $R_s' = R + S = (15 + 20)\Omega = 35\Omega$

$R_s$  ও  $R_s'$  সমান্তরাল সংযোগের তুল্যরোধ  $R_p$  হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_s'}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{18} + \frac{1}{35}$$

$$\therefore R_p = 11.89\Omega$$

আমরা জানি,

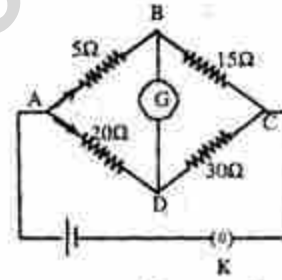
$$I = \frac{E}{R_p + r}$$

$$\text{বা, } I = \frac{6}{11.89 + 0.5}$$

$$\therefore I = 0.4843A \text{ (Ans.)}$$

ঘ ৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর :  $300\Omega$  রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

প্রশ্ন ৩৭



[আব্দুল কাদির মোম্বা সিটি কলেজ, নরসিংদী]

- শক্তি ব্যান্ড কী? ১
- বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে ভেজাল মেশানোর প্রয়োজনীয়তা কী? ২
- ৪র্থ বাহুর সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রিজটি সাম্যবস্থায় থাকবে? ৩
- উদ্দীপকের ৪টি রোধকে সমান্তরালে যুক্ত করে যদি তুল্য রোধ J পাওয়া যায় তবে তার মান রোধগুলোর সর্বনিম্ন মানের চেয়ে ছোট হবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একই পদার্থের কক্ষপথে আবর্তনরত ইলেকট্রনগুলোর শক্তির মান পরিপার্শ্বের পরমাণুগুলোর প্রভাবে কিছুটা পরিবর্তন হয়। ফলে ইলেকট্রনগুলোর শক্তি একটি নির্দিষ্ট মানে না থেকে একটি নির্দিষ্ট পাল্লা বা ব্যান্ড তৈরি করে। একে শক্তি ব্যান্ড বলে।

খ যে সব অর্ধপরিবাহীতে ইলেকট্রন ও হোলের সংখ্যা সমান থাকে সেগুলোকে বিশুদ্ধ বা সহজাত অর্ধপরিবাহী বলে। এসব অর্ধপরিবাহীতে কোনো ভেজাল থাকে না।

অর্ধপরিবাহী পদার্থের আর একটা বিশেষ ধর্ম হচ্ছে যে, যদি কোনো বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর সঙ্গে কোনো নির্দিষ্ট অপদ্রব্যের খুব সামান্য অংশ মেশানো হয় তাহলে এর রোধ অনেক গুণ কমে যায়। এ ধরনের মিশ্রণ পদ্ধতিকে বলা হয় ডোপিং। বিভিন্ন ডিভাইস বা যন্ত্রাংশ তৈরিতে অপদ্রব্য মিশ্রিত অর্ধপরিবাহী পদার্থ ব্যবহার করা হয়।

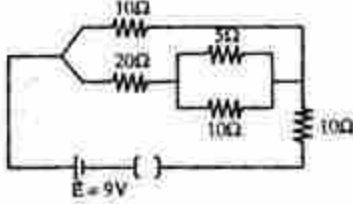
গ ৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $30\Omega$  রোধ শ্রেণিতে।

ঘ

এখন, P, Q, R, S কে সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য রোধ পাওয়া যায় J  
 $\therefore \frac{1}{J} = \frac{1}{P} + \frac{1}{Q} + \frac{1}{R} + \frac{1}{S}$   
 $= \frac{1}{5} + \frac{1}{35} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30}$   
 $= 3.21 \Omega$

বর্তনীর সবচেয়ে ছোট রোধ  $5\Omega$  কিন্তু তুল্যরোধ J এর মান 5 অপেক্ষাও ছোট।

প্রশ্ন ▶ ৩৮



[সরকারি হরগজা কলেজ, মুন্সিগঞ্জ]

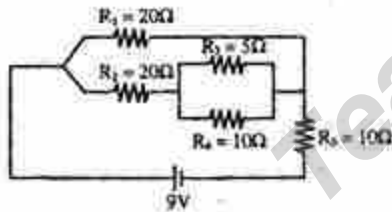
- আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১
- ম্যাঙ্গানিনের রোধের তাপমাত্রা সহগ  $3 \times 10^{-5} K^{-1}$  বলতে কী বোঝ? ২
- গ. বর্তনীর তুল্য রোধ কত? ৩
- ঘ. মূল প্রবাহের শতকরা কত অংশ  $5\Omega$  রোধের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ ম্যাঙ্গানিনের রোধের তাপমাত্রা সহগ  $3 \times 10^{-5} K^{-1}$  বলতে বোঝায় যে  $0^\circ C$  তাপমাত্রায়  $1\Omega$  রোধবিশিষ্ট ম্যাঙ্গানিনের তারের তাপমাত্রা  $1K$  বাড়ালে এর রোধ  $3 \times 10^{-5} \Omega$  বৃদ্ধি পায়।

গ



$R_3$  এবং  $R_4$  সমান্তরালে,

$$\frac{1}{R_{p1}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$= \frac{1}{5} + \frac{1}{10}$$

$$R_{p1} = \frac{10}{3} \Omega$$

$R_2$  এবং  $R_1$  শ্রেণীতে

$$R_{S1} = R_2 + R_{p1}$$

$$= 20 + \frac{10}{3}$$

$$= \frac{70}{3}$$

$R_1$  এবং  $R_{S1}$  সমান্তরালে,

$$\frac{1}{R_{p2}} = \frac{1}{R_{S1}} + \frac{1}{R_1}$$

$$= \frac{1}{\frac{70}{3}} + \frac{1}{10}$$

$$R_{p2} = 7\Omega$$

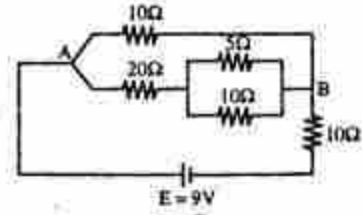
এখন,  $R_{p2}$  এবং  $R_5$  শ্রেণীতে

$$\therefore \text{তুল্যরোধ, } R_{eq} = R_{p2} + R_5$$

$$= 7 + 10$$

$$\therefore R_{eq} = 17\Omega \text{ (Ans.)}$$

ঘ



'গ' হতে পাই, A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী তুল্যরোধ,

$$R_{p2} = 7\Omega$$

বর্তনীর মোট প্রবাহ,

$$I = \frac{E}{R_{eq}}$$

এখানে,  $E = 9V$

এবং  $R_{eq} = 17\Omega$  ('গ' হতে)

$$\therefore I = \frac{9}{17}$$

$$= 0.529A$$

A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য,  $V_{AB}$

$$V_{AB} = I \times R_{p2}$$

$$= 0.529 \times 7$$

$$= 3.703$$

এখন,  $R_{s1}$  এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ,

$$I_{R_{s1}} = \frac{V_{AB}}{R_{s1}}$$

$$= \frac{3.703}{\frac{70}{3}} \left[ \text{'গ' হতে পাই, } R_{s1} = \frac{70}{3} \Omega \right]$$

$$= 0.159A$$

'Current Divider Rule' হতে পাই,

$R_3 = 5\Omega$  রোধের মধ্যে দিয়ে প্রবাহ,

$$I_{R3} = \frac{10}{10 + 5} \times 0.159A$$

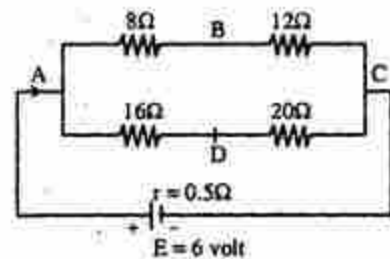
$$= 0.106A$$

$$\text{মোট প্রবাহের অংশ } \frac{I_{R3}}{I} = \frac{0.106}{0.529} \times 100\%$$

$$= 20.0378\%$$

অতএব, মূল প্রবাহের 20.0378%,  $5\Omega$  রোধের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৯



[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, মোমেনশাহী]

- কির্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত করো। ১
- তড়িৎ প্রবাহের ফলে তড়িৎ বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয় কেন? ২
- উদ্দীপকে মূল তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকে B ও D বিন্দুর সাথে একটি গ্যালভানোমিটার নগণ্য রোধ তার দ্বারা যুক্ত করলে কোন দিকে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হবে তা গাণিতিকভাবে নির্ণয় করো। ৪

### ৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কার্শফের ২য় সূত্রটি হলো— কোনো বন্ধ বর্তনীর অন্তর্গত মোট তড়িচ্চালক শক্তি ঐ বর্তনীর বিভিন্ন শাখাগুলোর রোধ এবং তাদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত সংশ্লিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার গুণফলের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান।

**খ** তড়িৎ পরিবাহকে বেশ কিছু সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্যদিয়ে পরিবাহকের নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয় এবং পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়। এজন্য তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

**গ** ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 0.45A

**ঘ** ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: B থেকে D এর দিকে।

**প্রশ্ন ৮০** আলম সাহেবের বাড়িতে 220V এর বৈদ্যুতিক লাইন আছে। তার বাড়িতে 100W -এর 3টি বাল্ব, 25W -এর 3টি পাখা, 500W -এর 1 টি ইটর ও 2HP -এর একটি পাম্প আছে। বৈদ্যুতিক যন্ত্রগুলো দৈনিক গড়ে 3 ঘন্টা করে চলে। প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য 6.00 টাকা। মেইন মিটার গায়ে লেখা আছে (2° 0A)

(গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ)

- ক. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে ফ্যারাডের ২য় সূত্র বিবৃত করো। ১  
খ. পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক 5H বলতে কী বুঝায়? ২  
গ. আলম সাহেব মাসিক বিদ্যুৎ বিল কত প্রদান করেন? ৩  
ঘ. আলম সাহেব সবগুলো যন্ত্র একসাথে সুইচ দেয়ায় মিটারটিতে আগুন ধরে যায়। কেনো ব্যাখ্যা করো। ৪

### ৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বন্ধ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক।

**খ** পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক 5 হেনরি— এর অর্থ দুটি কুণ্ডলীর একটির মধ্য দিয়ে 1 As<sup>-1</sup> হারে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটলে যদি গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি 5V হয়, তবে কুণ্ডলীদ্বয়ের পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক হবে 5 হেনরি।

**গ** বাড়ির বৈদ্যুতিক যন্ত্রসমূহের মোট ক্ষমতা,  
P = 100 × 3 + 0.25 × 220 × 3 + 500 × 1 + 2 × 746  
[পাখার জন্য P = VI ব্যবহার করে]  
= 2458 W

∴ দৈনিক মোট ব্যয়িত শক্তি = 2457 W × 3h  
= 2.457 kW × 3h  
= 7.371 kWh  
= 7.371 unit

∴ মোট মাসিক খরচ = 7.371 × 6 × 30  
= 1326.78 টাকা (Ans.)

**ঘ** (গ) হতে পাই, বাড়িতে সবগুলো যন্ত্র এক সাথে সুইচ দিলে মোট ক্ষমতা = 2457 W

কিন্তু, মেইন মিটারের সর্বোচ্চ ক্ষমতা = 220 × 10  
= 2200 W

ফলে, সবগুলো যন্ত্র একসাথে সুইচ দেয়ায় মেইন মিটারে আগুন ধরে যায়।

**প্রশ্ন ৮১** মাহমুদ 200Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার ক্রয় করল যার সাহায্যে সে 0.1A পর্যন্ত তড়িৎ প্রবাহ নিরাপদে মাপতে পারে। কিন্তু উক্ত গ্যালভানোমিটারের সাহায্যে মাহমুদ 20A তড়িৎ প্রবাহ মাপতে

চায়। মাহমুদের বন্ধু জিসান তাকে বলল সে যদি উক্ত গ্যালভানোমিটারের সাথে 1Ω রোধের একটি সার্ট ব্যবহার করে তবে 20A তড়িৎ প্রবাহ মাপতে পারবে।

(নিউর ডেম কলেজ, ময়মনসিংহ)

- ক. এন্ট্রপির মাত্রা লিখো। ১  
খ. কোন গ্যাসের ক্ষেত্রে C<sub>v</sub> এর মান 15JK<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup> বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. উদ্দীপকের সার্টের গুণক কত? ৩  
ঘ. উদ্দীপকের জিসানের কথা সত্য কি-না তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

### ৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** [এন্ট্রপি] = ML<sup>2</sup>T<sup>-2</sup>Θ<sup>-1</sup>

**খ** কোনো গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে ঐ গ্যাসের এক মোলের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে তাপ দরকার তাকে স্থির আয়তনে ঐ গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ (C<sub>v</sub>) বলে। স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ বা C<sub>v</sub> এর মান 15 Jmol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup> বলতে বোঝায়, সংশ্লিষ্ট গ্যাসের 1 মোল পরিমাণের আয়তন যখন স্থির থাকে, তখন এতে 15J তাপ প্রদান করলে এর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি পায়।

**গ** জানা আছে,

$$\text{সার্টের গুণক, } n - 1 = \frac{G}{S} = \frac{200}{1} = 200 \text{ (Ans.)}$$

এখানে,  
গ্যালভানোমিটারের রোধ,  
G = 200Ω  
সার্টের রোধ, S = 1Ω  
গুণক, (n - 1) = ?

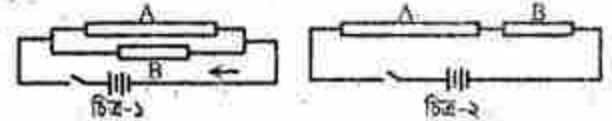
**ঘ** জানা আছে,

$$\text{সার্টের রোধ, } S = \frac{G}{n - 1} = \frac{200}{200 - 1} = 1.005 \approx 1$$

এখানে,  
গ্যালভানোমিটারের রোধ,  
G = 200Ω  
প্রবাহ বাড়তে হবে,  $n = \frac{20}{0.1} = 200$  গুণ

অতএব, জিসানের কথা ঠিক ছিল।

**প্রশ্ন ৮২** চিত্রটি লক্ষ করো এবং নিচের প্রশ্নগুলির উত্তর দাও।



A তারের দৈর্ঘ্য B তারের দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ কিন্তু উপাদান ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল একই। উভয় বর্তনীতে একটি তড়িচ্চালক বলের ব্যাটারি ব্যবহার করা হয়।

(মকবুলার রহমান সরকারি কলেজ, গুপ্তপড়া)

- ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১  
খ. এলুমিনিয়ামের রোধের তাপমাত্রার সহগ  $3.8 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$  বলতে কী বুঝায়? ২  
গ. ১ ও ২ নং বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের তুলনা করো। ৩  
ঘ. তড়িৎ প্রবাহকালে ১ ও ২ নং বর্তনীর কোন রোধটি বেশি উত্তপ্ত হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

**খ** অ্যালুমিনিয়ামের রোধের তাপমাত্রা সহগ  $3.8 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$  বলতে বুঝায়, 0°C তাপমাত্রায় বিদ্যমান অ্যালুমিনিয়ামের 1Ω রোধের একটি খন্ডের তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করলে এর রোধ  $3.9 \times 10^{-3} \Omega$  পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।



প ধরা যাক A, B উভয় তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ও আপেক্ষিক রোধ যথাক্রমে A ও  $\rho$  এবং B তারের দৈর্ঘ্য = L

$\therefore$  A তারের দৈর্ঘ্য =  $2L$

$\therefore$  A তারের রোধ,  $R_A = \frac{\rho 2L}{A}$

এবং B তারের রোধ,  $R_B = \frac{\rho L}{A}$

$$\therefore \frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{\rho 2L}{A}}{\frac{\rho L}{A}} = 2$$

বা,  $R_A = 2R_B$

$$\therefore 1 \text{ নং বর্তনীর তুল্যরোধ, } R_1 = \left( \frac{1}{2R_B} + \frac{1}{R_B} \right)^{-1}$$

$$= \left( \frac{3}{2R_B} \right)^{-1}$$

$$= \frac{2R_B}{3}$$

এবং ২নং বর্তনীর তুল্য রোধ,  $R_2 = 2R_B + R_B = 3R_B$

উভয় বর্তনীতে যদি E তড়িচ্চালক কোষ ব্যবহার করা হয় তবে ১ নং

বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ,  $I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{3E}{2R_B}$

এবং ২নং বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ,  $I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{E}{3R_B}$

$$\therefore \frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{E}{3R_B}}{\frac{3E}{2R_B}} = \frac{2}{9}$$

বা,  $I_2 : I_1 = 2 : 9$

$\therefore I_1 : I_2 = 9 : 2$  (Ans.)

ঘ 'গ' হতে পাই,

$$R_A = 2R_B$$

১ নং বর্তনীতে মূল প্রবাহ  $I_1$  দুই ভাগে বিভক্ত হবে। A তারের মধ্য দিয়ে  $I_{A1}$  প্রবাহ এবং B তারের মধ্য দিয়ে  $I_{B1}$  প্রবাহ পরিচালিত হবে—

$$I_1 = I_{A1} + I_{B1}$$

$$\text{আবার, } I_{A1} R_A = I_{B1} R_B = V \text{ [ চিত্রানুসারে]}$$

$$\text{বা, } I_{A1} = I_{B1} \frac{R_B}{R_A} = I_{B1} \frac{R_B}{2R_B} = \frac{I_{B1}}{2}$$

$$\text{বা, } I_{B1} = 2I_{A1}$$

আবার, ২নং বর্তনীতে A ও B উভয় তারের মধ্য দিয়ে  $I_2$  প্রবাহ প্রবাহিত হয়।

১নং বর্তনীর ক্ষেত্রে, A তারে উৎপন্ন তাপ ও B তারে উৎপন্ন তাপ

যথাক্রমে  $H_{A1}$  ও  $H_{B1}$  হলে—

$$H_{A1} = I_{A1}^2 R_{At} = I_{A1}^2 2R_{Bt}$$

$$\text{এবং } H_{B1} = I_{B1}^2 R_{Bt} = 4I_{A1}^2 R_{Bt}$$

$$\therefore \frac{H_{B1}}{H_{A1}} = \frac{4I_{A1}^2 R_{Bt}}{2I_{A1}^2 R_{Bt}} = 2$$

$$\text{বা, } H_{B1} = 2H_{A1}$$

$$\therefore H_{B1} > H_{A1}$$

২নং বর্তনীর ক্ষেত্রে, A ও B তারে উৎপন্ন তাপ যথাক্রমে  $H_{A2}$  এবং  $H_{B2}$  হলে—

$$H_{A2} = I_{A2}^2 R_{At} = I_2^2 2R_{Bt}$$

$$\text{এবং } H_{B2} = I_{B2}^2 R_{Bt} = I_2^2 R_{Bt}$$

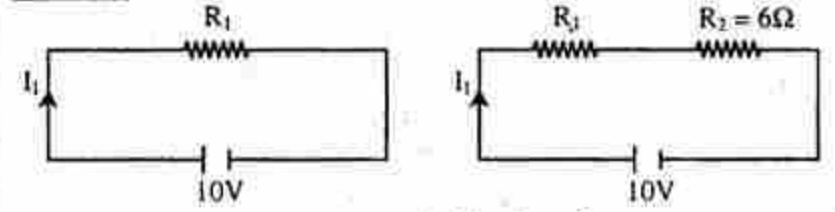
$$\therefore \frac{H_{A2}}{H_{B2}} = \frac{2I_2^2 R_{Bt}}{I_2^2 R_{Bt}} = 2$$

$$\text{বা, } H_{A2} = 2H_{B2}$$

$$\therefore H_{A2} > H_{B2}$$

সুতরাং ১ নং বর্তনীতে B তারে এবং ২নং বর্তনীতে A তারে অধিক তাপ উৎপন্ন হবে।

প্রশ্ন ৪৩ নিচের চিত্র দুটি পর্যবেক্ষণ করে এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর]

ক. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্রটি বিবৃত করো। ১

খ. অর্ধপরিবাহী কখন অন্তরকের মতো আচরণ করে এবং কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ.  $I_1$  ও  $I_2$  এর অনুপাত ৫ : ৩ হলে  $R_1$  এর মান কত? ৩

ঘ. ২য় বর্তনীতে আরোও কত রোধ কিভাবে সংযুক্ত করলে  $I_1$  এর অর্ধেক প্রবাহ প্রবাহিত হবে? ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মুহূর্তে তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙন বা অবক্ষয়ের হার ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সমানুপাতিক।

খ অর্ধপরিবাহী নিম্ন তাপমাত্রায় অন্তরকের মতো আচরণ করে। নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধপরিবাহীর কেল্লাসে কোন মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না। সমস্ত ইলেকট্রনই যোজন ব্যান্ডে অবস্থান করে এবং নিষিদ্ধ শক্তি ব্যান্ড বৃদ্ধি পায়। তাই নিম্ন তাপমাত্রায় অর্ধ-পরিবাহী অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে।

প ১ম চিত্র হতে পাই,

$$I_1 = \frac{10 \text{ V}}{R_1}$$

২য় চিত্র হতে পাই,

$$I_2 = \frac{10 \text{ V}}{R_1 + R_2}$$

$$\text{বা, } I_2 = \frac{10 \text{ V}}{R_1 + 6\Omega}$$

$$\text{এখন, } \frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{10}{R_1}}{\frac{10}{R_1 + 6}}$$

$$\text{বা, } \frac{5}{3} = \frac{R_1 + 6}{R_1}$$

$$\text{বা, } 5R_1 = 3R_1 + 18$$

$$\text{বা, } 2R_1 = 18$$

$$\text{বা, } R_1 = 9$$

$$\therefore R_1 = 9\Omega \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$E_1 = E_2 = 10 \text{ V}$$

$$R_1 = 9\Omega \text{ ('গ' অংশ হতে)}$$

$$R_2 = 6\Omega$$

$$\therefore I_1 = \frac{E_1}{R_1}$$

মনে করি,  $R_3$  মানের রোধ শ্রেণিতে সংযুক্ত করতে হবে।

$$\therefore I_2' = \frac{E_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } I_2' = \frac{1}{2} I_1$$

$$\text{বা, } \frac{E_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{1}{2} \frac{E_1}{R_1}$$

$$\text{বা, } R_1 + R_2 + R_3 = 2R_1, [\because E_1 = E_2 = 10 \text{ V}]$$

$$\text{বা, } R_3 = R_1 - R_2$$

$$= (9 - 6)\Omega = 3\Omega$$

অতএব, দ্বিতীয় বর্তনীতে আরও  $3\Omega$  রোধ শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে প্রবাহ প্রথম বর্তনীর প্রবাহের অর্ধেক হবে।

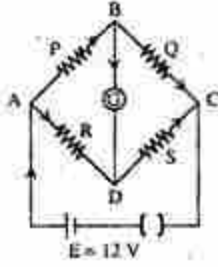
$$\text{এখানে,}$$

$$E_1 = 10 \text{ V}$$

$$E_2 = 10 \text{ V}$$

$$R_2 = 6\Omega$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{5}{3}$$



$$\begin{aligned} P &= 18 \Omega \\ Q &= 15 \Omega \\ R &= 12 \Omega \\ S &= 20 \Omega \end{aligned}$$

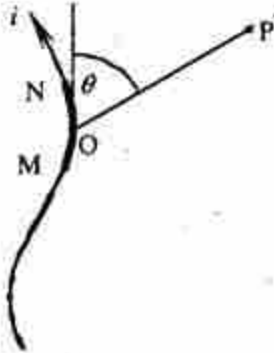
হিসাবাদানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা

- ক. তড়িৎ দ্বিমেরু কাকে বলে? ১  
খ. বায়োমিটার স্যাম্পলের সূত্রটি ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. ১ম বাতুতে কত রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় থাকবে? ৩  
ঘ. যদি G এর দুই প্রান্তের বিভব সমান হয় তাহলে ABC পথে এবং ADC পথে তড়িৎ প্রবাহ সমান হবে কিনা? যাচাই কর। ৪

#### ৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** দুটি বিপরীতধর্মী কিন্তু সমমানের আধান খুব কাছাকাছি অবস্থান করলে এদেরকে একত্রে তড়িৎ দ্বিমেরু বলে।

**খ** নির্দিষ্ট মাধ্যমে কোনো পরিবাহীর ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের ভিতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর আশ-পাশের কোনো বিন্দুতে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের মান পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক, পরিবাহীর মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িৎের সমানুপাতিক, পরিবাহীর মধ্যবিন্দু ও ঐ বিন্দুর সংযোজক সরলরেখা পরিবাহীর মধ্যবিন্দুতে স্পর্শকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তার sine এর সমানুপাতিক এবং পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।



ব্যাখ্যা : মনে করি, পরিবাহীর একটি ক্ষুদ্র অংশ MN এর দৈর্ঘ্য  $dl$  এবং এর মধ্যদিয়ে  $i$  তড়িৎ প্রবাহ চলছে। MN এর মধ্যবিন্দু O। O বিন্দুতে পরিবাহীর স্পর্শকের সাথে  $\theta$  কোণে O হতে  $r$  দূরত্বে P বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান  $dB$  হলে বিয়ো-স্যাভার সূত্রানুসারে,

$$dB \propto \frac{idl \sin \theta}{r^2}$$

$$\text{বা, } dB = K \frac{idl \sin \theta}{r^2}$$

এখানে  $K$  একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান রাশিগুলোর একক ও মাধ্যমের চৌম্বক ধর্মের ওপর নির্ভর করে। এস, আই পদ্ধতিতে শূন্য মাধ্যমে  $K$  এর মান পাওয়া যায়  $10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$ । শূন্য মাধ্যমে  $K = 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$  -কে লেখা হয়-

$$K = \frac{\mu_0}{4\pi}$$

এখানে  $\mu_0$  হচ্ছে শূন্য মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতা। এর মান  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$

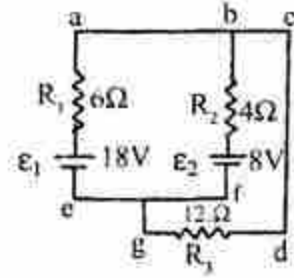
**গ** ৫ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর :  $18 \Omega$ , সমান্তরালে।

**ঘ** ৫ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর :  $i_{ABC} = 0.5 \text{ A}$ ,

$i_{ADC} = 0.375 \text{ A}$



উপরের বর্তনীতে দুটি তড়িৎ কোষের সাথে তিনটি ভিন্ন মানের রোধক সংযুক্ত করে প্রত্যেক রোধকের মধ্যে প্রবাহমাত্রা ও বিভিন্ন বিন্দুসমূহের মধ্যে বিভব পার্থক্য নির্ণয় করা হলো।

নিচের ক্ষমতাসমূহের সরকারি কলেজ, নারসাম, কুমিল্লা

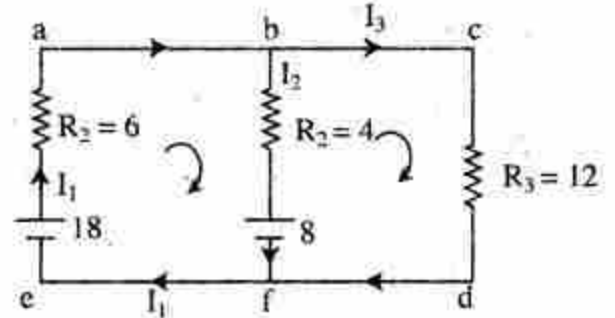
- ক. কার্শফের প্রথম সূত্রটি বিবৃত কর। ১  
খ. কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র কী ধারণা দেয়? ২  
গ. প্রত্যেকটি রোধকের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা কেমন ছিল? ৩  
ঘ. a ও c, b ও f এবং g ও d বিন্দুসমূহের মধ্যে বিভব পার্থক্য কেমন ছিল এবং প্রাপ্ত ফলাফল কী ধারণা দেয় সে সম্পর্কে তোমার যুক্তিসঙ্গত মতামত ব্যক্ত কর। ৪

#### ৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তড়িৎ বর্তনীর কোন সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক সমষ্টি শূন্য হয়।

**খ** কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র হলো- কোনো বন্ধ বর্তনীতে সকল উপাদানের মোট বিভব পার্থক্য 0। আবার, দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য হলো এক বিন্দু হতে অন্য বিন্দুতে একটি একক চার্জকে নিয়ে যেতে কৃতকাজ। অর্থাৎ, কার্শফের দ্বিতীয় সূত্রের মূল কথা হলো একটি বন্ধ বর্তনীর এক বিন্দু হতে একটি চার্জকে পুরো বর্তনী ঘুরিয়ে আবার সেই বিন্দুতে নিয়ে আসতে অর্থাৎ চার্জটির মোট সরণ শূন্য হলে কৃতকাজও শূন্য হবে। এটি মূলত শক্তির নিত্যতা সূত্রই। তাই কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র শক্তির নিত্যতা সূত্রের ধারণা দেয়।

**গ** প্রদত্ত বর্তনী:



b বিন্দুতে কার্শফের সূত্র

b বিন্দুতে কার্শফের সূত্র ব্যবহার করে,

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0 \dots\dots\dots (i)$$

abfe বর্তনীতে দ্বিতীয় সূত্র ব্যবহার করে,

$$-18 + 6I_1 + 4I_2 + 8 = 0$$

$$\therefore 6I_1 + 4I_2 = 10 \dots\dots\dots (ii)$$

bedf বর্তনীতে,

$$12I_3 - 8 - 4I_2 = 0$$

$$\therefore -4I_2 + 12I_3 = 8 \dots\dots\dots (iii)$$

(i), (ii) ও (iii) সমাধান করে,

$$I_1 = 1.33 \text{ A}$$

$$I_2 = 0.5 \text{ A}$$

$$I_3 = 0.833 \text{ A}$$

**ঘ** a ও c এর মধ্যে বিভব পার্থক্য

$$V_c - V_a = V_{ac} = -18 + 6 \times I_1$$

$$= -18 + 6 \times 1.33$$

$$= -10 \text{ V. (Ans)}$$

অনুরূপভাবে,  $V_{bf} = -8 - 4 \times 0.5$

$$= -10 \text{ V (Ans)}$$

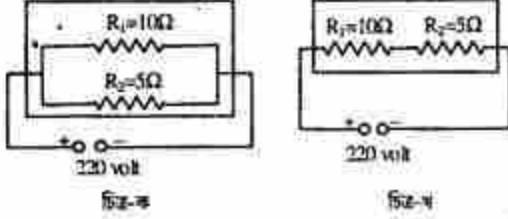
$$V_{cd} = -12 \times 0.833$$

$$= -10V \text{ (Ans)}$$

$$\therefore V_{ac} = V_{bf} = V_{cd}$$

প্রাপ্ত ফলাফল থেকে দেখা যায় যে a, b ও c বিন্দুর সাথে যথাক্রমে e, f ও d বিন্দুর বিভব পার্থক্য সমান এবং এটিই আশানুরূপ (expected) কেননা a, b ও c এর মধ্যে কোনো রোধ না থাকায় কোনো ভোল্টেজ ড্রপ হয় না এবং a, b ও c বিন্দু মূলত একই বিন্দুর ন্যায় কাজ করে। অনুরূপভাবে, d, e ও f বিন্দুও একই বিন্দুর ন্যায় কাজ করে। ফলে তাদের মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্য সমান থাকে।

#### প্রশ্ন ৪৬



(বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম)

- হিস্টেরেসিস কী? ১
- চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত তড়িৎবাহী কুণ্ডলীতে ঘূর্ণন সৃষ্টির কারণ কী ব্যাখ্যা দাও। ২
- ক বর্তনী অনুসারে কির্শফের সূত্র প্রয়োগ করে  $R_1$  রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহ নির্ণয় করো। ৩
- ক বর্তনী ও খ বর্তনীর ব্রহ্মকৃত অংশকে 1kg পানির মধ্যে ডুবিয়ে প্রবাহ চালনা করা হলে ঐ পানির তাপমাত্রা 3.5 K বৃদ্ধি করা সম্ভব কিনা উদ্দীপকের আলোকে যাচাই করো। ৪

#### ৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক চৌম্বক পদার্থের বিচুম্বকিত হতে অনীহা বা শৈথিল্য প্রদর্শন করাকে হিস্টেরেসিস বলে।

খ চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপিত কোনো তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর উপর টর্ক উৎপন্ন হয়। এখানে কুণ্ডলীর দুটি বাহুতে প্রবাহের অভিমুখ বিপরীত দিকে। প্রবাহের অভিমুখ বিপরীত দিকে হওয়ায় বাহু দুটির ওপর ক্রিয়াশীল বলের দিকও বিপরীতমুখী হয়। সুতরাং কুণ্ডলীর দুই বাহুর উপর দুটি সমান, সমান্তরাল ও বিপরীতমুখী বল ক্রিয়া করে। কিন্তু এদের ক্রিয়ামুখ একই সরলরেখায় না হওয়ায় এরা একটি ঘূর্ণনের সৃষ্টি করে। ফলে কুণ্ডলীর উপর টর্ক ক্রিয়া করে।

গ 'ক' চিত্র অনুসারে,

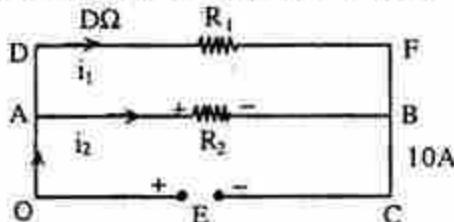
$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 5\Omega$$

বর্তনীর তড়িচ্চালক শক্তি,  $E = 220V$

বের করতে হবে,  $R_1$  রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহ,  $i_1 = ?$

উদ্দীপকের বর্তনীটিকে নিচের মত করে সজানো যায়।



এখন, OABC লুপে কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$-E + V = 0$$

$$\text{বা, } -220 + i_2 R_2 = 0$$

$$\text{বা, } i_2 = \frac{220}{R_2} = \frac{220}{5} = 44A$$

আবার, ADFB লুপে কার্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$i_1 R_1 - i_2 R_2 = 0$$

$$\text{বা, } i_1 = \frac{i_2 R_2}{R_1} = \frac{44 \times 5}{10} = 22A$$

সুতরাং  $R_1$  রোধের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় 22A (Ans.)

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 5\Omega$$

$$E = 220V$$

পানির ভর,  $m = 1 \text{ kg}$

এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি,  $\Delta\theta = 3.5 \text{ K}$

$$\text{ক বর্তনীর ক্ষেত্রে তুল্য রোধ, } R = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1}$$

$$= \left( \frac{1}{10} + \frac{1}{5} \right)^{-1}$$

$$= \frac{10}{3} \Omega$$

খ বর্তনীর ক্ষেত্রে তুল্য রোধ,  $R' = R_1 + R_2 = 10 + 5 = 15 \Omega$

ধরা যাক, ক বর্তনী কর্তৃক সরবরাহকৃত তড়িৎ ক্ষমতা P

এবং খ বর্তনী কর্তৃক সরবরাহকৃত তড়িৎ ক্ষমতা P'

$$\therefore P = \frac{E^2}{R} = \frac{220^2}{10/3} = 14520 \text{ W}$$

$$\text{এবং } P' = \frac{E^2}{R'} = \frac{220^2}{15} = 3226.67 \text{ W}$$

আবার, 1kg পানির তাপমাত্রা 3.5 K বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ,

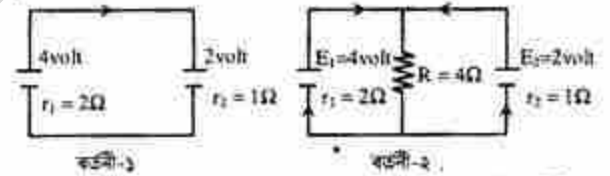
$$Q = ms\Delta\theta = 1 \times 4200 \times 3.5 = 14700 \text{ J}$$

$$\therefore \text{ক বর্তনী কর্তৃক প্রয়োজনীয় সময়, } t = \frac{Q}{P} = \frac{14700}{14520} = 1.012 \text{ sec}$$

$$\text{এবং খ বর্তনী কর্তৃক প্রয়োজনীয় সময়, } t = \frac{Q}{P'} = \frac{14700}{3226.67} = 4.56 \text{ sec}$$

সুতরাং ক ও খ বর্তনী দ্বারা 1kg পানির তাপমাত্রা 3.5 K বৃদ্ধি করা সম্ভব। সমান্তরাল সংযোগে দ্রুত 3.5K তাপমাত্রা অর্জিত হবে।

#### প্রশ্ন ৪৭



বর্তনী-১

বর্তনী-২

(বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম)

- সান্ট কী? ১
- অ্যামিটার ও গ্যালভানোমিটারের মধ্যে পার্থক্য কোথায়— ব্যাখ্যা করো। ২
- বর্তনী-১ এ প্রবাহ মাত্রা বের করো। ৩
- বর্তনী-১ ও বর্তনী-২ এ প্রবাহমাত্রা I এর মান একই হবে কিনা উদ্দীপকের আলোকে যাচাই করো। ৪

#### ৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অধিক পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহের দ্বারা যাতে গ্যালভানোমিটার নষ্ট হতে না পারে সেজন্য গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে যে স্বল্পমানের রোধ সংযুক্ত করা হয় তা হলো সান্ট।

খ অ্যামিটার একটি স্বল্প রোধের সান্টযুক্ত অ্যাম্পিয়ার দাগারিত গ্যালভানোমিটার। গ্যালভানোমিটারের সাহায্যে বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহের উপস্থিতি এবং পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। কিন্তু অ্যামিটারের সাহায্যে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ সরাসরি অ্যাম্পিয়ার এককে পরিমাপ করা যায়। গ্যালভানোমিটারের সাথে ক্ষুদ্রমানের একটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করে অ্যামিটার তৈরি করা হয়। উক্ত সান্ট অ্যামিটারকে নষ্ট হওয়ার হাত থেকে রক্ষা করে, কিন্তু বর্তনীর তুল্য রোধের তেমন কোনো পরিবর্তন সাধন করে না।

গ দেওয়া আছে,

$$E_1 = 4 \text{ volt}$$

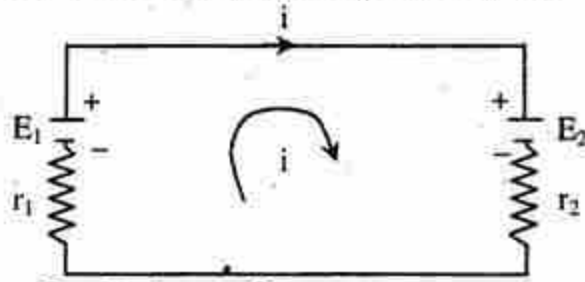
$$r_1 = 2\Omega$$

$$E_2 = 2 \text{ Volt}$$

$$r_2 = 1 \Omega$$



উদীপকের ১নং চিত্রটিকে নিম্নরূপে দেখানো যায় —



বর্তনীতে কিশকের দ্বিতীয় সূত্র চালনা করে পাই,

$$-E_1 + E_2 + i(r_1 + r_2) = 0$$

$$\text{বা, } -4 + 2 + i(2 + 1) = 0$$

$$\text{বা, } 3i = 2$$

$$\therefore i = \frac{2}{3} \text{ A}$$

$$\therefore \text{১নং বর্তনীতে প্রবাহ } \frac{2}{3} \text{ A (Ans.)}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

$$\text{১ নং বর্তনীর প্রবাহ, } I = \frac{2}{3} \text{ A}$$

দেওয়া আছে,

$$E_1 = 4 \text{ Volt}$$

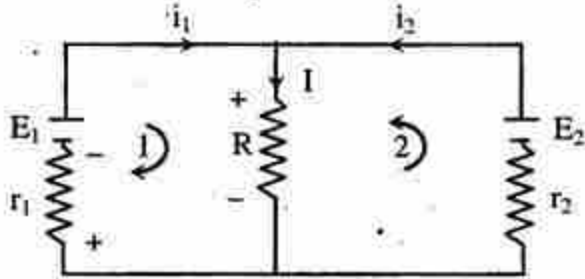
$$r_1 = 2\Omega$$

$$E_2 = 2 \text{ Volt}$$

$$r_2 = 1\Omega$$

$$R = 4\Omega$$

২নং বর্তনীটিকে নিম্নরূপ দেখানো যায় —



উক্ত বর্তনীতে উভয় লুপে কার্শকের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$-E + R I + r_1 I_1 = 0 \quad [R \text{ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ, } I = I_1 + I_2]$$

$$\text{বা, } -4 + 4(I_1 + I_2) + 2I_1 = 0$$

$$\text{বা, } -4 + 6i_1 + 4i_2 = 0$$

$$\text{বা, } 3i_1 + 2i_2 = 2 \dots\dots\dots (i)$$

$$\text{এবং } -E + R(I_1 + I_2) + r_2 \times I_2 = 0$$

$$\text{বা, } -2 + 4(I_1 + I_2) + I_2 \times 1 = 0$$

$$\text{বা, } -2 + 5i_2 + 4i_1 = 0$$

$$\text{বা, } 4i_1 + 5i_2 = 2 \dots\dots\dots (ii)$$

(i) ও (ii) নং সমীকরণ সমাধান করে পাই,

$$i_1 = \frac{6}{7} \text{ A}$$

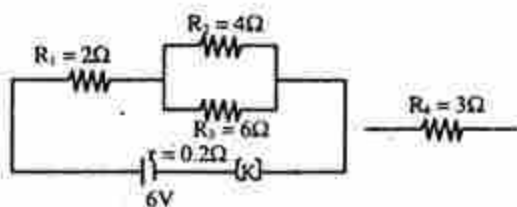
$$i_2 = -\frac{2}{7} \text{ A}$$

$$\therefore \text{মোট প্রবাহ বা } R \text{ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ, } I = i_1 + i_2 = \frac{6}{7} - \frac{2}{7} = \frac{4}{7}$$

লক্ষ করি, ১ নং বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ,  $\neq$  ২নং বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ,  $I$ ।

অতএব দুই বর্তনীতে প্রবাহ ভিন্ন হবে।

প্রশ্ন ৮৮



[সিলেট সরকারি কলেজ, সিলেট]

ক. বিদ্যুৎ শক্তি কী? ১

খ. চার্জিত গোলকের পৃষ্ঠ সমবিভব তল- ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বর্তনীর  $R_2$  রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহ মাত্রা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদীপকে  $R_4$  রোধটি বর্তনীর কোন রোধের সাথে সমান্তরালে যুক্ত করলে প্রবাহমাত্রা বেশি পাওয়া যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎ চার্জের গতির কারণে যে শক্তির উদ্ভব ঘটে তাকে বিদ্যুৎ শক্তি বলে।

খ কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যে যে তলের প্রত্যেকটি বিন্দুর তড়িৎ বিভব সমান তাকে সমবিভব তল বলে। আমরা জানি, কোনো গোলকের উপর চার্জ প্রদান করলে তা গোলকের পৃষ্ঠ তলে সমভাবে ছড়িয়ে পড়ে। গোলকের কেন্দ্রে থেকে এর পৃষ্ঠের সকল বিন্দুর দূরত্ব সমান এবং চার্জ সমভাবে বন্টিত থাকায় এর পৃষ্ঠের প্রতিটি বিন্দুতে বিভব সমান। সুতরাং গোলকের পৃষ্ঠের যেকোনো দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য শূন্য। তাই গোলাকার পরিবাহীর পৃষ্ঠ সমবিভব তল।

গ তড়িৎ বর্তনীটিতে  $R_2$  ও  $R_3$  সমান্তরালে ও এদের তুল্যরোধ  $R_p$  এর সাথে শ্রেণিতে যুক্ত,

$R_2$  ও  $R_3$  এর তুল্যরোধ,  $R_p$  হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6}$$

$$= \frac{5}{12}$$

এখানে,

রোধ,  $R_2 = 4\Omega$

রোধ,  $R_3 = 6\Omega$

$$\therefore R_p = \frac{12}{5} = 2.4 \Omega$$

আবার,  $R_1$  ও  $R_p$  এর তুল্যরোধ,  $R_{eq}$  হলে,

$$R_{eq} = R_1 + R_p$$

$$= 2\Omega + 2.4$$

$$= 4.4\Omega$$

এখানে,

রোধ,  $R_1 = 2\Omega$

তড়িৎ বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ  $I$  হলে,

$$I = \frac{E}{R_{eq} + r}$$

$$= \frac{6}{4.4 + 0.2}$$

$$= 1.3 \text{ A}$$

এখানে,

বর্তনীর তুল্যরোধ,  $R_{eq} = 4.4\Omega$

কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ,  $r = 0.2 \Omega$

কোষের তড়িচ্চালক শক্তি,  $E = 6V$

এখন,  $R_2$  রোধে তড়িৎ প্রবাহ  $I_2$  হলে,

$$I_2 = \frac{R_1}{R_2 + R_3} \times I$$

$$= \frac{6}{4 + 6} \times 1.3$$

$$= 0.78 \text{ A (Ans.)}$$

ঘ উদীপকের  $R_4$  রোধকে  $R_1$  কিংবা  $R_2$  ও  $R_3$  এর সমান্তরালে যুক্ত করা যাবে।

ফলে  $R_1$  অথবা  $(R_2 \text{ ও } R_3)$  এর সমান্তরালে যুক্ত করে যেক্ষেত্রে বর্তনীর তুল্যরোধ কম সেক্ষেত্রে বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ বেশি হবে; কারণ,  $I \propto \frac{1}{R_{eq}}$ , যখন তড়িচ্চালক শক্তি ধ্রুবক।

এখন,  $R_1$  এর সমান্তরালে যুক্ত করলে  $R_1$  ও  $R_2$  এর তুল্য রোধ  $R_{p1}$  হলে,

$$\frac{1}{R_{p1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

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

$$= \frac{5}{6}$$

$$\therefore R_{p1} = \frac{6}{5} = 1.2 \Omega$$

'গ' হতে,  $R_2$  ও  $R_3$  এর তুল্যরোধ,  $R_{p_2} = 4.4 \Omega$

$\therefore$  বর্তনীতে অভ্যন্তরীণ রোধ ব্যতীত তুল্যরোধ,

$$R_{eq_1} = R_{p_1} + R_{p_2} = 1.2 + 4.4 = 5.6 \Omega$$

আবার,  $R_4$  কে  $R_2$  ও  $R_3$  এর সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্যরোধ,  $R_{p_3}$  হলে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{p_3}} &= \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \\ &= \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{9}{12} \\ &= \frac{3}{4} \end{aligned}$$

$$\therefore R_{p_3} = \frac{4}{3} = 1.33 \Omega$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বর্তনীতে অভ্যন্তরীণ রোধ ব্যতীত তুল্যরোধ, } R_{eq_2} &= R_1 + R_{p_3} \\ &= 2 + 1.33 \\ &= 3.33 \Omega \end{aligned}$$

$$\therefore R_{eq_1} > R_{eq_2}$$

$\therefore$  দ্বিতীয় ক্ষেত্রে তুল্যরোধ কম বলে বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ বেশি হবে।

অতএব, বর্তনীতে  $R_4$  কে  $R_2$  ও  $R_3$  এর সাথে সমান্তরালে যুক্ত করলে তড়িৎ প্রবাহ বেশি হবে।

**প্রশ্ন ৪৯** একই বাসায় থাকে কামাল এবং তমাল। কামাল পড়শোনার জন্য একটি বাতিসহ টেবিল ল্যাম্প কিনল। বাতিটির গায়ে লিখা ছিল  $120W - 60V$ । সে তাদের বাসায়  $220V$  DC লাইনে বাতিটি ব্যবহার করতে চাইল। তমাল কামালকে বাতিটির নিরাপত্তার স্বার্থে পূর্ণ উজ্জ্বলতার জন্য বাতির সঙ্গে একটি রোধ সংযোজনের পরামর্শ দিল।

(এম.পি. একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), সিলেট)

- অভ্যন্তরীণ রোধ কী? ১
- কার্শফের সূত্র দুটি বিবৃত কর। ২
- উদ্দীপকের বাতিটি ৫ ঘণ্টা জ্বালানো হলে কত ইউনিট বৈদ্যুতিক শক্তি খরচ হবে? ৩
- তমালের পরামর্শটির যথার্থতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো তড়িৎ কোষ যখন বহিঃস্থ বর্তনীতে তড়িৎ প্রেরণ করে তখন তড়িৎ কোষের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহকালে যে বাধার সম্মুখীন হয় তাকে অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।

**খ** কার্শফের প্রথম সূত্র : তড়িৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য। অর্থাৎ যেকোনো সংযোগ বিন্দুতে  $\sum i = 0$ ।

**দ্বিতীয় সূত্র** : কোনো বন্ধ বর্তনীর বিভিন্ন উপাদানগুলোর রোধ এবং এদের সাথে সংশ্লিষ্ট প্রবাহের গুণফলগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল ঐ বন্ধ বর্তনীতে অন্তর্ভুক্ত মোট তড়িচ্চালক বলের সমান। অর্থাৎ যেকোনো বন্ধ বর্তনীর ক্ষেত্রে,  $\sum Ri = \sum E$ ।

**গ** দেওয়া আছে,

বাতিটির ক্ষমতা,  $P = 120W$

বাতি জ্বালানোর সময়কাল,  $t = 5h$

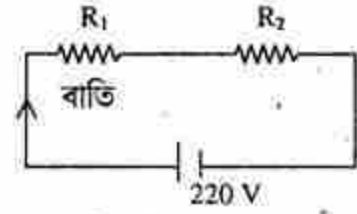
বের করতে হবে, ব্যয়িত বৈদ্যুতিক শক্তি,  $W = ?$

$$\text{আমরা জানি, } W = \frac{Pt}{1000} = \frac{120 \times 5}{1000} \text{ kWh} = 0.6 \text{ kWh} = 0.6 \text{ unit}$$

$$\therefore \text{ব্যয়িত বিদ্যুৎ শক্তির পরিমাণ} = 0.6 \text{ unit (Ans.)}$$

**ঘ** মনে করি, উক্ত বাত্বের সাথে  $R_2$  মানের রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে। বাতিটির সর্বোচ্চ ক্ষমতা,  $P = 120W$  এবং সর্বোচ্চ ক্ষমতার জন্য প্রাপ্তীয় বিভব পার্থক্য,  $V = 60V$

$$\therefore \text{বাতিটির রোধ, } R_1 = \frac{V^2}{P} = \frac{(60V)^2}{120W} = 30\Omega$$



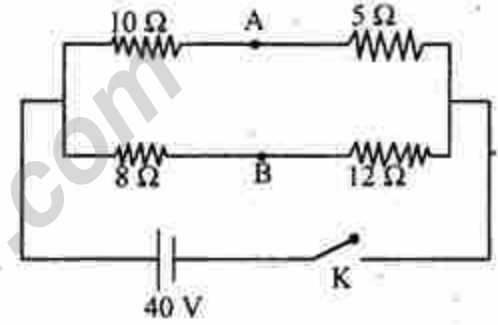
উপরোক্ত চিত্রে  $R_2$  রোধের প্রাপ্তীয় বিভব পার্থক্য  $= 220V - 60V = 160V$   
বাতিটির মধ্য দিয়ে তথা সমগ্র বর্তনীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ প্রবাহ,

$$I = \frac{P}{V} = \frac{120W}{60V} = 2A$$

$$\begin{aligned} \therefore R_2 &= \frac{R_2 \text{ এর প্রাপ্তীয় বিভব পার্থক্য}}{R_2 \text{ এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ}} \text{ [ওহমের সূত্র]} \\ &= \frac{160V}{2A} = 80\Omega \end{aligned}$$

সুতরাং, উদ্দীপকের বাতিটির সাথে  $80\Omega$  মানের একটি রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করে শ্রেণি সমবায়টিকে  $220V$  DC তড়িচ্চালক শক্তির সাথে যুক্ত করলে বাতিটি সর্বোচ্চ উজ্জ্বলতায় জ্বলবে। কারণ এক্ষেত্রে বাতিটির প্রাপ্তীয় বিভব পার্থক্য হবে,  $V = IR$   
 $= 2A \times 30\Omega = 60V$ , যা বাতিটির ভোল্টেজ রেটিং এর সমান।

**প্রশ্ন ৫০**



(বিদ্যনাথ কলেজ, সিলেট)

- বিভব বিভাজক কী? ১
- 'ট্রান্সফর্মার DC তে চলে না'—ব্যাখ্যা কর। ২
- $12\Omega$  রোধের সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে A ও B এর বিভব সমান হবে? ৩
- বর্তনীটিকে  $20^\circ C$  তাপমাত্রার  $2kg$  পানিতে ডুবিয়ে ১ ঘণ্টা সুইচ অন করে রাখলে পানি বাষ্পীভূত হবে কী না—বিশ্লেষণ কর। [পানির আপেক্ষিক তাপ  $4200Jkg^{-1}K^{-1}$ ] ৪

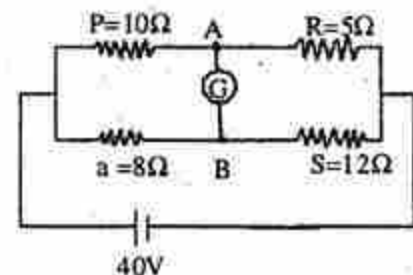
#### ৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বিভব বিভাজক 'এমন একটি ব্যবস্থা যা দ্বারা কোনো বিভব পার্থক্যকে নির্দিষ্ট অনুপাতে বিভক্ত করা যায়।

**খ** ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুণ্ডলীতে যদি DC ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় তাহলে কোরের মধ্য দিয়ে ধ্রুবমানের চৌম্বকফ্লাক্স অতিক্রম করবে। তখন  $\frac{d\phi}{dt} = 0$  হওয়ায় তড়িৎ চৌম্বক আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের দ্বিতীয়

সূত্রানুসারে  $(\epsilon = -N \frac{d\phi}{dt})$  গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান শূন্য। এ কারণে ট্রান্সফর্মার দ্বারা DC ভোল্টেজের মান পরিবর্তন করা যায় না। ফলে ট্রান্সফর্মার DC তে চলে না।

**গ** উদ্দীপকের বর্তনীতে A ও B বিন্দুর মাঝে একটি গ্যালভানোমিটার যুক্ত করি।



এটি একটি হুইটস্টোন ব্রীজ বর্তনী।

∴ A ও B বিন্দুর বিভব সমান হবে যদি গ্যালভানোমিটার দিয়ে কোনো তড়িৎ পরিবাহিত না হয় অর্থাৎ হুইটস্টোন ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় থাকে,  
 $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$  হয়।  
 ধরি,  $12\Omega$  রোধের পরিবর্তে  $S'$  ব্যবহার করলে এটি সাম্যাবস্থায় থাকে।

$$\therefore \frac{10}{8} = \frac{5}{S'}$$

$$\therefore S' = 4$$

∴  $12\Omega$  রোধের সাথে একটি রোধ  $R$  এমনভাবে যুক্ত করতে হবে যাতে তুল্যরোধ  $4\Omega$  হয়। যেহেতু তুল্যরোধ কমবে, তাই রোধটি সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

$$\therefore \frac{1}{4} = \frac{1}{R} + \frac{1}{12}$$

$$\therefore R = 6\Omega \text{ সমান্তরালে।}$$

**ঘ**

বর্তনীর তুল্যরোধ =  $R$  হলে,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{10+5} + \frac{1}{8+12}$$

$$\therefore R = \frac{60}{7}\Omega$$

$$\therefore \text{মোট শক্তি, } W = Pt = \frac{V^2}{R} t$$

$$\Rightarrow mS\Delta\theta = \frac{V^2}{R} t$$

$$\Rightarrow 2 \times 4200 \times \Delta\theta = \frac{40^2}{\frac{60}{7}} \times 3600$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = 80$$

$$\Rightarrow \theta_2 - \theta_1 = 80$$

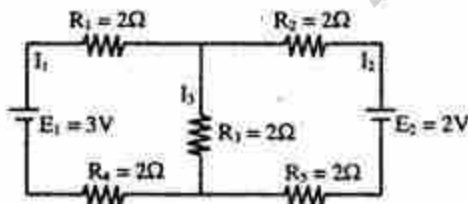
$$\therefore \theta_2 = \theta_1 + 80$$

$$= 20 + 80$$

$$= 100^\circ\text{C}$$

অতএব, পানির তাপমাত্রা কেবল স্ফুটনাংকে পৌছাবে এবং পানি ফুটতে শুরু করবে, কিন্তু পানি বাষ্পীভূত হওয়ার জন্য সুগুতাপের সরবরাহ পাবে না। তাই পানি বাষ্পীভূত হবে না।

**প্রশ্ন ৫১**



[কার্টিনমেট কলেজ, যশোর]

- আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১
- কোনো বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ 20A বলতে কী বোঝায়? ২
- উদ্দীপকে  $E_1$  এর পরিবর্তে একটি পরিবাহী তার যুক্ত করলে বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের বর্তনীর  $I_1$ ,  $I_2$  ও  $I_3$  এর মান গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

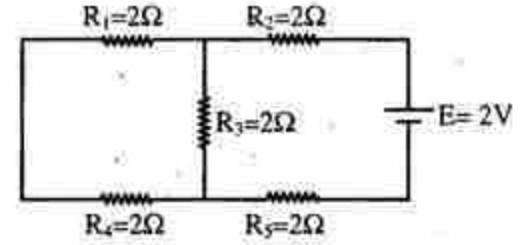
**৫১ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

**খ** আমরা জানি, কোনো পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের মধ্যদিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ চার্জ অতিক্রম করে, তাকে এর তড়িৎ প্রবাহ বলে।

সুতরাং কোনো বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ 20A বলতে বুঝায় এ বর্তনীর কোনো একক অংশে বা সমান্তরালে যুক্ত উপকরণসমূহের প্রস্থচ্ছেদের মধ্যদিয়ে সম্মিলিতভাবে প্রতি সেকেন্ডে 20C চার্জ অতিক্রম করে।

**গ** উদ্দীপকে  $E_1$  এর পরিবর্তে একটি পরিবাহী তার যুক্ত করলে বর্তনীটি দেখতে নিম্নরূপ হবে:



$R_2, R_4$  শ্রেণিতে যুক্ত থাকায় এদের তুল্যরোধ,  $R_s = R_2 + R_4 = 2\Omega + 2\Omega = 4\Omega$

$R_1$  এর সাথে  $R_3$  সমান্তরালে যুক্ত, এদের তুল্যরোধ  $R_p$  হলে,  $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{2\Omega} = \frac{1+2}{4\Omega} = \frac{3}{4\Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{4}{3}\Omega = 1.333\Omega$$

$R_2, R_p, R_5$  শ্রেণিতে যুক্ত বিধায় বর্তনীর সর্বমোট তুল্যরোধ,  $R_{eq} = R_2 + R_p + R_5 = 2\Omega + 1.333\Omega + 2\Omega = 5.333\Omega$  (Ans.)

**ঘ** মনে করি,  $i_1, i_2$  প্রবাহগুলো সংশ্লিষ্ট কোষের ধনাত্মক প্রান্ত হতে নির্গত হয়েছে, আর  $i_3$  এর দিক নিচের দিকে।

তাহলে বর্তনীর বামপাশের লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,  
 $E_1 - i_1R_1 - i_3R_3 - i_1R_4 = 0$

$$\text{বা, } 3V - i_1(2\Omega) - i_3(2\Omega) - i_1(2\Omega) = 0$$

$$\text{বা, } 2i_1 + 0.2i_2 + i_3 = 1.5 \dots\dots\dots(i)$$

ডানপাশের লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$E_2 - i_2R_2 - i_3R_3 - i_2R_5 = 0$$

$$2V - i_2(2\Omega) - i_3(2\Omega) - i_2(2\Omega) = 0$$

$$\text{বা, } 0.2i_1 + 2i_2 + i_3 = 1 \dots\dots\dots(ii)$$

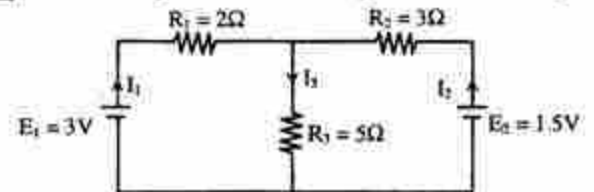
বর্তনীর নোডবায়ের যেকোনোটিতে কার্শফের ১ম সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$i_3 = i_1 + i_2 \text{ বা, } i_1 + i_2 - i_3 = 0 \dots\dots\dots(iii)$$

(i), (ii) ও (iii) সায়েন্টিফিক ক্যালকুলেটরে সমাধান করে পাই,

$$i_1 = 0.4375A, i_2 = 0.1875A, i_3 = 0.625A$$

**প্রশ্ন ৫২** উদ্দীপক অনুসারে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



[বি এ এফ শাহীন কলেজ, যশোর]

- রোধের উচ্চতা গুণাঙ্ক কী? ১
- অ্যামিটারকে বর্তনীতে শ্রেণিতে যুক্ত করতে হয় কেন? ২
- রোধ গুলিতে প্রবাহ নির্ণয় করো। ৩
- যে কোন লুপে কার্শফের সূত্র, শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

**৫২ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক**  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে ফলে পরিবাহীর রোধের যে পরিবর্তন ঘটে তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের উচ্চতা গুণাঙ্ক বলে।

**খ** বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপ করার জন্য অ্যামিটারকে বর্তনীতে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করা হয়। শ্রেণী সমবায়ে বর্তনীতে যুক্ত সকল যন্ত্রের মধ্য দিয়ে একই মানের তড়িৎপ্রবাহ প্রবাহিত হয়। এ কারণে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ সঠিকভাবে পরিমাপের জন্য বর্তনীতে অ্যামিটারকে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করতে হয়।



গ. বামপাশের লুপে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$E_1 - I_1 R_1 - I_3 R_3 = 0$$

$$\text{বা, } 3 - 2I_1 - 5I_3 = 0$$

$$\text{বা, } 2I_1 + 0I_2 + 5I_3 = 3 \dots\dots\dots(i)$$

ডানপাশের লুপের কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$E_2 - I_2 R_2 - I_3 R_3 = 0$$

$$\text{বা, } 1.5 - 3I_2 - 5I_3 = 0 \dots\dots\dots(ii)$$

$$\text{বা, } 0I_1 + 3I_2 + 5I_3 = 1.5$$

বর্তনীর উপরের নোডটিতে কার্শফের ২য় সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$\text{বা, } I_1 + I_2 - I_3 = 0 \dots\dots\dots(iii)$$

(i), (ii) ও (iii) নং সায়েন্টফিক ক্যালকুলেটরে সমাধান করে পাই,

$$I_1 = 0.5323 \text{ A}, I_2 = -0.1452 \text{ A}, I_3 = 0.3871 \text{ A}$$

অর্থাৎ  $R_2$  এর মধ্যদিয়ে বিপরীত দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

ঘ. কার্শফের ২য় সূত্র  $\sum E = \sum IR$  মূলত শক্তির সংরক্ষণশীলতা সূত্রের নামান্তর।

সুতরাং 'গ' অংশে নির্ণীত  $I_1, I_2, I_3$  এর মান সমূহের জন্য যেকোনো লুপে  $\sum E = \sum IR$  সূত্রটিকে সিদ্ধ দেখাতে পারলেই চলবে।

$$\begin{aligned} \text{বামপাশের লুপের জন্য, } \sum E - \sum IR &= E_1 - (I_1 R_1 + I_3 R_3) \\ &= 3\text{V} - (0.5323 \text{ A} \times 2\Omega + 0.3871 \text{ A} \times 5\Omega) \\ &= 3\text{V} - 3.0001\text{V} = -0.0001\text{V} \approx 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ডানপাশের লুপের জন্য, } \sum E - \sum IR &= E_2 - (I_2 R_2 + I_3 R_3) \\ &= 1.5\text{V} - (-0.1452 \text{ A} \times 3\Omega + 0.3871 \text{ A} \times 5\Omega) \\ &= 1.5\text{V} - 1.4999 \text{V} = 0.0001 \text{V} \approx 0\text{V} \end{aligned}$$

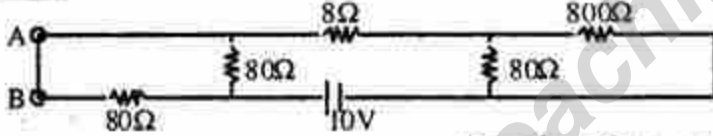
$$\text{তদুপরি, তড়িৎ কোষে উৎপন্ন বৈদ্যুতিক ক্ষমতা} = E_1 I_1 + E_2 I_2$$

$$= 3\text{V} \times 0.5323 \text{ A} + 1.5\text{V} \times -0.1452 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{রোধ তিনটিতে ব্যয়িত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা} &= I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 \\ &= (0.5323 \text{ A})^2 \times 2\Omega + (0.1452 \text{ A})^2 \times 3\Omega + (0.3871 \text{ A})^2 \times 5\Omega \\ &= 1.38 \text{ W} \end{aligned}$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল, যেকোনো লুপে কার্শফের সূত্র শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলে।

প্রশ্ন ৫৩



[আলকাফি সরকারি কলেজ, কাপালকাটি]

- ক. চার্জ ঘনত্ব কাকে বলে? ১
- খ. অ্যামিটার ও গ্যালভানোমিটারের মতো যন্ত্রগুলিতে সান্ট কেন ও কিভাবে যুক্ত করা হয়? ২
- গ. উদ্দীপকের বর্তনীর তুল্যরোধ কত? ৩
- ঘ. ৪০০Ω রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ কত? ৪

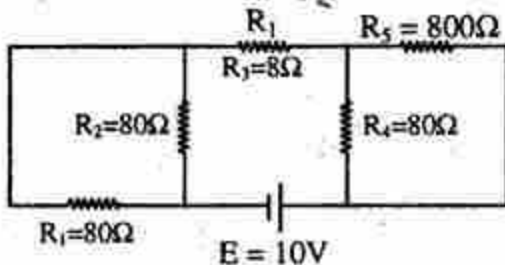
৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর সমতল বা বক্রতলে চার্জ থাকলে কোনো বিন্দুর চারদিকে একক ক্ষেত্রফলে যে পরিমাণ আধান থাকে তাকে আধান ঘনত্ব বলে।

খ. অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধির জন্য এর সাথে অল্পমাত্রার রোধ সান্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

আবার, বেশি মাত্রার প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হয়ে যাতে যন্ত্রটি নষ্ট করতে না পারে এজন্য এর সাথে সমান্তরালে অল্প মাত্রার একটি রোধ বা সান্ট যুক্ত করা হয়।

গ. উদ্দীপকের বর্তনীটিকে নিম্নোক্তরূপে চিহ্নিত করি।



$R_1$  ও  $R_2$  সমান্তরালে যুক্ত, এদের তুল্যরোধ  $R_{p1}$  হলে,

$$\frac{1}{R_{p1}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{80\Omega} + \frac{1}{80\Omega} = \frac{1+1}{80\Omega} = \frac{2}{80\Omega}$$

$$\therefore R_{p1} = 40\Omega$$

$R_4$  ও  $R_5$  সমান্তরালে যুক্ত এদের তুল্যরোধ  $R_{p2}$  হলে,

$$\frac{1}{R_{p2}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{80\Omega} + \frac{1}{800\Omega} = \frac{10+1}{800\Omega} = \frac{11}{800\Omega}$$

$$\therefore R_{p2} = \frac{800\Omega}{11} = 72.3 \Omega$$

$R_{p1}, R_{p2}$  এবং  $R_3$  শ্রেণিতে যুক্ত, এদের তুল্যরোধ  $R_s$  হলে  $R_s = R_{p1} + R_{p2} + R_3 = 40\Omega + 72.3\Omega + 8\Omega = 120.3\Omega$

$$R_{p2} + R_3 = 40\Omega + 72.3\Omega + 8\Omega = 120.3\Omega$$

ইহাই উদ্দীপকের বর্তনীর তুল্যরোধ।

$$\text{ঘ. বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s} = \frac{10\text{V}}{120.3\Omega} = 0.0831 \text{ A}$$

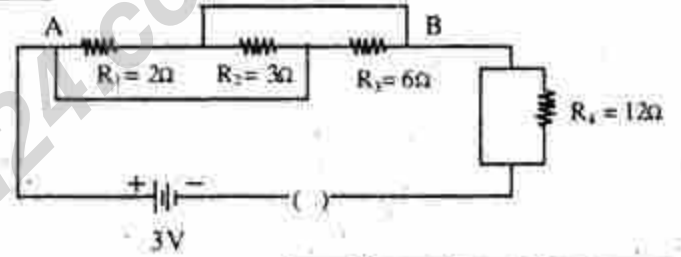
$$\therefore R_s = 800\Omega \text{ রোধের প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য} = R_{p2} \text{ এর প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য}$$

$$V = IR_{p2} = 0.0831 \text{ A} \times 72.3\Omega = 6.008 \text{ volt}$$

$$\therefore R_s = 800\Omega \text{ রোধের মধ্যদিয়ে তড়িৎপ্রবাহ, } I' = \frac{V}{R_s}$$

$$= \frac{6.008 \text{ volt}}{800\Omega} = 0.00751 \text{ A}$$

প্রশ্ন ৫৪



[রাজবাড়ী সরকারি আদর্শ মহিলা কলেজ, রাজবাড়ী]

- ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১
- খ. তড়িৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় কেন? ২
- গ. বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের A ও B বিন্দুর মাঝে ব্যবহৃত রোধগুলো প্রবাহের তুলনা করো। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

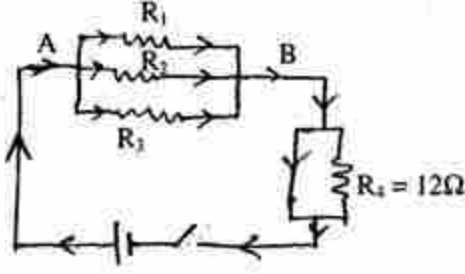
ক. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ. বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হওয়ার কারণ ইলেকট্রন মতবাদের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়। তড়িৎ পরিবাহকে বেশ কিছু মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্যদিয়ে পরিবাহকের নিম্ন বিভব বিশিষ্ট বিন্দু থেকে উচ্চ বিভব বিশিষ্ট বিন্দুর দিকে চলতে থাকে ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয় এবং পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয় এবং পরিবাহকের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এ কারণে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে তাপ উৎপন্ন হয়।

গ. লক্ষ করি -  $R_1$  ও  $R_2$  এর এক প্রান্ত যুক্ত এবং অন্য প্রান্ত শার্ট সার্কিট দ্বারা যুক্ত। অপর দিকে,  $R_2$  ও  $R_3$  এর এক প্রান্ত যুক্ত এবং অপর প্রান্ত একটি শার্ট সার্কিট দ্বারা যুক্ত। অতএব  $R_1 \parallel R_2 \parallel R_3$  তাই বর্তনীটিকে নিম্নোক্তভাবে আঁকা যায়।

দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{বর্তনীর সংযুক্ত রোধ, } R_1 &= 2\Omega \\ R_2 &= 3\Omega \\ R_3 &= 6\Omega \\ R_4 &= 12\Omega \end{aligned}$$



$R_1$ ,  $R_2$  এবং  $R_3$  রোধগুলো সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত।

অতএব, তাদের তুল্যরোধ  $X$  হলে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{X} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ &= \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega} \\ \frac{1}{X} &= \frac{1}{1\Omega} \end{aligned}$$

$$\therefore X = 1\Omega$$

এখন,  $R_4 = 12\Omega$  রোধটি শট সার্কিটের সাথে যুক্ত থাকায় এতে কোন তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

অতএব, তুল্যরোধ,  $X = 1\Omega$  (Ans.)

ঘ) দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{বর্তনীতে সংযুক্ত রোধ, } R_1 &= 2\Omega \\ R_2 &= 3\Omega \\ R_3 &= 6\Omega \\ R_4 &= 12\Omega \end{aligned}$$

তড়িচ্চালক শক্তি,  $V = 3V$

ধরি,

$$R_1 \text{ রোধে তড়িৎ প্রবাহ} = I_1$$

$$R_2 \text{ রোধে তড়িৎ প্রবাহ} = I_2$$

$$R_3 \text{ রোধে তড়িৎ প্রবাহ} = I_3$$

আমরা জানি, ওহমের সূত্রানুসারে,

$$V = IR$$

$$\text{বা, } I = \frac{V}{R}$$

এখানে,  $V = 3V$  হবে কারণ  $R_4$  রোধটির মধ্য দিয়ে কোনো প্রবাহ যাবে না তাই এটি বিবেচ্য নয়।

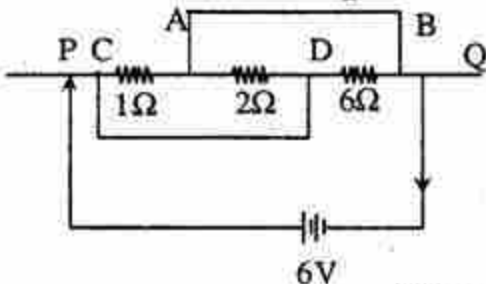
$$\text{সুতরাং, } I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{3V}{2\Omega} = 1.5A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{3V}{3\Omega} = 1A$$

$$\text{এবং } I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{3V}{6\Omega} = 0.5A$$

অর্থাৎ,  $R_1$ ,  $R_2$  এবং  $R_3$  রোধগুলোর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ যথাক্রমে 1.5A, 1A এবং 0.5A।

প্রশ্ন ৫৫ চিত্রটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[নিম্নস্বাক্ষরিত সরকারি কলেজ]

ক. বিনতি কী?

১

খ. তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়-ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের বর্তনীটির তুল্য রোধ কত? ৩

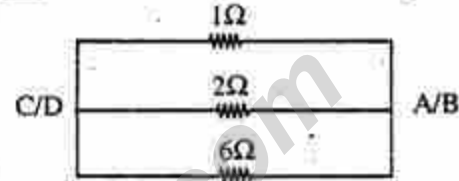
ঘ. AD এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎের মান নির্ণয় করা সম্ভব কি না- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্র অনুভূমিকের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে অর্থাৎ চৌম্বক মধ্যতলে মুক্তভাবে স্থাপিত চুম্বক শলাকা অনুভূমিক তল থেকে যে কোণে নত অবস্থায় থাকে তাকে ঐ স্থানের বিনতি বলে।

খ তড়িৎ পরিবাহকে বেশ কিছু সংখ্যক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে। পরিবাহকের দুই বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলো আন্তঃআণবিক স্থানের মধ্যদিয়ে পরিবাহকের নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে চলতে থাকে, ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এই ইলেকট্রনগুলো চলার সময় পরিবাহকের পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয় এবং ইলেকট্রনের গতিশক্তি পরমাণুতে সঞ্চারিত হয় এবং পরমাণুর গতিশক্তি আরো বৃদ্ধি পায়। এই বর্ধিত গতিশক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়। এজন্য তড়িৎ প্রবাহের ফলে বর্তনীতে তাপের উদ্ভব হয়।

গ উদ্দীপকের তড়িৎ বর্তনীটি নিম্নরূপে অঙ্কন করি-

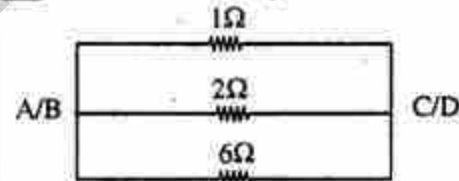


$$\therefore \text{বর্তনীর তুল্যরোধ, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6}$$

$$\text{বা, } R_p = \frac{3}{5}$$

$$\therefore R_p = 0.6\Omega \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের চিত্রটি পুনরায় আঁকি:



চিত্র থেকে দেখা যাচ্ছে যে, A এবং B বিন্দু একই বিন্দু। আবার C ও D বিন্দু একই বিন্দু।

'গ' হতে পাই, বর্তনীর তুল্যরোধ,  $R_p = 0.6\Omega$

তড়িৎ কোষের বিভব,  $E = 6V$

$$\begin{aligned} \therefore \text{AD এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, } I &= \frac{R}{R_{eq}} \\ &= \frac{6}{0.6} \\ &= 10 \text{ amp} \end{aligned}$$

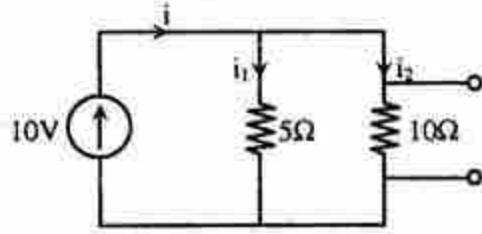
আবার,  $2\Omega$  রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ,

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6}} \times 10 \\ &= 3A \end{aligned}$$

একইভাবে,  $1\Omega$  ও  $6\Omega$  রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহ,

$$I_1 = \frac{\frac{1}{1}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6}} \times 10A = 6A$$

$$I_6 = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6}} \times 10A = 1A \text{ (Ans.)}$$



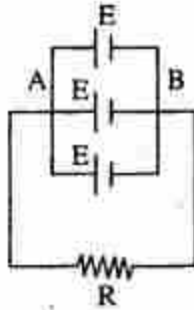
[এম.সি. কলেজ, সিলেট]

- ক. রোধকের সংজ্ঞা লিখো। ১  
খ. সমমানের একাধিক কোষ সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য মান অপরিবর্তিত থাকে— ব্যাখ্যা করো। ২  
গ.  $i_1 : i_2$  নির্ণয় করো। ৩  
ঘ.  $10\Omega$  রোধে output voltage 5 volt পেতে কী ব্যবস্থা নিতে হবে? বিশ্লেষণপূর্বক নির্ণয় করো। ৪

#### ৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের রোধক বলে।

**খ**



সমান্তরালে যুক্ত সমান মানের কোষ সমবায়ের ক্ষেত্রে কোষগুলোর ঋণপ্রাপ্ত একটি সাধারণ বিন্দুতে ও ধনপ্রাপ্ত অন্য আরেকটি সাধারণ বিন্দুতে যুক্ত থাকে। ফলে এ দুই বিন্দুর একটি হতে অন্যটিতে যে কোষ দিয়েই  $q$  চার্জকে নিয়ে যাওয়া হোক না প্রত্যেক ক্ষেত্রে,  $W = qE$  পরিমাণ কাজ করতে হবে। ফলে এ দুই বিন্দুর বিভব সমান হবে। একারণে সমমানের একাধিক কোষ সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য মান অপরিবর্তিত থাকে। উদাহরণস্বরূপ, যদি চিত্রে উল্লিখিত কোষগুলোর মধ্যদিয়ে A থেকে B বিন্দুতে যথাক্রমে  $q_1$ ,  $q_2$  ও  $q_3$  চার্জ নেওয়া হয়, তবে মোট কৃতকাজ,

$$W = q_1 E + q_2 E + q_3 E$$

$$\text{এবং A ও B এর মধ্যবর্তী বিভবপার্থক্য, } V = \frac{W}{q}$$

$$\text{বা, } V = \frac{q_1 E + q_2 E + q_3 E}{q_1 + q_2 + q_3} = E$$

**গ** চিত্রের বর্তনীতে,  $R_1 = 5\Omega$ ,  $R_2 = 10\Omega$

বর্তনীর মূল প্রবাহ,  $i = 10A$

$$\therefore i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i$$

$$\text{এবং } i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i$$

$$\text{তাহলে, } \frac{i_1}{i_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{10}{5} = 2$$

$$\text{বা, } \frac{i_1}{i_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{10}{5} = 2$$

$$\therefore i_1 : i_2 = 2 : 1 \text{ (Ans.)}$$

**ঘ**  $10\Omega$  রোধের দু'প্রান্তের বিভব,  $E = 10V$

$5V$  বিভব পাওয়ার জন্য  $10\Omega$  এর সাথে  $R$  মানের রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।

$$\therefore \frac{10}{12 + 10} E = 5V$$

$$\text{বা, } \frac{10}{R + 10} \times 10V = 5V$$

$$\text{বা, } R + 10 = 20$$

$$\therefore R = 10\Omega$$

অতএব,  $10\Omega$  এর সাথে সমমানের অপর একটি রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।

**প্রশ্ন ৫৭** একটি গ্যালভানোমিটারের রোধ  $20\Omega$  এবং  $80mA$  পর্যন্ত প্রবাহ সহ্য করতে পারে। এর সাথে সান্টযুক্ত করে একটি অ্যামিটারে পরিণত করা হলো। পরে এটি  $2A$  পর্যন্ত প্রবাহ সহ্য করতে পারে।

[উদ্যোগী বিজ্ঞান কলেজ]

ক. সান্ট কাকে বলে? ১

খ. ব্যাটারি কোষকে কিভাবে সাজালে সর্বোচ্চ প্রবাহ পাওয়া যাবে— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. ব্যবহৃত সান্টের মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. অ্যামিটারের পাল্লা দ্বি-গুণ করা সম্ভব কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ যেতে না পারে সে উদ্দেশ্যে এর সাথে স্বল্পমানের যে রোধ সমান্তরালে সংযুক্ত করা হয়, তাকে সান্ট বলে।

**খ** স্বল্প অভ্যন্তরীণ রোধ বিশিষ্ট সমমানের তড়িৎচালক শক্তি বিশিষ্ট অল্প কয়েকটি কোষের জন্য সাধারণ সমান্তরাল সমবায়ের সর্বোচ্চ প্রবাহ পাওয়া যায়। কিন্তু যদি কোষের সংখ্যা অনেক বেশি হয়, তবে সেক্ষেত্রে বহির্বর্তনীতে সর্বোচ্চ প্রবাহ পাওয়ার জন্য মিশ্র সমবায় প্রয়োজন। মনে করি,  $N$  সংখ্যক  $E$  মানের e.m.f বিশিষ্ট,  $r$  অভ্যন্তরীণ রোধের তড়িৎ কোষকে  $n$  সংখ্যক সমান্তরাল সমবায়ের এবং প্রতিটি সমান্তরাল শাখার  $m$  সংখ্যক শ্রেণি সমবায়ের মাধ্যমে সর্বোচ্চ প্রবাহ পাওয়া যায়, অর্থাৎ  $N = mn$ ।

$$\begin{aligned} \therefore I &= \frac{mE}{\frac{mr}{n} + R} \\ &= \frac{mnE}{mr + nR} \\ &= \frac{NE}{[(mr - nR)^2 + 4mnrR]^{1/2}} \\ &= \frac{NE}{[(mr - nR)^2 + 4NrR]^{1/2}} \end{aligned}$$

এখন  $I$  এর মান সর্বোচ্চ হবে যদি  $mr - nR = 0$  বা,  $mr = nR$  হয়।

$$I_{\max} = \frac{NE}{2N^{1/2}(rR)^{1/2}} = \left(\frac{N}{4}\right)^{1/2} \frac{E}{(rR)^{1/2}}$$

$\therefore \frac{m}{n} = \frac{R}{r}$ , অর্থাৎ শ্রেণি ও সমান্তরাল সমবায়ের সংখ্যার অনুপাত যদি যথাক্রমে বহির্বর্তনী ও অভ্যন্তরীণ রোধের সমান হয়, তবে সর্বোচ্চ প্রবাহ পাওয়া যায়।

**গ** এখানে,

গ্যালভানোমিটারের রোধ,  $r = 20\Omega$

গ্যালভানোমিটারের গ্রহণযোগ্য প্রবাহ,  $I = 80mA$

$$= 80 \times 10^{-3}A$$

সর্বোচ্চ সহ্য প্রবাহ,  $I' = 2A$

সান্ট,  $S = ?$

আমরা জানি,

$$S = \frac{r}{n - 1}$$



$$\text{কিছু, } n = \frac{I'}{I} = \frac{2}{80 \times 10^{-3}} = 25$$

$$\therefore S = \frac{20}{25 - 1} = 0.83 \Omega \text{ (Ans.)}$$

ঘ) অ্যামিটারের পাল্লা দ্বিগুণ হলে  $i' = (2 \times 2) A = 4A = 4000 \text{ mA}$   
 $i_g = 80 \text{ mA}$

সান্টের মান,  $S'$  হলে,

$$S' = \frac{i_g}{i' - i_g} G$$

$$= \frac{80}{4000 - 80} \times 20 \Omega$$

$$= 0.408 \Omega < 0.83 \Omega \quad [\text{গ হতে, } \delta = 0.83 \Omega]$$

অতএব, পূর্বের সান্ট এর সাথে আরও একটি সান্ট  $S''$  সমান্তরালে লাগাতে হবে,

$$\frac{1}{S''} + \frac{1}{S} = \frac{1}{S'}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{S''} = \frac{1}{S'} - \frac{1}{S}$$

$$\text{বা, } S'' = \left[ \left( \frac{1}{S'} \right) - \left( \frac{1}{S} \right) \right]^{-1}$$

$$= \left[ \left( \frac{1}{0.408} \right) - \left( \frac{1}{0.83} \right) \right]^{-1}$$

$$= 0.802 \Omega$$

অতএব, পূর্বের সান্টের সাথে আরও একটি  $0.802 \Omega$  সান্ট সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

প্রশ্ন ৫৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নের উত্তর দাও :

গায়ে হলুদ, বেগুনী, লাল এবং সোনালী রঙ এর একটি রোধকে তামার একটি মিটার ব্রিজের ডান বাহুতে সংযুক্ত করে বাম বাহুতে  $1200 \Omega$  মানের রোধক সংযুক্ত করা হলো। এমতাবস্থায় বাম প্রান্ত হতে  $20$  সে.মি দূরে গ্যালভানোমিটারের নিঃস্পন্দ অবস্থা পাওয়া গেল।

[মহীপুর হাজী মুহাম্মদ মুহসিন সরকারি কলেজ]

- ক. অর্ধ-পরিবাহী পদার্থ কাকে বলে? ১
- খ. রোধের কালার কোডের গুরুত্ব লিখ। ২
- গ. কালার কোড হতে রোধকটির রোধ বের কর। ৩
- ঘ. মিটার ব্রিজের সাহায্যে রোধকের প্রাপ্তমান সঠিক ছিল কিনা তা উদ্দীপকের আলোকে যাচাই কর। ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) যে সকল পদার্থের তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা অন্তরকের চেয়ে বেশি কিন্তু পরিবাহক হতে কম এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে যেসব পদার্থের পরিবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায় বা রোধ কমে যায় তাদেরকে অর্ধ-পরিবাহী পদার্থ বলে।

খ) রোধের কালার কোডের গুরুত্ব হলো—

১. রোধক দেখে এর মান জানা যায়।
২. রোধকের মানের শূন্যতার সীমা জানা যায়।
৩. ক্ষুদ্র রোধের উপর এর বৃহত্তমানের সংখ্যা লেখার (রোধের মান) অসুবিধা থেকে মুক্তি।

গ) রোধকটির রোধ  $R$  হলে,

$$R = 47 \times 10^2 \pm 5\%$$

$$= 4700 \pm 5\%$$

রোধের সর্বোচ্চ মান

$$= 4700 + 4700 \text{ এর } 5\%$$

$$= 4700 + 4700 \times 0.05$$

$$= 4935 \Omega \text{ (Ans.)}$$

রোধের সর্বনিম্ন মান =  $4700 - 4700$  এর  $5\%$

$$= 4465 \Omega \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

হলুদ বর্ণের কোড = 4

বেগুনী বর্ণের কোড = 7

লাল বর্ণের জন্য গুণক =  $10^2$

সোনালী বর্ণের জন্য টলারেন্স =  $\pm 5\%$

ঘ) মিটার ব্রিজের ডান বাহুতে রোধকটি সংযুক্ত থাকলে, এর মান  $Q$  হলে,

$$\frac{P}{Q} = \frac{l}{100 - l}$$

$$\text{বা, } Q = P \times \frac{100 - l}{l}$$

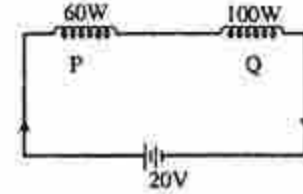
$$= 1200 \times \frac{100 - 20}{20}$$

$$\therefore Q = 4800 \Omega$$

‘গ’ হতে পাই, রোধকটির মান  $4700 \pm 5\%$  অর্থাৎ, রোধকটির মান সর্বোচ্চ  $4935 \Omega$  হতে  $4465 \Omega$  এর মধ্যে পরিবর্তনশীল হতে পারে।

যেহেতু মিটার ব্রিজ হতে নির্ণীত মান এ রেঞ্জের মধ্যে আছে, তাই বলা যায়, মিটার ব্রিজের সাহায্যে নির্ণীত মান সঠিক ছিল।

প্রশ্ন ৫৯



চিত্রের বাতি দুটির গায়ে লেখা আছে 220V

[সরকারি হাজী মুহাম্মদ মুহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. ডায়োড কী? ১
- খ. চার্জের কোয়ান্টায়ন বলতে কি বুঝ? ২
- গ. বাতি দুটির রোধ কত? ৩
- ঘ. কীভাবে যুক্ত করলে  $Q$  বাতিটি সর্বোচ্চ উজ্জ্বল আলো বিকিরণ করবে- গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) একটি p-টাইপ ও একটি n-টাইপ অর্ধপরিবাহীকে বিশেষ পদ্ধতিতে পরস্পরের সাথে সংযুক্ত করা হলে যে ডিভাইস সৃষ্টি হয় তাকে p-n জংশন ডায়োড বলে।

খ) আধানের যে কোনো মান হতে পারে না- এ বিষয়টিকে আধানের কোয়ান্টায়ন বলে। দুটি অনাহিত বস্তুর মধ্যে ইলেকট্রন আদান প্রদানের ফলে উভয়ই সমান মানের কিন্তু বিপরীতধর্মী চার্জ চার্জিত হয়। কয়টি ইলেকট্রন স্থানান্তর করলে তার ওপর আধানের মান নির্ভর করে। একারণে আধানের মান সর্বদা ইলেকট্রনের আধানের ( $e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) সরল গুণিতক হয়, ভগ্নাংশ হতে পারেনা। যেমন,  $2.4 \times 10^{-19} \text{ C}$  মানের কোনো আধান থাকতে পারেনা, কারণ এটি  $e$  এর ভগ্নাংশ (1.5) গুণিতক।

গ)

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R_1}$$

$$\therefore R_1 = \frac{V_1^2}{P_1}$$

$$= \frac{220^2}{60}$$

$$= 806.67 \Omega \text{ (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

প্রথম বাতির,

ক্ষমতা,  $P_1 = 60 \text{ W}$

বিভব পার্থক্য,  $V_1 = 220 \text{ V}$

দ্বিতীয় বাতির,

ক্ষমতা,  $P_2 = 100 \text{ W}$

বিভব পার্থক্য,  $V_2 = 220 \text{ V}$

অনুরূপভাবে,

$$R_2 = \frac{V_2^2}{P_2}$$

$$= \frac{220^2}{100}$$

$$= 484 \Omega \text{ (Ans.)}$$

ঘ) যে বাতিটি একক সময়ে বেশি শক্তি বিকিরণ করতে অর্থাৎ যার ক্ষমতা বেশি হবে সেটিই উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে।

$$\text{আমরা জানি, } P = \frac{V^2}{R}$$

অর্থাৎ, কোন রোধের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য বেশি হলে তার ক্ষমতা বেশি হবে।

বাতি দুটি সিরিজে যুক্ত থাকলে মোট বিভব পার্থক্য = 20V বাতিদ্বয়ের দুই প্রান্তে ভাগ হয়ে যায়। কিন্তু যদি Q বাতিটি P এর সমান্তরালে থাকে তবে বিভব পার্থক্য একই থাকে। ফলে এক্ষেত্রে বাতিটি বেশি উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে।

'গ' হতে পাই, P এর রোধ,  $R_P = 806.67\Omega$

Q এর রোধ,  $R_Q = 484\Omega$

যখন তারা সমান্তরালে থাকে তখন Q তে ব্যয়িত ক্ষমতা,

$$P' = \frac{V^2}{R_Q} = \frac{20^2}{484} = 0.823 \text{ W}$$

যখন তারা সিরিজে যুক্ত থাকে, তখন Q বাতির দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য,

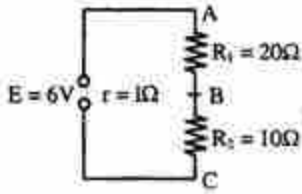
$$V_Q = \frac{20}{806.67 + 484} \times 484 = 7.5 \text{ V}$$

$$\therefore \text{ব্যয়িত ক্ষমতা, } P = \frac{7.5^2}{484} = 0.116 \text{ W}$$

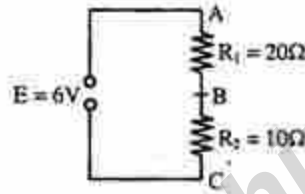
যেহেতু  $P' > P$

অতএব, সমান্তরালে যুক্ত থাকলে বেশি উজ্জ্বলভাবে জ্বলবে।

**প্রশ্ন ৬০** নিচের চিত্রগুলো লক্ষ করো ও প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।



চিত্র-১



চিত্র-২

[কার্টনমেট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, মোমেনশাহী]

- ক. কির্শফের ১ম সূত্রটি লিখো। ১
- খ. তড়িৎ বর্তনীতে শার্ট ব্যবহার করা হয় কেন? ২
- গ. চিত্র-১ এ  $R_1$  এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. চিত্র-১ এর  $R_2$  এর সাথে কত মানের রোধ কিভাবে যুক্ত করলে এই বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ চিত্র-২ এর বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের সমান হবে? ৪

#### ৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তড়িৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য। অর্থাৎ যেকোনো সংযোগ বিন্দুতে  $\sum i = 0$ ।

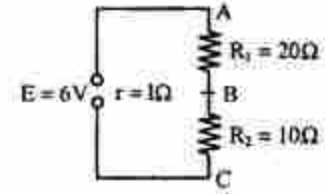
**খ** গ্যালভানোমিটার বা অ্যামিটারের মত অত্যন্ত সুবেদী যন্ত্রগুলোর মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা সীমা অতিক্রম করলে যন্ত্রের কুণ্ডলীটি পুড়ে যায় এবং যন্ত্রটি ক্ষতিগ্রস্ত হয়। এসব যন্ত্রকে ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করার জন্য শার্ট ব্যবহার করা হয়।

শার্ট বা স্বল্পমানের রোধ সমান্তরালে ব্যবহার করার ফলে তড়িৎপ্রবাহ একটি সহজ পথ খুঁজে পায় এবং অধিকাংশ প্রবাহ শার্টের মধ্য দিয়ে যায়।

$$I_s = \frac{G}{G + S} \cdot I$$

ফলে বিদ্যুৎ প্রবাহজনিত স্ট্রু তাপে গ্যালভানোমিটার নষ্ট হওয়ার সম্ভাবনা থাকে না।

**গ**



উক্ত বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ  $I$  হলে,

$$I = \frac{E}{r + R} = \frac{6}{1 + 30} = 0.194 \text{ A}$$

এখানে,

তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি,  $E = 6 \text{ V}$   
তড়িৎ কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ,  $r = 1\Omega$   
রোধ,  $R_1 = 20\Omega$   
রোধ,  $R_2 = 10\Omega$   
 $\therefore$  তুল্যরোধ,  $R = (20 + 10)\Omega = 30\Omega$

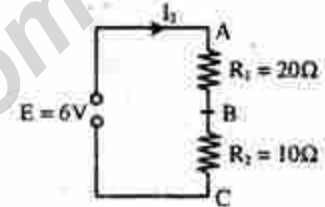
এখন,  $R_1$  এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য  $V$  হলে,

$$V = IR_1 = 0.194 \times 20 = 3.88 \text{ V (Ans.)}$$

এখানে,

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 0.194$   
রোধ,  $R_1 = 20\Omega$

**ঘ** 'গ' হতে পাই চিত্র-১ এর বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ  $I_1 = 0.194 \text{ A}$



এ বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ  $I_2$  হলে,

$$I_2 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{6}{20 + 10} = \frac{6}{30} = 0.2 \text{ A}$$

এখানে,

তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি,  $E = 6 \text{ V}$   
রোধ,  $R_1 = 20\Omega$   
রোধ,  $R_2 = 10\Omega$

যেহেতু চিত্র-১ এর তুলনায় চিত্র-২ এর বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ বেশি। তাই চিত্র-১ এ বর্তনীর মোট তুল্যরোধ কমাতে হবে। যেহেতু সমান্তরালে রোধ যুক্ত করলে তুল্যরোধ কমে, তাই প্রশ্নানুসারে  $R_2$  এর সাথে সমান্তরালে একটি রোধ যোগ করতে হবে।

ধরি, সমান্তরালে যুক্ত রোধটির মান  $R_3$

$\therefore$  চিত্র-১ এর বর্তনীতে  $R_2$  ও  $R_3$  এর তুল্যরোধ  $R_p$  হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \therefore R_p = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{R_3}}$$

চিত্র-১ এর বর্তনীতে মোট তুল্যরোধ,  $R_s$  হলে,  $R_s = r + R_1 + R_p$

$\therefore$  চিত্র-১ এর বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ  $I_2$  এর সমান অর্থাৎ,  $I_2$  এর সমান হবে।

$$\therefore I_2 = \frac{E}{r + R_1 + R_p}$$

$$\text{বা, } 0.2 = \frac{6}{1 + 20 + R_p}$$

$$\text{বা, } 0.2 + 4.0 + 0.2 R_p = 6$$

$$\text{বা, } R_p = \frac{1}{0.2} (6 - 0.2 - 4.0)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{R_3}} = 9$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \frac{1}{10} + \frac{1}{R_3} &= \frac{1}{9} \\ \text{বা, } \frac{1}{R_3} &= \frac{1}{9} - \frac{1}{10} = \frac{10-9}{90} \\ \text{বা, } \frac{1}{R_3} &= \frac{1}{90} \\ \therefore R_3 &= 90\Omega \end{aligned}$$

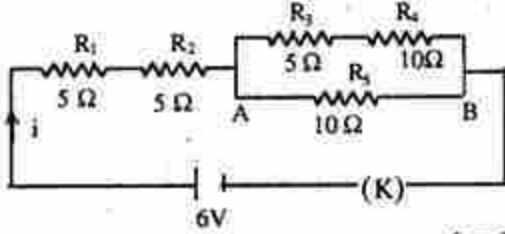
অতএব, চিত্র-১ এর বর্তনীর প্রবাহ চিত্র-২ এর বর্তনীর প্রবাহের সমান হতে হলে  $R_2$  এর সাথে সমান্তরালে  $90\Omega$  মানের রোধ যোগ করতে হবে।

Check: ২য় বর্তনীর তুল্যরোধ,  $R_{p2} = 20 + 10 = 30\Omega$

১ম বর্তনীর তুল্যরোধ,  $R_{p1} = (90 \parallel 10) + 20 = 30\Omega$

যেহেতু  $E_1 = E_2 = 6V$  তাই  $I_1 = I_2 = \frac{6}{30} = 0.2A$

প্রশ্ন ৬১



(এম সি কলেজ, সিলেট)

- সার্কিট কাকে বলে? ১
- তাপমাত্রা বাড়ালে অর্ধ-পরিবাহীর রোধ কম হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় করো। ৩
- বর্তনীর  $R_3$  রোধসমেত AB বাহুকে অপসারণ করলে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ যেতে না পারে সে উদ্দেশ্যে এর সাথে স্বল্পমানের যে রোধ সমান্তরালে সংযুক্ত করা হয়, তাকে সার্কিট বলে।

খ. অর্ধ পরিবাহীতে যোজন ব্যান্ড পূর্ণ এবং পরিবহন ব্যান্ডে কোনো ইলেকট্রন থাকে না, কিন্তু যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তি ব্যবধান খুব কম থাকে। সাধারণ তাপমাত্রায় যোজন ব্যান্ডের কিছু ইলেকট্রন যোজনী বন্ধন ভেঙে পরিবহন ব্যান্ডে চলে যায় ফলে এরা সামান্য পরিবাহী হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা পর্যন্ত পরিবহন ব্যান্ডে ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পায় তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে অর্ধ পরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় এবং রোধ হ্রাস পায়।

গ. ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $16\Omega$ ।

ঘ. ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: প্রবাহ হ্রাস পাবে।

প্রশ্ন ৬২. হুম্বাসাই মার্কা  $1.5V$  মানের কয়েকটি পুরাতন শুষ্ক কোষ সংগ্রহ করে। পাঁচটি কোষকে শ্রেণি সমবায়ে রেখে বর্তনী সাজিয়ে এবং বর্তনীতে  $1\Omega$  রোধের অ্যামিটার যুক্ত করে সে লক্ষ্য করলো অ্যামিটারে  $2.97mA$  তড়িৎ প্রবাহ প্রদর্শিত হচ্ছে। কোষ বাড়ালে বা কমালে প্রবাহের তেমন কোনো পরিবর্তন হচ্ছে না। তবে সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে কোষ বাড়ালে বা কমালে তদনুপাতে তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়। শুষ্ক কোষগুলোর প্রতিটির রোধ পাওয়া গেল  $500\Omega$ । (রাজ্যমাটি সরকারি কলেজ)

- কোনো মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাজক কী? ১
- GaAs এর তৈরি তারের রোধ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে হ্রাস পায় কেন? ২
- কতক্ষণ তড়িৎ প্রবাহ চললে বর্তনীতে  $5.5J$  শক্তি উৎপন্ন হবে? ৩
- সংশ্লিষ্ট সূত্রসমূহের আলোকে শ্রেণি ও সমান্তরাল সমবায়ের জন্য অ্যামিটারে তড়িৎ প্রবাহের পর্যবেক্ষণ বিশ্লেষণ কর। ৪

৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো মাধ্যমের তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা ও শূন্য মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতার অনুপাতকে উক্ত মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাজক বলা হয়।

খ. GaAs হল একটি n-টাইপ অর্ধপরিবাহী। এর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে এতে Ga এর অধিক পরিমাণ ইলেকট্রন বন্ধন ভেঙে বেরিয়ে আসে। ফলে GaAs এ মুক্ত ইলেকট্রন তথা আধান বাহকের সংখ্যা বাড়ে। এ কারণে তাপমাত্রা বাড়ালে GaAs এর পরিবাহিতা বাড়ে অর্থাৎ রোধ কমে।

গ. বর্তনীতে  $t$  সময় তড়িৎপ্রবাহ চললে যদি,  $H = 5.5J$  শক্তি উৎপন্ন হয়, তবে

$$H = I^2 R t$$

$$\text{বা, } t = \frac{H}{I^2 R}$$

$$= \frac{5.5}{(2.97 \times 10^{-3})^2 \times 1} = 623519.14 \text{ sec (Ans.)}$$

এখানে,

রোধ,  $R = 1\Omega$

তড়িৎ প্রবাহ,  $I = 2.97 \text{ mA}$

$$= 2.97 \times 10^{-3} \text{ A}$$

ঘ. এখানে,

তড়িচ্চালক বল,  $E = 1.5 \text{ V}$

অভ্যন্তরীণ রোধ =  $r$

পরিবর্তনীয় রোধ,  $R = 1\Omega$

শ্রেণি সংযোগে প্রবাহ মাত্রা,  $I_s = 2.97 \text{ mA} = 2.97 \times 10^{-3} \text{ A}$

$$\therefore I_s = \frac{nE}{nr + R}$$

$$\text{বা, } I_s = \frac{5E}{R + 5r}$$

$$\text{বা, } R + 5r = \frac{5E}{I_s}$$

$$\text{বা, } r = \frac{1}{5} \left( \frac{5E}{I_s} - R \right) = \frac{1}{5} \times \left\{ \frac{5 \times 1.5}{2.97 \times 10^{-3}} - 1 \right\} \Omega$$

$$\therefore r = 504.85 \Omega$$

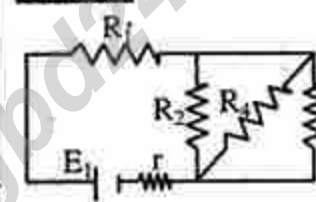
কোষ পাঁচটিকে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে প্রবাহমাত্রা,

$$I_p = \frac{E}{R + \frac{r}{5}} = \frac{1.5}{1 + \frac{504.85}{5}} \text{ A} = 14.71 \text{ mA}$$

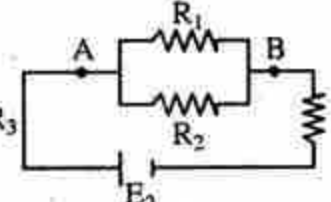
অতএব, শুষ্ক কোষগুলোর সমান্তরাল সংযোগে অ্যামিটারে প্রাপ্ত তড়িৎ প্রবাহ

শ্রেণি সংযোগের তুলনায়  $\frac{14.71}{2.97}$  বা 4.95 গুণ বেশি পর্যবেক্ষিত হবে।

প্রশ্ন ৬৩



চিত্র: ১



চিত্র: ২

$R_1 = 10 \Omega$   
 $R_2 = 15 \Omega$   
 $R_3 = 2 \Omega$   
 $r = 0.5 \Omega$   
 $E_1 = 6V$   
 $E_2 = 5V$

(বাগড়াছড়ি সরকারি কলেজ)

- আ: রোধ কাকে বলে? ১
- উত্তম পরিবাহকের তড়িচ্চালক শক্তি এর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমান"—উক্তিটির যথার্থতা ব্যাখ্যা কর। ২
- চিত্র-১ এর তুল্য রোধ বের কর। ৩
- চিত্র-২ এর A এবং B এর মধ্যকার প্রবাহ চিত্র-১ এর প্রবাহের সমান পেতে হলে A এবং B এর মাঝে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে—গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ৫(ক) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

খ. পরিবাহকের কোন তড়িচ্চালক শক্তি থাকে না। তড়িচ্চালক শক্তি উৎসের সাথে সম্পর্কিত।

গ.  $R_4$  এর মান না থাকায় উত্তর করা সম্ভব নয়।  $R_4 = 5\Omega$  হলে তুল্যরোধের মান হবে:  $11.8 \Omega$ ।

ঘ. চিত্র-২ এর ডানবাহুর রোধটির মানও উদ্দীপকে অনুপস্থিত। তাই উত্তর করা সম্ভব নয়।

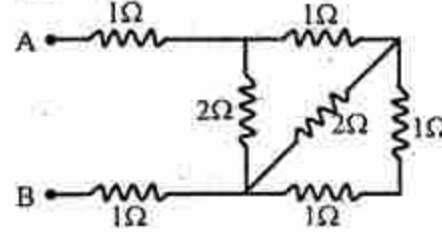


## তৃতীয় অধ্যায় : চল তড়িৎ

৭৯. তড়িৎ প্রবাহের একক কোনটি? [ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর] (জ্ঞান)  
 ক) A                      ঘ) V  
 গ)  $Vm^{-1}$                 ঘ)  $Am^{-1}$                       ক
৮০. কোনো পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে অভিলম্বভাবে 0.5sec এ - 9C চার্জ প্রবাহিত হলে প্রবাহমাত্রা কত? (প্রয়োগ)  
 ক) 0.5A                      ঘ) 1A  
 গ) 18A                      ঘ) 3A                      গ
৮১. কোনো পরিবাহকের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মানের রাশিমালা কোনটি? (জ্ঞান)  
 ক)  $i = nAve$                 ঘ)  $I = \frac{Ave}{n}$   
 গ)  $I = n^2 Ave$                 ঘ)  $I = nAve$                       ক
৮২. একটি তারের রোধ  $r \Omega$  তারটিকে টেনে দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে তখন ইহার রোধ হবে—[কুষ্টিয়া সরকারি কলেজ, কুষ্টিয়া]  
 ক)  $r/2$                       ঘ)  $4r$   
 গ)  $2r$                       ঘ)  $r/4$                       ক
৮৩. একটি বাম্বের গায়ে লেখা 220V- 60W। বাম্বটির রোধ কত? [সিরাজগঞ্জ সরকারি কলেজ, সিরাজগঞ্জ] (প্রয়োগ)  
 ক)  $806\Omega$                       ঘ)  $1320\Omega$   
 গ)  $3.6\Omega$                       ঘ)  $220\Omega$                       ক
৮৪.  $1\Omega = ?$  (অনুধাবন)  
 ক) 1VA                      ঘ)  $1VA^{-1}$   
 গ)  $1AV^{-1}$                       ঘ)  $1AV^{-2}$                       ক
৮৫. পরিবাহিতার একক কী? [নওগাঁ সরকারি কলেজ, নওগাঁ] (জ্ঞান)  
 ক) ওহম                      ঘ) ভোল্ট  
 গ) সিমেন্স                      ঘ) অ্যাম্পিয়ার                      গ
৮৬. রোধের দৈর্ঘ্যের সূত্র এবং প্রস্থচ্ছেদের সূত্রের সম্মিলিত রূপ কোনটি? (জ্ঞান)  
 ক)  $R \propto \frac{L}{A}$                       ঘ)  $R \propto \frac{L}{A^2}$   
 গ)  $R \propto \frac{L^2}{A}$                       ঘ)  $R \propto L \times A$                       ক
৮৭. আপেক্ষিক রোধের একক কী?  
 ক)  $\Omega m$                       ঘ)  $\Omega m^{-1}$   
 গ)  $\Omega m^2$                       ঘ)  $\Omega m^{-2}$                       ক
৮৮. অ্যালুমিনিয়ামের উষ্ণতা সহগ হলো—  
 ক)  $1.65 \times 10^{-3} (^{\circ}C)^{-1}$   
 ঘ)  $3.25 \times 10^{-3} (^{\circ}C)^{-1}$   
 গ)  $3.9 \times 10^{-3} (^{\circ}C)^{-1}$                       ঘ)  $4.5 \times 10^{-3} (^{\circ}C)^{-1}$                       গ
৮৯.  $0^{\circ}C$  তাপমাত্রায় ম্যাঙ্গানিজের আপেক্ষিক রোধ কত? (জ্ঞান)

- ক)  $41.0 \times 10^{-5} \Omega m$                       ঘ)  $41.0 \times 10^{-7} \Omega m$   
 গ)  $41.0 \times 10^{-8} \Omega m$                       ঘ)  $41.0 \times 10^{-10} \Omega m$                       গ

৯০. বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদের কোনো পরিবাহীর ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হলে, রোধ হবে— (অনুধাবন)  
 ক) এক-চতুর্থাংশ                      ঘ) অর্ধেক  
 গ) দ্বিগুণ                      ঘ) চারগুণ                      গ
৯১. নিচের বর্তনীর A ও B প্রান্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী তুল্য রোধ কত?



- ক)  $3\Omega$                       ঘ)  $3.5\Omega$   
 গ)  $4.5\Omega$                       ঘ)  $6\Omega$                       ক
৯২. জুলের সূত্র তিনটিকে একত্রে লিখলে কী ধরনের সমীকরণ উৎপন্ন হয়? (জ্ঞান)  
 ক)  $H \propto i^2 Rt$                       ঘ)  $H \propto iR^2 t$   
 গ)  $H \propto iRt^2$                       ঘ)  $H \propto iRt$                       ক
৯৩.  $E = 2V$  মানের তিনটি তড়িৎ কোষ শ্রেণিতে যুক্ত থাকলে কোষগুলোর মিলিত তড়িৎচালক শক্তি কত? (প্রয়োগ)  
 ক)  $\frac{2}{3}V$                       ঘ)  $2V$   
 গ)  $6V$                       ঘ)  $12V$                       গ
৯৪. Ampere-second কীসের একক? [কুষ্টিয়া সরকারি কলেজ, কুষ্টিয়া] (জ্ঞান)  
 ক) ক্ষমতা                      ঘ) পরিবাহিতা  
 গ) শক্তি                      ঘ) চার্জ                      গ
৯৫. কোন্ রাশিটি সান্টের ক্ষমতা গুণক নামে পরিচিত? [সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল] (জ্ঞান)  
 ক)  $\frac{S}{S+G}$                       ঘ)  $\frac{S+G}{S}$   
 গ)  $\frac{S-G}{G}$                       ঘ)  $\frac{G}{S-G}$                       গ
৯৬. একটি হুইটস্টোন ব্রিজ  $P:Q:R = 1:3:9$  হলে নিম্নোক্ত কোন শর্তে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় আসবে? (প্রয়োগ)  
 ক)  $S = 3P$                       ঘ)  $S = 3Q$   
 গ)  $S = 3R$                       ঘ)  $P+Q+R = S$                       গ
৯৭. ওপরের চিত্রের জন্য নিচের কোন সমীকরণটি সঠিক? (প্রয়োগ)  
 ক)  $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$   
 ঘ)  $I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$   
 গ)  $I_1 + I_3 = I_2 + I_4 + I_5$   
 ঘ)  $I_1 + I_3 + I_5 = I_2 + I_4$                       গ

৯৮. নিচের কোন রাশিটি পরিমাপে মিটার ব্রীজ ব্যবহার করা হয়? (জ্ঞান)

- (ক) রোধকত্ব (খ) রোধ  
(গ) প্রবাহ (ঘ) বিভব

৯৯. হুইটস্টোন ব্রীজের ভারসাম্যের শর্ত কোনটি? (জ্ঞান)

- (ক)  $\frac{P}{R} = \frac{S}{Q}$  (খ)  $\frac{P}{S} = \frac{R}{Q}$   
(গ)  $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$  (ঘ)  $\frac{P}{Q} = \frac{S}{R}$

১০০. তড়িৎ প্রবাহের ফলে— (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ঘটে  
ii. চৌম্বক ক্রিয়া ঘটে  
iii. তাপীয় ক্রিয়া ঘটে  
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০১. কোনো পদার্থের রোধাক্রের মান  $1.6 \times 10^{-8} \Omega m$  বলতে বুঝায় যে— (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. 1m বাহুবিশিষ্ট উক্ত পদার্থের একটি ঘনকের রোধের মান হবে  $1.6 \times 10^{-8} \Omega$   
ii. 1m ব্যাসার্ধের উক্ত পদার্থের একটি গোলকের রোধের মান হবে  $1.6 \times 10^{-8} \Omega$   
iii. ঐ পদার্থের 1m দৈর্ঘ্যের  $1m^2$  প্রস্থচ্ছেদের কোনো টুকরার রোধ হবে  $1.6 \times 10^{-8} \Omega$   
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০২. আপেক্ষিক রোধ নির্ভর করে— [সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল] (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. পরিবাহীর উপাদানের ওপর  
ii. তাপমাত্রার ওপর  
iii. পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের ওপর  
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০৩.  $10\Omega$ ,  $50\Omega$  এবং  $190\Omega$  রোধের তিনটি পরিবাহককে শ্রেণিতে সংযুক্ত করে সমবায়ের দু প্রান্তে 250V বিভব প্রয়োগ করা হলে— (প্রয়োগ)

- i. বর্তনীর তুল্যরোধ  $250\Omega$   
ii. বর্তনীর মূল প্রবাহের মান হবে 1A  
iii.  $50\Omega$  রোধকের দুপ্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে 100V  
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০৪. দুটি রোধককে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করায়  $7.5\Omega$  এবং সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করায়  $0.6\Omega$  রোধ পাওয়া গেলে— (প্রয়োগ)

- i. ক্ষুদ্রতর রোধটির মান  $0.66\Omega$   
ii. বৃহত্তর রোধটির মান  $6.84\Omega$

iii. রোধহীন শ্রেণি সমবায়ের তুল্যরোধ সমান্তরাল সমবায়ের তুল্য রোধের 12.5 গুণ  
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০৫. কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করলে উৎপন্ন তাপের রাশিমালা— (প্রয়োগ)

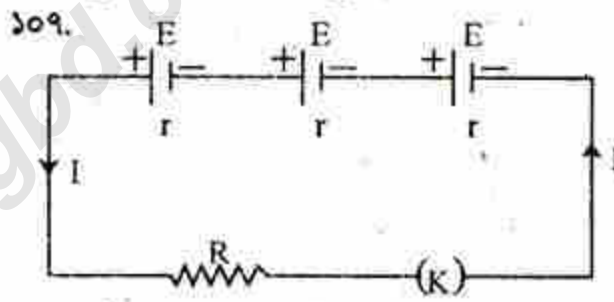
- i.  $H = VIt$  জুল  
ii.  $H = 0.24I^2Rt$  জুল  
iii.  $H = \frac{V^2t}{R}$  জুল  
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০৬. একটি কোষের তড়িৎচালক শক্তি 2V। এতে যখন 5A তড়িৎ প্রবাহিত হয়, তখন এর দুই প্রান্তের পার্থক্য 1.8V হয়। এই কোষের— (প্রয়োগ)

- i. প্রাপ্ত ভোল্ট 2V  
ii. হারানো ভোল্ট 0.2V  
iii. অভ্যন্তরীণ রোধ  $0.04\Omega$   
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii



উপরের বর্তনীতে— [আব্দুল কাদির মোল্লা কলেজ, নরসিংদী; বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বগুড়া] (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. ব্যাটারীর তুল্যরোধ  $(R + 3r)$   
ii. ব্যাটারীর তুল্য তড়িৎচালক শক্তি  $3E$   
iii. মূল তড়িৎ প্রবাহের মান  $\frac{3E}{R + 3r}$   
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১০৮.  $r = 3\Omega$  অভ্যন্তরীণ রোধের এবং  $E = 10V$  মানের তিনটি তড়িৎ কোষ সমান্তরালে সংযুক্ত করা হলো। এ সমবায়ের সাথে  $30\Omega$  মানের একটি বহিঃস্থ রোধ সংযুক্ত করা হলো— (অনুধাবন)

- i. কোষের সমবায়টির তুল্যরোধ  $1\Omega$   
ii. বর্তনীর তুল্য তড়িৎচালক শক্তি 30V  
iii. বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহের মান 0.32A  
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii



১০৯. একটি হুইটস্টোন ব্রিজের চার বাহুর রোধ ৪, ১২, ১৬ ও  $20\Omega$  হলে ব্রিজের ভারসাম্য অবস্থার ক্ষেত্রে চতুর্থ বাহুর— (প্রয়োগ)

- রোধ হবে  $24\Omega$
- মধ্যে অতিরিক্ত  $4\Omega$  রোধ সংযোজন করতে হবে
- মধ্যে  $20\Omega$  রোধের সাথে অতিরিক্ত একটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

১১০. একটি নির্দিষ্ট গ্যালভানোমিটারের জন্য  $G$  ধুবক। তাই  $S$  এর মান কম হলে— (অনুধাবন)

- $I_g$  বেশি হয়
- নির্দিষ্ট  $I$  এর জন্যে  $I_g$  কম হয়
- গ্যালভানোমিটার মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ কম হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii  
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

উদীপকটি পড়ে ১১১ ও ১১২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:  
বুপার তৈরি কোনো পদার্থের রোধ  $0^\circ\text{C}$  এবং  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় যথাক্রমে  $10\Omega$  এবং  $10.10\Omega$

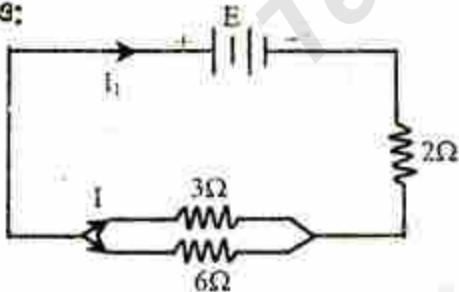
১১১. বুপার রোধের উষ্ণতা গুণাক্ত কত? (প্রয়োগ)

- (ক)  $2 \times 10^{-3}/^\circ\text{C}$  (খ)  $2 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$   
(গ)  $5 \times 10^{-3}/^\circ\text{C}$  (ঘ)  $5 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$

১১২.  $40^\circ$  তাপমাত্রায় ঐ পদার্থের রোধ কত হবে? (প্রয়োগ)

- (ক)  $10.15\Omega$  (খ)  $10.20\Omega$   
(গ)  $10.30\Omega$  (ঘ)  $10.40\Omega$

নিচের বর্তনীটি লক্ষ্য কর এবং ১১৩ ও ১১৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

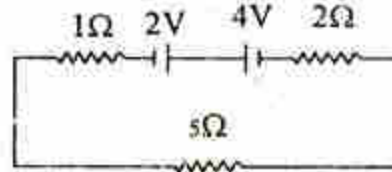


১১৩. বর্তনীর তুল্য রোধ কত? (প্রয়োগ)

- (ক)  $2.18\Omega$  (খ)  $4\Omega$   
(গ)  $4.5\Omega$  (ঘ)  $11\Omega$

১১৪. নিচের কোনটি সঠিক? (প্রয়োগ)

- (ক)  $I > I_2 > I_1$  (খ)  $I_2 > I_1 > I$   
(গ)  $I_1 > I > I_2$  (ঘ)  $I > I_2 > I_1$



উদীপকের আলোকে ১১৫ ও ১১৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

১১৫. বর্তনীতে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহের মান—

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা] (প্রয়োগ)

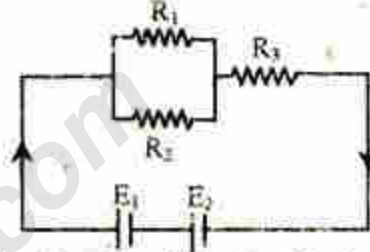
- (ক) 0.25 amp (খ) 0.3 amp  
(গ) 0.35 amp (ঘ) 0.5 amp

১১৬. রোধ তিনটিতে বিভব পতনের সমষ্টি—

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা] (প্রয়োগ)

- (ক) 2 volt (খ) 3 volt  
(গ) 5 volt (ঘ) 6 volt

নিচের উদীপকের আলোকে ১১৭ ও ১১৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



$$R_1 = R_2 = R_3 = 10\Omega, E_1 = 2V, E_2 = 3V$$

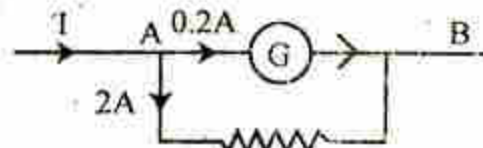
১১৭. বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। (প্রয়োগ)

- (ক) 0.75A (খ) 0.33A  
(গ) 0.30 (ঘ) 0.17A

১১৮. উদীপকের আলোকে কোন উক্তিটি সঠিক? (প্রয়োগ)

- (ক) রোধগুলো সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা হ্রাস পাবে  
(খ) কোষদ্বয় বিপরীতক্রমে যুক্ত করলে প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধি পাবে  
(গ) রোধগুলো শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে প্রবাহমাত্রা হ্রাস পাবে  
(ঘ) রোধগুলো শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধি পাবে

উদীপকটি পড়ে ১১৯ ও ১২০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও



১১৯.  $I$  এর মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক) 0.2A (খ) 1.8A  
(গ) 2A (ঘ) 2.2A

১২০.  $G$  এর মান  $10\Omega$  হলে  $S$  এর মান কত? (প্রয়োগ)

- (ক)  $1\Omega$  (খ)  $2\Omega$   
(গ)  $3\Omega$  (ঘ)  $4\Omega$