অধ্যায় ০৩ চল তড়িৎ

➢ এইচএসসি বোর্ড পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক টাইপসমূহ:

গুরুত্ব	গাণিতিক টাইপ	বোর্ড পরীক্ষায় যে বছর প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	CQ
✪✪✪	Type-01: রোধ ও রোধের সমবায়	RB'22, 21, 19; BB'22, 17; JB'22, 21,19; CB'22, 21; DB'21, 19, 17; Din.B'21, 17; MB'21; All B'18, Ctg.B'17	RB'21;MB'21, SB'19; JB'19; Ctg.B'17;
✪✪✪	Type-02: বর্তনীতে ওহমের সূত্র প্রয়োগ সম্পর্কিত	Ctg.B'22, 21, 17; CB'22, 21; RB'21, 19, 17; SB'21; Din.B'21, 17; MB'21; DB'19, 17; JB'19; BB'17;	DB'22, 21, 17; RB'22, 21, 17; Ctg.B'22, 21, 17; BB'22, 17; JB'22, 21, 19; Din.B'22, 21, 19; MB'22, 21; SB'21; CB'21
✪✪✪	Type-03: বিদ্যুৎ কোষের সমবায়	DB'21; SB'21; RB'17	JB'22, 21; MB'21; DB'19; Din.B'19
✪✪✪	Type-04: কির্শফের সূত্র	Ctg.B'19; SB'19; BB'17	MB'22, 21; SB'21; Ctg.B'19; All B'18
✪✪✪	Type-05: হুইটস্টোন ব্রীজ নীতি	CB'22, 19, 17; JB'21; SB'19	CB'22; SB'21, 17; Din.B'21; BB'19
✪	Type-06: মিটার ব্রীজ	DB'22; JB'21; Ctg.B'17	-
✪✪✪	Type-07: অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি	RB'22,21; MB'22; DB'21; SB'21; BB'21; Din.B'21; Ctg.B'19	Ctg.B'21; BB'21, 17; Din.B'21
✪✪✪	Type-08: জুলের তাপীয় ক্রিয়ার সূত্র	DB'22; Ctg.B'22, 21; BB'22, 17; CB'22, 21; Din.B'22; SB'21; MB'21	RB'22, 21; BB'22, 21; Din.B'22; DB'21; JB'21; SB'19
✪✪✪	Type-09: বৈদ্যুতিক শক্তি, ক্ষমতা	RB'22, 21; SB'22, 17; BB'22, 19	SB'22; RB'21; CB'21

Type-01: রোধ ও রোধের সমবায়

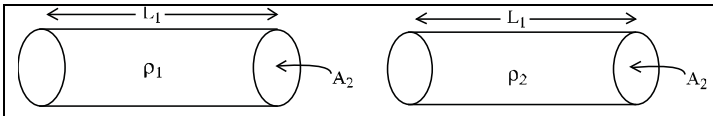
➲ **Concept:**

♦ **আপক্ষিক রোধ সংক্রান্ত সমস্যা:**

➢ কোন পরিবাহীর রোধ চারটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে, যথা:

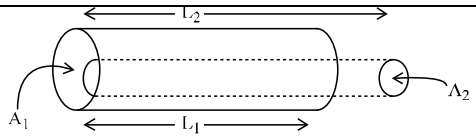
(i) পরিবাহীর দৈর্ঘ্য (ii) পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল (iii) পরিবাহীর উপাদান (iv) পরিবাহীর তাপমাত্রা

♦ পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ কেবল দুটি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল, যথা: (i) পরিবাহীর উপাদান (ii) পরিবাহীর তাপমাত্রা



Applied formula: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \times \frac{L_1}{L_2}\frac{A_2}{A_1}$

(ভিন্ন উপাদানের দুটি পরিবাহীর ক্ষেত্রে)



Applied formula: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1}$

(একই উপাদানের পরিবাহীর ক্ষেত্রে)

কোন পরিবাহীকে টেনে n গুণ লম্বা করা হলেঃ পরিবর্তিত রোধ $= n^2 \times$ আদি অবস্থার রোধ

লক্ষণীয়: এসকল সমস্যা সমাধানে আয়তন ধ্রুবক ধরা হয়।

- **রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাব সম্পর্কিত সমস্যা:**

যদি কোনো পরিবাহীর রোধ 0°C ও θ°C তাপমাত্রায় যথাক্রমে R_0 ও R_θ হয়, তাহলে,

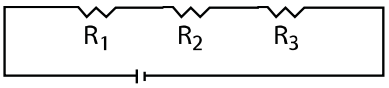
$R_\theta = R_0\,(1+\alpha\theta)$ $\therefore\ \alpha = \frac{R_\theta - R_0}{R_0\theta}$; α = রোধের তাপমাত্রা সহগ।

মনে রাখতে হবে, তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে অর্ধপরিবাহী বা সেমিকন্ডাক্টরের রোধ হ্রাস পায়।

এখানে একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হল R_0। R_0 হল একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় রোধ। যেমন আমরা 0°C তাপমাত্রায় রোধ ধরেছি। আর এই নির্দিষ্ট তাপমাত্রার ওপর α এর মান নির্ভর করে।

লক্ষণীয়: সেমিকন্ডাক্টর ব্যতীত α এর মান সর্বদা ধনাত্মক হয়।

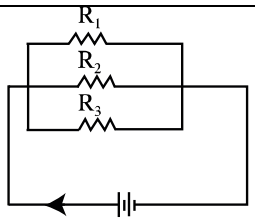
- **তুল্যরোধ নির্ণয়:**



তিনটি রোধের তুল্যরোধ R_s হলে $R_s = R_1 + R_2 + R_3$

n সংখ্যক রোধ শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকলে তুল্যরোধ

$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots + R_n$



তিনটি রোধের তুল্যরোধ R_p হলে, $R_p = (R_1^{-1} + R_2^{-1} + R_3^{-1})^{-1}$

n সংখ্যক রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত থাকলে তুল্যরোধ,

$R_p = (R_1^{-1} + R_2^{-1} + R_3^{-1} + \ldots\ldots\ldots + R_n^{-1})^{-1}$

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. একই উপাদানে তৈরি দুটি পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 3 m ও 6 m এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 1 cm ও 0.5 cm. এদের আপেক্ষিক রোধের অনুপাত কত? **[RB'22]**

(a) 1 : 8 (b) 1 : 4 (c) 1 : 1 (d) 4 : 1

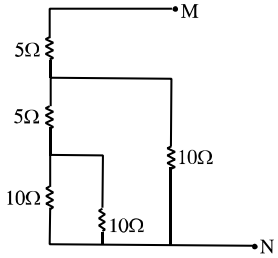
সমাধান: (c); একই উপাদানে তৈরি হলে আপেক্ষিক রোধ ধ্রুবক।

02. তাপমাত্রা স্থির রেখে একটি তারকে টেনে 3 গুণ করা হলে রোধ কতগুণ হবে? **[RB'22]**

(a) অপরিবর্তিত (b) 3

(c) 9 (d) 27

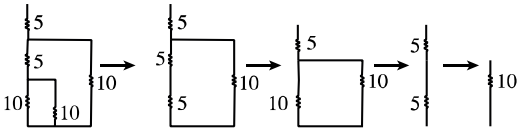
সমাধান: (c); $R' = n^2R = 3^2 \times R = 9\,R$

03. 

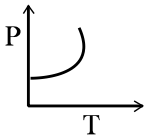
চিত্রে M ও N বিন্দুর মধ্যে তুল্য রোধের মান- **[BB'22]**

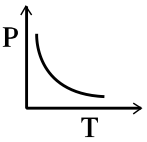
(a) 4 Ω (b) 8.75 Ω (c) 10 Ω (d) 13.33 Ω

সমাধান:(c);

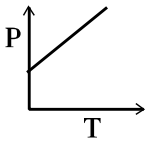


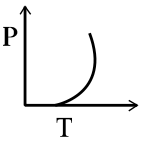
04. পরিবাহীর ক্ষেত্রে P ও T এর মধ্যে সম্পর্ক কীরূপ? **[JB'22]**

(a) 

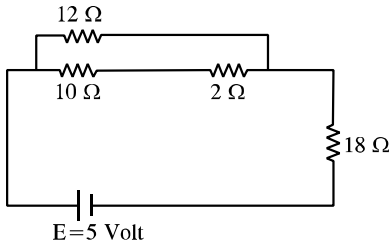
(b) 

[Ans: b]

(c) 

(d) 

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

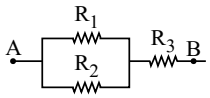


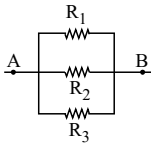
05. বর্তনীর তুল্য রোধ কত? **[CB'22]**

(a) 12 Ω (b) 18 Ω (c) 24 Ω (d) 32 Ω

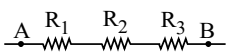
সমাধান: (c); তুল্য রোধ, $R_{eq} = \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{10+2}\right)^{-1} + 18 = (6 + 18)\Omega = 24\Omega$

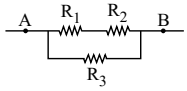
06. উদ্দীপকের বর্তনীর সমতুল্য বর্তনী নিচের কোনটি? **[DB'21]**

(a) 

(b) 

[Ans: b]

(c) 

(d) 

07. বর্তনীর তুল্য রোধ কত হবে? **[RB'21]**

(a) 6.66Ω (b) 5.45Ω (c) 30Ω (d) 60Ω

সমাধান:(b); তুল্যরোধ= $(10^{-1} + 20^{-1} + 30^{-1}) = 5.45\Omega$

08. একটি তারকে সমান দুইভাগ করলে– **[RB'21][Ans: d]**

(a) আপেক্ষিক রোধ কমে যায়

(b) আপেক্ষিক রোধ বেড়ে যায়

(c) বৈদ্যুতিক পরিবাহকত্ব কমে যায়

(d) আপেক্ষিক রোধ একই থাকে

09. পরিবাহীর তাপমাত্রার সাথে পরিবাহিতার সম্পর্ক নিচের কোন চিত্রটি সঠিক? **[JB'21]**

(a)

(b)

(c)

(d)

সমাধান (b); পরিবাহীতা রোধের ব্যস্তানুপাতিক এবং রোধ তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে সমানুপাতিকভাবে বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ পরিবাহীতা তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক।

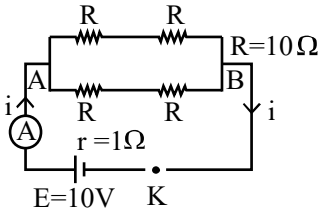
10. কোনো পরিবাহীর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাসার্ধ অর্ধেক করলে চূড়ান্ত রোধ হবে প্রাথমিক রোধের কত গুণ? **[CB'21]**

(a) দ্বিগুণ (b) চার গুণ (c) আট গুণ (d) বার গুণ

সমাধান: (c); $R \propto \frac{\ell}{r^2} = \frac{R_1 r_1^2}{\ell_1} = \frac{R_2 r_2^2}{\ell_2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{r_1^2 \ell_2}{r_2^2 \ell_1}$

$\Rightarrow R_2 = 8R_1$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



11. A I B বিন্দুর তুল্যরোধ কত? **[Din.B'21][Ans: c]**

(a) 40 Ω (b) 20 Ω (c) 10 Ω (d) 5 Ω

12. একটি পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল অর্ধেক করলে উহার রোধ হবে? **[MB'21]**

(a) অর্ধেক (b) দ্বিগুণ

(c) চারগুণ (d) পরিবর্তন হবে না

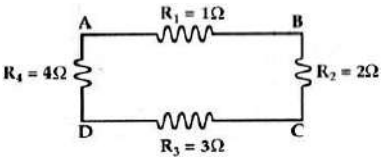
সমাধান: (c); $R \propto L$ এবং $R \propto \frac{1}{A}$

13. তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে একটি তারকে টেনে 2 গুণ লম্বা করলে রোধ 4 গুণ হয়। তারটির আপেক্ষিক রোধ হবে–

(a) চারগুণ (b)দ্বিগুণ **[DB'19]**

(c) অপরিবর্তিত (d) এক-চতুর্থাংশ

সমাধান:(c); $R = \rho\frac{L}{A}$, ρ তাপমাত্রা স্থির থাকলে স্থির থাকবে।

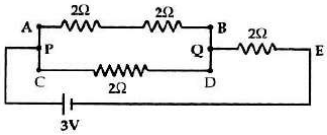
14. 

[RB'19][Ans: c]

নিচের কোন দুটি বিন্দুর মধ্যকার রোধ সর্বোচ্চ?

(a) A ও B (b)C ও D (c) B ও D (d) D ও A

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও :



15. বর্তনীর তুল্য রোধ কত? **[JB'19]**

(a) 3.33 Ω (b)1.33 Ω (c) 0.75 Ω (d) 0.33 Ω

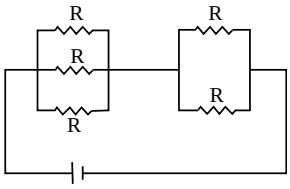
সমাধান: (a); $R_{eq} = [\{(2+2)^{-1} + 2^{-1}\}^{-1} + 2]\Omega$

$= 3.33\Omega$

16. একটি তারের রোধ 2 ওহম। এ তারটির উপাদান ঠিক রেখে দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করে যে রোধ পাওয়া যাবে- **[All B'18]**

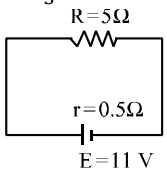
(a) 1 ওহম (b) 2 ওহম (c) 3 ওহম (d) 4 ওহম

সমাধান: (d); $R \propto L$

17. 

বর্তনীতে মোট রোধ কত হবে? **[DB'17][Ans: c]**

(a) $\frac{1}{3}$R (b) $\frac{1}{2}$R (c) $\frac{5}{6}$R (d) 5R

18. 

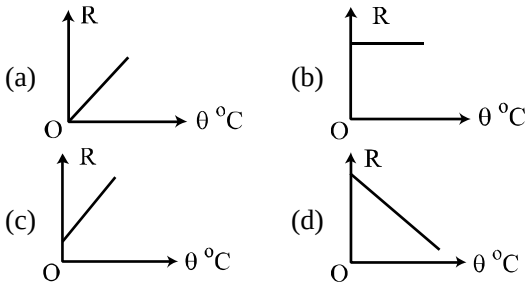
চিত্রে তড়িৎ প্রবাহের মান কত?

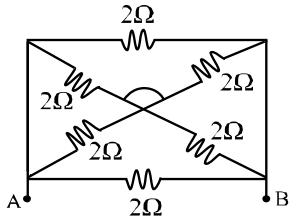
[DB'17][Ans: a]

(a) 1A (b) 2A (c) 2.2A (d) 2.5A

সমাধান: (b); $I = \frac{V}{R+r} = \frac{11}{5+.5} = 2A$

19. তাপমাত্রার সাথে পরিবাহকের রোধের পরিবর্তন নিচের কোন লেখচিত্রটি নির্দেশ করে? [Ctg.B'17][Ans: c]



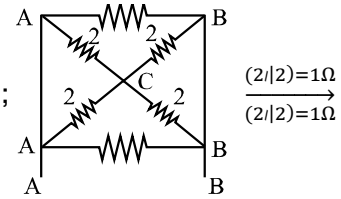
20. 

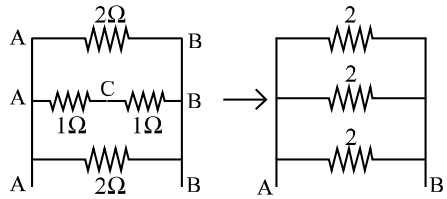
[BB'17]

বর্তনীর A এবং B বিন্দুতে তুল্যরোধ কত?

(a) 6Ω (b) 4Ω (c) $\frac{3}{2}\Omega$ (d) $\frac{2}{3}\Omega$

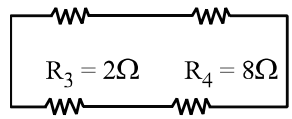
সমাধান: (d);





তুল্য রোধ, $R = \left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\right)^{-1} = \frac{2}{3}\Omega$

$R_1 = 4\Omega$ $R_2 = 6\Omega$

21. 

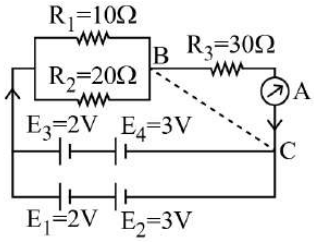
[Din.B'17][Ans: c]

বর্তনীর তুল্য রোধ হল-

(a) 0.05Ω (b) 0.20Ω (c) 5.0Ω (d) 20Ω

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. উদ্দীপকের বর্তনীটির প্রবাহমাত্রা নির্ণয়ের জন্য অ্যামিটারের পাঠ নেয়া হলো। পরবর্তীতে 5Ω রোধের একটি পরিবাহী তারকে B ও C বিন্দুতে যুক্ত করে পুনরায় অ্যামিটারের পাঠ নেওয়া হলো। [RB'21]



(গ) প্রথম ক্ষেত্রে বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

গ. এখানে, $R_1 \parallel R_2 \therefore R_P = \left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)^{-1} = 6.67\Omega$

আবার, R_3 ও R_P শ্রেণিতে সংযুক্ত

$\therefore R_S = R_3 + R_P = 36.67\Omega$

∴ বর্তনীর তুল্যরোধ 36.67Ω

02. 2V তড়িচ্চালক শক্তি ও 1Ω অন্তঃরোধবিশিষ্ট 5টি তড়িৎ কোষকে শ্রেণিতে সাজিয়ে 25°C তাপমাত্রার 60Ω রোধবিশিষ্ট একটি পরিবাহী তারের সাথে যুক্ত করা হলো। পরিবাহী তারে রোধের উষ্ণতার গুণাঙ্ক $4.2 \times 10^{-3}/°C$। [MB'21]

(গ) 100°C তাপমাত্রায় পরিবাহী তারটির রোধ নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

গ.

$R_{25} = R_0(1+\alpha\theta) \Rightarrow R_0 = 54.3\Omega$

আবার, $R_{100} = R_0(1+\alpha\times 100) = 77.106\Omega$ (Ans)

দেওয়া আছে,

$\alpha = 4.2 \times 10^{-3}/°C$

$R_{25} = 60\Omega$; $\theta = 25$; $R_0 = ?$; $R_{100} = ?$

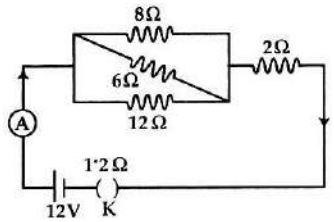
03. স্বাভাবিক তাপমাত্রায় (25°C) টাংস্টেন তারের রোধ 65 Ω। এরূপ তার দিয়ে দুটি বৈদ্যুতিক হিটারের কুণ্ডলী তৈরি করে বৈদ্যুতিক লাইনের সাথে (220V) সমান্তরালে যুক্ত করা হলো। এতে কুণ্ডলী তারের তাপমাত্রা 250°C-এ উন্নীত হলো। ১ম কুণ্ডলী তারের দৈর্ঘ্য ও ব্যাস উভয়ই ২য় কুণ্ডলীর তুলনায় দ্বিগুণ। টাংস্টেন রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক ($\alpha = 4.5 \times 10^{-3}°C^{-1}$)। [SB'19]

(গ) 250°C-এ টাংস্টেন তারের রোধ কত হবে? ৩

সমাধান

গ. $R_{250} = R_o[1 + \alpha \times (250 - 0)] = R_o[1 + 250\alpha]$

$R_{25} = R_o[1 + 25\alpha]$; $\frac{R_{250}}{R_{25}} = \frac{1+250\alpha}{1+25\alpha}$ $\therefore R_{250} = \frac{1+250\alpha}{1+25\alpha} \times R_{25} = 124.16\Omega$

04. 

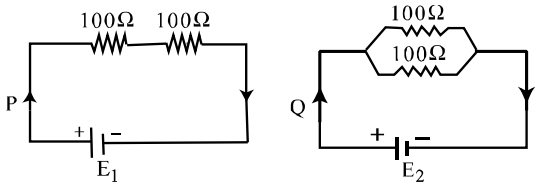
[JB'19]

(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

গ. 8Ω, 6Ω ও 12Ω রোধ তিনটি সমান্তরালে যুক্ত এবং এর সাথে 2Ω ও 1.2Ω রোধ শ্রেণিতে যুক্ত।

∴ তুল্য রোধ, $R_{eq} = \{(8^{-1} + 6^{-1} + 12^{-1})^{-1} + 2 + 1.2\}\Omega = 5.867\Omega$

05. 

[Ctg.B'17]

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

(গ) উদ্দীপক অনুসারে যে কোনো তারের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

গ. এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, L = 0.5 m

তারের ব্যাসার্ধ, $r = 0.2\ cm = 2 \times 10^{-3}m$

তারের রোধ, $R = 100\Omega$

আপেক্ষিক রোধ, $\rho = ?$

আমরা জানি, $\rho = \frac{RA}{L} = \frac{R \times \pi r^2}{L} = \frac{100 \times 3.14 \times (2 \times 10^{-3})^2}{0.5} = 2.512 \times 10^{-3}\Omega$

Type-02: বর্তনীতে ওহমের সূত্র প্রয়োগ সম্পর্কিত

Concept:

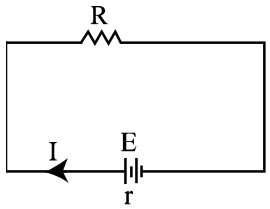
$I = \frac{E}{R+r}$

R = বহিঃস্থ রোধ

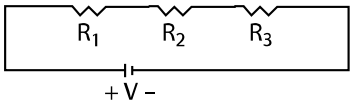
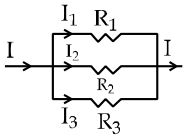
I = তড়িৎ প্রবাহ

r = অভ্যন্তরীণ রোধ

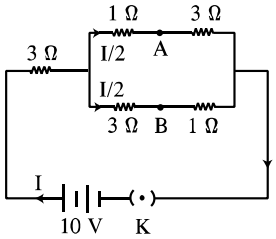
E = তড়িৎ চালক শক্তি



- বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর (R_e)।
- বর্তনীর মূল কারেন্ট (কোষ যে কারেন্ট সরবরাহ করে) নির্ণয় কর।
- সরাসরি ওহমের সূত্র প্রয়োগ করে ক্ষেত্রবিশেষ Potential divider rule বা Current divider rule প্রয়োগ করা যেতে পারে।

Voltage divider rule	Current divider rule
 ; V = IR. কোন রোধের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য $= \frac{\text{ঐ রোধের মান}}{\text{শ্রেণি সংযোগের তুল্যরোধের মান}} \times$ মোট তড়িৎ প্রবাহ $V_1 = \frac{R_1}{R_s} \times V;\ V_2 = \frac{R_2}{R_s} \times V;\ V_3 = \frac{R_3}{R_s} \times V$	 কোন রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান $= \frac{\text{সমান্তরাল সংযোগের তুল্যরোধের মান}}{\text{ঐ রোধের মান}} \times$ মোট প্রবাহ $I_1 = \frac{R_p}{R_1} \times I;\ I_2 = \frac{R_p}{R_2} \times I;\ I_3 = \frac{R_p}{R_3} \times I$ দুটি রোধের জন্য, $I_1 = \frac{R_2}{R_1+R_2} \times I;\ I_2 = \frac{R_1}{R_1+R_2} I$

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01.  **[Ctg.B'22][Ans: c]**

প্রদত্ত বর্তনীর A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য কত?

(a) 1.50 V (b) 1.82 V (c) 2 V (d) 5 V

সমাধান: (c); $R_{eq} = \left(\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\right)^{-1} + 3 = 5\Omega$

$\therefore I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{10}{5} = 2A;\ V' = 10 - 2 \times 3 = 4\ V$

$V_A = 4 - 1 \times 1 = 3V;\ V_B = 4 - 1 \times 3$
$= 1V; V_{AB} = V_A - V_B = (3-1) = 2V$

02. 18 Ω রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান কত? **[CB'22]**

(a) 0.1 Amp (b) 0.2 Amp (c) 0.3 Amp (d) 0.4 Amp

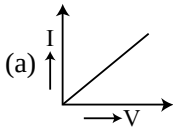
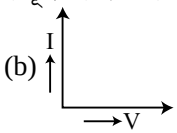
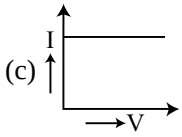
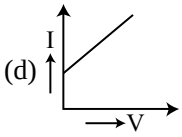
সমাধান: (b); $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{5}{24}$ Amp
$= 0.2083$ Amp ≈ 0.2Amp

03. 30Ω রোধের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে? **[RB'21]**

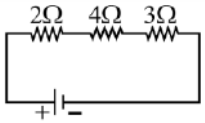
(a) 2.2A (b) 1.2A (c) 0.6A (d) 0.4A

সমাধান: (d); $I_{30} = \frac{12}{30} = 0.4A$

04. নিচের কোন লেখচিত্রটি ওহমের সূত্র মেনে চলে- **[Ctg.B'21]**

(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

সমাধান (a); $I \propto V$

05.  **[Ctg.B'21]**

বর্তনীর 4Ω রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে–

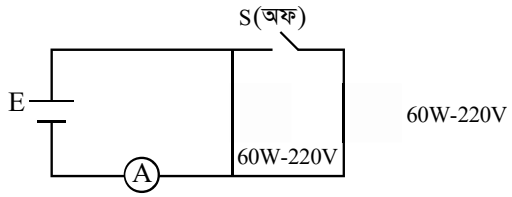
(a) 1 Volt (b) 2 Volt (c) 3 Volt (d) 4 Volt

[Note: প্রশ্নটি অসম্পূর্ণ। E এর মান দেওয়া নেই]

সমাধান (d); ধরি, E = 9V, তাহলে, $I = \frac{E}{R_2+R_4+R_3}$

$I = 1 \therefore V_4 = IR_4 = 1 \times 4 = 4V$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



উদ্দীপকের বর্তনীতে (60W – 220V) লেখা দুইটি বাল্ব লাগানো আছে।

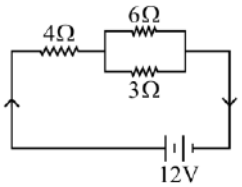
06. প্রতিটি বাল্বের ফিলামেন্টের রোধ কত? **[SB'21]Ans: a]**

(a) 806.67Ω (b) 666.67Ω
(c) 11.67Ω (d) 3.33Ω

07. S সুইচ অন-করলে অ্যামিটারের পাঠ হবে পূর্বের- **[SB'21]**

(a) $\frac{1}{4}$ গুণ (b) $\frac{1}{2}$ গুণ (c) 2 গুণ (d) 4 গুণ

সমাধান (c); $I \propto \frac{1}{R}$; $R_P = \left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R}\right) = \frac{R}{2}$

08. 

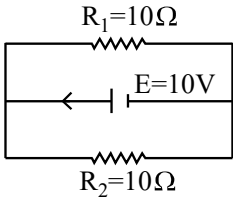
বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ কত? [BB'21]

(a) 4A (b) 3A (c) 2A (d) 1A

সমাধান (c); $R_{eq} = 4 + (6^{-1} + 3^{-1})^{-1} = 6\Omega$

$$I = \frac{12}{6} = 2A$$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



09. বর্তনীর মোট প্রবাহমাত্রা- [CB'21]

(a) 0.5 amp (b) 1 amp (c) 2 amp (d) 10 amp

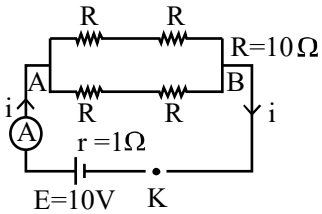
সমাধান: (c); $R_p = (R_1^{-1} + R_2^{-1})^{-1} = 5$

$$I = \frac{E}{R_p} = \frac{10}{5} = 2A$$

10. R_2 রোধকের দুপ্রান্তের বিভব পার্থক্য- [CB'21][Ans: b]

(a) 5 V (b) 10 V (c) 20 V (d) 40 V

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

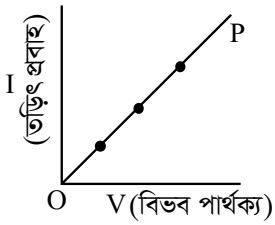


11. অ্যামিটার (A) এর পাঠ কত পাওয়া যাবে? [Din.B'21]

(a) 1 A (b) 0.9 A (c) 0.5 A (d) 0.2 A

সমাধান (b); $I = \frac{E}{R_{eq}+r} = \frac{10}{10+1} = 0.909A$

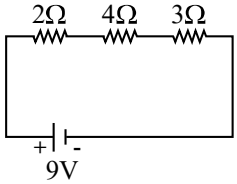
12. ও'হমের সূত্র অনুসারে নিচের গ্রাফের ঢাল কোন রাশি নির্দেশ করে? [Din.B'21]



(a) রোধ (b) আপেক্ষিক রোধ

(c) পরিবাহিতা (d) পরিবাহিতাংক

সমাধান (c); এখানে ঢাল $= \frac{I}{V} = \frac{1}{R}$

13. 

[MB'21]

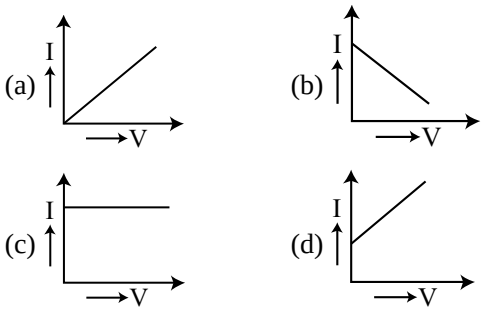
বর্তনীর 4Ω রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে-

(a) 1 Volt (b) 2 Volt (c) 3 Volt (d) 4 Volt

সমাধান: (d); $R_{eq} = 9\Omega$; $V = 4 \times 1$

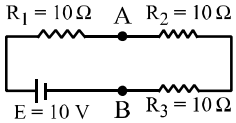
$$I = \frac{9}{9} = 1A = 4 \text{ volt}$$

14. নিচের কোন লেখচিত্রটি ওহমের সূত্র মেনে চলে? [MB'21]



সমাধান: (a); $I \propto V$

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



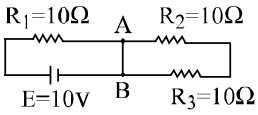
15. বর্তনীর প্রবাহমাত্রা কত? [DB'19]

(a) 33.33 A (b)1.5 A (c) 0.67 A (d) 0.33 A

সমাধান: (d); $I = \frac{E}{R_1+R_2+R_3} = 0.33$ A

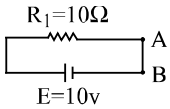
16. যদি A ও B বিন্দুকে একটি পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করা হয় তবে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা কত হবে? [DB'19]

(a) 1.5 A (b)1 A (c) 0.67 A (d) 0.33 A

সমাধান: (b); 

; A ও B কে সংযুক্ত করলে R_2 ও R_3 এর মধ্য দিয়ে কোন তড়িৎ প্রবাহিত হবে না। কারণ AB অংশে মূলত 0Ω (পরিবাহী তারের রোধ) ও $(R_2 + R_3)$ বা 20Ω রোধ সমান্তরালে সংযুক্ত।

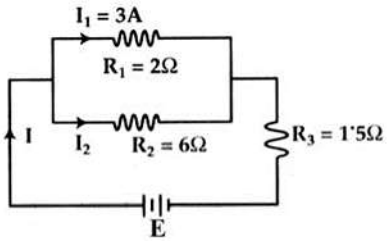
এদের তুল্য রোধ, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{0} + \frac{1}{20} = \infty + \frac{1}{20} = \infty$



$\therefore R_p = \frac{1}{\infty} = 0$। সুতরাং, তুল্য বর্তনী

$\therefore I = \frac{10}{10}A = 1A$

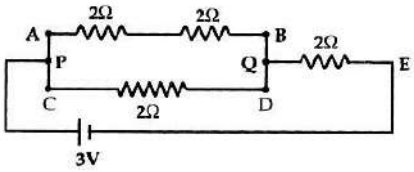
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



17. I এর মান কত? **[RB'19]**
(a) 1 A (b) 2 A (c) 3 A (d) 4 A
সমাধান: (d); 2Ω রোধের দুই প্রান্তে বিভব পার্থক্য,
$V_1 = I_1R_1 = 6V \therefore I_2 = \frac{V_1}{R_2} = \frac{6}{6}A = 1A$
$\therefore I = I_1 + I_2 = 4A$

18. E এর মান কত? **[RB'19]**
(a) 4 V (b) 6 V (c) 9 V (d) 12 V
সমাধান: (d); $E = \{(4 \times 1.5) + 6\}V = 12V$

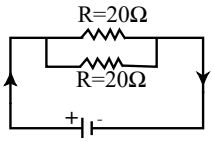
নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও :



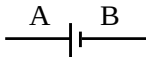
19. বর্তনীর শাখা প্রবাহগুলোর মধ্যে সম্পর্ক হলো– **[JB'19]**
(i) $I_{AB} > I_{CD}$ (ii) $I_{AB} < I_{CD}$ (iii) $I_{PQ} > I_{QE}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (সঠিক উত্তর ii);
$I_{QE} = \frac{3}{3.33}A = 0.9A,\ I_{PQ} = 0A$
$I_{AB} = I_{QE} \times \frac{R_{CD}}{R_{CD}+R_{AB}} = 0.3A;\ I_{CD} = I_{QE} - I_{AB} = 0.6A$

20. কোনো বাল্বের ফিলামেন্টের রোধ 50Ω এবং এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 250V হলে বাল্বের ভিতর দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে? **[DB'17]**
(a) 2A (b) 4A (c) 5A (d) 8A
সমাধান: (c); $I = \frac{V}{R} = \frac{250}{50} = 5A$

নিচের চিত্র লক্ষ্য কর এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



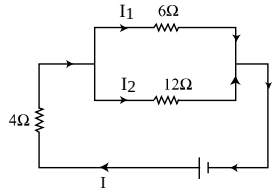
E = 10V
r = 0.5Ω
চিত্র-১



E = 10V
r = 0.5Ω
চিত্র-২

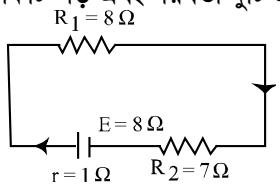
21. ১নং চিত্রে মূল প্রবাহ কত হবে? **[RB'17]**
(a) 0.95A (b) 0.9524A (c) 1A (d) 1.05A
সমাধান: (b); $R_{eq} = 10\Omega \therefore i = \frac{E}{R_{eq}+r} = \frac{10}{10.5} = 0.9524A$

নিচের উদ্দীপক হতে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



22. তড়িৎ প্রবাহের মানের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? **[Ctg.B'17]**
(a) $I_2 < I_1 < I$ (b) $I_1 < I_2 < I$
(c) $I_2 < I < I_1$ (d) $I < I_1 < I_2$
সমাধান: (a); যেহেতু, $12\Omega > 6\Omega$ সেহেতু, $I_1 > I_2$

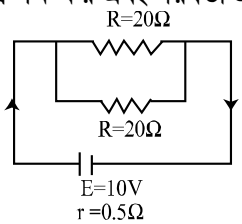
নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



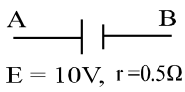
23. উদ্দীপকের বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহের মান কত? **[BB'17]**
(a) 0.42 A (b) 0.5 A (c) 0.53 A (d) 1.7 A
সমাধান: (b); $I = \frac{E}{R_1+R_2+r} = \frac{8}{8+7+1} = 0.5\ A$

24. উদ্দীপকের বর্তনীতে কত মানের রোধ, কিভাবে R_1 এর সাথে যুক্ত করলে R_2 রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 2.94V হবে? **[BB'17]**
(a) 3.04Ω শ্রেণিতে (b) 4Ω সমান্তরালে
(c) 15Ω শ্রেণিতে (d) 15Ω সমান্তরালে
সমাধান: (a); $2.94 = \frac{7}{16+r} \times 8 \therefore r = 3.04$ শ্রেণিতে

চিত্র লক্ষ কর এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



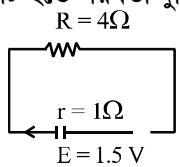
চিত্র: ১



চিত্র: ২

25. ১নং চিত্রে মূল প্রবাহ কত হবে? **[BB'17]**
(a) 0.95A (b) 0.9524A (c) 1A (d) 1.05A
সমাধান: (b); $I = \frac{E}{R_{eq}+r} = \frac{10}{10+0.5} = 0.9524\ A$
$[R_{eq} = (20^{-1} + 20^{-1})^{-1} = 10\Omega]$

নিচের বর্তনী চিত্রটি হতে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

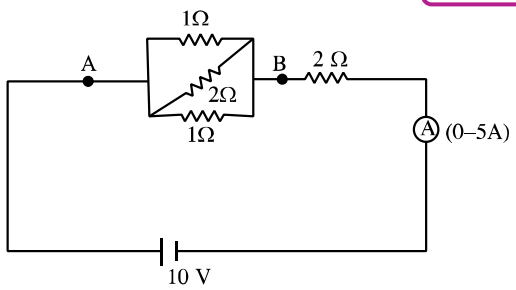


26. বর্তনীর মূলপ্রবাহ হল— **[Din.B'17] [Ans: c]**
(a) 0.10 A (b) 0.15 A (c) 0.30 A (d) 1.5 A

27. হারানো ভোল্ট ও প্রাপ্ত ভোল্টের অনুপাত হল– **[Din.B'17]**
(a) 1: 2 (b) 1: 4 (c) 1: 6 (d) 1: 8
সমাধান: (b); $\frac{\text{হারানো ভোল্ট}}{\text{প্রাপ্ত ভোল্ট}} = \frac{Ir}{IR} = \frac{r}{R} = \frac{1}{4} = 1:4$

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01.



সংযুক্ত অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ **0.5 Ω**. **[DB'22]**

(গ) বর্তনীর **A** ও **B** বিন্দুর মধ্যবর্তী বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর **2 Ω** রোধটি অপসারণ করলে অ্যামিটারের কি পরিবর্তনে প্রবাহমাত্রা পরিমাপ করা যাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

সমাধান

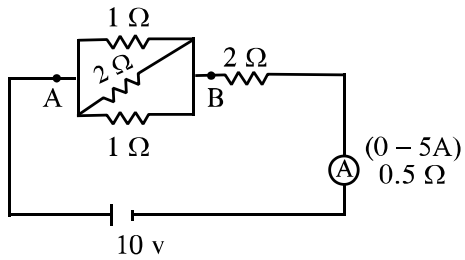
গ. A ও Bএর মধ্যকার তুল্যরোধ, $R_P = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1}$

$= \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}\right)^{-1} = 0.4\ \Omega$

$Rs = R_P + R_4 = 0.4 + 2 = 2.4\ \Omega$

বর্তনীর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{r+R_s} = \frac{10}{0.5+2.4}$

$= 3.448\ A$



∴ A ও B বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য, $V_{AB} = I \times R_{AB}$

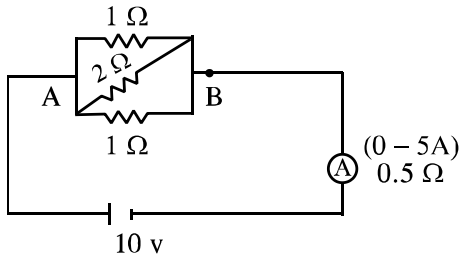
$= I \times R_P = 3.448 \times 0.4 = 1.3792\ V$ (**Ans**)

ঘ. 2 Ω অপসারণ করার পর বর্তনীর

তুল্যরোধ, $R = \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}\right)^{-1} = 0.4\ \Omega$

∴ বর্তনীর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ, $I' = \frac{E}{R+r}$

$= \frac{10}{0.4+0.5\ A} = 11.111\ A$



অ্যামিটারের প্রবাহমাত্রা (0 – 5A) তাই পাল্লা বৃদ্ধি করতে হলে অ্যামিটারের সাথে সমান্তরালে অত্যন্ত অল্পমাত্রার রোধযুক্ত করতে হবে।

আমরা জানি, $s = \frac{r}{n-1}$

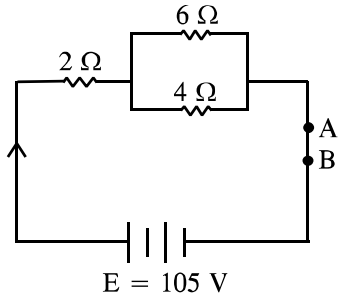
$= \frac{0.5}{3.22248-1} = 0.225\ \Omega$

এখানে, $n = \frac{I'}{I} = \frac{11.11}{3.448} = 3.22248$

$r = 0.5\ \Omega$

∴ 0.225 Ω রোধ অ্যামিটারের সাথে সমান্তরাল সংযোগ করলে প্রবাহমাত্রা পরিমাপ করা যাবে।

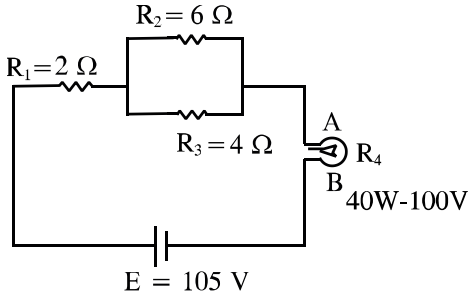
02. **বর্তনীটি লক্ষ কর:** **[RB'22]**



(ঘ) **A** ও **B** বিন্দুর মধ্যে **'40 W–100 V'** এর একটি বাল্ব শ্রেণিতে স্থাপন করলে ইহা পূর্ণ উজ্জ্বলতার সাথে জ্বলবে কিনা- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

সমাধান

ঘ.



দেওয়া আছে,

বাল্বের ক্ষমতা, $P = 40$ W

বিভব পার্থক্য, $V = 100$ V

$\therefore R_4 = \frac{V^2}{P} = \frac{100^2}{40} = 250\ \Omega$

বাল্বটি সাপ্লাই চেইনের সাথে সিরিজে যুক্ত করা তাই R_1 এর সাথে R_4 শ্রেণিতে যুক্ত।

$\therefore$ তুল্যরোধ, $R_{eq} = (R_1 + R_4 + R_2||R_3)$

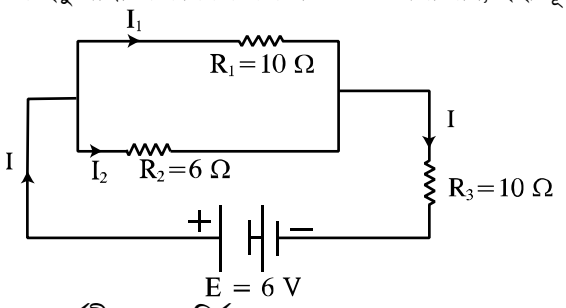
$= 2 + 250 + \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{4}\right)^{-1}\ \Omega = 254.4\ \Omega$

$\therefore$ তড়িৎ প্রবাহ, $I' = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{105}{254.4} A = 0.413$ A

$\therefore$ বাল্বের কার্যকর ক্ষমতা, $P' = I'^2 R_4 = 0.413^2 \times 254.4 = 43.34$ W

যেহেতু বাল্বটির কার্যকর ক্ষমতা $P' > P$ বলা যায়, ইহা পূর্ণ উজ্জ্বলতার সাথে জ্বলবে।

03. [Ctg.B'22]



(গ) বর্তনীর প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) R_3 এর সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে এর ভেতর দিয়ে R_1 এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে? গাণিতিকভাবে তোমার মতামত দাও। ৪

সমাধান

গ. R_1 ও R_2 সমান্তরালে অবস্থিত তাই, $R_P = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1}$

$= \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{6}\right)^{-1} = 3.75\ \Omega$

R_P ও R_3 শ্রেণিতে অবস্থিত, $\therefore R_{eq} = R_P + R_3$

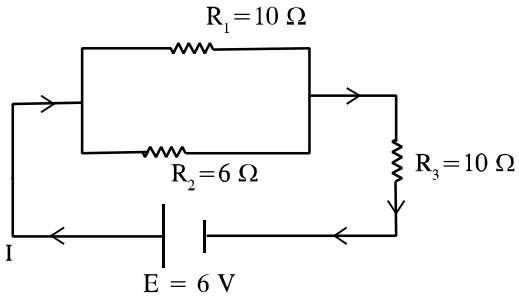
$= 3.75 + 10 = 13.75\ \Omega$

এখানে, $E = 6$ V

$R_{eq} = 13.75\ \Omega$

আমরা জানি,

তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{6}{13.75} = 0.436$ A **(Ans.)**



ঘ. R_3 বর্তনীতে R_P এর সাথে শ্রেণিতে যুক্ত আছে। তাই বলা যায়, R_3 এর মধ্য দিয়ে বর্তনীর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

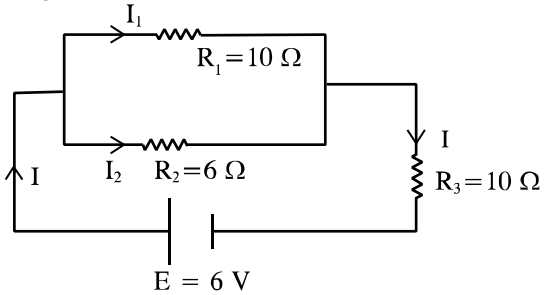
অর্থাৎ $I = 0.436$ A

অন্যদিকে R_1 ও R_2 সমান্তরাল অবস্থিত

তাই, R_1 এর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ,

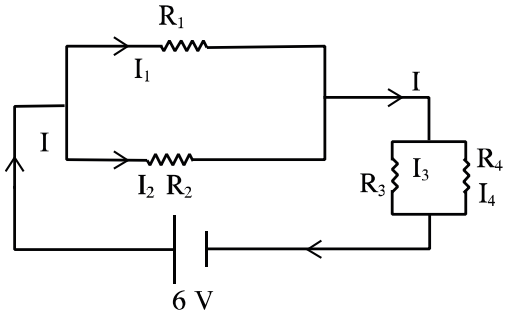
$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I$ [Current divider law]

$= \frac{6}{6+10} \times 0.436 = 0.1635$ A



যেহেতু, $I_1 < I$ তাই বলা যায় R_3 এর সাথে সমান্তরাল রোধ যুক্ত করতে হবে এবং রোধের মান R_4।

$\therefore I_3 = 0.1635\ A, I = 0.436\ A, R_3 = 10\ \Omega$



আমরা জানি, $I_3 = \frac{R_4}{R_3+R_4} \times I$

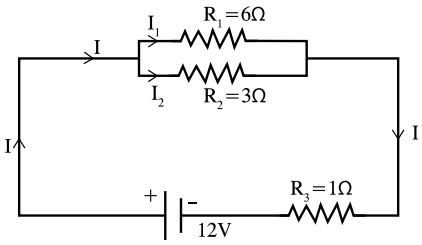
$\Rightarrow 0.1635\ A = \frac{R_4}{10+R_4} \times 0.436$

$\Rightarrow 0.375(10 + R_4) = R_4$

$\Rightarrow 3.75 + 0.375R_4 = R_4$

$\therefore R_4 = 6\ \Omega$

অর্থাৎ, R_3 এর সাথে $6\ \Omega$ সমান্তরাল যুক্ত করলেই R_3 এর মধ্য দিয়ে R_1 এর সমান প্রবাহ পাওয়া যায়।

04. 

[BB'22]

(গ) প্রদত্ত বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

গ. R_1 ও R_2 সমান্তরালে অবস্থিত,

$R_p = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)^{-1} = 2\ \Omega$

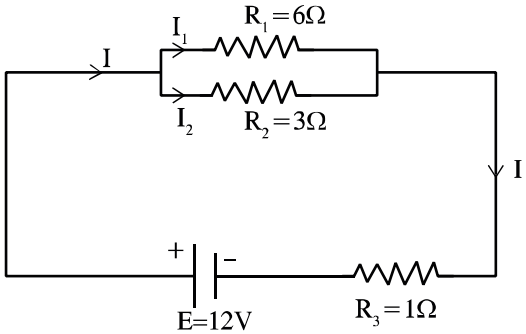
R_p ও R_3 শ্রেণি বর্তনীতে রয়েছে

$\therefore$ তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12\ V$

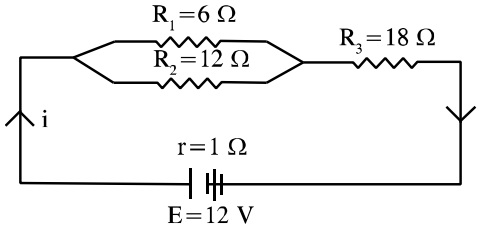
$\therefore R_{eq} = R_p + R_3 = 2 + 1 = 3\ \Omega$

প্রদত্ত বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R}$

$= \frac{12}{3} = 4\ A$ **(Ans.)**



05. উদ্দীপকে একটি বর্তনী দেখানো হলো: **[JB'22]**



(গ) বর্তনীর মোট প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

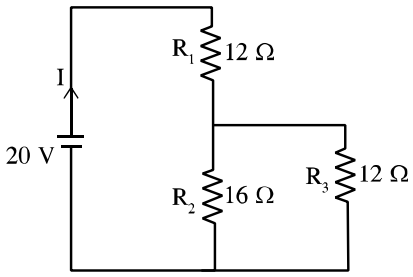
গ. R_1 ও R_2 সমান্তরাল সমবায়ে,

তুল্যরোধ R_p হলে, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{1}{4} \therefore R_p = 4\ \Omega$

R_p, R_3 ও r শ্রেণি সমবায়ে, তুল্যরোধ R_s হলে, $R_s = R_p + R_3 = 22\ \Omega$

$\therefore$ মোট প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_s+r} = \frac{12}{23} A = 0.52A$ **(Ans.)**

06. [Din.B'22]



(গ) বর্তনীটিতে তড়িৎ প্রবাহ I এর মান নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

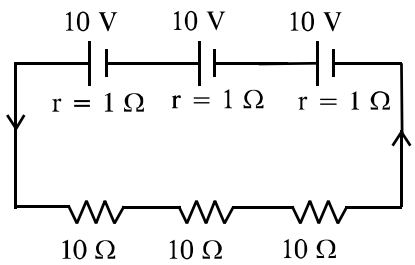
গ. R_2 এবং R_3 সমান্তরালে তুল্যরোধ R_P হলে, $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{16} + \frac{1}{12}$

$R_P = 6.85\ \Omega$

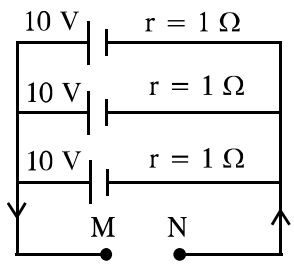
R_P ও R_1 শ্রেণিতে তুল্যরোধ R_S হলে, $R_S = R_P + R_1 = (6.85 + 12)\Omega = 18.85\Omega$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_S} = \frac{20}{18.85}\ A = 1.06\ A$

07. [MB'22]



চিত্র: ১



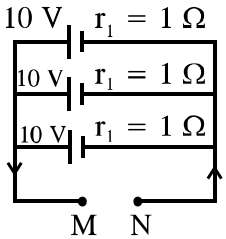
চিত্র: ২

(ঘ) চিত্র-২ এ M ও N প্রান্তে চিত্র-১ এ ব্যবহৃত তিনটি রোধককেই কীভাবে বর্তনী সংযোগ দেয়া হলে সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া সম্ভব? বর্তনী চিত্রসহ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

সমাধান

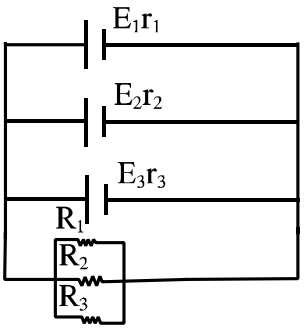
ঘ. চিত্র-1 এর তিনটি রোধ R_1, R_2 ও R_3 যাদের মান 10Ω তাদের চিত্র-2 এর বর্তনীতে সংযোগ দেওয়া দরকার যেন সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়।

এখন, অভ্যন্তরীণ রোধসহ কোষগুলো সমান্তরাল



তাই বলা যায়, $E = \frac{\frac{E_1}{r_1}+\frac{E_2}{r_2}+\frac{E_3}{r_3}}{\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+\frac{1}{r_3}} = \frac{\frac{10}{1}+\frac{10}{1}+\frac{10}{1}}{\frac{1}{1}+\frac{1}{1}+\frac{1}{1}} = \frac{30}{3} = 10\ V.$

সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ, $I_{max} = \frac{E}{R_{min}}$



R_{min} হতে হলে রোধত্রয় সমান্তরালে রাখতে হবে

অর্থাৎ, $R_{min} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)^{-1} = \frac{10}{3}\ \Omega$

এখন, $I_{max} = \frac{E}{R_{min}} = \frac{10}{\frac{10}{3}} = 3$ **(Ans.)**

∴ সমান্তরাল সমবায়ে রাখলে সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহ $I_{max} = 3A$ পাওয়া যাবে।

08. একটি বর্তনীতে **15Ω** ও **20Ω** মানের দুটি রোধককে সমান্তরাল সমবায়ে সাজিয়ে **9 Volt** তড়িচ্চালক শক্তির সাথে যুক্ত করাতে তাতে **1A** তড়িৎ প্রবাহিত হলো। **[DB'21]**

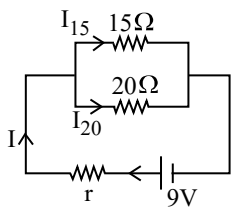
(গ) কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের মান কত? ৩

(ঘ) প্রত্যেক রোধকের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রার মোট মান, মূল প্রবাহের সমান হবে কিনা–গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

সমাধান

গ. $R_P = \frac{15\times20}{15+20} = \frac{60}{7}\Omega\,; I = \frac{E}{R_p+r} \Rightarrow 1 = \frac{9}{\frac{60}{7}+r} \Rightarrow r = \left(9-\frac{60}{7}\right)\Omega = \frac{3}{7}\Omega = 0.429\Omega$

ঘ.



$I_{15} = \frac{20}{15+20}\times 1A = \frac{20}{35}A = \frac{4}{7}$ Amp

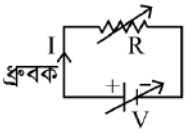
$I_{20} = \frac{15}{15+20}\times 1A = \frac{3}{7}$ Amp

$\therefore I_{15} + I_{20} = \frac{4}{7} + \frac{3}{7} = 1A = I$

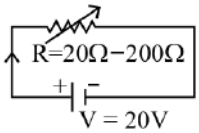
অর্থাৎ সমান হবে।

$I = 1A$

09. **[DB'21]**



চিত্র-১



চিত্র-২

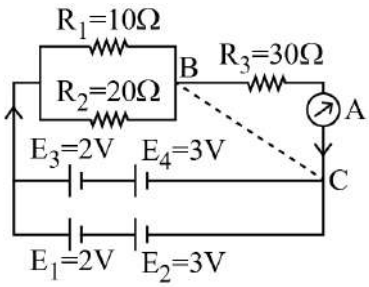
(গ) চিত্র-২ এর বর্তনীতে সর্বোচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহ কত হবে নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

গ. রোধ পরিবর্তনশীল। তাই রোধ যখন সর্বনিম্ন তখন বিদ্যুৎ প্রবাহ সর্বোচ্চ।

$\therefore R_{min} = 20\,\Omega\,; I_{max} = \frac{20V}{20\Omega} = 1$ Amp

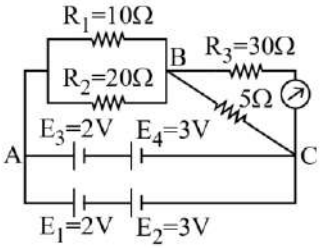
10. উদ্দীপকের বর্তনীটির প্রবাহমাত্রা নির্ণয়ের জন্য অ্যামিটারের পাঠ নেয়া হলো। পরবর্তীতে **5Ω** রোধের একটি পরিবাহী তারকে **B** ও **C** বিন্দুতে যুক্ত করে পুনরায় অ্যামিটারের পাঠ নেওয়া হলো। **[RB'21]**



(ঘ) কোন ক্ষেত্রে অ্যামিটারের পাঠ বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

সমাধান

ঘ. এখন, R_3 ও 5Ω সমান্তরালে যুক্ত $\therefore R_P = \left(\frac{1}{30}+\frac{1}{5}\right)^{-1}\Omega = 4.29\Omega$



আবার, R_1 ও R_2 এর জন্য তুল্যরোধ, $R_{P_1} = 6.67\Omega$

$\therefore$ BC যুক্ত থাকলে বর্তনীর তুল্যরোধ, $R = 10.96\Omega$

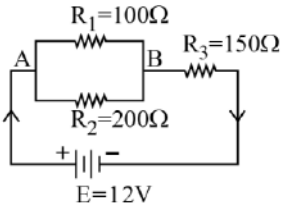
এখানে, $E_1 + E_2 = 5V$ আবার, $E_3 + E_4 = 5V$

সুতরাং বর্তনীর বিভবপার্থক্য, $V = 5V$ হবে

BC যুক্ত না থাকলে, তড়িৎপ্রবাহ, $I = \frac{E}{R} = \frac{5}{6.67} = 0.136A$

BC যুক্ত না থাকলে, তড়িৎপ্রবাহ, $I_3 = \frac{30^{-1}}{5^{-1}+30^{-1}} \times I = 0.019A$

$\therefore$ BC যুক্ত না থাকলে অ্যামিটারে বেশি পাঠ পাওয়া যাবে।

11. 

[Ctg.B'21]

(গ) বর্তনীর R_3 রোধের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর **A** ও **B** বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য কোষের তড়িচ্চালক শক্তির সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপস্থাপন কর। ৪

সমাধান

গ. বর্তনীটির তুল্যরোধ $= 150 + (100^{-1} + 200^{-1})^{-1}\ \Omega = 216.67\ \Omega$

বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R} = \frac{12}{216.67} = 0.055\ A$

R_3 রোধের মধ্য দিয়ে মূল প্রবাহই যাবে। $\therefore$ R_3 রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I = 0.055A$

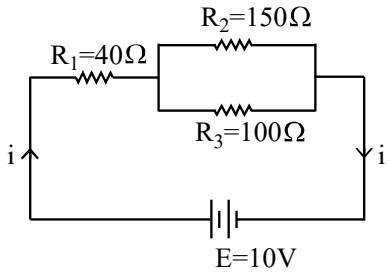
ঘ. 'গ' হতে পাই, তড়িৎ প্রবাহ, $I = 0.055\ A$

A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী অংশে তুল্যরোধ, $R = (100^{-1} + 200^{-1})^{-1}\ \Omega = 66.67\Omega$

$\therefore V_{AB} = IR = 0.055 \times 66.67V = 3.67V$

$V_{AB} < E$ $\therefore$ A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য তড়িচ্চালক শক্তির চেয়ে কম হবে।

অর্থাৎ বিভব পার্থক্য এবং তড়িৎচ্চালক শক্তি সমান হবে না।

12. 

চিত্রে একটি বৈদ্যুতিক বর্তনী দেখানো হল। [SB'21]

(গ) বর্তনীর প্রবাহমাত্রা **(i)** নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা সর্বনিম্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

সমাধান

গ. এখানে, $R_2 \parallel R_3$ $\therefore R_P = \left(\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}\right)^{-1} = 60\Omega$

আবার, R_P ও R_1 শ্রেণিতে যুক্ত $\therefore R_S = R_P + R_1 = 100\Omega$

$\therefore$ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I = \frac{V}{R_S} = \frac{1}{10}\ A$ **(Ans.)**

ঘ. R_1 রোধকে অপসারিত করলে, বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_P = \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} = 60\Omega$ ∴ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I_1 = \frac{10}{60} = \frac{1}{6}$ A

R_2 রোধকে অপসারিত করলে, বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_S = R_1 + R_3 = 140\Omega$

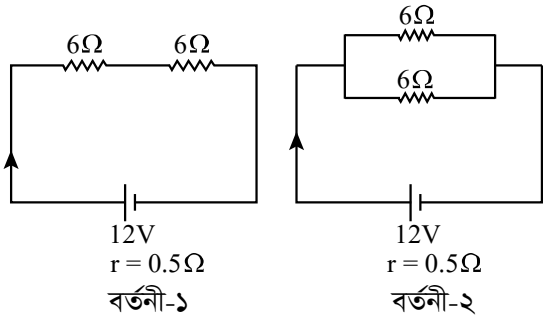
∴ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I_2 = \frac{10}{140} = \frac{1}{14}$ A

R_3 রোধকে অপসারিত করলে, বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_S = R_1 + R_2 = 190\Omega$

∴ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I_3 = \frac{10}{190}\Omega = \frac{1}{19}$ A

অতএব, R_3 কে অপসারণ করলে প্রবাহমাত্রা সর্বনিম্ন হবে।

13. **[JB'21]**



(গ) বর্তনী-১ এ রোধের মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে? ৩

সমাধান

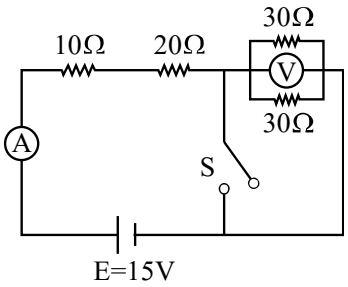
গ.

এখানে, $R_S = (6 + 6)\Omega$
$= 12\Omega$

আমরা জানি, $I = \frac{V}{R_s + r} = \frac{12}{12 + 0.5} = 0.96$ A

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12V$
তুল্যরোধ, $R_S = ?$
তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$
অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.5\Omega$

14. **[CB'21]**

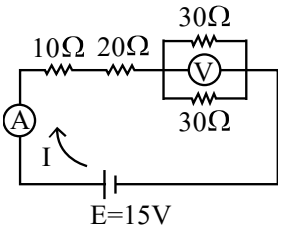


(গ) চাবি S খোলা অবস্থায় বর্তনীর ভোল্টমিটার (V) এর পাঠ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চাবি S বন্ধ করে দিলে অ্যামিটারের পাঠের কীরূপ পরিবর্তন হয়- গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

সমাধান

গ.

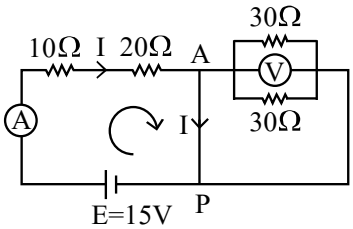


তুল্যরোধ, $Req = 10 + 20 + \frac{30 \times 30}{60} = 45\Omega$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{15}{45} = \frac{1}{3}$A

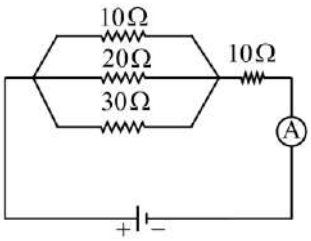
ভোল্টমিটারের পাঠ $= \left(\frac{1}{3} \times \frac{30 \times 30}{60}\right)V = 5V$

ঘ.



$I = \frac{15}{30} = \frac{1}{2}$ A

অ্যামিটারের পাঠ হবে 0.5 A কারণ, চাবি বন্ধ করলে AP অংশ দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ হবে। অন্যদিকে, চাবি 'S' খোলা অবস্থায় অ্যামিটার পাঠ $\frac{1}{3}$ A।

15. 

[Din.B'21]

চিত্রে, তড়িৎ কোষের তড়িৎচালক শক্তি E = 16V এবং অ্যামিটার দ্বারা সর্বোচ্চ 2.25A তড়িৎ প্রবাহ মাপা যায়। পরবর্তীতে 16V এর পরিবর্তে 150V এর ব্যাটারি ব্যবহার করা হলো এবং বর্তনীর অ্যামিটারের পাল্লা 4 গুণ করা হলো।

(গ) 20Ω রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

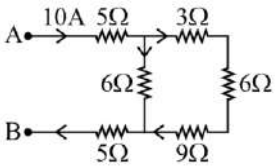
গ. বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_{eq} = 10 + (10^{-1} + 20^{-1} + 30^{-1})^{-1}\ \Omega = 15.45\ \Omega$

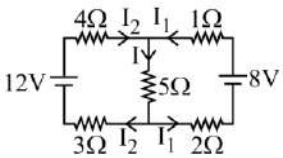
মূল প্রবাহ, $I = \frac{E}{R} = \frac{16}{15.45} = 1.035$ A

20 Ω এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V = IR = 1.035 \times (10^{-1} + 20^{-1} + 30^{-1})^{-1} = 5.645$ V

20 Ω এর মধ্যে দিয়ে প্রবাহ, $I_{20\Omega} = \frac{V}{R_{20}} = \frac{5.645}{20}$ A = 0.282 A

16. **চিত্র দুটি পর্যবেক্ষণ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:** **[MB'21]**





(গ) চিত্র-১ হতে A ও B এর দু'প্রান্তে বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

গ. এখানে R_{CD}, R_{DE} ও R_{EF} শ্রেণিতে বিদ্যমান।

$\therefore R_S = (3 + 6 + 9) = 18\Omega$

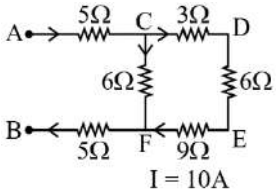
আবার, R_s ও R_{CF} সমান্তরালে রয়েছে।

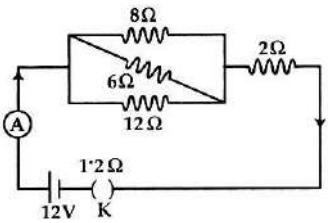
$\therefore R_P = \left(\frac{1}{18} + \frac{1}{6}\right)^{-1}\ \Omega = 4.5\Omega$

আবার বাকী রোধগুলো শ্রেণিতে আছে।

$\therefore$ তুল্যরোধ, $R' = 14.5\Omega$

$\therefore$ A ও B এর মধ্যে বিভব পার্থক্য, $V_{AB} = IR' = 145V$



17. 

[JB'19]

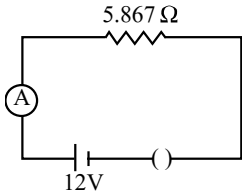
(ঘ) বর্তনীর আউটপুটে (220V – 100W) এর একটি বাল্ব সংযোজন করা হলে বাল্বটির কোনো ক্ষতি হবে কি না যাচাই কর। ৪

সমাধান

ঘ. তুল্য বর্তনীটি হল-

220V – 100W এর বাল্বের ক্ষেত্রে, রোধ, $R = \frac{V^2}{P} = 484\Omega$

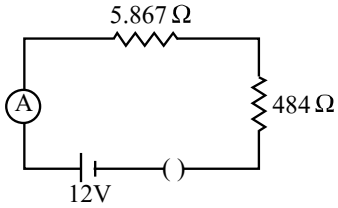
বাল্বটির প্রান্তে সাধারণভাবে যে বিভব পার্থক্য থাকলে বাল্বটি অক্ষত থাকবে, $V = 220V$



বর্তনীর আউটপুটে বাল্বটি লগালে-

এক্ষেত্রে বাল্বের দুইপ্রান্তে বিভব পার্থক্য যদি সাধারণ অবস্থার বিভব পার্থক্যের চেয়ে বেশি হয়, তাহলে বাল্বটি নষ্ট হয়ে যাওয়ার আশঙ্কা থাকবে। এখন, নতুন বর্তনীর ক্ষেত্রে বাল্বের উভয় প্রান্তের বিভব পার্থক্য $V' = 12 \times \frac{484}{484+5.867} V$

$= 11.856V < 220V$ ∴ বাল্বটি অক্ষত থাকবে।



18. **60 Ω রোধের দুটি রোধক শ্রেণিতে যুক্ত করে 120V তড়িৎ উৎসের সাথে যুক্ত করা হলো। পরবর্তীতে রোধক দুটি সমান্তরালে যুক্ত করে একই উৎসের সাথে যুক্ত করা হলো।** [CB'19]

(গ) শ্রেণিযুক্ত অবস্থায় 60 Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন সংযোগে একটি নির্দিষ্ট সময়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

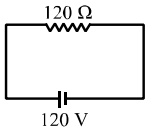
সমাধান

গ. $I = \frac{E}{R} = \frac{120}{60+60} A = 1\ A$

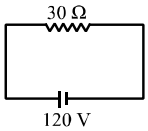
ঘ. শ্রেণি সংযোগে তুল্য রোধ, $R_{eq} = (60 + 60)\ \Omega = 120\ \Omega$

সমান্তরাল সংযোগে তুল্য রোধ, $R'_{eq} = (60^{-1} + 60^{-1})^{-1}\ \Omega = 30\ \Omega$

শ্রেণি সংযোগের ক্ষেত্রে, তাপ উৎপন্নের হার, $\frac{Q}{t} = \frac{v^2}{R_{eq}} = \frac{120^2}{120} W = 120W$



(ক) শ্রেণি সংযোগের ক্ষেত্রে

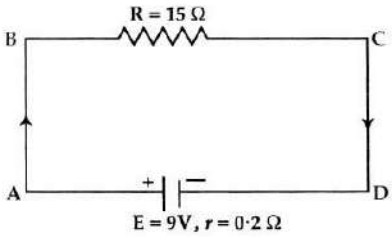


(খ) সমান্তরাল সংযোগের ক্ষেত্রে

সমান্তরাল সংযোগের ক্ষেত্রে, তাপ উৎপন্নের হার, $\frac{Q'}{t} = \frac{v^2}{R'_{eq}} = \frac{120^2}{30} W = 480W$

সমান্তরাল সংযোগে নির্দিষ্ট সময়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে।

19. **উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:** [Din.B'19]

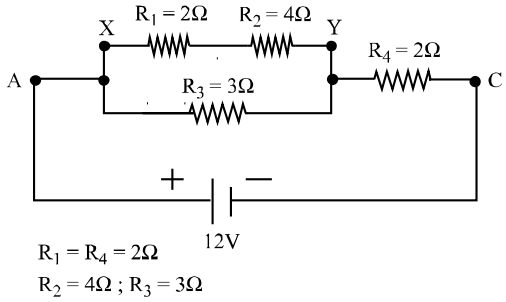


(গ) বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

গ. $I = \frac{E}{r+R} = \frac{9}{15+0.2} A = 0.592\ A$

20. নিচের বর্তনীটি খেয়াল কর: **[DB'17]**



(গ) বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **AC** অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র এবং **XY** অংশের ভোল্টেজ কারেন্ট লেখচিত্র মানসহ খাতায় অংকন কর। ৪

সমাধান

গ. উদ্দীপকের চিত্রানুসারে, $R_s = R_1 + R_2 \therefore R_s = 2 + 4 = 6\Omega$

আবার, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6}$ বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{2} \therefore R_p = 2\Omega$

এবং $R_{eq} = R_p + R_4 = 2 + 2 \quad \therefore R_{eq} = 4\Omega$

$\therefore$ বর্তনীর প্রবাহমাত্রা, $I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{12}{4} = 3A$

ঘ. 'গ' থেকে প্রাপ্ত AC অংশের তুল্য রোধ, $R_{eq} = 4\Omega$ এবং প্রবাহমান $I = 3amp$

অতএব, AC অংশের বিভব পার্থক্য, $V = IR_{eq} = 3 \times 4 ; V = 12V$

আবার, XY অংশের তুল্যরোধ 'গ' থেকে প্রাপ্ত $R_s = 6\Omega$

XY অংশের প্রবাহমাত্রা, $I_{XY} = \frac{R_3 \times I}{R_s + R_3} = \frac{3\times3}{6+3} = \frac{9}{9}$

$\therefore I_{XY} = 1amp$

এবং, XY অংশের বিভব পার্থক্য,

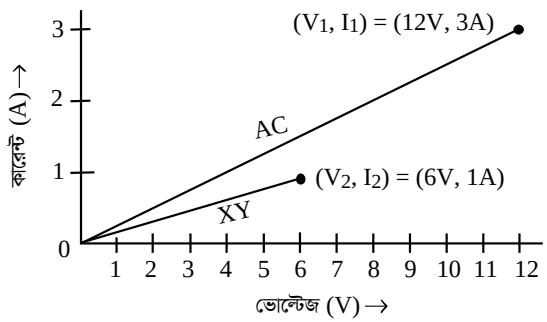
$V_{XY} = I_{XY} \times R_s = 1 \times 6 ; \ V_{XY} = 6$ volt

XY অংশের জন্য:

$I_{XY} = 1$ amp ; $V_{XY} = 6$ volt ; $R_{XY} = R_s = 6\Omega$

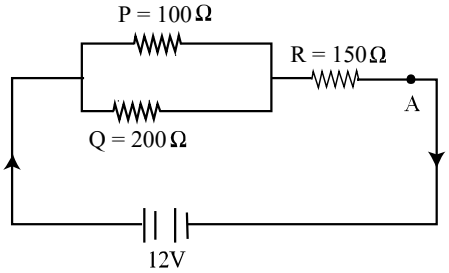
AC অংশের জন্য: $I_{AC} = 3amp ; \ V_{AC} = 12$ volt

$R_{AC} = R_{eq} = 4\Omega$



লেখ: AC ও XY অংশের ভোল্টেজ-কারেন্ট লেখচিত্র।

21. **[RB'17]**



(গ) বর্তনীর **A** বিন্দুতে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন রোধকটি অপসারণ করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ হবে–গাণিতিক বিশ্লেষণ সহকারে দেখাও। ৪

সমাধান

গ. বর্তনীটিতে প্রথম ও দ্বিতীয় রোধ সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত এবং এর সাথে তৃতীয় রোধ শ্রেণিতে সংযুক্ত। সমান্তরাল সমবায়ের তুল্যরোধ R_P এবং শ্রেণি সমবায়ের তুল্যরোধ R_S হলে,

$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{P} + \frac{1}{Q}$ বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{200\Omega}$

বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{2+1}{200\Omega}$ বা, $R_P = \frac{200}{3}\Omega$

$\therefore R_P = 66.67\Omega$

এখানে, বর্তনীর প্রথম রোধ, $P = 100\Omega$
দ্বিতীয় রোধ, $Q = 200\Omega$
তৃতীয় রোধ, $R = 150\Omega$
বিভব পার্থক্য, $V = 12V$
A বিন্দুতে তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$

আবার, $R_S = R_P + R = (66.67 + 150)\Omega = 216.67\Omega$

আমরা জানি, $V = IR_S$ বা, $I = \frac{V}{R_s}$ বা, $I = \frac{12V}{216.67\Omega}$ $\therefore I = 0.0554A$ $\therefore$ A বিন্দুতে প্রবাহিত তড়িৎ 0.0554A.

ঘ. P- রোধ অপসারণ করলে, $R_i = Q + R = 200 + 150 = 350\Omega$ $\therefore$ তড়িৎ প্রবাহ, $I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{350} = 0.034A$

Q- রোধ অপসারণ করলে, $R_2 = P + R = 100 + 150 = 250\Omega$ $\therefore I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{250} = 0.048A$

R-রোধ অপসারণ করলে, $R_3 = \left(\frac{1}{P} + \frac{1}{Q}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{100} + \frac{1}{200}\right)^{-1} = 66.67\Omega$ $\therefore I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{12}{66.67} = 0.18A$

$\therefore$ R-রোধ অপসারণ করলেই প্রবাহ সবোচ্চ হবে।

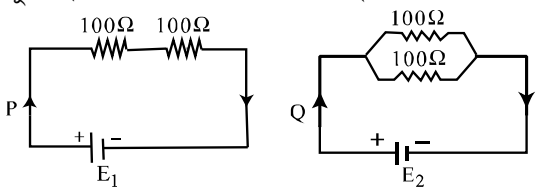
আমরা জানি, তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{V}{R}$

অর্থাৎ তড়িৎ প্রবাহ রোধের পরিবর্তনের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। রোধের মান যত কম হবে তড়িৎ প্রবাহ তত বেশি হবে। অতএব R রোধটি অপসারণ করলে রোধ সর্বনিম্ন হবে এবং মোট প্রবাহ সর্বোচ্চ পাওয়া যাবে।

এখানে, P ও Q রোধের তুল্যরোধ, $R_P = 66.67\Omega$ $\therefore$ তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{V}{R_P} = \frac{12V}{66.67\Omega} = 0.18A$

সুতরাং বর্তনীটির মোট সর্বোচ্চ প্রবাহ 0.18A

22. **[Ctg.B'17]**



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

(ঘ) 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

সমাধান

ঘ. P তারের তুল্যরোধ, $R_P = 100 + 100 = 200\Omega$

Q তারের তুল্যরোধ, $\frac{1}{R_Q} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}$; $R_Q = 50\Omega$

প্রশ্নমতে, $t_P = t_Q$ এবং $H_P = H_Q$

P তারের প্রবাহ, $I_P = \frac{E_P}{R_P} = \frac{E_P}{200}A$

Q তারের প্রবাহ, $I_Q = \frac{E_Q}{R_Q} = \frac{E_Q}{50}A$

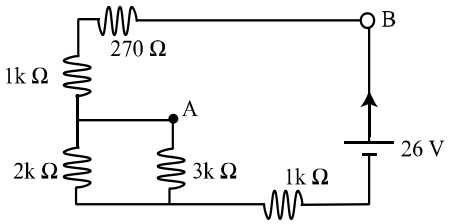
P তারের উৎপন্ন তাপ, $H_P = I_P^2 R_P t_P$

Q তারের উৎপন্ন তাপ, $H_Q = I_Q^2 R_Q t_Q$ $\therefore I_P^2 R_P = I_Q^2 R_Q \Rightarrow \left(\frac{E_P}{200}\right)^2 \times 200 = \left(\frac{E_Q}{50}\right)^2 \times 50$

$\Rightarrow \left(\frac{E_P}{E_Q}\right)^2 = \left(\frac{200}{50}\right)^2 \times \frac{50}{200} = (4)^2 \times \frac{1}{4} = \frac{16}{4}$ $\therefore \frac{E_P}{E_Q} = \sqrt{\frac{16}{4}} = 2$ $\therefore E_P = 2E_Q$

অর্থাৎ, $E_P > E_Q$; E_1 এর মান E_2 এর চেয়ে বেশি হবে।

23. নিচের বর্তনী লক্ষ্য কর: [BB'17]



(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

সমাধান

গ. বর্তনীটি R_3 ও R_4 রোধ সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত হয়ে বাকিগুলোর সাথে শ্রেণিতে সংযুক্ত।

R_3 ও R_4 এর তুল্যরোধ, R_P হলে, $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$

বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{2000} + \frac{1}{3000}$

বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{3000+2000}{2000\times3000}$

বা, $R_P = 1200\Omega$

এখানে, বর্তনীর প্রথম রোধ, $R_1 = 270\ \Omega$

দ্বিতীয় রোধ, $R_2 = 1\ K\Omega = 1000\ \Omega$

তৃতীয় রোধ, $R_3 = 2\ K\Omega = 2000\ \Omega$

চতুর্থ রোধ, $R_4 = 3\ K\Omega = 3000\ \Omega$

পঞ্চম রোধ, $R_5 = 1\ K\Omega = 1000\ \Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 26V$

A ও B বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য, $V = ?$

∴ বর্তনীর মোট তুল্যরোধ, R_S হলে, $R_S = R_1 + R_2 + R_P + R_5 = (270 + 1000 + 1200 + 1000)\ \Omega = 3470\ \Omega$

বর্তনীটির তড়িৎ প্রবাহ I হলে, $I = \frac{E}{R_S} = \frac{26V}{3470\Omega} = 0.00749\ A$

এখন, A ও B বিন্দুর মধ্যকার দুটি R_1 ও R_2 এর তুল্যরোধ R_{S_1} হলে,

$R_{S_1} = R_1 + R_2 = (270 + 1000)\Omega = 1270\Omega$

A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য V হলে, $V = IR_{S_1} = 0.00749A \times 1270\Omega = 9.51V$

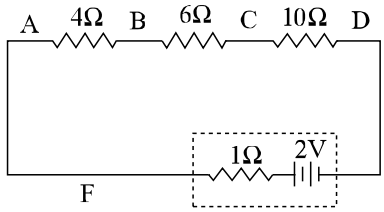
∴ বিভব পার্থক্য 9.51 V.

ঘ. A ও B বিন্দুর মধ্যে রোধহীন তার লাগালে R_1 ও R_2 রোধ দুটি থাকবে না [কারণ R_1 ও R_2 short circuit হয়ে যাবে।] তখন বতর্নীর তুল্যরোধ R_S হলে, $R_S = R_P + R_5 = 1200\ \Omega + 1000\ \Omega = 2200\ \Omega$

সুতরাং, বর্তনীর মোট প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_S} = \frac{26V}{2200\Omega} = 0.0118\ A$

∴ A ও B বিন্দুর মধ্যে রোধহীন তার লাগালে মোট প্রবাহ হবে 0.0118A.

24. **চিত্রের বর্তনীর মোট প্রবাহ I, C ও F বিন্দুতে 6Ω রোধ যুক্ত করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ I_1 হয়। C ও F বিন্দুর রোধটি বিচ্ছিন্ন করে ঐ রোধটিকে 10Ω এর সমান্তরালে যুক্ত করলে বর্তনীর প্রবাহ হয় I_2।** [CB'17]



(গ) চিত্রের বর্তনীর **4Ω** রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হবে? ৩

(ঘ) $I > I_1 > I_2$ হতে পারে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

সমাধান

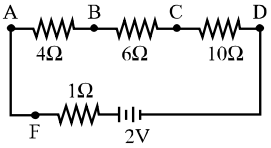
গ. বর্তনীর রোধ তিনটি শ্রেণিতে যুক্ত এদের তুল্যরোধ, $R = R_1 + R_2 + R_3 = 4 + 6 + 10 = 20\Omega$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1\Omega$; তড়িৎচালক শক্তি, $E = 2V$

$\therefore$ মূল প্রবাহ, $I = \frac{E}{R+r} = \frac{2}{20+1} = \frac{2}{21} = 0.095$ $\therefore I = 0.095$ A

4Ω রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V = IR_1 = 0.095 \times 4 = 0.38$ volt

$V = 0.38$ volt



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

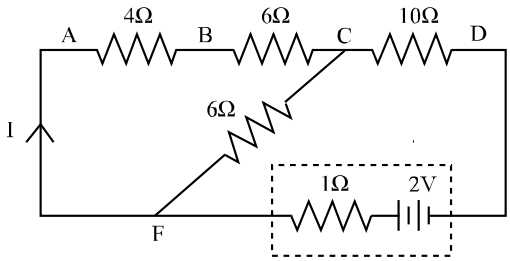
C ও F বিন্দুতে 6Ω রোধ যুক্ত করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ I_1।

সেক্ষেত্রে মোট তুল্য রোধ, $R = \{(4+6)|6\} + 10$

$= (10|6) + 10 = (10^{-1} + 6^{-1})^{-1} + 10 = 13.75\Omega$

$\therefore I_1 = \frac{E}{R+r} = \frac{2}{13.75+1} = 0.136A$

অতএব, $I_1 > I$



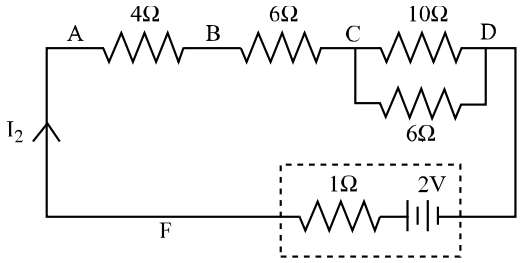
এমন, C ও F বিন্দুতে 6Ω রোধটিকে বিচ্ছিন্ন করে তাকে 10Ω এর সমান্তরালে যুক্ত করলে, এক্ষেত্রে $10|6 = 3.75\Omega$

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

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

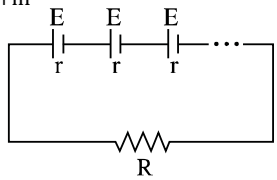
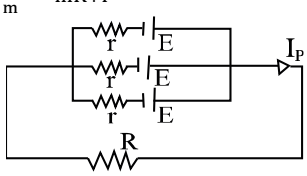
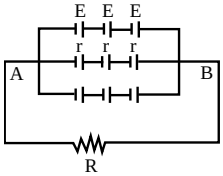
এখানে, $I_1 = I_2$, কিন্তু, I_1 ও $I_2 > I$.

অতএব, $I > I_1 > I_2$ হতে পারে না।



Type-03: বিদ্যুৎ কোষের সমবায়

Concept:

শ্রেণি সমবায়	সমান্তরাল সমবায়	মিশ্র সমবায়
$I_s = \frac{nE}{R+nr}$; n = কোষের সংখ্যা।  $R \gg r$ অর্থাৎ, বাহ্যিক রোধের মান অভ্যন্তরীণ রোধের তুলনায় অনেক বেশি হলে, $I_s = \frac{nE}{R} = nI$ অর্থাৎ, সিরিজে যুক্ত অবস্থায় মোট প্রবাহ একটি কোষ থেকে প্রাপ্ত প্রবাহের n গুণ হয়।	$I_p = \frac{E}{R+\frac{r}{m}} = \frac{mE}{mR+r}$ [m হল মোট কোষ সংখ্যা]  $R \ll r$ অর্থাৎ অভ্যন্তরীণ রোধ, বাহ্যিক রোধের তুলনায় অনেক বেশি হলে, $I_p = \frac{mE}{r} = mI$ অর্থাৎ, যতগুলো কোষযুক্ত করা হবে প্রবাহ ততগুণ হয়ে যায়।	$I = \frac{mnE}{mR+nr}$ [যেখানে, m = সারির সংখ্যা এবং n = প্রত্যেক সারিতে কোষের সংখ্যা] এবং সর্বাধিক বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য, $mR = nr$ 

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. তড়িৎ কোষের সমান্তরালে সমবায়ে $nR \gg r$ হলে বর্তনীর প্রবাহ, $I_p = ?$ **[DB'21][Ans: a]**

(a) $\frac{E}{R}$ (b) $\frac{nE}{R}$

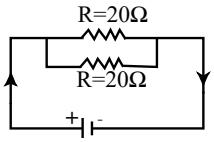
(c) $\frac{E}{nR}$ (d) $n\left(\frac{E}{r}\right)$

02. n সংখ্যক E তড়িচ্চালক বলের কোষকে শ্রেণিতে যুক্ত করলে প্রবাহ i হবে (কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ r ও বহিঃবর্তনীর রোধ R)। **[SB'21][Ans: a]**

(a) $i = \frac{nE}{R+nr}$ (b) $i = \frac{nE}{nR+r}$

(c) $i = \frac{nE}{nR+nr}$ (d) $i = \frac{nE}{R+\frac{r}{n}}$

নিচের চিত্র লক্ষ কর এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



E = 10V
r = 0.5Ω
চিত্র-১

03. চিত্র-২ এর AB কোষটিকে চিত্র-১ এর কোষের সাথে সমান্তরালভাবে যুক্ত করলে বহিঃস্থ রোধ R_p-এ উৎপন্ন তাপশক্তির হার– **[RB'17]**

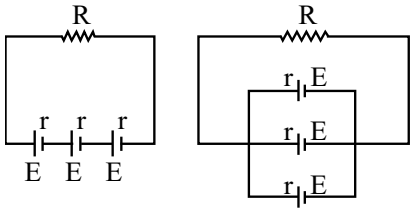
(a) 8.523 W (b) 9.518 W (c) 9.75 W (d) 10 W

সমাধান: (b); $i = \frac{nE}{nR+r} = \frac{2\times10}{2\times10+0.5} = 0.9756A$

বহিঃস্থ রোধে, $P = i^2R_p = (0.9756)^2 \times 10 = 9.518$ W

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. **[JB'21]**



বর্তনী-ক বর্তনী-খ

$X = 5V, r = 0.2\Omega, R = 40\Omega$

(গ) 'ক' বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা কত? ৩

(ঘ) কোন বর্তনীতে বেশি শক্তি অপচয় হবে, গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

সমাধান

গ.

আমরা জানি,

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

$= \frac{3\times5}{3\times0.2+40}A$

$= 0.3695$ A Ans.

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.2\ \Omega$
তড়িচ্চালক বল, $E = 5V$
রোধ, $R = 40\Omega$
তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$
$n = 3$

ঘ.

বর্তনী-ক এ তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা, $I = 0.3695$ A

$V = 0.2\Omega$
$R = 40\ \Omega$

বর্তনীর মোট রোধ, $R_S = nr + R = 3 \times 0.2 + 40 = 40.6\ \Omega$

∴ শক্তি অপচয় $= I^2R_S = 5.543$ W

বর্তনী-খ এ তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $I' = \frac{mE}{mR+r} = 0.125$ A

$E = 5V$
$n = 3$

বর্তনীর মোট রোধ, $R_P = nR + r = 120.2\Omega$

∴ শক্তির অপচয় $= I^2R_P = 1.878$ W

∴ বর্তনী-ক এ অপচয় বেশি ঘটবে।

02. **2V তড়িচ্চালক শক্তি ও 1Ω অন্তঃরোধবিশিষ্ট 5টি তড়িৎ কোষকে শ্রেণিতে সাজিয়ে 25°C তাপমাত্রার 60Ω রোধবিশিষ্ট একটি পরিবাহী তারের সাথে যুক্ত করা হলো। পরিবাহী তারে রোধের উষ্ণতার গুণাঙ্ক $4.2 \times 10^{-3}/°C$।** **[MB'21]**

(ঘ) উদ্দীপকের সকল তড়িৎ কোষগুলোকে সমান্তরালে সাজিয়ে একইভাবে যুক্ত করলে প্রবাহের পরিবর্তন কীরূপ হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

সমাধান

ঘ.

সকল তড়িৎ কোষকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে তড়িৎপ্রবাহ,

$I_S = \frac{nE}{nr+R} = 0.1538A$

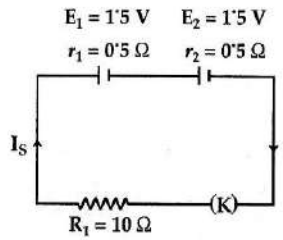
সকল তড়িৎ কোষকে সমান্তরালে সংযুক্ত করলে

তড়িৎপ্রবাহ, $I_P = \frac{mE}{mR+r} = 0.0332\ A$

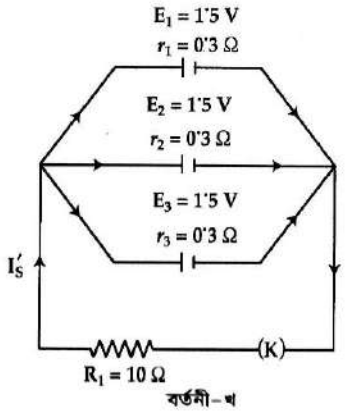
∴ সমান্তরালভাবে সংযুক্ত করলে তড়িৎপ্রবাহ হ্রাস পাবে।

দেওয়া আছে,
তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 2V$
অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1\Omega$
বাহ্যিক রোধ, $R = 60\Omega$
$n = 5$

03. [DB'19]



বর্তনী–ক



বর্তনী–খ

(গ) বর্তনী ক-এর ক্ষেত্রে I_s- এর মান কত? ৩

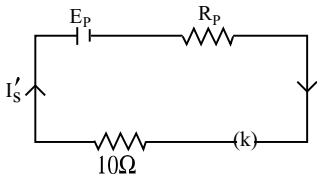
(ঘ) বর্তনী ক ও খ-এর মধ্যে কোনটির বহিঃরোধ বেশি উত্তপ্ত হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

সমাধান

গ. $I_s = \frac{nE}{nr+R} = \frac{2\times1.5}{2\times0.5+10} = 0.27A$

ঘ. বর্তনী 'খ' এর ক্ষেত্রে, $E_p = 1.5V$

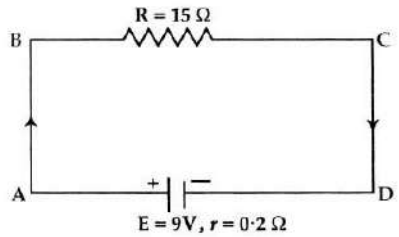
$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{0.3} + \frac{1}{0.3} + \frac{1}{0.3} = \frac{3}{0.3} = \frac{1}{0.1}$ $\therefore R_p = 0.1\Omega$



$\therefore I'_s = \frac{1.5}{10+0.1}A = 0.149A$

যেহেতু, দুইটি বর্তনীর বহিঃরোধের মান একই, সুতরাং, বর্তনী 'ক' এর বহিঃরোধের মধ্য দিয়ে তুলনামূলক বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ায় 'ক' বর্তনীর বহিঃরোধ বেশি উত্তপ্ত হবে।

04. উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও: [Din.B'19]



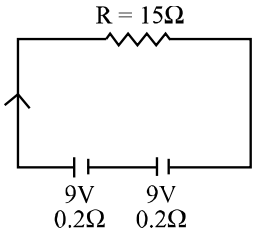
(ঘ) বর্তনীতে অনুরূপ আরো একটি কোষ শ্রেণিতে যুক্ত করলে রোধ R-এ উৎপন্ন তাপ শক্তির হার কেমন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

সমাধান

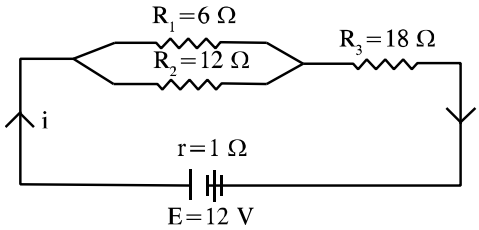
ঘ. বর্তনীতে অনুরূপ একটি কোষ শ্রেণিতে যুক্ত করলে-

এক্ষেত্রে বিদ্যুৎপ্রবাহ, $I = \frac{2\times9}{15+2\times0.2}A = 1.168A$

$\therefore$ R এ উৎপন্ন তাপশক্তির হার $= \frac{H}{t} = I^2R = 1.168^2 \times 15\ J/s = 20.492\ W$



05. উদ্দীপকে একটি বর্তনী দেখানো হলো: [JB'22]



(ঘ) R_3 এর সাথে কত রোধ, কীভাবে সংযুক্ত করলে এর ভিতর দিয়ে R_2 এর সমান প্রবাহ পাওয়া যাবে–গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

সমাধান

ঘ. R_2 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ, $I_2 = \frac{R_1}{R_1+R_2} \times I = \frac{6}{12+6} \times 0.52 = 0.173\ A$

ধরি, R_3 এর সাথে x মানের রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে এর ভিতর দিয়ে 0.173 A প্রবাহ যাবে।

তাহলে, $0.173 = \frac{x}{R_3+x} \times I$ [Current divider rule অনুযায়ী]

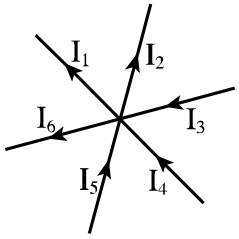
$\Rightarrow \frac{x}{R_3+x} = \frac{0.173}{0.52} = \frac{1}{3} \Rightarrow 3x = R_3 + x \Rightarrow 2x = 18 \Rightarrow x = 9\ \Omega$

9 Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

Type-04: কির্শফের সূত্র

➲ **Concept:** "কির্শফের সূত্র সংক্রান্ত"

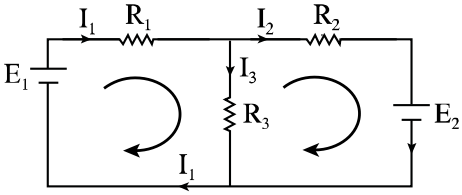
প্রথম সূত্র (KCL): তড়িৎ বর্তনীর কোন সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহগুলোর বীজগাণিতিক সমষ্টি শূণ্য।



$\Sigma I = 0$

$\therefore I_3 + I_4 + I_5 - I_1 - I_2 - I_6 = 0$

দ্বিতীয় সূত্র (KVL): কোন আবদ্ধ তড়িৎ বর্তনীর বিভিন্ন অংশগুলোর রোধ এবং তাদের আনুষঙ্গিক প্রবাহের গুণফলের বীজগাণিতিক সমষ্টি ঐ বর্তনীর অন্তর্ভূক্ত মোট তড়িচ্চালক শক্তির সমান। অর্থাৎ, $\Sigma IR = \Sigma E$

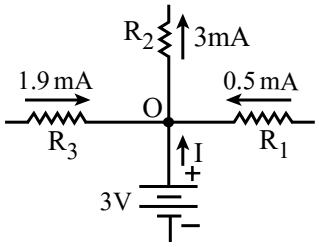


প্রথম লুপে: সূত্রানুযায়ী, $I_1R_1 + I_3R_3 = E_1$ …… (i)

দ্বিতীয় লুপে: সূত্রানুযায়ী, $I_2R_2 - I_3R_3 = -E_2$ …… (ii)

লক্ষণীয়ঃ KVL এর ক্ষেত্রে খুবই সতর্কতার সাথে তীর চিহ্ন অনুযায়ী Equation এ '+ অথবা –' বসাতে হবে।

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

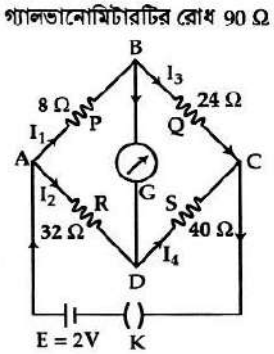
01. 

কির্শফের সূত্র ব্যবহার করে O বিন্দুতে তড়িৎপ্রবাহ I এর মান কত? [Ctg.B'19]

(a) 0.6 mA (b)1.6 mA (c) 2.4 mA (d) 5.4 mA

সমাধান: (c); O বিন্দুতে আগত Current = O বিন্দু হতে নির্গত Current $\Rightarrow (1.9 + 0.5 + I) = 3 \therefore I = 0.6$ mA

নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



02. বর্তনীর ABDA অংশে কির্শফের দ্বিতীয় সূত্র প্রয়োগ করে নিচের কোন সমীকরণটি পাওয়া যায়? [SB'19][Ans: a]

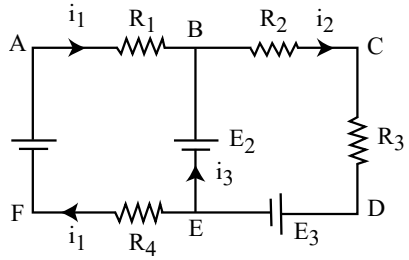
(a) $8I_1 + 90I_g - 32I_2 = 0$

(b) $8I_1 + 90I_g + 32I_2 = 0$

(c) $8I_1 - 90I_g - 32I_2 = 0$

(d) $8I_1 - 90I_g + 32I_2 = 0$

নিচের বর্তনী লক্ষ কর এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



03. B বিন্দুতে কোন সমীকরণটি সঠিক? [BB'17][Ans: a]

(a) $i_1 - i_2 + i_3 = 0$ (b) $i_1 + i_2 + i_3 = 0$

(c) $-i_1 - i_2 + i_3 = 0$ (d) $i_1 - i_2 - i_3 = 0$

04. ABEFA লুপে কোন সমীকরণটি সঠিক? [BB'17]

(a) $i_1R_1 - i_2R_4 = E_1 - E_2$

(b) $i_1R_1 + i_3R_4 = E_1 - E_2$

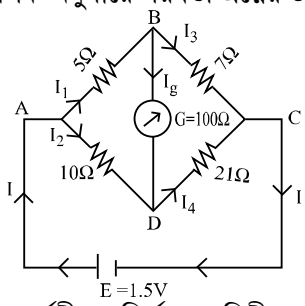
(c) $i_1R_1 - i_3R_4 = E_1 + E_2$

(d) $i_1R_1 + i_3R_4 = E_1 + E_2$

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); ABEFA লুপে কির্শফের দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে, $i_1R_1 + E_2 + i_1R_4 - E_1 = 0$

$\Rightarrow i_1R_1 + i_1R_4 = E_1 - E_2$

নিচের উদ্দীপক অনুসারে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



05. ABDA বদ্ধ বর্তনীতে কির্শফের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে নিচের কোন সমীকরণটি সঠিক? [CB'17][Ans: a]

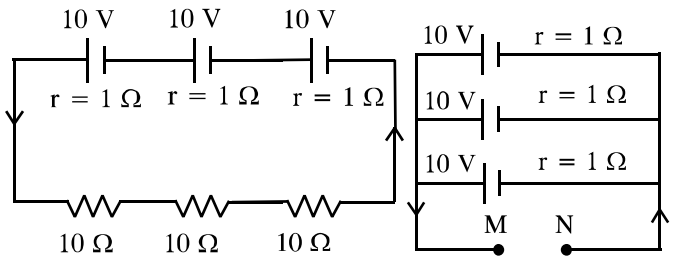
(a) $5I_1 + 100I_g - 10I_2 = 0$

(b) $5I_1 + 100I_g - 10I_2 = 15$

(c) $5I_1 + 100I_g + 10I_2 = 0$

(d) $5I_1 - 100I_g + 10I_2 = 1.5$

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

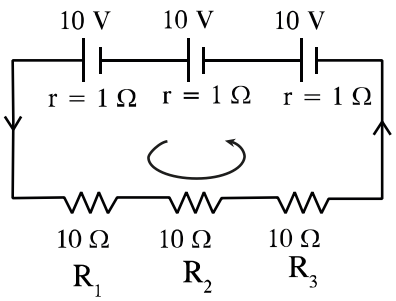
01. 

চিত্র: ১ চিত্র: ২ [MB'22]

(গ) চিত্র-১ হতে কির্শফের সূত্রের সাহায্যে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

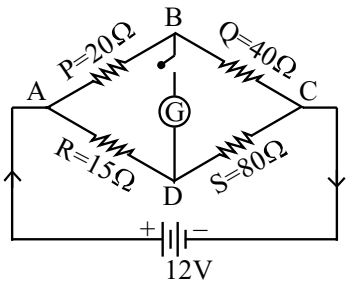
গ.



কির্শফের সূত্র হিসাবে, ধরি, $E = \Sigma I_1R_1$ বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ $= I$

এখানে, $IR_1 + IR_2 + IR_3 + Ir + Ir + Ir = E \Rightarrow I(10 + 10 + 10 + 1 + 1 + 1) = 10 + 10 + 10 \Rightarrow I \times 33 = 30$

$\therefore I = \frac{30}{33}$ A $= 0.909$ A **(Ans.)**

02. 

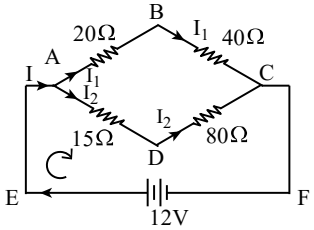
[SB'21]

চিত্রে একটি হুইটস্টোন ব্রীজ দেখানো হয়েছে।

(ঘ) চাবি **K** এর সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে কিশর্ফের সূত্রের সাহায্যে **P** ও **R** কোনটির মধ্য দিয়ে অধিক প্রবাহ অতিক্রম করবে তা দেখাও। ৪

সমাধান

ঘ. EABCF লুপে কির্শফের সূত্র প্রয়োগ করে পাই, $-12 + 20I_1 + 40I_1 = 0$



$\Rightarrow I_1 = 0.2$ A

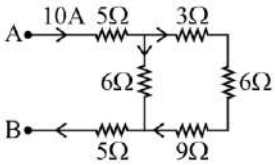
EADCF লুপে কির্শফের সূত্র প্রয়োগ করে পাই,

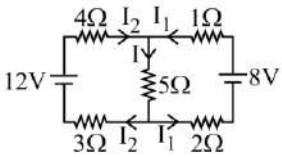
$-12 + 15I_2 + 80I_2 = 0$

$\Rightarrow I_2 = 0.126$ A

$\therefore$ P এর মধ্যদিয়ে অধিক প্রবাহ অতিক্রম করবে।

03. চিত্র দুটি পর্যবেক্ষণ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও: **[MB'21]**





(ঘ) চিত্র-২ এ I_1 নাকি I_2 বড় মানের হবে? কার্শফের সূত্রের সাহায্যে গাণিতিক মতামত দাও। ৪

সমাধান

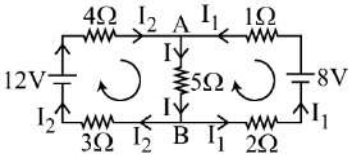
ঘ. A সংযোগবিন্দুতে $I = I_2 + I_1$

বামের লুপটিতে কার্শফের সূত্র প্রয়োগ করে পাই, $4I_2 + 5I + 3I_2 - 12 = 0$

$\Rightarrow 7I_2 + 5I_1 + 5I_2 = 12 \Rightarrow 12I_2 + 5I_1 = 12 \cdots\cdots\cdots$ (i)

ডানের লুপটিতে কার্শফের সূত্র প্রয়োগ করে পাই, $-I_1 + 8 - 2I_1 - 5I = 0$

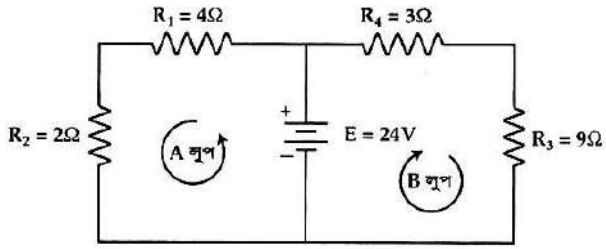
$\Rightarrow 8I_1 + 5I_2 = 8 \cdots\cdots\cdots$ (ii)



(i) ও (ii) সমাধান করে পাই, $I_1 = 0.507A$; $I_2 = 0.789A$

$\therefore I_2 > I_1$

04. [Ctg.B'19]



(গ) R_2 রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর। ৩

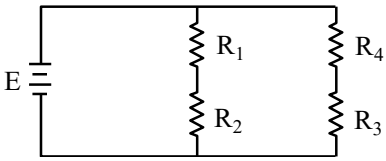
(ঘ) উদ্দীপকে 'A' লুপের R_1 রোধের সাথে শ্রেণিতে না কি সমান্তরালে কত রোধ যুক্ত করলে উভয় লুপে একই তড়িৎ প্রবাহিত হবে-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

সমাধান

গ. $I_A = \frac{24}{4+2}A = 4A$

ঘ. উভয় লুপে একই পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে যদি উভয় লুপের রোধ সমান হয়।

উদ্দীপকের বর্তনীকে নিম্নরূপে আঁকা যায়:

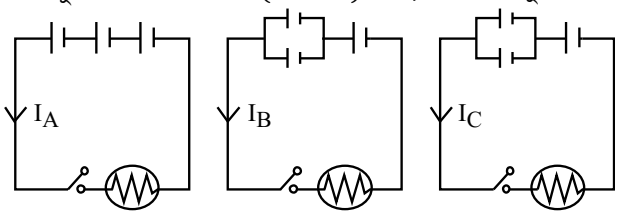


A লুপে রোধ, $R_A = (4+2)\Omega = 6\Omega$

B লুপে রোধ, $R_B = (3+9)\Omega = 12\Omega$

$\therefore$ A লুপের সাথে শ্রেণিতে $(12-6)\Omega$ বা, 6Ω রোধ যুক্ত করতে হবে।

05.



১নং চিত্র ২নং চিত্র ৩নং চিত্র

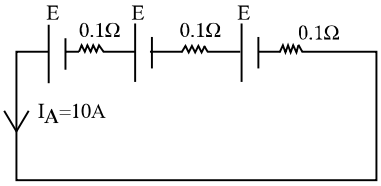
পরীক্ষাগারে ফারিয়া তিনটি একই মানের কোষ ও একটি বৈদ্যুতিক বাতি নিয়ে চিত্রানুযায়ী বিভিন্নভাবে তিনটি বর্তনী তৈরি করলো। [কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ 0.1Ω ও বাতির রোধ নগণ্য।] [All B'18]

(গ) সুইচ অন করার পর ১নং চিত্রে প্রবাহমাত্রা $I_A = 10A$ হলে E এর মান কত হবে? ৩

(ঘ) ২ ও ৩ নং চিত্রে সুইচ অন করার পর বাতির অবস্থা কিরূপ হবে গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

সমাধান

গ. ১নং চিত্রে KVL প্রয়োগে পাই



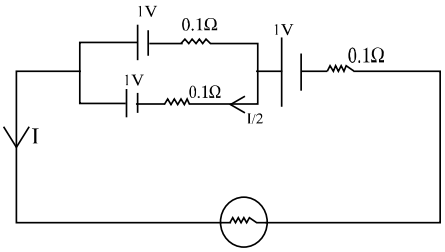
$0.1 \times 10 - E + 0.1 \times 10 - E + 0.1 \times 10 - E = 0 \Rightarrow E = \frac{3 \times 0.1 \times 10}{3} \therefore E = 1V$ **(Ans.)**

ঘ.

যেহেতু দুটি চিত্রের circuit -ই একই, তাই $I = I_B = I_c$

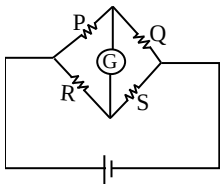
KVL প্রয়োগ করে পাই, $0.1\,I - 1 + 0.1 \times \frac{I}{2} - 1 = 0; I = 13.33A$

কিন্তু বাতিগুলোর রোধ $R \to 0$ বলে $P = I^2R \approx 0$; তাই বাতিগুলো জ্বলবে না।



Type-05: হুইটস্টোন ব্রীজ নীতি

Concept:



(i) সাম্যাবস্থার শর্ত : $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$ [P = ১ম বাহুর রোধ, Q = ২য় বাহুর রোধ, R = ৩য় বাহুর রোধ, S = ৪র্থ বাহুর রোধ]

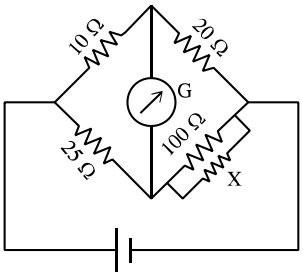
(ii) সাম্যাবস্থায় আনার জন্য কী পরিমাণ রোধ যুক্ত করতে হবে- এ জাতীয় প্রশ্নে চতুর্থ বাহুতে প্রয়োজনীয় রোধ S' বের করবে।

$S' > S$ (চতুর্থ বাহুর রোধ) হলে $S' = S + x$; অর্থাৎ চতুর্থ বাহুতে x রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।

$S' < S$ হলে $S'^{-1} = S^{-1} + x^{-1}$; চতুর্থ বাহুতে x রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. চিত্র পর্যবেক্ষণ কর: **[CB'22]**



ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকলে X এর মান কত?

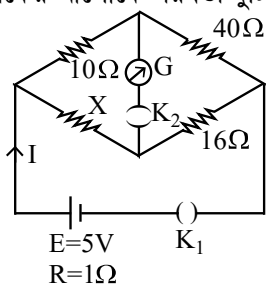
(a) 50 Ω (b) 75 Ω (c) 100 Ω (d) 125 Ω

সমাধান: (c); ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকলে,

$$\frac{10}{25} = \frac{20}{\left(\frac{1}{100}+\frac{1}{X}\right)^{-1}} \Rightarrow \left(\frac{1}{100}+\frac{1}{X}\right)^{-1} = 50$$

$$\Rightarrow \frac{1}{100} + \frac{1}{X} = \frac{1}{50} \Rightarrow \frac{1}{X} = \frac{1}{100} \therefore X = 100\Omega$$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



02. X এর মান কত হলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় থাকবে? **[JB'21]**

(a) 56Ω (b) 50Ω (c) 26Ω (d) 4Ω

সমাধান: (d); $\frac{10}{x} = \frac{40}{16} \Rightarrow x = 4$

03. সাম্যাবস্থায় I এর মান কত হবে? **[JB'21]**

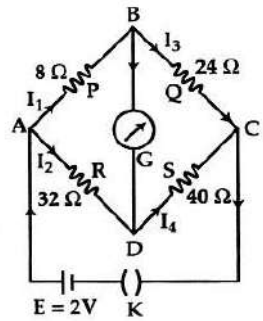
(a) শূন্য (b) 0.33 A (c) 0.45 A (d) 0.55 A

সমাধান: (b); তুল্যরোধ $= \{(50^{-1} + 20^{-1})^{-1} + 1\}$

$= \frac{107}{7}$; $I = \frac{5}{\frac{107}{7}} = 0.33A$

নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

গ্যালভানোমিটারটির রোধ 90 Ω

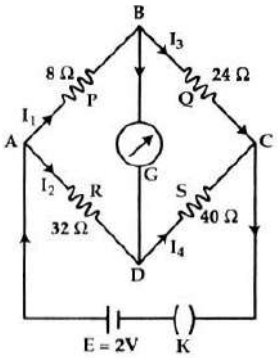


04. ব্রীজের চতুর্থ বাহু (s)- এ কত রোধ কীভাবে যোগ করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় আসবে? **[SB'19][Ans: b]**

(a) 96 Ω সমান্তরালে (b)56 Ω শ্রেণিতে

(c) 96 Ω শ্রেণিতে (d) 56 Ω সমান্তরালে

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



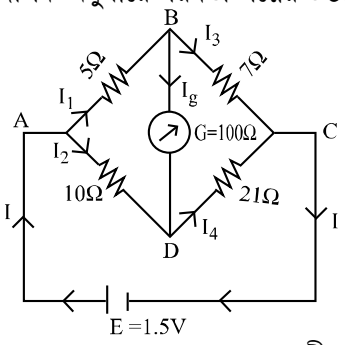
05. ব্রীজের চতুর্থ বাহু (S)-এ কত রোধ কীভাবে যোগ করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থায় আসবে? [CB'19]

(a) 96 Ω সমান্তরালে (b) 56 Ω শ্রেণিতে

(c) 96 Ω শ্রেণিতে (d) 56 Ω সমান্তরালে

সমাধান: (b); $\frac{8}{24} = \frac{32}{x} \therefore x = 96$। চতুর্থ বাহুর সাথে শ্রেণিতে (96 – 40) Ωবা 56 Ω যোগ করতে হবে।

নিচের উদ্দীপক অনুসারে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



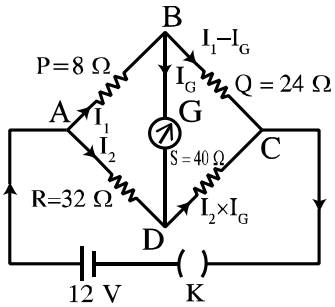
06. AD বাহুর রোধের সাথে আর কত রোধ কীভাবে যুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের মধ্যদিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না। [CB'17]

(a) 5Ω শ্রেণিতে (b) 5Ω সমান্তরালে

(c) 15Ω শ্রেণিতে (d) 15Ω সমান্তরালে

সমাধান: (a); AD বাহুর রোধ R হলে, $I_g = 0$ হবে যদি, $\frac{5}{R} = \frac{7}{21} \therefore R = 15 \therefore$ AD বাহুতে (15 – 10)Ω বা, 5Ω শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে। অর্থাৎ AD বাহুতে 10Ω এর সাথে আরো 5Ω শ্রেণীতে যুক্ত করতে হবে।

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. 
 [CB'22]

(গ) DC বাহুতে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থা লাভ করবে? ৩

(ঘ) গ্যালভানোমিটারের নিঃস্পন্দ অবস্থায় ABC এবং ADC অংশের প্রবাহমাত্রার অনুপাত এবং রোধের অনুপাত একই হবে কি? গাণিতিকভাবে তোমার মতামত দাও। ৪

সমাধান

গ. হুইটস্টোন ব্রীজের সাম্যাবস্থায়,

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

বা, $S' = \frac{RQ}{P}$

$= \frac{32 \times 24}{8} = 96\ \Omega$

$P = 8\ \Omega$

$Q = 24\ \Omega$

$R = 32\ \Omega$

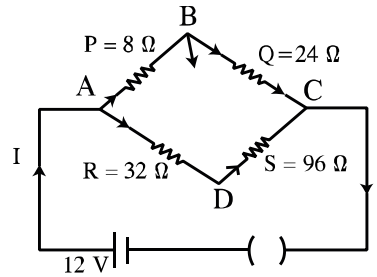
$S = 40\ \Omega$

$S' = ?$

সুতরাং, $(S' - S)\ \Omega$ বা, $(96 - 40)\ \Omega$ বা, $56\ \Omega$ রোধ DC বাহুতে শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে।

ঘ. গ্যালভানোমিটার নিঃস্পন্দ অবস্থায় DC বাহুতে 96 Ω রোধ যুক্ত থাকবে।

তাহলে, বর্তনী চিত্রটি হবে নিম্নরূপ (গ্যালভানোমিটার নিষ্ক্রিয়):



তাহলে, ABC অংশে রোধ, $R_{ABC} = P + Q = (8 + 24)\ \Omega$

ADC অংশে রোধ, $R_{ADC} = R + S = (32 + 96)\ \Omega$

তাহলে, $\frac{R_{ABC}}{R_{ADC}} = \frac{32}{128} = \frac{1}{4}$

এখন, বর্তনীয় তুল্যরোধ R_p হলে, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_{ABC}} + \frac{1}{R_{ADC}} = \frac{1}{32} + \frac{1}{128}$

$$R_p = 25.6\ \Omega$$

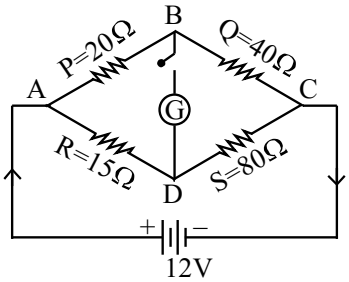
মূল প্রবাহ, $I = \frac{12}{25.6} A = 0.46875\ A$

ABC পথে প্রবাহ, $I_{ABC} = \frac{R_{ADC}}{R_{ABC}+R_{ADC}} \times I = \left(\frac{128}{128+32} \times 0.46875\right) A = 0.375\ A$

ADC পথে প্রবাহ, $I_{ADC} = \frac{R_{ABC}}{R_{ADC}+R_{ABC}} \times I = \left(\frac{32}{128+32} \times 0.46875\right) A = 0.09375A$

এখন, $\frac{I_{ABC}}{I_{ADC}} = \frac{0.375}{0.09375} = 4 : 1$

সুতরাং, ABC ও ADC পথে প্রবাহমাত্রা ও রোধের অনুপাত একই হবে না।

02. 

[SB'21]

চিত্রে একটি হুইটস্টোন ব্রীজ দেখানো হয়েছে।

(গ) গ্যালভানোমিটারে চাবি K সংযুক্ত করার পর CD অংশে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের কাঁটার বিক্ষেপ শূন্য হবে? **৩**

সমাধান

গ. ধরি, CD অংশের রোধ $S' = ?$

আমরা জানি, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \Rightarrow S' = 30\Omega$

ধরি, X রোধটি সংযুক্ত করতে হবে।

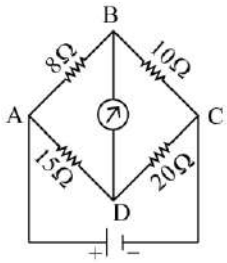
এখানে, $S' < S$

$P = 20\Omega$
$Q = 40\Omega$
$R = 15\Omega$
$S = 80\Omega$

∴ X রোধটি S এর সাথে সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

$\therefore \frac{1}{X} + \frac{1}{80} = \frac{1}{30} \Rightarrow X = 48\ \Omega$

অতএব, 48Ω মানের একটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

03. 

[Din.B'21]

চিত্রে অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.2\Omega$

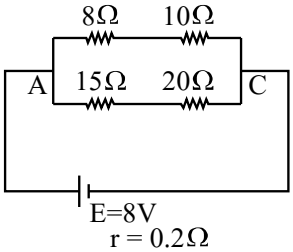
তড়িৎচালক শক্তি, $E = 8V$

(গ) গ্যালভানোমিটার বিচ্ছিন্ন অবস্থায় বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সর্বোচ্চ রোধের সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রিজটি ভারসাম্য অবস্থায় উপনীত হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

সমাধান

গ. গ্যালভানোমিটার বিচ্ছিন্ন অবস্থায় বর্তনীটি নিম্নরূপ-



$R_{AC} = (18^{-1} + 35^{-1})^{-1}\Omega$

$= 11.89\ \Omega$

$R_{eq} = R_{AC} + r = 12.09\ \Omega$

$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{8}{12.09} = 0.66\ A$

ঘ. বর্তনীতে সর্বোচ্চ রোধ হলো 20 Ω। ধরি, 20 Ω এর স্থলে RΩ রাখলে সাম্যাবস্থা অর্জিত হবে।

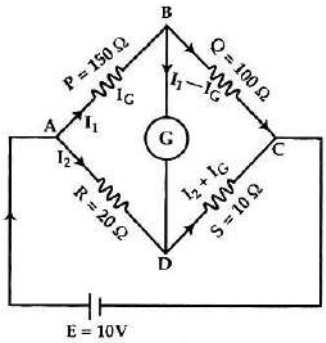
সুতরাং, $\frac{8}{15} = \frac{10}{R} \Rightarrow R = \frac{150}{8} = 18.75\ \Omega$

ধরি, 20Ω এর সাথে x Ω রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে CD শাখার রোধ 18.75 Ω হবে।

$\therefore \frac{1}{18.75} = \frac{1}{20} + \frac{1}{x} \Rightarrow x = 300\ \Omega$

সুতরাং, 20 Ω এর সাথে 300 Ω সমান্তরালে সংযোগ দিলে ব্রিজটি সাম্যাবস্থায় আসবে।

04. চিত্রটি লক্ষ কর: [BB'19]



(গ) Q রোধের সাথে কত মানের রোধ কীভাবে যুক্ত করলে ব্রীজটি সাম্যাবস্থা লাভ করবে? ৩

(ঘ) ব্রীজের সাম্যাবস্থায় ABC এবং ADC অংশের প্রবাহমাত্রার অনুপাত এবং রোধের অনুপাতের মধ্যে সম্পর্ক কেমন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

সমাধান

গ. ব্রিজটির সাম্যাবস্থার জন্য BC বাহুতে প্রয়োজনীয় রোধ Q' হলে, $\frac{P}{Q'} = \frac{R}{S} \Rightarrow Q' = \frac{PS}{R} = \frac{150\times10}{20}\Omega = 75\ \Omega$

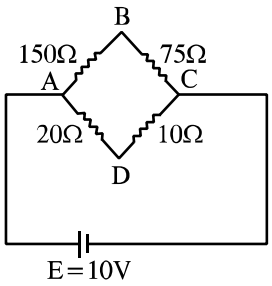
যেহেতু, $Q = 100\ \Omega$ এবং $Q' > Q$

সুতরাং Q এর সাথে একটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে। ধরি, উক্ত রোধটি x

$\therefore \frac{1}{x} + \frac{1}{100} = \frac{1}{75} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{75} - \frac{1}{100} \therefore x = 300$

$\therefore$ Q রোধের সাথে $300\ \Omega$ রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

ঘ. ব্রীজের সাম্যাবস্থায়-



$\frac{R_{ABC}}{R_{ADC}} = \frac{150+75}{20+10} = \frac{15}{2}$; $\frac{I_{ABC}}{I_{ADC}} = \frac{\frac{E}{R_{ABC}}}{\frac{E}{R_{ADC}}} = \frac{\frac{10}{150+75}}{\frac{10}{30}} = \frac{2}{15}$; $\frac{I_{ABC}}{I_{ADC}} = \frac{1}{\frac{R_{ABC}}{R_{ADC}}}$

বিকল্প সমাধান: $R_{ABC} = 225\ \Omega$; $R_{ADC} = 30\ \Omega \therefore \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{225} + \frac{1}{30}$

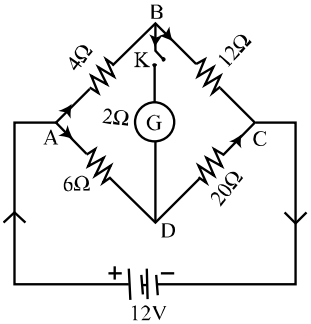
$\therefore R_{eq} = 26.47\ \Omega. I_{total} = 0.37\ A$

$\therefore I_{ABC} = \frac{30}{30+225} \times 0.37 = 0.04\ A \therefore I_{ADC} = 0.3333\ A$

$\therefore \frac{I_{ABC}}{I_{ADC}} = \frac{0.04}{0.33} = 0.12 \therefore \frac{R_{ABC}}{R_{ADC}} = \frac{225}{30} = 7.5$

$\Rightarrow \frac{I_{ABC}}{I_{ADC}} \approx \frac{1}{\frac{R_{ABC}}{R_{ADC}}}$

05. **নিচের বর্তনীটি লক্ষ্য কর:** **[SB'17]**



(গ) চাবি বন্ধ অবস্থায় চতুর্থ বাহুতে কী পরিমাণ রোধ কিভাবে যুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কোন তড়িৎ প্রবাহিত হবে না? ৩

(ঘ) বর্তনীর চাবি খোলা এবং বন্ধ অবস্থায় BC বাহুর প্রবাহ একই হবে কিনা–গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

সমাধান

গ. ধরি, চতুর্থ বাহুতে S' মানের রোধ সংযুক্ত করলে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

সুতরাং, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S'}$

বা, $S' = \frac{QR}{P}$

বা, $S' = \frac{12\Omega\times6\Omega}{4\Omega}$

$\therefore S' = 18\Omega$

এখানে,
প্রথম বাহুর রোধ, $P = 4\Omega$
দ্বিতীয় বাহুর রোধ, $Q = 12\Omega$
তৃতীয় বাহুর রোধ, $R = 6\Omega$
চতুর্থ বাহুর রোধ, $S = 20\Omega$
চতুর্থ বাহুর প্রয়োজনীয় অতিরিক্ত রোধ, $S'' = ?$

এই রোধ S' চতুর্থ বাহুর রোধ S এর চেয়ে ছোট। সুতরাং, চতুর্থ বাহুতে সমান্তরালভাবে S'' রোধ সংযুক্ত করতে হবে।

$\therefore \frac{1}{S'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{S''} \Rightarrow \frac{1}{S''} = \frac{1}{S'} - \frac{1}{S} \Rightarrow \frac{1}{S''} = \frac{1}{18\Omega} - \frac{1}{20\Omega} \Rightarrow \frac{1}{S''} = \frac{10-9}{180} \therefore S'' = 180\Omega$

$\therefore 180\Omega$ রোধ সমান্তরাল সংযুক্ত করতে হবে।

ঘ. যেহেতু ব্রিজটি ভারসাম্য অবস্থায় নেই সেহেতু বর্তনীর চাবি খোলা অবস্থায় এই ব্রিজে P ওQ এবং R ও S শ্রেণিতে যুক্ত।

$\therefore R_1 = P + Q = (4 + 12)\Omega = 16\Omega$

এবং, $R_2 = (6 + 20)\Omega = 26\Omega$

এখানে, প্রথম বাহুর রোধ, $P = 4\Omega$

দ্বিতীয় বাহুর রোধ, $Q = 12\Omega$

তৃতীয় বাহুর রোধ, $R = 6\Omega$

চতুর্থ বাহুর রোধ, $S = 20\Omega$

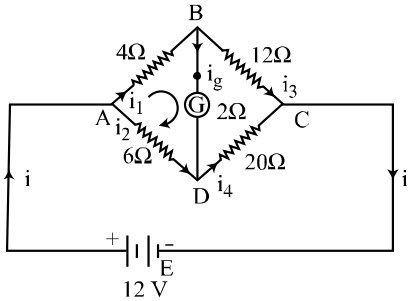
বর্তনীর বিভব, $V = 12V$

বর্তনীর চাবি খোলা অবস্থায় বর্তণীর BC বাহুর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ I হলে,

$I_{BC} = \frac{V}{R_1}$ বা, $I_{BC} = \frac{12V}{16\Omega}$

$\therefore I_{BC} = 0.75\ A$

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



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, $i = i_3 + i_4 \Rightarrow i_1 + i_2 = i_3 + i_4$

$\therefore i_4 = i_1 + i_2 - i_3$

B বিন্দু থেকে পাই, $i_1 = i_g + i_3 \ \therefore i_1 - i_3 = i_g$

ABDA লুপ থেকে পাই, $4i_1 + 2i_g - 6i_2 = 0$

$\Rightarrow 4i_1 + 2(i_1 - i_3) - 6i_2 = 0\ [\because i_g = i_1 - i_3]$

$\Rightarrow 6i_1 - 6i_2 - 2i_3 = 0 \ \therefore 3i_1 - 3i_2 - i_3 = 0 \ldots\ldots\ldots (i)$

BCDB লুপ থেকে পাই, $12i_3 - 20i_4 - 2i_g = 0$

$\Rightarrow 12i_3 - 20(i_1 + i_2 - i_3) - 2(i_1 - i_3) = 0\ [\because i_4 = i_1 + i_2 - i_3$ এবং $i_g = i_i - i_3]$

$\Rightarrow -22i_1 - 20i_2 + 34i_3 = 0 \ldots\ldots\ldots (ii)$

ADCEA লুপ থেকে পাই, $-12 + 6i_2 + 20i_4 = 0$

$\Rightarrow 6i_2 + 20(i_1 + i_2 - i_3) = 12\ [\because i_4 = i_1 + i_2 - i_3]$

$\Rightarrow 20i_1 + 26i_2 - 20i_3 = 12 \ldots\ldots\ldots (iii)$

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

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।

Type-06: মিটার ব্রীজ

➲ **Concept:** $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l}$; এখানে, P = বাম ফাঁকে রোধ ; Q = ডান ফাঁকে রোধ

l = বামপ্রান্ত হতে ভারসাম্য বিন্দুর দূরত্ব; $(100 - l)$ = ডানপ্রান্ত হতে ভারসাম্য বিন্দুর দূরত্ব।

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি মিটার ব্রিজের বাম ফাঁকে 8.5 Ω এবং ডান ফাঁকে 3.5 Ω রোধ যুক্ত আছে।

01. মিটার ব্রিজটির বাম প্রান্ত থেকে কত দূরে নিঃস্পন্দ বিন্দুটি অবস্থিত? **[DB'22]**

(a) 87.70 cm (b) 83.70 cm

(c) 70.83 cm (d) 63.73 cm

সমাধান: (c); বাম প্রান্ত হতে নিঃস্পন্দ বিন্দুটির দূরত্ব,

$x = \left(\frac{8.5}{8.5+3.5} \times 1\right) m = 0.7083\ m = 70.83\ cm$

02. রোধ দুটি স্থান বিনিময় করলে নিঃস্পন্দ বিন্দু বাম দিকে কি পরিমাণ সরে আসবে? **[DB'22]**

(a) 66.41 cm (b) 41.66 cm

(c)16.41 cm (d) 16.16 cm

সমাধান: (b); রোধ দুটি স্থান বিনিময় করলে,
বাম প্রান্ত হতে নিঃস্পন্দ বিন্দুটির পরিবর্তিত দূরত্ব,
$x' = \left(\frac{3.5}{8.5+3.5} \times 1\right) m = 0.2917\ m = 29.19\ cm$
∴ বাম দিকে নিঃস্পন্দ বিন্দুটির সরণ,
$\Delta x = x - x' = (70.83 - 2919) cm = 41.66\ cm$

03. একটি মিটার ব্রীজের বাম ও ডান ফাঁকে যথাক্রমে 20Ω এবং 30Ω রোধ যুক্ত রয়েছে। বাম প্রান্ত হতে কত দূরে সাম্য বিন্দু পাওয়া যাবে? **[JB'21]**
(a) 30 cm (b) 40 cm (c) 50 cm (d) 60 cm
সমাধান: (b); $\frac{20}{x} = \frac{30}{100-x} = x = 40\ cm$

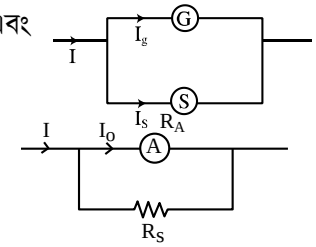
নিচের উদ্দীপক হতে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো মিটার ব্রিজের একটি ফাঁকে 4Ω এবং অপর ফাঁকে 6Ω রোধ যুক্ত আছে।

04. 6Ω রোধের প্রান্ত থেকে নিষ্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব কত? **[Ctg.B'17]**
(a) 10cm (b) 40cm
(c) 60cm (d) 90cm
সমাধান: (c); $\frac{P}{Q} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow \frac{6}{4} = \frac{l}{100-l}$
$\Rightarrow 600 - 6l = 4l \Rightarrow l = 60\ cm$

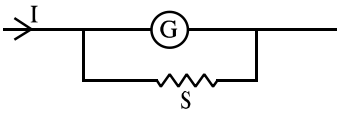
05. নিষ্পন্দ বিন্দু ঠিক মধ্যস্থলে পেতে হলে 6Ω রোধের সাথে কোন রোধের সংযোগ প্রয়োজন? **[Ctg.B'17]**
(a) 12Ω শ্রেণিতে (b) 12Ω সমান্তরালে
(c) 2Ω শ্রেণিতে (d) 2Ω সমান্তরালে
সমাধান: (b); $\frac{P}{4} = \frac{50}{100-50} \Rightarrow P = 4\Omega$
এখন 6Ω এর সাথে 12Ω সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য রোধ হবে $(6 \parallel 12) = 4\Omega$

Type-07: অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধি

Concept:
ধরি, একটি গ্যালভানোমিটারের রোধ (G) এবং এর মধ্য দিয়ে সর্বোচ্চ প্রবাহ I_g, সান্টের রোধ S এবং এর প্রবাহ I_S হলে, $I_g = \frac{I_S}{G+S}$
একইভাবে, $I_S = \frac{I_G}{G+S}$
যদি অ্যামিটার এর প্রকৃত Capacity এর n গুণ তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপ করতে হয় তাহলে, $S = \frac{G}{n-1}$ মানের সান্ট অ্যামিটারের সাথে সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।
লক্ষণীয়: $\frac{G+S}{S}$ কে সান্টের গুণক বলা হয়।



গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. 

[RB'22]
চিত্রে শান্টের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত প্রবাহ গ্যালভানোমিটার প্রবাহের 40 গুণ। গ্যালভানোমিটারের প্রবাহ 0.1 হলে মূল প্রবাহ কত A?
(a) 4 (b) 4.1 (c) 40 (d) 41
সমাধান: (b); $I = I_g + I_s \Rightarrow I = 0.1 + 0.1 \times 40 = 4.1A$

02. G = গ্যালভানোমিটারের রোধ এবং S= সান্টের রোধ হলে, সান্ট ধ্রুবক হবে– **[MB'22][Ans: a]**
(a) $\frac{S+G}{S}$ (b) $\frac{S}{S+G}$ (c) $\frac{S+G}{G}$ (d) $\frac{G}{S+G}$

03. 1.8 Ω রোধের একটি অ্যামিটার 1 A তড়িৎ প্রবাহ গ্রহণ করতে পারে। 10 A তড়িৎ প্রবাহ মাত্রার জন্য কত রোধের সান্ট ব্যবহার করতে হবে? **[MB'22]**
(a) 0.2 Ω (b) 1.2 Ω (c) 2.2 Ω (d) 4.2 Ω
সমাধান: (a); $S = \frac{r}{n-1} = \frac{1.8}{\frac{10}{1}-1} = \frac{1.8}{9} = 0.2\ \Omega$

04. 35Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটারের সাথে কত মানের শান্ট যুক্ত করলে পূর্বের 8 গুণ তড়িৎপ্রবাহ পরিমাপ করা যাবে? **[DB'21]**
(a) 0.2Ω (b) 0.24Ω (c) 5.0Ω (d) 210Ω
সমাধান: (c); $r_s = \frac{R}{n-1} = \frac{35}{8-1} = 5\Omega$

05. একটি গ্যালভানোমিটারের রোধ 100Ω এবং এর সাথে কত মানের একটি সান্ট যুক্ত করলে তড়িৎ প্রবাহমাত্রার 99% সান্টের মধ্যে দিয়ে যাবে? **[RB'21]**
(a) 2.01Ω (b) 1.01Ω (c) 1.10Ω (d) 1.06Ω
সমাধান: (b); $I_s = \frac{G}{G+S} I \Rightarrow \frac{99}{150} = \frac{G}{G+S} \Rightarrow S = 1.01\Omega$

06. R রোধের কোনো গ্যালভানোমিটারের সমান্তরালে S রোধের সান্ট ব্যবহার করলে সান্টের প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের প্রবাহের দ্বিগুণ হয়। R ও S এর সম্পর্ক হল- **[SB'21][Ans: d]**
(a) S = 4R (b) S = 2R (c) S = R (d) $S = \frac{R}{2}$

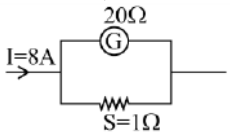
07. G = গ্যালভানোমিটারের রোধ এবং S = সান্ট হলে সান্টের গুণক হবে- **[BB'21][Ans: b]**
(a) $\frac{S}{G+S}$ (b) $\frac{G+S}{S}$ (c) $\frac{G}{G+S}$ (d) $\frac{G+S}{G}$

08. নিচের কোনটি শান্টের ক্ষমতা গুণক? **[Din.B'21][Ans: d]**
(a) (G + S)/G (b) G/(G + S)
(c) S/(G + S) (d) (G + S)/S

09. অ্যামিটারের পাল্লা বৃদ্ধির সঠিক সমীকরণ কোনটি? **[Ctg.B'19][Ans: c]**
(a) S = (n − 1)r (b) S = n(r − 1)
(c) $S = \frac{r}{n-1}$ (d) $S = \frac{n-1}{r}$

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. চিত্রে একটি অ্যামিটার বর্তনী দেখানো হলো যার পাল্লা **0 – 10A** পর্যন্ত। রহিম বেশি তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপের জন্য অ্যামিটারের পাল্লা **10** গুণ বৃদ্ধি করতে চাইলো। **[Ctg.B'21]**

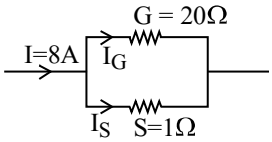


(গ) গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বর্তনীর কী ধরনের পরিবর্তন সাধন করলে রহিমের আকাঙ্ক্ষা পূরণ হবে–বিশ্লেষণসহ উপস্থাপন কর। ৪

সমাধান

গ.



গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহ, $I_G = I \times \frac{S}{G+S} = 8 \times \frac{1}{20+1} = 0.38A$

ঘ. অ্যামিটারের পাল্লা 10 গুণ বৃদ্ধি করতে চাইলে রহিমকে ক্ষুদ্র মানের শান্ট ব্যবহার করতে হবে।

শান্ট, $S' = \frac{R}{n-1} = \frac{20}{10-1} = 2.22\ \Omega$ | $R = 20\ \Omega\ ; n = 10$

অর্থাৎ চিত্রের বর্তনীটির সমান্তরালে যুক্ত 1Ω এর সাথে আরও $(2.22 - 1) = 1.22\Omega$ শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে বা 1Ω সরিয়ে 2.22Ω অ্যামিটারের সমান্তরালে লাগাতে হবে।

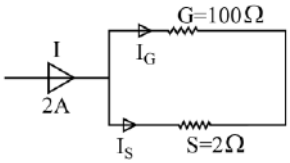
02. **100 Ω** রোধের একটি গ্যালভানোমিটারের সাথে **2Ω** রোধ সমান্তরালে যুক্ত আছে। বর্তনীর মূল প্রবাহ **2A**। এই যন্ত্র দ্বারা **2A** এর অধিক প্রবাহ মাপা সম্ভব নয়। **[BB'21]**

(গ) উদ্দীপকে **2Ω** রোধের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িতের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করলে **20A** তড়িৎ প্রবাহ মাপা যাবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। ৪

সমাধান

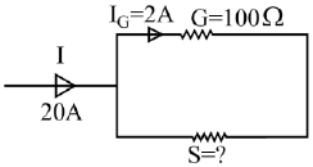
গ.



এখানে,
$I_S = I \times \frac{G}{G+S}$
$= 2 \times \frac{100}{102} A$
$= 1.96\ A$

∴ 2Ω এর মধ্য দিয়ে 1.96A প্রবাহিত হয়।

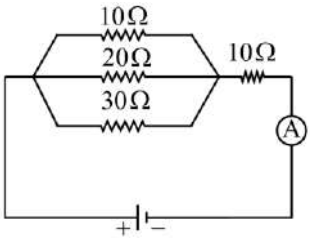
ঘ.



ধরি, 20A প্রবাহ পরিমাপের জন্য S মানের একটি শান্ট ব্যবহার করতে হবে।

এখানে,
$S = \frac{G}{n-1} = \frac{100}{10-1} = 11.11\ \Omega$ | $G = 100\ \Omega$, $n = \frac{20}{2} = 10$

∴ গ্যালভানোমিটারের সাথে সংযুক্ত সমান্তরালের 2Ω রোধের সাথে আরও $(11.11 - 2) = 9.11\Omega$ রোধ শ্রেণিতে লাগাতে হবে।

03. 

[Din.B'21]

চিত্রে, তড়িৎ কোষের তড়িৎচালক শক্তি $E = 16V$ এবং অ্যামিটার দ্বারা সর্বোচ্চ $2.25A$ তড়িৎ প্রবাহ মাপা যায়। পরবর্তীতে $16V$ এর পরিবর্তে $150V$ এর ব্যাটারি ব্যবহার করা হলো এবং বর্তনীর অ্যামিটারের পাল্লা 4 গুণ করা হলো।

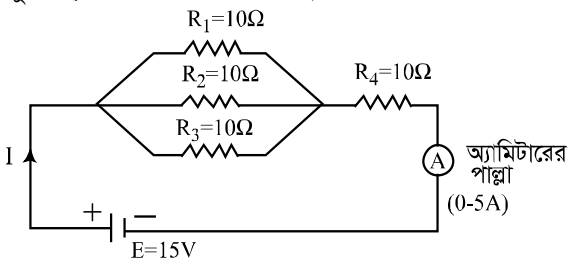
(ঘ) পরিবর্তিত ক্ষেত্রে অ্যামিটারটির সাহায্যে প্রবাহমাত্রা মাপা সম্ভব কি-না- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

সমাধান

ঘ. অ্যামিটারের পাল্লা 4 গুণ করা হলে বর্তমানে অ্যামিটার দ্বারা মাপা যাবে $= 2.25 \times 4A = 9A$

150 V এর ব্যাটারি ব্যবহার করলে নতুন তড়িৎ প্রবাহ, $I' = \frac{E'}{R_{eq}} = \frac{150}{15.45}$ A $= 9.71$ A ; $\therefore I' > 9A$

সুতরাং, পরিবর্তিত ক্ষেত্রে প্রবাহমাত্রা মাপা সম্ভব নয়।

04. 

[BB'17]

(ঘ) যদি E এর মান পরিবর্তিত হয়ে $100V$ হয় তবে তড়িৎ প্রবাহ মাপার জন্য কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

সমাধান

ঘ. যদি $E = 100$ volt হয় তবে বর্তনীর মূল প্রবাহ, $I = \frac{E}{R} = \frac{100}{13.33} = 7.5A$

কিন্তু অ্যামিটারের সর্বোচ্চ পাল্লা = 5A

অতএব 7.5A প্রবাহ মাপার জন্য অ্যামিটারের সাথে সমান্তরালে সান্ট যুক্ত করতে হয়।

Type-08: জুলের তাপীয় ক্রিয়ার সূত্র

- **1st Category:**

(i) বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার সূত্র: $H \propto I^2$; যদি R এবং t স্থির থাকে।

(ii) রোধের সূত্র: $H \propto R$; যদি I এবং t স্থির থাকে।

(iii) সময়ের সূত্র: $H \propto t$; যদি I এবং R স্থির থাকে। জুলের সূত্র তিনটি গাণিতিকভাবে একত্রিত করলে $\boxed{H = I^2Rt}$

- **2nd Category:**

$$W \propto H$$
$$W = JH$$
$$\therefore J = \frac{W}{H}$$

W = সম্পাদিত কাজ

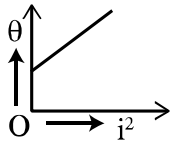
H = বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে উৎপাদিত তাপের পরিমাণ

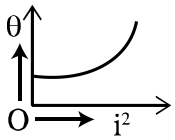
J = তাপের যান্ত্রিক সমতা

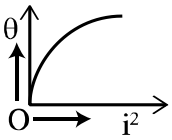
W কে J এককে এবং H কে Cal এককে পরিমাপ করা হলে J এর মান হবে $4.2\ JCal^{-1}$

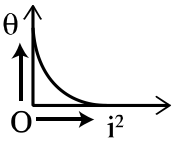
গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. পানিতে i প্রবাহ t সময় ধরে চালনা করলে পানির তাপমাত্রা θ হয়। নিচের কোন লেখচিত্র ইহা প্রকাশ করে? **[DB'22][Ans: a]**

(a) 

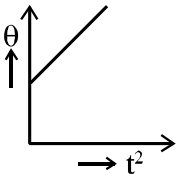
(b) 

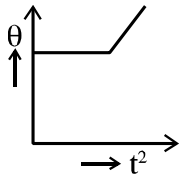
(c) 

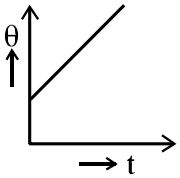
(d) 

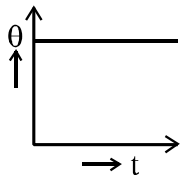
02. একটি রোধককে পানিতে নিমজ্জিত করে i প্রবাহ t সময় ধরে প্রবাহিত করা হলে পানির তাপমাত্রা θ এর জন্য। **[Ctg.B'22][Ans: c]**

নিচের কোনটি সঠিক?

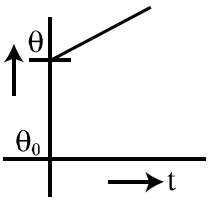
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

সমাধান: **(c);** $i^2Rt = ms\Delta\theta$



$t \propto \Delta\theta; t \propto (\theta - \theta_0)$

03. তড়িৎ বর্তনীতে উৎপন্ন তাপের সমীকরণ হলো- **[BB'22]**

(i) VIt (ii) $\frac{V^2}{Rt}$ (iii) I^2Rt **[Ans: b]**

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

04. প্রতি সেকেন্ডে 1 Ω রোধের মধ্য নিয়ে 1 A তড়িৎ প্রবাহমাত্রা প্রেরণ করা হলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ- **[CB'22]**

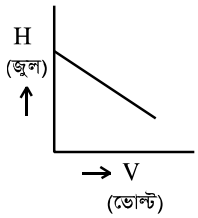
(a) 0.24 J (b) 0.24 cal (c) 4.2 J (d) 4.2 cal

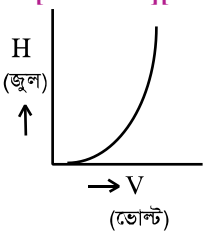
সমাধান:**(b);** $H = I^2Rt = (1)^2 \times 1 \times 1 = 1\,J = 0.24cal$

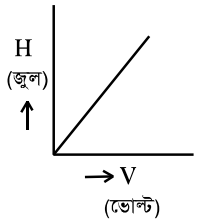
05. কোনো পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা পাঁচগুণ করা হলে তাপ উৎপাদনের হার কতগুণ হবে? **[CB'22][Ans: c]**

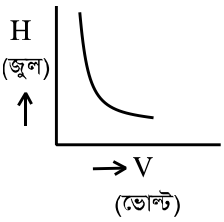
(a) $\frac{1}{5}$ (b) 5 (c) 25 (d) 50

06. কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহীর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য V ভোল্ট এবং পরিবাহীতে উদ্ভূত তাপ H জুল। (R ও t ধ্রুবক) নিচের কোন লেখচিত্র সঠিক? **[Din.B'22][Ans: b]**

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

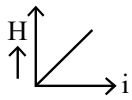
07. পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপ H হয়– **[Ctg.B'21][Ans: d]**

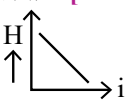
(i) $H \propto I^2$ (ii) $H \propto t$ (iii) $H \propto R$

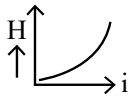
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

08. কোনো পরিবাহীতে i তড়িৎপ্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপ H হলে i বনাম H লেখচিত্র নিচের কোনটি?**[SB'21][Ans: c]**

(a) 

(b) 

(c) 

(d)

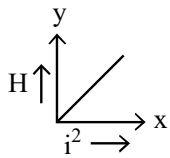
09. কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহীতে প্রবাহমাত্রা এক-তৃতীয়াংশ করলে নির্দিষ্ট সময়ে উৎপন্ন তাপ হবে প্রাথমিক তাপের- **[CB'21]**

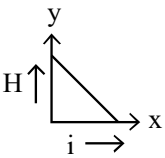
(a) দ্বিগুণ (b) সমান

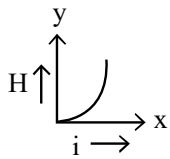
(c) এক-তৃতীয়াংশ (d) এক-নবমাংশ

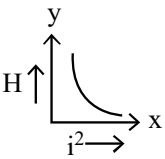
সমাধান: **(d);** $H \propto i^2 \Rightarrow \frac{H_2}{H_1} = \frac{{i_2}^2}{{i_1}^2} \Rightarrow H_2 = \frac{1}{9} H_1$

10. পরিবাহীতে তড়িৎ প্রবাহের দরুন উৎপন্ন তাপ নিচের কোন লেখচিত্রকে সমর্থন করে? **[CB'21][Ans.a]**

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

11. তড়িৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ নির্ণয়ক সমীকরণ নিচের কোনটি? **[MB'21][Ans: b]**

(a) $H = 0.24\ V^2It$ Cal (b) $H = 0.24\frac{V^2}{R}t$ Cal

(c) $H = 0.24\ IRt$ Cal (d) $H = 0.24\ P^2t$ Cal

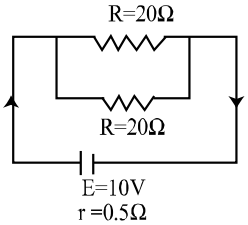
12. পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপ H হয়– **[MB'21][Ans: d]**

(i) $H \propto I^2$ (ii) $H \propto t$ (iii) $H \propto R$

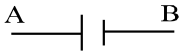
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের চিত্র লক্ষ্য কর এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্র: ১



চিত্র: ২

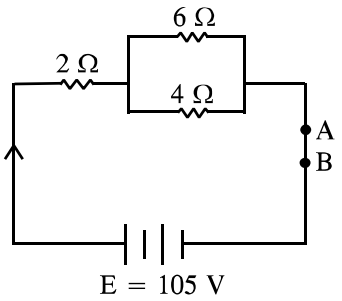
13. চিত্রে-২ এর AB কোষটিকে চিত্র-১ এর কোষের সাথে সমান্তরালভাবে যুক্ত করলে বহিস্থ রোধ R_P এ উৎপন্ন তাপের হার– **[BB'17]**

(a) 8.523 W (b) 9.518 W (c) 9.75 W (d) 10 W

সমাধান: (b); $i = \frac{nE}{nR+r} = 0.9756A$; ∴ বহিঃস্থ রোধ R_p তে উৎপন্ন শক্তি, $p = i^2 \times R_p = 9.518$ W

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. বর্তনীটি লক্ষ কর: **[RB'22]**



(গ) **10 সেকেন্ডে 2 Ω এ উৎপন্ন তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।** ৩

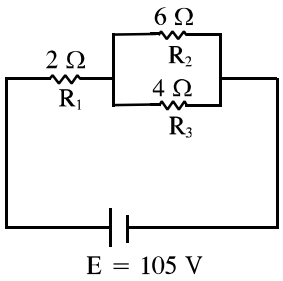
সমাধান

গ. দেওয়া আছে,

$E = 105$ V

$t = 10$ sec

তুল্যরোধ, $R = (R_1 + R_2||R_3) = 2 + \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{4}\right)^{-1}$



∴ তড়িৎ প্রবাহ,

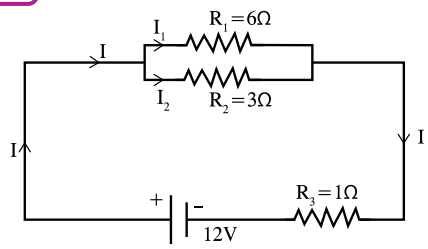
$I = \frac{E}{R} = \frac{105}{4.4} = 23.864$ A

যেহেতু, বর্তনীতে 2Ω এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় 23.864 A

∴ তাপের পরিমাণ, $Q = I^2Rt = 23.864^2 \times 4.4 \times 10$

$= 25057.582$ J **(Ans.)**

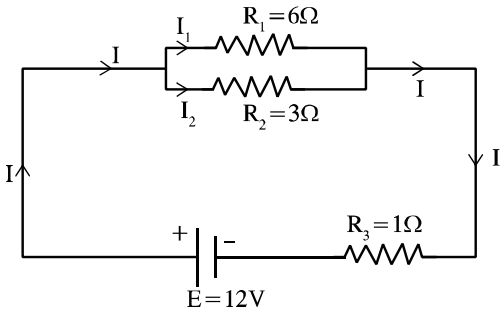
02. **[BB'22]**



(ঘ) **বর্তনীতে 1 মিনিট তড়িৎ প্রবাহ চললে কোন রোধকে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর।** ৪

সমাধান

ঘ. বর্তনীতে R_1 ও R_2 সমান্তরালে অবস্থিত। তাই বলা যায়, তড়িৎ প্রবাহ I_1 ও I_2 তে বিভক্ত হয়,



'গ' হতে পাই, $I = 4$ A

Current divider law হিসাবে,

R_1 এর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ,

$I_1 = \frac{R_2}{R_1 \times R_2} \times I = \frac{3}{6+3} \times 4 = \frac{4}{3}$ A

R_2 এর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ,

$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I = \frac{6}{6+3} \times 4 = \frac{8}{3}$ A

R_3 এর মধ্যকার তড়িৎ প্রবাহ, $I = 4$ A

বর্তনীতে 1 minute তড়িৎ প্রবাহ চললে,

R_1 এর মধ্যকার তাপ প্রবাহ,

$Q_1 = I_1^2R_1t = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \times 6 \times 60 = 640\ J$

$[t = 1\ min = 60\ sec]$

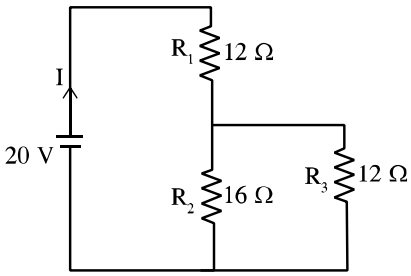
$\therefore R_2$ এর মধ্যকার তাপ প্রবাহ,

$Q_2 = I_2^2R_2t = \left(\frac{8}{3}\right)^2 \times 3 \times 60 = 1280\ J$

$\therefore R_3$ এর মধ্যকার তাপ প্রবাহ,

$Q_3 = I_3^2R_3t = 4^2 \times 1 \times 60 = 960\ J$

$\therefore$ বর্তনীতে 1 minute-এ সবচেয়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে R_2 এর মধ্যদিয়ে অর্থাৎ, $Q_2 > Q_3 > Q_1$ **(Ans.)**

03. 

[Din.B'22]

(ঘ) **উদ্দীপকের বর্তনীর R_1 এবং R_2 এর যদি পারস্পারিক স্থান পরিবর্তন করা হয় তাহলে R_3 রোধে তাপজনিত শক্তি ক্ষয়ের হারের পরিমাণ একই থাকবে কি? গাণিতিকভাবে যাচাইপূর্বক তোমার মতামত লিখ।** **৪**

সমাধান

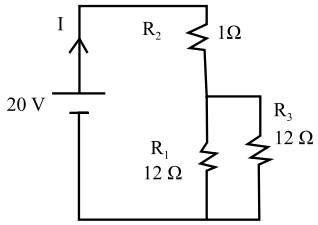
ঘ. Rp এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_{RP} = E - IR_1$

$= (20 - 1.06 \times 12)V = 7.28\ V$

R_3 রোধে তাপজনিত শক্তি ক্ষয়, $H = \frac{V_{RP}^2}{R_3} = \frac{7.28^2}{12}$

$= 4.416\ W$

R_1 ও R_2 রোধ স্থান পরিবর্তন করলে



তখন, বর্তনীর তুল্যরোধ হবে, $R'_S = R_2 + R_1||R_3$

$= (16 + 6)\Omega = 22\ \Omega$

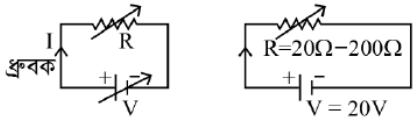
মূল প্রবাহ, $I' = \frac{E}{R'_S} = \frac{20}{22}\ A = 0.91\ A$

R_3 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য,

$V' = 20 - I'R_2 = 20 - 091 \times 16 = 5.44\ V$

R_3 এর মধ্যে শক্তি ক্ষয়, $H' = \frac{V'^2}{R_3} = \frac{5.44^2}{12} = 2.466\ W$

শক্তি ক্ষয়ের হারের পরিমাণ একই থাকবে না।

04. 

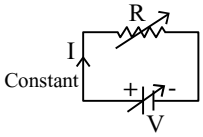
[DB'21]

চিত্র-১ চিত্র-২

(ঘ) **উদ্দীপকের বর্তনীদ্বয়ে রোধের সাথে উৎপন্ন তাপের লেখচিত্রের কোনো বৈসাদৃশ্য পরিলক্ষিত হবে কি? বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।** **৪**

সমাধান

ঘ. প্রথম চিত্রে,

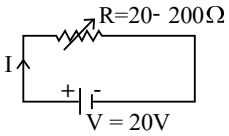


এক্ষেত্রে I ধ্রুবক। তবে V এবং R পরিবর্তনশীল।

$H = I^2Rt\ ; H \propto R$ এবং

$H = VIt\ ; H \propto V$

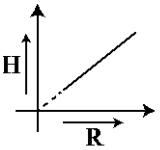
অর্থাৎ রোধ অথবা বিভব পার্থক্য বেশি হলেই উৎপন্ন তাপ বেশি হবে।

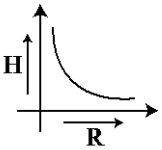
দ্বিতীয় চিত্রে, 

এক্ষেত্রে, V ধ্রুবক তবে I এবং R পরিবর্তনশীল। সেক্ষেত্রে

$H = \frac{V^2}{R}t\ ; H \propto \frac{1}{R}$

প্রথম চিত্রে $H \propto R$ এবং দ্বিতীয় চিত্রে $H \propto \frac{1}{R}$

অর্থাৎ 



প্রথম ক্ষেত্রে দ্বিতীয় ক্ষেত্রে

তাই লেখচিত্রে বৈসাদৃশ্য পরিলক্ষিত হবে।

05. **200V ও 1000W নিমজ্জক একটি হিটার 15 মিনিটে 2.57kg পানির তাপমাত্রা 20°C হতে 95°C বৃদ্ধি করতে পারে।** **[RB'21]**

(ঘ) **গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে হিটারটির দক্ষতা সম্পর্কে মন্তব্য কর।** **৪**

সমাধান

ঘ.

আমরা জানি,
$Q = ms(\theta_2 - \theta_1)$
$= \{2.57 \times 4200 \times (95 - 20)\}J$
$= 809550J$
∴ কার্যকর ক্ষমতা,
$P_0 = \frac{Q}{t} = 899.5W$
∴ হিটারটির দক্ষতা,
$\eta = \frac{899.5}{1000} \times 100\%$
$= 89.95\%$

দেওয়া আছে,
পানির ভর, $m = 2.57$ kg
পানির আদি তাপমাত্রা,
$\theta_1 = 20°C$
পানির শেষ তাপমাত্রা
$\theta_2 = 95°C$
তাপ, $Q = ?$
ক্ষমতা, $P_0 = ?$
সময়, $t = 15$ min $= 900s$

06. **উপমা তার বাসায় একটি বৈদ্যুতিক কেত্‌লীতে 2 Litre পানি গরম করতে দিল। 1500W এর কেতলীটি 220V সরবরাহ লাইনের সাথে যুক্ত ছিল। সে দেখল 7 min পর পানি ফুটছে। [পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$]** [BB'21]

(গ) উৎপন্ন তাপের পরিমাণ ক্যালরী এককে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উপরোক্ত তথ্য থেকে ঐ দিনের কক্ষ তাপমাত্রা নির্ণয় করা যাবে কি- না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

সমাধান

গ.

উৎপন্ন তাপের পরিমাণ,
$H = Pt$
$= 1500 \times 420$ J
$= \frac{1500 \times 420}{4.2}$ Cal
$= 150 \times 10^3$ Cal

$P = 1500$ W
$t = 7$ min $= 7 \times 60$
$= 420$ s

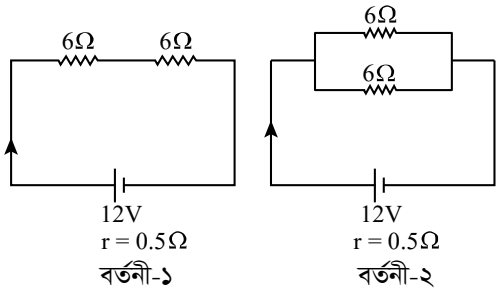
ক্যালরি এককে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ $= 150$ k Cal

ঘ. উপরোক্ত তথ্য হতে ঐ দিনের কক্ষ তাপমাত্রা নির্ণয় করা যাবে।

এখানে, $Pt = mS\Delta\theta$
$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{Pt}{mS}$
$= \frac{1500 \times 420}{2 \times 4200}°C$

$m = 2$ kg
$S = 4200\ J\ kg^{-1}K^{-1}$
$P = 1500$ W
$t = 7 \times 60 = 420$ s
$\theta_2 = 100°C$

$\Rightarrow \theta_2 - \theta_1 = 75°C \Rightarrow \theta_1 = (100 - 75)°C = 25°C$, যা ঐ দিনের কক্ষ তাপমাত্রা।

07. 

[JB'21]

(ঘ) কোন বর্তনীতে একটি নির্দিষ্ট সময়ে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

সমাধান

ঘ. উভয় ক্ষেত্রে তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12V$

আমরা জানি E ধ্রুবক হলে, তাপ, $Q \propto \frac{1}{R}\left[Q = \frac{V^2}{R} \times t\right]$

১ম ক্ষেত্রে তুল্যরোধ, $R_S = 12.5\Omega$

২য় ক্ষেত্রে তুল্যরোধ, $R_B = \left\{\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{6}\right)^{-1} + 0.5\right\}\Omega = 3.5\Omega$

$\therefore \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{3.5}{12.5} = 0.28 < 1 \therefore Q_1 < Q_2$

অতএব ২য় বর্তনীতে নির্দিষ্ট সময়ে তাপ বেশি উৎপন্ন হবে।

08. **স্বাভাবিক তাপমাত্রায় (25°C) টাংস্টেন তারের রোধ 65 Ω। এরূপ তার দিয়ে দুটি বৈদ্যুতিক হিটারের কুণ্ডলী তৈরি করে বৈদ্যুতিক লাইনের সাথে (220V) সমান্তরালে যুক্ত করা হলো। এতে কুণ্ডলী তারের তাপমাত্রা 250°C-এ উন্নীত হলো। ১ম কুণ্ডলী তারের দৈর্ঘ্য ও ব্যাস উভয়ই ২য় কুণ্ডলীর তুলনায় দ্বিগুণ। টাংস্টেন রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক ($\alpha = 4.5 \times 10^{-3}°C^{-1}$)।** [SB'19]

(ঘ) কোন কুণ্ডলীতে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

সমাধান

ঘ. উভয় কুণ্ডলীর টাংস্টেন দিয়ে তৈরি। তাই উভয় কুণ্ডলীর জন্য আপেক্ষিক রোধের মান একই।

প্রথম কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে, $R_1 = \rho\frac{L_1}{A_1}$; দ্বিতীয় কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে,

$R_2 = \rho\frac{L_2}{A_2}$; $L_1 = 2L_2$, $d_1 = 2d_2$

$\therefore A_1 = \frac{1}{4}\pi d_1^2 = \frac{1}{4}\pi(2d_2)^2 = 4 \times \frac{1}{4}\pi d_2^2 = 4A_2$

$\therefore R_1 = \rho\frac{2L_2}{4A_2} = \frac{1}{2}\ \rho\frac{L_2}{A_2} = \frac{1}{2}R_2$

প্রথম কুণ্ডলীতে উৎপন্ন তাপ, $H_1 = \frac{V^2}{R_1}t$; দ্বিতীয় কুণ্ডলীতে উৎপন্ন তাপ, $H_2 = \frac{V^2}{R_2}t$

$\therefore \frac{H_1}{H_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_2}{\frac{1}{2}R_2} = 2 \therefore H_2 = 2H_2$ ∴ প্রথম কুণ্ডলীতে বেশি তাপ উৎপন্ন হবে।

Type-09: বৈদ্যুতিক শক্তি, ক্ষমতা

➲ **Concept:** $\underset{\text{বৈদ্যুতিক শক্তি}}{W} = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t = VIt$, $P = \frac{W}{t}$; I = প্রবাহিত তড়িৎ ; R = বর্তনীর রোধ ; V = তড়িচ্চালক শক্তি

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. একটি বৈদ্যুতিক বাল্বে 25 W-200 V লেখা থাকলে, বাল্বটির রোধ কত? **[RB'22]**
(a) 1600 Ω (b) 8 Ω
(c) 0.125 Ω (d) 6.25×10^{-4} Ω
সমাধান: (a); $P = \frac{V^2}{R} \therefore R = \frac{V^2}{P} = \frac{200^2}{25} = 1600\ \Omega$

02. বাড়ির প্রধান মিটারে 6 A-220 V লেখা আছে। 90 W এর কতগুলো বাল্ব নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে? **[SB'22]**
(a) 11 (b) 22 (c) 33 (d) 44
সমাধান: (a); $P = VI = 220 \times 6 = 1320W \therefore$ নিরাপদে ব্যবহার করা যাবে $\left(\frac{1320}{90}\right) = 14.67 > 11$ টি বাল্ব।

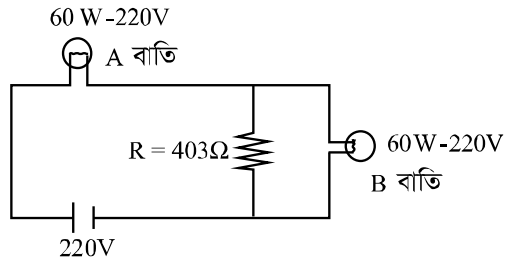
03. 400 W – 200 V চিহ্নিত বাল্বের রোধ কত? **[BB'22]**
(a) 200 Ω (b) 100 Ω (c) 2 Ω (d) 0.5 Ω
সমাধান: (b); $P = \frac{V^2}{R} \therefore R = \frac{(200)^2}{400} = 100\Omega$

04. এক কিলোওয়াট ঘণ্টা = কত জুল? **[RB'21][Ans: a]**
(a) 36×10^5 (b) 36×10^6
(c) 36×10^3 (d) 3600

05. একটি বাড়ির মেইন মিটারে 15A-220V চিহ্নিত করা আছে। 60W এর কতটি বাতি ঐ বাড়িতে নিরাপদে ব্যবহার করতে পারবে? **[RB'21]**
(a) 22 (b) 33 (c) 44 (d) 55
সমাধান: (d); $P = 220 \times 15 = 3300W = 55 \times 60W$; বাতির সংখ্যা = 55 টি

06. 60W – 220V এবং 60W – 110V লেখা বাল্ব দুটির রোধের অনুপাত কত? **[BB'19]**
(a) 1 : 1 (b)2 : 1 (c) 1 : 4 (d) 4 : 1
সমাধান: (d); $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{220^2}{60}}{\frac{110^2}{60}} = \frac{4}{1} = 4 : 1$

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



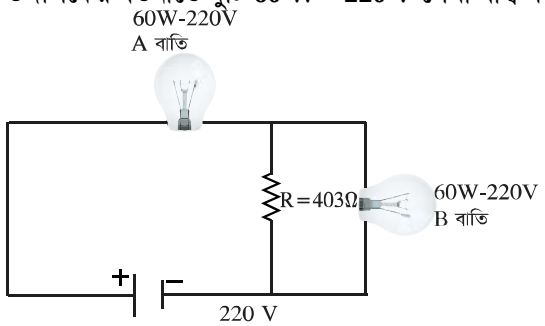
উদ্দীপকের বর্তনী দু'টি 60W–220V লেখা বাল্ব সংযুক্ত করে 220V উৎসের সাথে সংযোগ দেয়া হল।

07. প্রত্যেক বাতির ফিলামেন্টের রোধ কত? **[SB'17]**
(a) 3.67 Ω (b) 16.36 Ω
(c) 484.67 Ω (d) 806.67 Ω
সমাধান: (d); $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{60} = 806.67$

08. উদ্দীপকে বর্তনী হতে R রোধ অপসারণ করলে নিচের কোনটি সঠিক? **[SB'17][Ans: b]**
(a) A বাতির উজ্জ্বল্য বাড়বে B বাতির উজ্জ্বল্য কমবে
(b) A বাতির উজ্জ্বল্য কমবে B বাতির উজ্জ্বল্য বাড়বে
(c) A ও B উভয় বাতির উজ্জ্বল্য বাড়বে
(d) A ও B বাতির উজ্জ্বল্য কমবে

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. **উদ্দীপকের বর্তনীতে দুটি 60 W – 220 V লেখা বাল্ব সংযুক্ত 220 V উৎসের সাথে সংযোগ দেয়া হলো।** **[SB'22]**



চিত্র: বর্তনী

(গ) প্রত্যেক বাতির ফিলামেন্টের রোধ কত? ৩
(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনী হতে 'R' রোধ অপসারণ করলে A ও B বাতির উজ্জ্বলতা বাড়বে না কমবে- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

সমাধান

গ. দেওয়া আছে, বাতির ক্ষমতা, $P = 60\ W$

দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V = 220\ V$

রোধ, $R = ?$

এখন, $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{60} = 806.67\ \Omega$

ঘ. R রোধ অপসারণ করার পূর্বে,

বর্তনীর মূল প্রবাহ, $I = \frac{220}{\left(\frac{1}{806.67}+\frac{1}{403}\right)^{-1}+806.67} A = 0.2046\ A$

তাহলে, $I_A = 0.2046\ A$

$I_B = \frac{403}{403+806.67} \times I_A = 0.0682\ A$

$P_A = I_A^2\ R_A = (0.2046^2 \times 806.67)W = 33.76\ W$

$P_B = I_B^2\ R_B = (0.0682^2 \times 806.67)W = 3.75\ W$

R রোধ অপসারণ করার পর:

$I_A = I_B = \frac{220}{806.67+806.67} = 0.136\ A$

$P_A = P_B = I_A^2 R_A = 0.136^2 \times 806.67 = 14.9\ A$

তাহলে, 'R' রোধ অপসারণ করলে,

A বাতির উজ্জ্বলতা কমবে, B বাতির উজ্জ্বলতা বাড়বে।

02. **200V ও 1000W নিমজ্জক একটি হিটার 15 মিনিটে 2.57kg পানির তাপমাত্রা 20°C হতে 95°C বৃদ্ধি করতে পারে।** [RB'21]

(গ) হিটারটির বৈদ্যুতিক রোধ কত? নির্ণয় কর। ৩

সমাধান

গ.

আমরা জানি, $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = 40\Omega$ (Ans)

দেওয়া আছে, বিভব পার্থক্য, $V = 200V$

ক্ষমতা, $P = 1000W$; রোধ, $R = ?$

03. **A ও B দুটি বৈদ্যুতিক বাল্ব যাদের গায়ে যথাক্রমে 120W-220V ও 60W-220V লেখা আছে। বাল্ব দু'টিকে 220V বিভব উৎসের সাথে প্রথমে সমান্তরালে ও পরে শ্রেণিতে যুক্ত করা হল।** [CB'21]

(গ) প্রথম ক্ষেত্রে 5s সময় ধরে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে কী পরিমাণ তড়িৎ শক্তি ব্যয় হয় তা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সংযোগের ধরন পরিবর্তনের ফলে বাল্ব দুটির উজ্জ্বলতার কোনো পরিবর্তন হবে কি-না – গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

সমাধান

গ. $P_1 = \frac{V^2}{R_1} \therefore R_1 = \frac{1210}{3}\Omega \therefore R_2 = \frac{V^2}{P_2} = \frac{2420}{3}\Omega$

$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)^{-1}\Omega \therefore R_{eq} = \frac{2420}{9}\Omega$

$W = \frac{(220)^2}{\frac{2420}{9}} \times 5 = 900\ J$ (Ans.)

ঘ. সমান্তরালে সংযোগে ক্ষমতা $P_P = \frac{V^2}{R_{eq}} = 180\ W$

সিরিজে তুল্যরোধ, $R_S = \frac{1210}{3} + \frac{2420}{3} = 1210\Omega$

$R_{eq} = \frac{2420}{9}\Omega$

$P_S = \frac{V^2}{R} = 40\ W \because P_P > P_S$; তাই সমান্তরালে উজ্জ্বলতা বেশি, সিরিজে কম।