

10 MINUTE
SCHOOL

অনলাইন ব্যাচ

৬ষ্ঠ - ১০ম

৯ম - ১০ম শ্রেণি পদার্থবিজ্ঞান

আলোচ্য বিষয়

অধ্যায় ১১ - চল তড়িৎ

অনলাইন ব্যাচ সম্পর্কিত যেকোনো জিজ্ঞাসায়,

কল করো

📞 16910

ব্যবহারবিধি

এক নজরে...

দেখে নাও এই অধ্যায় থেকে কোথায় কোথায় প্রশ্ন এসেছে এবং সৃজনশীল ও বহুনির্বাচনী গুরুত্ব।

কুইক টিপস

সহজে মনে রাখার এবং দ্রুত ক্যালকুলেশন করতে সহায়ক হবে।

বহুনির্বাচনী (MCQ)

বিগত বছর গুলোতে বোর্ড, স্কুল, কলেজ এবং বিশ্ববিদ্যালয়ে আসা বহুনির্বাচনী দেখে নাও উত্তরসহ।

সৃজনশীল (CQ)

পরীক্ষায় আসার মতো গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল দেখে নাও উত্তরসহ।

প্র্যাকটিস

পরীক্ষায় আসার মতো গুরুত্বপূর্ণ সমস্যাগুলো প্র্যাকটিস করে নিজেকে যাচাই করে নাও।

উত্তরমালা

প্র্যাকটিস সমস্যাগুলোর উত্তরগুলো মিলিয়ে নাও।

উদাহরণ

টপিক সংক্রান্ত উদাহরণসমূহ।

সূত্রের আলোচনা

সূত্রের ব্যাপারে বিস্তারিত জেনে নাও।

টাইপ ভিত্তিক সমস্যাবলী

সম্পূর্ণ অধ্যায়ের সুসজ্জিত আলোচনা।

চল তড়িৎ অধ্যায়ের মূল আলোচ্য বিষয়-

- | | |
|--|----------------------------|
| (i) তড়িৎ প্রবাহ | (viii) রোধ ** |
| (ii) তড়িৎ এবং ইলেকট্রনের প্রবাহের দিক | (ix) পরিবাহিকত্ব |
| (iii) তড়িৎ প্রতিক | (x) বর্তনী |
| (iv) পরিবাহী, অপরিবাহী, অর্ধপরিবাহী পদার্থ | (xi) তড়িৎ ক্ষমতা ** |
| (v) তড়িৎ চালক শক্তি | (xii) তুল্য রোধ ** |
| (vi) বিভব পার্থক্য | (xiii) লোড শেডিং |
| (vii) ও'হমের সূত্র ** | (xiv) তড়িৎ নিরাপদ ব্যবহার |

(i) তড়িৎ প্রবাহ

কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে একক সময়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে তড়িৎ প্রবাহ বলে। একে 'I' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ব্যাখ্যা : ধরি,

কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে,

t সময়ে প্রবাহিত আধান = Q

1 সময়ে প্রবাহিত আধান = $\frac{Q}{t}$

$$\therefore I = \frac{Q}{t} = \frac{c}{s} = cs^{-1} = A$$

\therefore তড়িৎ প্রবাহের একক A (অ্যাম্পিয়ার)

1A বলতে কি বুঝ?

কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 1s এ 1c আধান প্রবাহিত হলে তাকে 1A বলে।

চল বিদ্যুৎ কি?

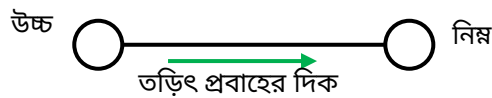
গতিশীল আধানের ক্রিয়ার ফলে যে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় তাকে চল বিদ্যুৎ বলে।

স্থির তড়িৎ থেকে চল তড়িৎ সৃষ্টি-

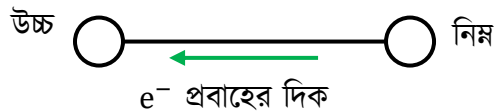
ঘর্ষনের ফলে স্থির বিদ্যুৎ তৈরি হয় ঘর্ষনের ফলে সৃষ্ট আধান স্থির ছিল। ঐ আধান চলাচলের জন্য আমরা যদি পরিবহন পথের ব্যবস্থা করতে পারি তাহলে ঐ স্থির আধান পরিবহন পথ দিয়ে প্রবাহিত হতে থাকবে এবং চল তড়িৎ সৃষ্টি হবে।

(ii) তড়িৎ এবং ইলেক্ট্রন প্রবাহের দিক :

- তড়িৎ উচ্চ বিভবের দিক থেকে নিম্ন বিভবের দিকে যায়।

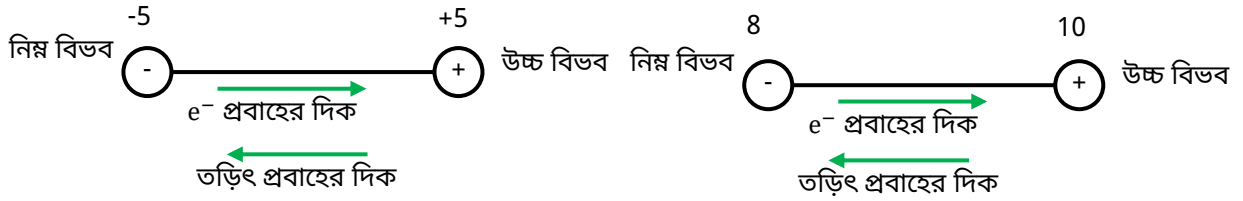


- ইলেক্ট্রন নিম্ন বিভবের দিক থেকে উচ্চ বিভবের দিকে যায়।



উচ্চ বিভব : ধনাত্মক চার্জযুক্ত বিভবকে উচ্চ বিভব বলে। অথবা, কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভবের মধ্যে যেটি বড় তাকে উচ্চ বিভব বলে।

নিম্ন বিভব : ঋণাত্মক চার্জযুক্ত বিভবকে নিম্ন বিভব বলে। অথবা, কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভবের মধ্যে যেটি ছোট তাকে নিম্ন বিভব বলে।



ইলেকট্রন প্রবাহের বিপরীত দিকে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

প্রশ্ন : কোনো পরিবাহকে ইলেক্ট্রন A থেকে B এর দিকে গেলে তড়িৎ প্রবাহের দিক কোন দিকে হবে?

আমরা জানি, ইলেক্ট্রন প্রবাহের উল্টো দিকে তড়িৎ হয়। অতএব একটি পরিবাহকের মধ্য দিয়ে যদি ইলেকট্রন A থেকে B এর দিকে যায় তবে তড়িৎ B থেকে A এর দিকে যাবে।

(iii) তড়িৎ প্রতিক :

যে সকল প্রতিক তড়িৎ বর্তনী আকতে ব্যবহৃত হয় তাদের তড়িৎ প্রতিক বলে। সেগুল হলো :

নাম	চিহ্ন	নাম	চিহ্ন
সুইচ		অ্যামিটার	
দ্বিমুখী সুইচ		ভোল্ট মিটার	
ডিসি ব্যাটারি		গ্যালভানোমিটার	
ডিসি কোষ		ভূ-সংযোগ তার	
এসি উৎস		আড়াআড়ি তার	
স্থির রোধ		সংযোগবিহীন তার	
পরিবর্তনশীল রোধ		প্যাঁচানো তার	
ফিউজ		বাল্ব	
ধারক			

দুটি পরিবাহির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের জন্য শর্তসমূহ :

- পরিবাহক গুলো অবশ্যই ধাতু দিয়ে তৈরি হতে হবে।
- যে দুটি পরিবাহকের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হবে তাদের মধ্যে অবশ্যই বিভব পার্থক্য থাকবে।

(iv) পরিবাহী পদার্থ

যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে সহজে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় তাদের পরিবাহী পদার্থ বলে। সব ধাতু, গ্রাফাইট।

অপরিবাহী পদার্থ : যে সকল পদার্থ বিদ্যুৎ পরিবহন করে না তাকে অপরিবাহী বলে। যেমন : প্লাস্টিক, রাবার, শুকনো কাঠ। এদের অন্তরক পদার্থ ও বলা হয়।

অর্ধপরিবাহী : যে সকল পদার্থ সাধারণ অবস্থায় বিদ্যুৎ পরিবহন করে না কিন্তু উত্তপ্ত বা ভেজাল মিশ্রিত করলে বিদ্যুৎ পরিবহন করে তাকে অর্ধপরিবাহী বলে। যেমন : প্লাস্টিক, রাবার, শুকনো কাঠ। এদের অন্তরক পদার্থ ও বলা হয়। যেমন: জার্মেনিয়াম, সিলিকন।

ডোপায়ন : ভেজাল মিশ্রিত করিয়া অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি করার প্রক্রিয়াকে ডোপায়ন বলে।

সাধারণ অবস্থায় সিলিকন বিদ্যুৎ পরিবহন করে না কেন?

সিলিকন খন্ডে প্রতিটি সিলিকন পরমাণু অপর চারটি সিলিকনের সাথে সমযোজী বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। ফলে কোনো সিলিকন পরমাণুই বিদ্যুৎ চলাচলের জন্য যুক্ত e থাকে না। এজন্য সিলিকন বিদ্যুৎ পরিবহন করে না।

তড়িৎ চালক শক্তি : একক ধনাত্মক আধানকে কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে তড়িৎ চালক শক্তি বলে। একে E দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ব্যাখ্যা : ধরি,

Q আধানকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আনতে সম্পন্ন কাজ = W

1 আধানকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আনতে সম্পন্ন কাজ = $\frac{W}{Q}$

$$E = \frac{W}{Q} = \frac{J}{C} = JC^{-1} = \text{Volt}$$

তড়িৎ বিভব: অসীম দূরত্ব থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে তড়িৎ বিভব বলে।

বিভব পার্থক্য : একক ধনাত্মক আধানকে এক বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে স্থানান্তরিত করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলে। একে V দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ব্যাখ্যা : ধরি,

Q আধানকে এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে আনতে কাজ = W

1 আধানকে এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে আনতে কাজ = $\frac{W}{Q}$

$$\therefore V = \frac{W}{Q} = \frac{J}{C} = JC^{-1} = \text{Volt}$$

বিভব পার্থক্য 1 Volt বলতে কি বুঝ ?

দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 1 Volt বলতে বুঝায় 1 কুলম্ব আধানকে বর্তনীর এক-বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে আনতে 1 J কাজ সম্পূর্ণ হয়েছে।

ও'মের সূত্র : তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহ পরিবাহীর বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

ব্যাখ্যা : ধরি,

কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V এবং তড়িৎ প্রবাহ I হলে ও'মের সূত্র অনুসারে পাই,

$$I \propto V$$

$$I = GV \quad \text{--- (i)}$$

এখানে,

G একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে তড়িৎ পরিবাহিতা বলে।

G এর বিপরীত রাশি R

$$\therefore G = \frac{1}{R}$$

G এর মান i নং এ বসাই,

$$I = \frac{1}{R} \times V$$

$$\text{বা, } I = \frac{V}{R}$$

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

রোধ : কোনো পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য বিদ্যুৎ পরিবহনে বিঘ্ন ঘটে তাকে রোধ বলে। একে R দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ও'মের সূত্র হতে পাই

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{বা, } R = \frac{V}{I} = \frac{\text{Volt}}{A} = \text{VoltA}^{-1}$$

\therefore রোধের একক = Ω (ওমেগা)

কিভাবে রোধ এর সৃষ্টি হয়?

তড়িৎ প্রবাহ মানে e এর প্রবাহ। কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভব চলার সময় ঐ পরিবাহীর অনুপরিমাণের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। তখন ইলেক্ট্রনের গতি বাধাপ্রাপ্ত হয়। তখন রোধ এর সৃষ্টি হয়।

10 Ω (ওহম) বলতে কি বুঝ ?

উত্তর : কোনো পরিবাহী দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 10 V হলে এবং তার মধ্য দিয়ে 1 A তড়িৎ প্রবাহ চলে তবে তার রোধকে 10 Ω (ওহম) বলে।

সরু তারের চেয়ে মোটা তারে বিদ্যুৎ বেশি প্রবাহিত হয় কেন ?

আমরা জানি, যে তারের রোধ যত বেশি হবে, সে তারে বিদ্যুৎ প্রবাহ তত বেশি বাধাপ্রাপ্ত হবে। সরু তারের রোধ মোটা তারের তুলনায় বেশি। ফলে সরু তারে, মোটা তারের তুলনায় বিদ্যুৎ প্রবাহে বেশি বাঁধার সম্মুখীন হবে।

এ কারণে সরু তারের চেয়ে মোটা তারের বিদ্যুৎ বেশি প্রবাহিত হয়।

রোধক : বর্তনীর প্রবাহিত তড়িৎের মান নিয়ন্ত্রণ করার জন্য নির্দিষ্ট মানের রোধ বিশিষ্ট যে পরিবাহী তার ব্যবহার করা হয় তাকে রোধক বলে।

রোধক দুই প্রকার :

i) স্থির মানের রোধক।

ii) পরিবর্তী রোধক।

i) **স্থির মানের রোধক :** যে সকল রোধকের রোধের মান নির্দিষ্ট তাদের স্থির রোধক বলে।

ii) **পরিবর্তী রোধক :** যে সকল রোধকের রোধের মান প্রয়োজন অনুযায়ী পরিবর্তন করা যায় তাদের পরিবর্তী রোধক বলে। এদের রিও স্টেটও বলা হয়।

রোধের নির্ভরশীলতা :

রোধ চারটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

i) পরিবাহীর দৈর্ঘ্য।

ii) পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল।

iii) পরিবাহীর উপাদান।

iv) পরিবাহীর তাপমাত্রা।

রোধের নির্ভরশীলতা দুটি সূত্রের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়।

i) **দৈর্ঘ্যের সূত্র :** নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও উপাদানের পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল স্থির থাকলে রোধ দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক।

$$\therefore R \propto L$$

ii) **ক্ষেত্রফলের সূত্র :** নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও উপাদানের পরিবাহীর দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে রোধ ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক।

$$\therefore R \propto \frac{1}{A}$$

❖ রোধ সম্পর্কিত কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ তথ্য যা মনে রাখা প্রয়োজন

i) লম্বা তারের চেয়ে খাটো তারে বিদ্যুৎ বেশি প্রবাহিত হয় কারণ দৈর্ঘ্য বাড়লে রোধ বাড়ে।

ii) সরু তারের চেয়ে মোটা তারে বিদ্যুৎ বেশি প্রবাহিত হয় কারণ ক্ষেত্রফল বাড়লে রোধ কমে।

iii) তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহীর রোধ বাড়ে। ফলে বিদ্যুৎপ্রবাহ কমে যায়।

নির্দিষ্ট তাপমাত্রা, উপাদান ও প্রস্থচ্ছেদের পরিবাহকের দৈর্ঘ্য ৫ গুণ বড় করলে রোধের কি পরিবর্তন হবে ব্যাখ্যা কর।

আমরা জানি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও উপাদানের পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল স্থির তাহাকলে রোধ দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক। সুতরাং, পরিবাহকের দৈর্ঘ্য ৫ গুণ বৃদ্ধি করলে এর রোধ ৫ গুণ বৃদ্ধি পাবে।

একটি পরিবাহীর কোষের নিজস্ব অভ্যন্তরীণ রোধ থাকতে পারে। একে r দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ধরি,

কোনো তড়িৎ কোষের তড়িৎ প্রবাহ I , তড়িৎ চালক শক্তি E , বহিঃস্থ রোধ R এবং অভ্যন্তরীণ রোধ r হলে,

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

আপেক্ষিক রোধ

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য এবং একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে। একে ρ (রো) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\rho = R \frac{A}{L} = \Omega \times \frac{m^2}{m} = \Omega m$$

∴ আপেক্ষিক রোধের একক = Ωm

কোনো তারের আপেক্ষিক রোধ $1.5 \times 10^8 \Omega m$ বলতে কি বুঝ ?

কোনো তারের আপেক্ষিক রোধ বলতে বুঝায় নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1m দৈর্ঘ্য এবং $1m^2$ ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারটির রোধ $1.5 \times 10^8 \Omega$

কয়েকটি পদার্থের আপেক্ষিক রোধ :

i) রূপা - $1.59 \times 10^{-8} \Omega m$

ii) সোনা - $2.4 \times 10^{-8} \Omega m$

iii) তামা - $1.68 \times 10^{-8} \Omega m$

iv) গ্রাফাইট - $2.50 \times 10^{-6} \Omega m$

v) হীরা - $1 \times 10^{12} \Omega m$

vi) নাইক্রোম - $1 \times 10^{-6} \Omega m$

vii) টাংস্টেন = $5.5 \times 10^{-8} \Omega m$

বৈদ্যুতিক হিটারে নাইক্রোম তার ব্যবহার করা হয় কেন ?

নাইক্রোম এর আপেক্ষিক রোধ এবং গলনাঙ্ক অনেক বেশি। উচ্চ আপেক্ষিক রোধের কারণেই তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। নাইক্রোমের এ ধর্মের কারণেই বৈদ্যুতিক হিটারে পানি খুব দ্রুত গরম হয়। এ কারণে বৈদ্যুতিক হিটারে নাইক্রোম তার ব্যবহার করা হয়।

যখন কোনো পদার্থের রোধ বা আপেক্ষিক রোধ প্রকাশ করা হয় তখন তার জন্য তাপমাত্রা নির্দিষ্ট করে বলে দিতে হয় কেন ?

কোনো পদার্থের রোধ হচ্ছে ইলেক্ট্রন প্রবাহে বাঁধা। অণু পরমাণুগুলো যত বেশি কাপাকাপি করে একটি ইলেক্ট্রন তাদের ভিতর দিয়ে যেতে তত বেশি বাঁধা প্রাপ্ত হয়। ফলে রোধ ও বেড়ে যায়। তাপমাত্রা বাড়িয়ে দিলে যেহেতু অণু পরমাণুগুলো বেশি কাপাকাপি করে তাই সব সময় তাপমাত্রা বাড়লে পদার্থের আপেক্ষিক রোধ বেড়ে যায়। সেজন্য যখন কোনো পদার্থের রোধ বা আপেক্ষিক রোধ প্রকাশ করতে হয় তখন তার জন্য তাপমাত্রাটা নির্দিষ্ট বলে দিতে হয়।

পরিবাহকত্ব : আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশিকে পরিবাহকত্ব বলে। একে σ (সিগমা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

আমরা জানি,

আপেক্ষিক রোধ ρ

$$\text{তাহলে } \sigma \text{ (সিগমা)} = \frac{1}{\rho}$$

$$= \frac{1}{\Omega m} = \Omega^{-1} m^{-1} = (\Omega m)^{-1}$$

∴ পরিবাহকত্ব এর একক = $(\Omega m)^{-1}$

বর্তনী : বিদ্যুৎ প্রবাহের সম্পূর্ণ পথকে বর্তনী বলে।

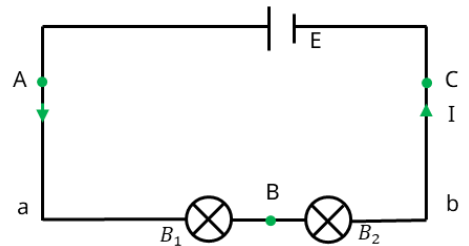
বর্তনীকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়।

i) শ্রেণী বর্তনী।

ii) সমান্তরাল বর্তনী।

i) শ্রেণী বর্তনী : যে বর্তনীতে তড়িৎ উপকরণগুলো পর পর সাজানো থাকে তাকে শ্রেণী বর্তনী বলা হয়। শ্রেণী বর্তনীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ সমান।

চিত্রে E হলো কোষ। দুটি বাল্ব B_1 ও B_2 পরপর রয়েছে। তাই এটি একটি শ্রেণী বর্তনী। লক্ষ্যণীয় B_1 ও B_2 এর প্রাপ্তগুলো একই বিন্দুতে।



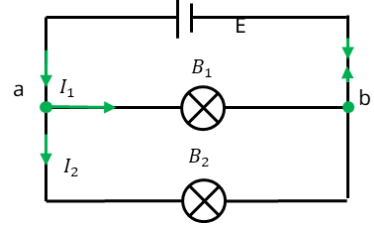
কিছু শ্রেণী বর্তনীর বাস্তব উদাহরণ :

i) বিয়ে বাড়িতে আলোকসজ্জায় যে সকল ছোট ছোট বাতি ব্যবহার করা হয় তা এর উদাহরণ।

ii) টর্চ লাইটের ব্যাটারিগুলো শ্রেণীতে যুক্ত থাকে।

ii) সমান্তরাল বর্তনী : যে বর্তনীতে তড়িৎ উপকরণগুলো এমনভাবে সাজানো থাকে যে প্রবাহটির এক প্রান্তগুলো একটি সাধারণ বিন্দুতে এবং অপর প্রান্তগুলো অন্য একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে তবে তাকে সমান্তরাল বর্তনী বলে।

চিত্রে বাম B_1 ও B_2 এর একপ্রান্ত a এবং অপরপ্রান্ত b বিন্দুতে সংযুক্ত। তাই এটি সমান্তরাল বর্তনী।



অর্থাৎ,

সমান্তরাল বর্তনীর মূল বিদ্যুৎ প্রবাহ $I = I_1 + I_2$ (চিত্র হতে)

সমান্তরাল বর্তনীর প্রত্যেক সমান্তরাল শাখার প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহসমূহের যোগফল বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহের সমান।

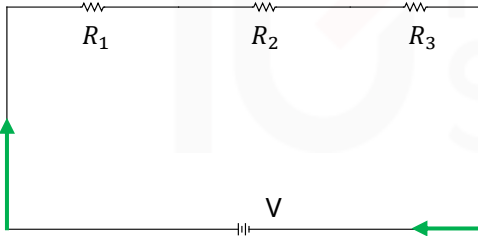
তুল্যরোধ : একাধিক রোধের সমষ্টি করাকে রোধের সন্নিবেশ বলে। রোধের কোনো সন্নিবেশের পরিবর্তে যে একটি রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা ও বিভব পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না, তাকে ঐ সন্নিবেশের তুল্যরোধ বলে।

রোধের সন্নিবেশ দুই ধরনের হতে পারে :

i) শ্রেণী সন্নিবেশ।

ii) সমান্তরাল সন্নিবেশ।

i) রোধের শ্রেণী সন্নিবেশ :



একে R_s দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

উপরের চিত্রে রোধক তিনটি একই শ্রেণীতে রয়েছে। তাই এদের মধ্যে দিয়ে সমান মানের তড়িৎ প্রবাহ I প্রবাহিত হবে। ও'মের সূত্র হতে পাই,

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

$$\text{বা } V = IR$$

$$\text{বা } V_1 = IR_1$$

$$V_2 = IR_2$$

$$V_3 = IR_3$$

সবগুলো রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V হলে

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$= IR_1 + IR_2 + IR_3$$

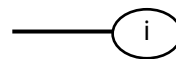
তুল্যরোধের ক্ষেত্রে

$$V = IR_s$$

V এর মান i নং এ বসাই

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

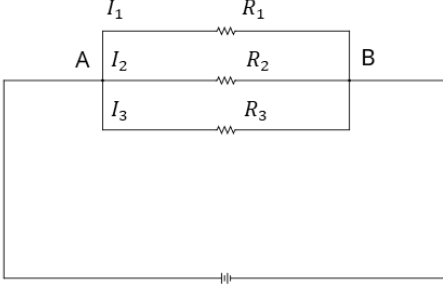
$$\therefore R_s = (R_1 + R_2 + R_3)$$



যদি কোনো বর্তনীতে তিনটি রোধের পরিবর্তে n সংখ্যক রোধ থাকে তাহলে,

$$R_s = (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

রোধের সমান্তরাল সন্নিবেশ : কতগুলো রোধ যদি এমনভাবে সংযুক্ত করা হয় যে সবকয়টি রোধের একপ্রান্ত একটি সাধারণ বিন্দু এবং অপর প্রান্তগুলো অন্য একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে তবং প্রত্যেকটি রোধের দুই প্রান্ত একই বিভব পার্থক্য বজায় থাকে, তবে রোধগুলোর এই সন্নিবেশকে সমান্তরাল সন্নিবেশ বলা হয়। একে R_p দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



চিত্রে R_1, R_2, R_3 রোধক সমান্তরাল শ্রেণীতে আছে।

ধরি, R_1, R_2, R_3 রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের মান I_1, I_2, I_3

\therefore বর্তনীতে মোট তড়িৎ প্রবাহ $= I_1 + I_2 + I_3$

————— (i)

প্রত্যেক রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V হওয়ায় ও'মের সূত্রানুসারে,

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, I_2 = \frac{V}{R_2} \text{ এবং } I_3 = \frac{V}{R_3}$$

i নং এ I_1, I_2, I_3 এর মান বসাই।

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

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

————— (ii)

আবার,

পুরো বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ I , বিভব পার্থক্য V এবং রোধ R_p হলে,

$$\therefore I = \frac{V}{R_p}$$

————— (iii)

iii নং থেকে I এর মান ii নং এ বসাই,

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

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

$$\therefore \frac{1}{R_p} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

তিনটি রোধের পরিবর্তে যদি n সংখ্যক রোধ সমান্তরালভাবে যুক্ত থাকে তাহলে R_p তুল্যরোধ হলে

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

তড়িৎ কৃতকাজ বা ব্যয়িত শক্তি

আমরা জানি,

কোনো বস্তুর কৃতকাজ $W = FS$

কিন্তু,

আধানের ক্ষেত্রে $W = VQ$

তবে রোধ, সময় এবং বিভব পার্থক্য দেওয়া থাকলে

$$W = \frac{V^2}{R} \times t$$

এর একক (J) জুল।

যেভাবে হল

$$W = VQ$$

$$= VIt \left[I = \frac{Q}{t} \right]$$

$$= IRIt \left[I = \frac{V}{R} \right]$$

$$= I^2 R t$$

$$= \left(\frac{V}{R} \right)^2 \times R \times t$$

$$= \frac{V^2}{R^2} \times R \times t = \frac{V^2}{R} \times t$$

তড়িৎ ক্ষমতা: কোনো তড়িৎ যন্ত্রের কাজ সম্পাদনের হার তথা শক্তি রূপান্তরের হারকে তড়িৎ ক্ষমতা বলে। একে P দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}} = \frac{W}{t}$$

$$\therefore P = \frac{W}{t} = \frac{VIt}{t} [W = VQ = Vit]$$

$$\therefore P = VI \text{ এর একক (W) ওয়াট।}$$

আমাদের ব্যবহৃত কয়েকটি জিনিসের ক্ষমতা :

i) বৈদ্যুতিক পাখা (65-75)W

ii) টেলিভিশন (60-70)W

iii) এনার্জি বাল্ব (11-30)W

কোনো বৈদ্যুতিক বাল্বের ক্ষমতা 50W বলতে কি বুঝায় ?

কোনো বৈদ্যুতিক বাল্ব এর ক্ষমতা 50W বলতে বুঝায় এটি একক সময়ে 50J তড়িৎ শক্তিকে আলোক শক্তিতে রূপান্তর করে।

কোনো বাতির গায়ে 200V-32W লিখা আছে। এর অর্থ কি ?

কোনো বাতির গায়ে 200V-32W লেখা দ্বারা বুঝায় এটি 200V বিভব পার্থক্যে সংযোগ দিলে বাতিটি সর্বোচ্চ 32W ক্ষমতায় চলবে এবং প্রতি সেকেন্ডে 32J হারে শক্তির রূপান্তর ঘটবে।

তড়িৎ শক্তি ব্যয়ের হিসাব

BOT কি ?

BOT এর পূর্ণরূপ হলো Board of Trade Unit. সারাদেশে ও বিশ্বে বিদ্যুৎ কোম্পানিগুলো এই একক ব্যবহার করে বিদ্যুৎ বেচা কেনা করে। এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন যন্ত্র এক ঘন্টা ধরে যে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় করে তাকে 1BOT বলে।

1 Unit : 1 কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন যন্ত্র এক ঘন্টা ধরে যে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় করে বা যে কাজ করে তার পরিমাণ 1 ইউনিট বলে। অতএব এটি KWh হিসেবে করা হয়।

***** একটি বিষয় মনে রাখতে হবে। 1B.O.T. = 1 ইউনিট = 1KWh**

আমরা জানি,

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

বা, $W = Pt$ [এখানে P ওয়াটে এবং সময় ঘন্টা]

যেহেতু, ইউনিট হচ্ছে কৃতকাজ, আর ইউনিট এর একক KWh. তাই $W =$ ইউনিট করতে হলে $W = \frac{Pt}{1000}$ করতে হবে।

1KWh কে জুলে প্রকাশ কর ?

আমরা জানি,

1 কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পূর্ণ কোনো যন্ত্র 1 ঘন্টায় যে কাজ সম্পূর্ণ করবে তাকে 1Kwh বলে।

$$\therefore 1KWh = 1KW \times 1h$$

$$= 1000W \times 1h$$

$$= \frac{1000 J \times (60 \times 60)s}{1s}$$

$$= 3600000J$$

$$= 3.6 \times 10^6 J$$

$$\therefore 1KWh = 3.6 \times 10^6 J \quad (\text{Ans.})$$

তড়িৎ সিস্টেম লস : বিদ্যুৎ কেন্দ্রে বিদ্যুৎ নিম্ন ভোল্টেজে উৎপাদন করা হয়। পরে এই ভোল্টেজকে স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার এর সাহায্যে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয়। বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য যেসকল পরিবাহী তার ব্যবহার করা হয় তাদের নিজস্ব একটি রোধ থাকে। ফলে এই রোধকে অতিক্রম করার জন্য এ বিদ্যুৎ এর কিছু অংশ খরচ হয়ে যায়। যার পরিমাণ সবসময় $I^2 R$ । এই খরচ বা লসই তড়িৎ সিস্টেম লস।

সিস্টেম লস কিভাবে কমানো যায়?

বিদ্যুৎ কেন্দ্রে নিম্ন ভোল্টেজের বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন করে। পরে এই ভোল্টেজকে স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার এর সাহায্যে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তরিত করা হয়। তারপর এটিকে তারের মাধ্যমে অন্য স্থানে নিয়ে যাওয়া হয়। ফলে তারের নিজস্ব রোধের কারণে কিছু তড়িৎ লস হয়। আমরা যদি সঞ্চালন তারের ভোল্টেজ বৃদ্ধি করি তাহলে রোধ কমে যাবে ফলে সিস্টেম লস কমে যাবে।

লোড শেডিং : বিদ্যুৎ এর চাহিদার চেয়ে কম বিদ্যুৎ উৎপন্ন হলে কোনো এলাকায় বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করে করাকে লোড শেডিং বলে।

বিদ্যুৎ এর নিরাপদ ব্যবহার

যখন কেউ ভেজা মাটিতে ভেজা পা নিয়ে দাড়ানো অবস্থায় বিদ্যুৎস্পৃষ্ট হয় তখন সেটি বেশী বিপদজনক হয় কেন?

শুকনো অবস্থায় মানুষের রোধ প্রায় 3000 Ω থেকে 5000 Ω হলেও ভেজা অবস্থায় সেটি হাজার গুণ কমে যায়। ফলে তড়িৎ প্রবাহ বেড়ে যায়। কাজেই ওহমের সূত্র ব্যবহার করে আমরা দেখাতে পারি আমাদের দেশের 220 V (ভোল্ট) শরীরের ভেতর দিয়ে মানুষকে মেরে ফেলার মত বিদ্যুৎপ্রবাহ করতে পারে। এই কারণে ভেজা মাটিতে ভেজা পা নিয়ে দাড়ানো অবস্থায় বিদ্যুৎস্পৃষ্ট হয় তখন সেটি বেশী বিপদজনক হয়।

হেয়ার ড্রায়ার বা ইস্ত্রির মত জিনিস পানির কাছাকাছি ব্যবহার করা বিপদজনক কেন?

পানি বিদ্যুৎ পরিবাহী কাজেই কোনো বৈদ্যুতিক সার্কিটে পানি ঢুকে গেলে সেখানে শর্ট-সার্কিট হয়ে বিপদজনক অবস্থা হতে পারে। এ কারণে হেয়ার ড্রায়ার বাই ইস্ত্রির মত জিনিস পানির কাছাকাছি ব্যবহার করলে, হঠাৎ করে সেটি যদি পানিতে পড়ে যায়, তবে সেই পানি কেউ স্পর্শ করলে বৈদ্যুতিক শক খেয়ে অনেক বড় বিপদ হতে পারে।

সার্কিট ব্রেকার : হঠাৎ করেই বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করার জন্য সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়। সার্কিট ব্রেকার এমনভাবে তৈরি করা হয় যে এর ভেতর থেকে নিরাপদ সীমার বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলেই সার্কিট ব্রেকার বর্তনী তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ করে দেয়। ফলে বড় দুর্ঘটনা থেকে বাঁচা যায়।

ফিউজ : বৈদ্যুতিক বর্তনীর অধিক তড়িৎ প্রবাহ প্রতিরোধের জন্য ফিউজ ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিকে অধিক তড়িৎ প্রবাহ থেকে রক্ষা করার জন্য নিরাপদ যে তার ব্যবহার করা হয় তাকে ফিউজ বলে। একে বর্তনীর সাথে যুক্ত করা হয়, যাতে অতিরিক্ত প্রবাহ চলার সময় ফিউজটি পুরে বর্তনী সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়। ফলে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি অতিরিক্ত প্রবাহ জনিত ক্ষতি থেকে রক্ষা পায়।

জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

◀ বিগত বছরের প্রশ্ন

(১) তড়িৎ বর্তনী কী?

[জা. বো. '১৭; চ. বো. '১৭]

উত্তরঃ তড়িৎ বর্তনী হলো তড়িৎ চলার সম্পূর্ণ পথ।

(২) তড়িচ্চালক শক্তি কাকে বলে?

[রা. বো. '১৬; সি. বো. '১৭]

উত্তরঃ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য বজায় রাখতে তড়িৎকোষ যে তড়িৎ বল সরবরাহ করে সেটিকে কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

(৩) তড়িৎ শক্তি কী?

[দি. বো. '১৭]

উত্তরঃ তড়িৎের কাজ করার সামর্থ্যই তড়িৎ শক্তি।

(৪) আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে?

[চ. বো. '১৬; সি. বো. '১৬]

উত্তরঃ কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ বলে।

(৫) তড়িৎ প্রবাহ কাকে বলে?

[জা. বো. '১৫]

উত্তরঃ কোনো পরিবাহীর যেকোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে একক সময়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে তড়িৎ প্রবাহ বলে।

(৬) ওহমের সূত্রটি লিখ।

[য. বো. '১৫; সি. বো. '১৫]

উত্তরঃ ওহমের সূত্রটি হলো- তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর মধ্যদিয়ে যে তড়িৎপ্রবাহ চলে তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভবপার্থক্যের সমানুপাতিক।

(৭) তড়িৎ ক্ষমতা কী?

[ব. বো. '১৫]

উত্তরঃ কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রে তড়িৎশক্তিকে অন্যান্য শক্তিতে রূপান্তরিত করার হারই তড়িৎ ক্ষমতা।

📖 সম্ভাব্য প্রশ্ন

(১) BOT কী?

উত্তরঃ এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন কোন তড়িৎ যন্ত্র এক ঘণ্টা কাজ করলে যে পরিমাণ তড়িৎ শক্তিকে অন্য শক্তিতে রূপান্তর করে বা ব্যয় করে তাকে এক কিলোওয়াট ঘণ্টা বা 1 BOT বলে।

(২) ফিউজ কী?

উত্তরঃ বৈদ্যুতিক বর্তনী অধিক তড়িৎ প্রবাহ প্রতিরোধের বৈদ্যুতিক ক্যাবলের জীবন্ত তারে যে স্বল্প দৈর্ঘ্যের চিকন তার ব্যবহার করা হয় তাই ফিউজ।

(৩) পরিবাহক কাকে বলে?

উত্তরঃ যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ তথা আধান সহজে চলাচল করতে পারে তাদেরকে পরিবাহক বলে।

(৪) অন্তরক বা অপরিবাহক কী?

উত্তরঃ যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ তথা আধান চলাচল করতে পারে না তারাই অন্তরক বা অপরিবাহক।

(৫) রোধ কাকে বলে?

উত্তরঃ পরিবাহকের যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বিঘ্নিত হয় তাকে রোধ বলে।

(৬) রোধের সমান্তরাল সন্নিবেশ কাকে বলে?

উত্তরঃ যদি কোনো বর্তনীতে দুই বা ততোধিক রোধ তড়িৎ উপকরণ বা যন্ত্র এমনভাবে সংযুক্ত থাকে যে, সব কয়টির একপ্রান্ত একটি সাধারণ বিন্দুতে এবং অপর প্রান্তগুলো অপর একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে তাহলে সে সংযোগকে সমান্তরাল সন্নিবেশ বলে।

(৭) পরিবাহকত্ব কাকে বলে?

উত্তরঃ আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশিকে পরিবাহকত্ব বলে।

অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

◀ বিগত বছরের প্রশ্ন

(১) সিস্টেম লস কীভাবে কমানো যায়?

[ঢা. বো. '১৭]

উত্তরঃ বিদ্যুৎ কেন্দ্রে উৎপাদিত নিম্ন ভোল্টেজের বিদ্যুৎ শক্তিকে যদি উচ্চধাপী ট্রান্সফর্মারের সাহায্যে উচ্চ ভোল্টেজে পরিণত করা যায় তবে তারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎের মান কম হয়। তড়িৎের মান কম হলে রোধজনিত লসের পরিমাণও পূর্বের থেকে কম হয়। ফলে সিস্টেমসও কম হয়।

(২) তামার একটি তারকে টেনে সুষমভাবে লম্বা করলে এর রোধের কী পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৭; ব. বো. '১৭]

উত্তরঃ একটি তামার তারকে টেনে সুষমভাবে লম্বা করলে এর রোধের পরিবর্তন হবে।

নির্দিষ্ট পরিবাহকের রোধ পরিবাহকের দৈর্ঘ্য এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ওপর নির্ভর করে। দৈর্ঘ্য বেশি হলে রোধ বেশি হবে, আর কম হলে রোধ কম হবে। অন্যদিকে প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বেশি হলে রোধ কম হবে, আর কম হলে রোধ বেশি হবে। যেহেতু তারটিকে টেনে সুষমভাবে লম্বা করা হলো। তাই এর রোধ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পাবে। অন্যদিকে, তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলও কমে যাবে, ফলে রোধ বৃদ্ধি পাবে। অর্থাৎ, মোটা তারের তুলনায় চিকন তারের রোধ বেশি। অতএব, তামার তারটিকে টেনে সুষমভাবে লম্বা করলে এর রোধ বৃদ্ধি পাবে।

(৩) তড়িৎের সিস্টেম লস বলতে কী বোঝ?

[চ. বো. '১৭]

উত্তরঃ বিদ্যুৎ কেন্দ্রে বিদ্যুৎ শক্তি নিম্ন ভোল্টেজে উৎপাদন করা হয়। পরে এ ভোল্টেজকে স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার এর সাহায্যে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তরিত করা হয়। বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য যেসব পরিবাহী তার ব্যবহার করা হয় তাদের একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ রোধ থাকে। ফলে এ রোধকে অতিক্রম করার জন্য তড়িৎশক্তির একটি অংশ তাপে রূপান্তরিত হয়। অর্থাৎ শক্তির লস বা ক্ষয় হয়। এ লসই হলো তড়িৎের সিস্টেম লস।

(৪) পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদ ও রোধ কীভাবে সম্পর্কিত ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৭]

উত্তরঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহীর দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে পরিবাহীর রোধ এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক।

অর্থাৎ $R \propto \frac{1}{A}$ (যখন তাপমাত্রা, উপাদান এবং L ধ্রুবক থাকে)

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বাড়লে পরিবাহীর রোধ কমে এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল কমলে রোধ বাড়ে।

📌 সম্ভাব্য প্রশ্ন

(১) নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহার না করার কারণ কী?

উত্তরঃ নিরাপত্তা ফিউজ হলো একটি স্বল্প দৈর্ঘ্যের চিকন তার যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে অধিক তড়িৎপ্রবাহ প্রতিরোধের জন্য জীবন্ত তারে সংযোগ দেওয়া হয়। নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহার করলে এর মধ্য দিয়ে অধিক পরিমাণে তড়িৎ প্রবাহ ঘটলে তারটি অক্ষত থাকবে ফলে এই অধিক তড়িৎপ্রবাহ বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ক্ষতিসাধন করবে। এতে নিরাপত্তা ফিউজ ব্যবহারের উদ্দেশ্যই ব্যাহত হবে। এজন্যই নিরাপত্তা ফিউজে বিশুদ্ধ ধাতু ব্যবহার করা হয় না।

(২) ভোল্টমিটারকে বর্তনীর সাথে সমান্তরালে যুক্ত করার কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ বর্তনীর যে দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য মাপতে হবে ভোল্টমিটারকে সেই দুই বিন্দুর সাথে সমান্তরালে সংযুক্ত করা হয়। কারণ ভোল্টমিটারকে বর্তনীতে অনুক্রমে যুক্ত করলে দুটি বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য নির্ণয় করা যাবে না। তাছাড়া সমান্তরালে যুক্ত করায় বর্তনীর মূল প্রবাহ ভোল্টমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহের সময় পরিবর্তিত হয়।

(৩) তড়িৎপ্রবাহের সময় ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলেও প্রোটন স্থানান্তরিত হয় না কেন?

উত্তরঃ আমরা জানি, প্রোটনগুলো সবল নিউক্লিয় বল দ্বারা নিউক্লিয়াসের নিউট্রনগুলোর সাথে আবদ্ধ থাকে এবং ইলেকট্রনগুলো বিভিন্ন কক্ষপথে অবস্থান করে। তাই পরিবাহীর দুপ্রান্তে বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে যখন তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়, তখন ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলেও নিউক্লিয়াসে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকার কারণে প্রোটন স্থানান্তরিত হয় না।

(৪) E ও V এর মধ্যে পার্থক্য লেখ।

এখানে, E হচ্ছে তড়িচ্চালক শক্তি এবং V হচ্ছে বিভব পার্থক্য। এদের মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো-

E (তড়িচ্চালক শক্তি)	V (বিভব পার্থক্য)
১. তড়িচ্চালক শক্তি হয় কোনো তড়িৎ উৎসের যেমন কোষ জেনারেটর বা ডায়নামো ইত্যাদির।	১. বিভব পার্থক্য হয় কোনো পরিবাহক বা তড়িৎ ক্ষেত্রের দুই বিন্দুর।
২. এটি বর্তনীর বিভব পার্থক্যের কারণ।	২. এটি তড়িচ্চালক শক্তির ফল।
৩. এটি কোষের রাসায়নিক ক্রিয়ার ওপর নির্ভর করে।	৩. এটি বর্তনীর রোধের ওপর নির্ভর করে।

(৫) অনুক্রম ও সমান্তরাল সংযোগের দুটি পার্থক্য লেখ।

অনুক্রম ও সমান্তরাল সংযোগের দুটি পার্থক্য নিম্নরূপ-

অনুক্রম সংযোগ	সমান্তরাল সংযোগ
১. অনুক্রম সংযোগে তড়িৎপ্রবাহ একই থাকে।	১. সমান্তরাল সংযোগে বিভব পার্থক্য একই থাকে।
২. অনুক্রমিক সন্নিবেশে সংযুক্ত সকল রোধের সমষ্টি তুল্যরোধের সমান।	২. সমান্তরাল সংযোগে প্রতিটি রোধের বিপরীত রাশির সমষ্টি তুল্যরোধের বিপরীত রাশির সমান।

(৬) বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির অন্তরকের ক্ষতি সাধনে কীরূপ বিপদ হতে পারে- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির অন্তরকের ক্ষতিসাধিত হলে পরিবাহী তার উন্মুক্ত হয়ে যায়। এরপর কোনো ভাবে জীবন্ত তার মানবদেহের সংস্পর্শে আসলে মারাত্মক শক লাগবে। এতে ঐ লোকের মৃত্যুও ঘটার সম্ভাবনা থাকে। এছাড়া অন্তরক ব্যবস্থা ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার ফলে জীবন্ত তার এবং নিরপেক্ষ তার পরস্পরের সংস্পর্শে আসলে শর্ট সার্কিটের সৃষ্টি হবে এবং অগ্নিকাণ্ড ঘটতে পারে।

(৭) তড়িৎ শক্তির ব্যবহার বিপজ্জনক হয় কেন?

উত্তরঃ তড়িৎ আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। তড়িৎ আমাদের যেমন অনেক উপকারে আসে তেমনি এর অসতর্ক ব্যবহার অত্যন্ত বিপজ্জনক হতে পারে। তড়িৎশক্তির ব্যবহার নিম্নবর্ণিত তিনটি কারণে বিপজ্জনক হতে পারে।

- (১) অন্তরকের ক্ষতিসাধন
- (২) ক্যাবলের অতি উত্তপ্ত হওয়া এবং
- (৩) আর্দ্র অবস্থা

(৮) বৈদ্যুতিক ক্ষমতা বলতে কী বোঝ?

উত্তরঃ কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রের কাজ করার হারকে ঐ যন্ত্রের বৈদ্যুতিক ক্ষমতা বলে।

যেমন, কোনো বৈদ্যুতিক উৎস যদি t সময়ে W পরিমাণ কাজ সম্পাদন করে তাহলে উৎসটির ক্ষমতা $P = \frac{W}{t}$ এর একক হচ্ছে ওয়াট। এক সেকেন্ডে এক জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক ওয়াট বলে। অর্থাৎ 1 ওয়াট = 1 জুল/সেকেন্ড।

Formula Table

ক্রম	সূত্র
১.	$E = \frac{W}{Q}$
২.	$I = \frac{Q}{t}$
৩.	$V = \frac{W}{Q}$
৪.	$V = IR$
৫.	$\rho = \frac{RA}{L}$
৬.	$I = \frac{E}{R + r}$
৭.	$R_s = R_1 + R_2 \dots + R_n$ $R_p = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}\right)^{-1}$
৮.	$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R} = \frac{W}{t}$
৯.	$W = VIt = I^2Rt = Pt = \frac{V^2}{R}t$

টাইপ ভিত্তিক সমস্যাবলী

তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয়

(১) কোনো ধাতব পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 2.5 A তড়িৎ প্রবাহ চলছে, এক মিনিটে এর যেকোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্যে দিয়ে কী পরিমাণ চার্জ স্থানান্তরিত হবে তা নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$\text{তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, } I = \frac{Q}{t}$$

$$\therefore Q = It$$

$$= 2.5 \text{ A} \times 60 \text{ s} = 150 \text{ C}$$

অতএব, 150 C চার্জ স্থানান্তরিত হবে।

এখানে,

পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা,

$$I = 2.5 \text{ A}$$

সময়, $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

স্থানান্তরিত চার্জের পরিমাণ, $Q = ?$

(২) কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 2A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। এর মধ্য দিয়ে 500 C চার্জ সঞ্চালিত হতে কত সময় লাগবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\text{তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, } I = \frac{Q}{t}$$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{500 \text{ C}}{2 \text{ A}} = 250 \text{ s} = 4 \text{ min } 10 \text{ sec}$$

অতএব, প্রয়োজনীয় সময়, 4min 10 sec

এখানে,

পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা,

$$I = 2 \text{ A}$$

সঞ্চালিত চার্জ $Q = 500 \text{ C}$

প্রয়োজনীয় সময় $t = ?$

(৩) একটি রোধকের মধ্যদিয়ে প্রতি মিনিটে 720 C চার্জ প্রবাহিত হলে এর তড়িৎ প্রবাহ কত?

সমাধান: আমরা জানি,

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$= \frac{720 \text{ C}}{60 \text{ s}} = 12 \text{ A}$$

নির্ণেয় প্রবাহমাত্রা 12 A।

এখানে,

প্রবাহিত চার্জ, $Q = 720 \text{ C}$

সময়, $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $I = ?$

বিভব পার্থক্য

(৪) একটি বৈদ্যুতি হিটারে $3.7 \times 10^4 \text{ C}$ আধান প্রবাহের ফলে $9 \times 10^6 \text{ J}$ বৈদ্যুতিক শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে হিটারের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি, $W = VQ$

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{9 \times 10^6 \text{ J}}{3.7 \times 10^4 \text{ C}} = 2.43 \times 10^2 \text{ V}$$

অতএব, হিটারের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য $2.43 \times 10^2 \text{ V}$ ।

এখানে,

প্রবাহিত আধান $Q = 3.7 \times 10^4 \text{ C}$

রূপান্তরিত শক্তি, $W = 9 \times 10^6 \text{ J}$

বিভব পার্থক্য $V = ?$

(৫) 7 C আধানকে কোনো বর্তনীর একবিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে নিতে সম্পন্ন কাজের পরিমাণ 21 J হলে ঐ বিন্দুর বিভব পার্থক্য কত?

সমাধান: আমরা জানি, $V = \frac{W}{Q}$

$$= \frac{21 \text{ J}}{7 \text{ C}} = 3 \text{ V}$$

নির্ণেয় বিভব পার্থক্য 3 V।

এখানে,

আধান $Q = 7 \text{ C}$

সম্পন্ন কাজ, $W = 21 \text{ J}$

বিভব পার্থক্য, $V = ?$

ওহমের সূত্র

(৬) একটি বাতির ফিলামেন্টের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 6 V। এর মধ্যদিয়ে 7 A তড়িৎ প্রবাহিত হলে রোধ কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, $V = IR$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6}{7} = 0.857 \Omega$$

অতএব, বাতিটির ফিলামেন্টের রোধ 0.857 Ω।

এখানে,

তড়িৎপ্রবাহ, $I = 7 \text{ A}$

বিভব পার্থক্য, $V = 6 \text{ V}$

রোধ, $R = ?$

(৭) একটি বৈদ্যুতিক বাতির রোধ 400Ω । একে 200 V সরবরাহ লাইনের সাথে যুক্ত করা হলে প্রবাহমাত্রা কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, $V = IR$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{200 \text{ V}}{400 \Omega} = 0.5 \text{ A}$$

প্রবাহমাত্রা 0.5 A ।

এখানে,

বিভব, $V = 200 \text{ V}$

রোধ, $R = 400 \Omega$

প্রবাহমাত্রা, $I = ?$

(৮) একটি বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির রোধ 50Ω । এর উভয় প্রান্তের বিভব পার্থক্য 220 V হলে এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$I = \frac{V}{R} = \frac{200 \text{ V}}{50 \Omega}$$

$$= 4.4 \text{ A}$$

নির্ণেয় তড়িৎ প্রবাহ 4.4 A ।

এখানে,

রোধ, $R = 50 \Omega$

বিভব পার্থক্য, $V = 220 \text{ V}$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$

আপেক্ষিক রোধ

(৯) 12 Km লম্বা 0.1 cm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি তারের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ $100 \times 10^8 \Omega \text{ m}$ হলে তারটির রোধ নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, তারের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ, $\rho = 100 \times 10^8 \Omega \text{ m}$

দৈর্ঘ্য, $L = 12 \text{ km} = 12000 \text{ m}$

ব্যাসার্ধ, $r = 0.1 \text{ cm} = 10^{-3} \text{ m}$

\therefore প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2 = 3.1416 \times (10^{-3})^2 \text{ m}^2$

রোধ, $R = ?$

আমরা জানি,

$$R = \rho \frac{L}{A} = 100 \times 10^8 \Omega \text{ m} \times \frac{12000 \text{ m}}{3.1416 \times (10^{-3})^2 \text{ m}^2} = 3819.71 \Omega$$

\therefore তারটির রোধ 3819.71Ω ।

(১০) 0.1 mm প্রস্থচ্ছেদের ব্যাসের 1Ω রোধ তৈরি করতে রিপা, তামা, টাংস্টেন ও নাইক্রোম তারের কত দৈর্ঘ্যের প্রয়োজন?

সমাধান: এখানে, রোধ $R = 1 \Omega$

রূপার আপেক্ষিক রোধ, $\rho_1 = 1.6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$

তামার আপেক্ষিক রোধ, $\rho_2 = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$

টাংস্টেনের আপেক্ষিক রোধ, $\rho_3 = 5.5 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$

নাইক্রোমের আপেক্ষিক রোধ, $\rho_4 = 100 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$

আমরা জানি, $L = \frac{RA}{\rho}$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2 = \pi \times (10^{-4})^2 = 3.14 \times 10^{-8} \text{ m}^2$

রপার জন্য প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্য, $L_1 = \frac{RA}{\rho_1} = \frac{1 \Omega \times 3.14 \times 10^{-8} \text{ m}^2}{1.6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}} = 1.96 \text{ m}$

তামার জন্য প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্য, $L_2 = \frac{RA}{\rho_2} = \frac{1 \Omega \times 3.14 \times 10^{-8} \text{ m}^2}{1.7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}} = 1.84 \text{ m}$

টাংস্টেনের জন্য প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্য,

$$L_3 = \frac{RA}{\rho_3} = \frac{1 \Omega \times 3.14 \times 10^{-8} \text{ m}^2}{5.5 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}} = 0.57 \text{ m} = 57 \text{ cm}$$

নাইক্রোমের জন্য প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্য,

$$L_4 = \frac{RA}{\rho_4} = \frac{1 \Omega \times 3.14 \times 10^{-8} \text{ m}^2}{100 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}} = 0.03 \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

(১১) 30 m দৈর্ঘ্যের একটি তামার তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ । তামার আপেক্ষিক রোধ $1.7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ হলে তারটির রোধ নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, তামার তারের আপেক্ষিক রোধ, $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$

তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 2 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

তারের দৈর্ঘ্য, $L = 30 \text{ m}$

তামার তারের রোধ, $R = ?$

আমরা জানি,

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m} \times \frac{30 \text{ m}}{2 \times 10^{-7} \text{ m}^2} = 2.55 \Omega$$

\therefore তামার তারের রোধ 2.55Ω ।

(১২) একটি বৈদ্যুতিক হিটারে ব্যবহৃত নাইক্রোম তারের আপেক্ষিক রোধ $100 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ । 15 m লম্বা এবং $2 \times 10^{-7} \text{ m}^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারের রোধ কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$= 100 \times 10^{-8} \Omega \text{ m} \times \frac{15 \text{ m}}{2 \times 10^{-7} \text{ m}^2}$$

$$= 75 \Omega$$

নির্ণেয় রোধ 75Ω ।

আপেক্ষিক রোধ,

$$\rho = 100 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$A = 2 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

তারের দৈর্ঘ্য, $L = 15 \text{ m}$

রোধ, $R = ?$

(১৩) ০.১ cm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি তারের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ $1.6 \times 10^{-8} \Omega m$ । এর রোধ 200Ω হলে দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান: ধরি, তারের দৈর্ঘ্য, L

তারের বোধ, $R = 200 \Omega$

আপেক্ষিক রোধ, $\rho = 1.6 \times 10^{-8} \Omega m$

তারের ব্যাসার্ধ, $r = 0.1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$

তারের ক্ষেত্রফল,

$$A = \pi r^2 = 3.1416 \times (1 \times 10^{-3} \text{ m})^2 = 3.1416 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

আমরা জানি, $R = \rho \frac{L}{A}$

$$L = \frac{RA}{\rho} = \frac{200 \Omega \times 3.1416 \times 10^{-6} \text{ m}^2}{1.6 \times 10^{-8} \Omega m} = 3927 \text{ m}$$

সুতরাং তারের দৈর্ঘ্য ৩৯২৭ m।

(১৪) একটি তারের ব্যাসার্ধ ০.২ cm এবং উপাদানের আপেক্ষিক রোধ $1.6 \times 10^{-8} \Omega m$ । এর রোধ 10Ω হলে দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

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

তারের ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2 = 3.1416 \times (2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 = 1.257 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

রোধ, $R = 10 \Omega$

আপেক্ষিক রোধ, $\rho = 1.6 \times 10^{-8} \Omega m$

তারের দৈর্ঘ্য, $L = ?$

আমরা জানি, $R = \rho \frac{L}{A}$

$$L = \frac{RA}{\rho} = \frac{10 \Omega \times 1.257 \times 10^{-5} \text{ m}^2}{1.6 \times 10^{-8} \Omega m} = 7856.25 \text{ m}$$

সুতরাং তারের দৈর্ঘ্য ৭৮৫৬.২৫ m।

অভ্যন্তরীণ রোধ

(১৫) একটি বিদ্যুৎ কোষের বিদ্যুচ্চালক বল 1.55 V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 0.5Ω । এর সাথে কত ওহম রোধের একটি তার যুক্ত করলে 0.1 A বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা পাওয়া যাবে? কোষের হারানো বিভব কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, $I = \frac{E}{R + r}$

$$R + r = \frac{E}{I} \quad R = \frac{E}{I} - r = \frac{1.55 \text{ V}}{0.1 \text{ A}} - 0.5 \Omega = 15.5 \Omega - 0.5 \Omega$$

অতএব, তারের প্রয়োজনীয় রোধের মান 15Ω

আবার, আমরা জানি,

$$\text{কোষের হারানো বিভব} = Ir = 0.1 \text{ A} \times 0.5 \Omega = 0.05 \text{ V}$$

এখানে,

কোষের বিদ্যুচ্চালক বল,

$$E = 1.55 \text{ V}$$

কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ,

$$r = 0.5 \Omega$$

বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা, $I = 0.1 \text{ A}$

তারের রোধ, $R = ?$

হারানো বিভব = ?

(১৬) ২ V তড়িচ্চালকবলবিশিষ্ট একটি তড়িৎ কোষে একটি বহিঃরোধ যুক্ত করা হল। যদি কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ ১.২ Ω এবং বর্তনীর প্রবাহ মাত্রা ০.১ A হয় তবে বহিঃরোধটির মান নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

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

$$E = I(R + r)$$

$$R = \frac{E}{I} - r = \frac{2 \text{ V}}{0.1 \text{ A}} - 1.2 \Omega$$

$$R = 18.8 \Omega$$

অতএব, বহিঃরোধটির মান ১৮.৮ Ω।

এখানে, $E = 2 \text{ V}$

কোষের বিদ্যুচ্চালক বল,

$$r = 1.2 \Omega$$

$$\text{এবং } I = 0.1 \text{ A}$$

বহিঃরোধ, $R = ?$

(১৭) একটি কোষের তড়িৎ চালক শক্তি ১২ V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ ১.৫ Ω। একে একটি ৪.৫ Ω রোধের সাথে যুক্ত করা হল। বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা।

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

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1.5 \Omega$

রোধ, $R = 4.5 \Omega$

∴ তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $I = ?$

আমরা জানি,

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{12 \text{ V}}{4.5 \Omega + 1.5 \Omega} = 2 \text{ A}$$

অভ্যন্তরীণ রোধ

(১৮) ৫ Ω এর পাঁচটি রোধকে সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত করলে তুল্যরোধ কত হবে?

সমাধান: রোধের সমান্তরাল সন্নিবেশের সূত্রানুসারে—

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \quad \text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{5}{5} = 1$$

$$\therefore R_p = 1$$

এখানে,

১ম রোধ, $R_1 = 5 \Omega$ ৩য় রোধ, $R_3 = 5 \Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 5 \Omega$ ৪র্থ রোধ, $R_4 = 5 \Omega$

তুল্য রোধ, $R_p = ?$ ৫ম রোধ, $R_5 = 5 \Omega$

তুল্য রোধ, ১ Ω।

(১৯) কোন তড়িৎ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি ও অভ্যন্তরীণ রোধ যথাক্রমে ২ V ও ০.৫ Ω। একে ১ Ω, ২ Ω এবং ৪ Ω রোধের তিনটি রোধকের সাথে সমান্তরাল সংযোগে সাজানো হলো। মধ্যবর্তী রোধকের প্রাপ্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য বের কর।

সমাধান: আমরা জানি, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{1 \Omega} + \frac{1}{2 \Omega} + \frac{1}{4 \Omega} \quad \text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{4 + 2 + 1}{4 \Omega} = \frac{7}{4}$$

$$\therefore R_p = \frac{4}{7} \Omega$$

এখানে,

$$E = 2 \text{ V} \quad r = 0.5$$

$$R_1 = 1 \Omega \quad R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_p + r} = \frac{2}{\frac{4}{7} + 0.5} A = \frac{2}{1.071} A = 1.867 A$$

∴ মধ্যবর্তী রোধক R_2 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য

$$V = IR_p = 1.867 A \times \frac{4}{7} \Omega = 1.07 V$$

অতএব, বিভব পার্থক্য 1.07 V।

(২০) খোলা বর্তনীতে একটি বিদ্যুৎ কোষের বিদ্যুচ্চালক শক্তি 1.6 V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 2Ω । কোষের দু'প্রান্তের সাথে 4Ω ও 10Ω রোধের দুটি রোধ সিরিজে যুক্ত করলে উভয় রোধের দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

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

$$\therefore I = \frac{1.6 V}{2 \Omega + 14 \Omega} = \frac{1.6}{16} = 0.1 A$$

এখানে,

বিদ্যুচ্চালক শক্তি, $E = 1.6 V$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 2 \Omega$

১ম রোধ, $R_1 = 4 \Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 10 \Omega$

তুল্য রোধ, $R = R_1 + R_2$

$$= 4 \Omega + 10 \Omega$$

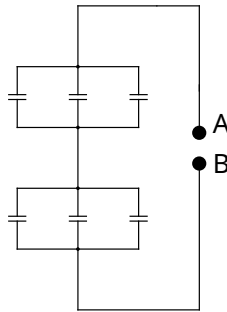
$$= 14 \Omega$$

রোধদ্বয় সিরিজে যুক্ত থাকে বলে উভয়ের মধ্য দিয়ে 0.1 A কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

∴ 4Ω রোধের উভয় প্রান্তের বিভব পার্থক্য $= 0.1 A \times 4 = 0.4 V$

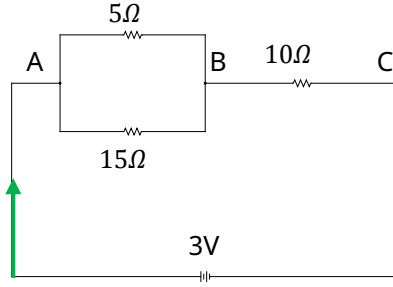
এবং 10Ω রোধের উভয় প্রান্তের বিভব পার্থক্য $= 0.1 A \times 10 V = 1 V$

(২১) চিত্রে A ও B বিন্দুর মধ্যে ভোল্টেজ কত? তড়িচ্চালক শক্তি 1.5 V।

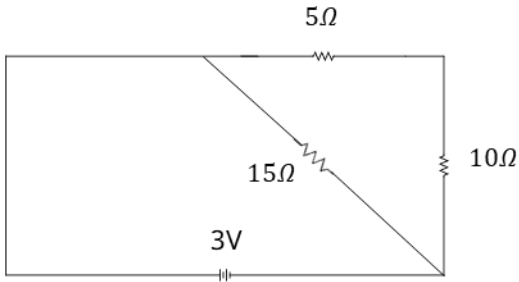


সমাধান: A ও B বিন্দুর মধ্যে ভোল্টেজ $= 1.5 V + 1.5 V = 3 V$ কেননা প্রতিটি কোষের মিলিত তড়িচ্চালক শক্তি হবে A ও B বিন্দুর ভোল্টেজ। যেহেতু কোষের সমান্তরাল সমবায়ে একটি কোষই কার্যকর থাকে।

(২২) রোধ তিনটি বর্তনীতে কীভাবে সংযোগ করলে তুল্যরোধ 7.5Ω হবে?



সমাধান: রোধক তিনটিকে নিচের বর্তনীর ন্যায় সংযুক্ত করে পাই,



বর্তনীতে 5Ω এবং 10Ω শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত। এদের তুল্যরোধ R_S হলে

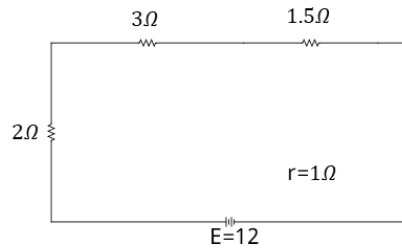
$$R_S = 5 \Omega + 10 \Omega = 15 \Omega$$

R_S এবং 15Ω রোধগুলো বর্তনীতে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত। এদের তুল্যরোধ R_P হলে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_P} &= \frac{1}{R_S} + \frac{1}{15 \Omega} \\ &= \frac{1}{15 \Omega} + \frac{1}{15 \Omega} = \frac{1+1}{15 \Omega} = \frac{2}{15 \Omega} \\ R_P &= \frac{15 \Omega}{2} = 7.52 \Omega \end{aligned}$$

অর্থাৎ 5Ω ও 10Ω রোধকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করে 15Ω রোধের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করলে বর্তনীর তুল্যরোধ 7.5Ω হবে।

(২৩) বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।



সমাধান: ধরি, বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহমাত্রা = I

রোধ, $R_1 = 2 \Omega$; রোধ, $R_2 = 3 \Omega$ রোধ, $R_3 = 1.5 \Omega$; অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1 \Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12 V$

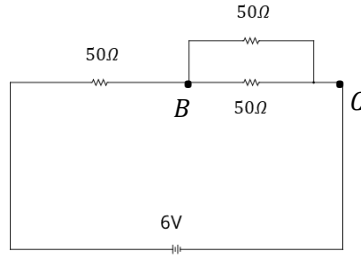
এখন, R_1, R_2, R_3 এর শ্রেণি সমবায়ে তুল্যরোধ, $R_S = R_1 + R_2 + R_3$

$$= (2 + 3 + 1.5) \Omega = 6.5 \Omega$$

$$\text{আমরা জানি, } I = \frac{E}{R_S + r} = \frac{12 V}{6.5 \Omega + 1 \Omega} = \frac{12}{7.5} = 1.6 A$$

অতএব, বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা $1.6 A$

(২৪) B ও C এর মধ্যকার বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর।



সমাধান:

এখন, B ও C বিন্দুর মাঝে তুল্যরোধ R_P হলে,

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{50\Omega} + \frac{1}{50\Omega}$$

$$= \frac{1+1}{50\Omega} = \frac{2}{50\Omega}$$

$$\therefore R_P = \frac{50}{2}\Omega = 25\Omega$$

আবার, R_P ও 50Ω অনুক্রমিকে সংযুক্ত।

এখন, বর্তনীর তুল্যরোধ R_S হলে, $R_S = R_P + 50\Omega = 25\Omega + 50\Omega = 75\Omega$

এখানে, তড়িচ্চালক বল, $E = 6V$

এখন, বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ I হলে, $E = IR_S$

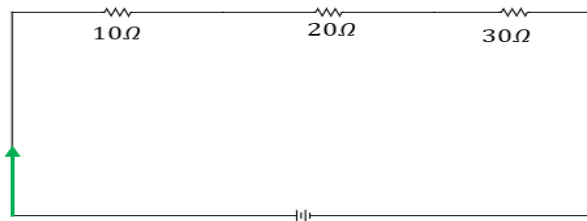
$$\text{বা, } I = \frac{E}{R_S} = \frac{6V}{75\Omega} = \frac{2}{25}A$$

এখন, B ও C এর মধ্যকার বিভব পার্থক্য V হলে,

$$V = IR_P = \frac{2}{25}A \times 25\Omega = 2V$$

অতএব, B ও C এর মধ্যকার বিভব পার্থক্য $2V$ ।

(২৫) চিত্রের রোধগুলোকে সমান্তরাল সন্নিবেশে যুক্ত করে দেখাও যে, $R_S > R_P$.



সমাধান:

শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে, তুল্যরোধ, R_S হলে,

আমরা জানি, $R_S = R_1 + R_2 + R_3$

$$= (10 + 20 + 30)\Omega = 60\Omega$$

চিত্র হতে পাই,

রোধ, $R_1 = 10\Omega$

রোধ, $R_2 = 20\Omega$

রোধ, $R_3 = 30\Omega$

সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে, তুল্যরোধ R_p হলে,

আমরা জানি,

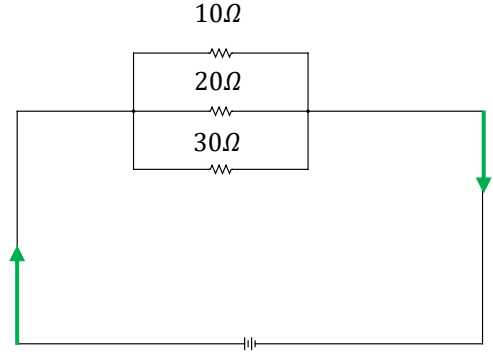
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{10\ \Omega} + \frac{1}{20\ \Omega} + \frac{1}{30\ \Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{6 + 3 + 2}{60\ \Omega} = \frac{11}{60\ \Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{60}{11}\ \Omega = 5.45\ \Omega$$

$R_S > R_p$ (দেখানো হলো)।



ক্ষমতা রোধ

(২৬) কোনো বাড়ির মেইন মিটার 6 amp – 220 volt চিহ্নিত করা আছে। কতগুলো 60 Watt –এর বাতি ঐ বাড়িতে নিরাপত্তার সাথে ব্যবহার করা যাবে?

সমাধান: এখানে, বিভব পার্থক্য, $V = 220\ V$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 6\ A$

প্রতিটি বাতির ক্ষমতা, $P' = 60\ W$

আমরা জানি, $P = VI = 220\ V \times 6\ A = 1320\ W$

সুতরাং, নিরাপত্তার সাথে ব্যবহৃত মোট বাতির সংখ্যা

$$= \frac{P}{P'} = \frac{1320\ W}{60\ W} = 22$$

(২৭) একটি পানি গরম করার হিটারের গায়ে 1500 W – 220 V লেখা আছে। যদি ভোল্টেজ কমে 180 V হয় তবে হিটারটির কত ক্ষমতা প্রদর্শন করবে? নির্ণয় কর।

সমাধান: যদি রোধ R হয় তবে

$$\text{আমরা জানি, } P_1 = \frac{V_1^2}{R}$$

$$R = \frac{V_1^2}{P_1} = \frac{(220\ V)^2}{1500\ W} = 32.27\ \Omega$$

$$\text{আবার, } P_2 = \frac{V_2^2}{R} = \frac{(180\ V)^2}{32.27\ \Omega} = 1004.1\ W$$

এখানে,

১ম ক্ষেত্রে ক্ষমতা, $P_1 = 1500\ W$

ও বিভব, $V_1 = 220\ V$

২য় ক্ষেত্রে বিভব, $V_2 = 180\ V$

ও ক্ষমতা, $P_2 = ?$

অতএব, হিটারটি 1004.1 W ক্ষমতা প্রদর্শন করবে।

(২৮) $2\ \Omega$ ও $6\ \Omega$ মানের দুটি রোধকে শ্রেণি সমবায়ে রেখে একটি $12\ V$ তড়িচ্চালক বলের উৎসের সঙ্গে যোগ করলে প্রতিটি রোধে কত ক্ষমতা ব্যয় হয়?

সমাধান: শ্রেণিসমবায়ে ক্ষেত্রে তুল্যরোধ, $R = R_1 + R_2$
 $= 2\ \Omega + 6\ \Omega$

১ম রোধ, $R_1 = 2\ \Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 6\ \Omega$

বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R} = \frac{12\ V}{8\ \Omega} = 1.5\ A$

ক্ষমতা, $P_1 = ?$

ক্ষমতা, $P_2 = ?$

তড়িচ্চালক বল, $E = 12\ V$

$\therefore R_1$ এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য $= (2 \times 1.5)\ V = 3\ V$

R_2 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য $= (6 \times 1.5)\ V = 9\ V$

$\therefore R_1$ রোধের ক্ষমতা, $P_1 = (3 \times 1.5)\ W = 4.5\ W$

R_2 রোধের ক্ষমতা, $P_2 = (9 \times 1.5)\ W = 13.5\ W$

কাজ সংক্রান্ত

(২৯) একটি বৈদ্যুতিক হিটার 220 ভোল্ট সরবরাহ লাইন থেকে 2 অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ গ্রহণ করে। হিটারটি 500 ঘন্টা ব্যবহার করলে কত কিলোওয়াট ঘন্টা শক্তি ব্যয় হবে?

সমাধান: এখানে, $V = 220\ V, I = 2\ A, t = 500\ h$

মোট ব্যয়িত শক্তি, $W = VIt = (220\ V \times 2\ A \times 500\ h) = \frac{220 \times 2 \times 500}{1000}\ kWh$

$= 220\ kWh$

অতএব, $220\ kWh$ শক্তি ব্যয় হবে।

(৩০) একটি বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিতে $220\ V - 100\ W$ লেখা আছে। ইস্ত্রিটি $200\ V$ লাইনে যুক্ত হয়ে 2 ঘন্টা চললে কত ইউনিট শক্তি খরচ হবে?

সমাধান: এখানে, বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিটিতে লেখা আছে, $220\ V - 100\ W$

\therefore বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিটির রোধ, $R = \frac{(220\ V)^2}{100\ W} = 484\ \Omega$

আবার, ইস্ত্রিটি $220\ V$ লাইনে যুক্ত

সুতরাং এর ক্ষমতা, $P = \frac{(220\ V)^2}{484\ \Omega} = 82.645\ W$

এখন, ইস্ত্রিটি $220\ V$ লাইনে 2 ঘন্টা চললে ব্যয়িত শক্তি,

$W = \frac{P't}{1000}\ kWh = \frac{82.645 \times 2}{1000}\ kWh = 0.165\ kWh$

(৩১) একটি ছাত্রাবাসের ৪০ টি কক্ষের প্রত্যেকটিতে ২ টি করে ৪০ W এর বৈদ্যুতিক বাতি আছে। বাতিগুলো প্রতিদিন ৬ ঘন্টা জ্বলে। ১৫০ W এর একটি টেলিভিশন দৈনিক ৪ ঘন্টা চলে। ১ kWh এর মূল্য ৪.৮ টাকা হলে জানুয়ারি মাসের বিদ্যুৎ বিল কত?

সমাধান: ৪০টি কক্ষের প্রত্যেকটিতে ২ টি করে ৪০ W এর বাতি হলে, মোট বাতির ক্ষমতা $40 \times 2 \times 40 \text{ W} = 3200 \text{ W}$ এবং বাতিগুলো প্রতিদিন ৬ ঘন্টা করে জ্বলে ব্যয়িত ক্ষমতা

$$3200 \text{ W} \times 6 \text{ h} \times 31 = 595200 \text{ Wh} = 595.2 \text{ kWh}$$

১ টি টেলিভিশন ১৫০ W এবং T.V-এর ব্যবহৃত শক্তি

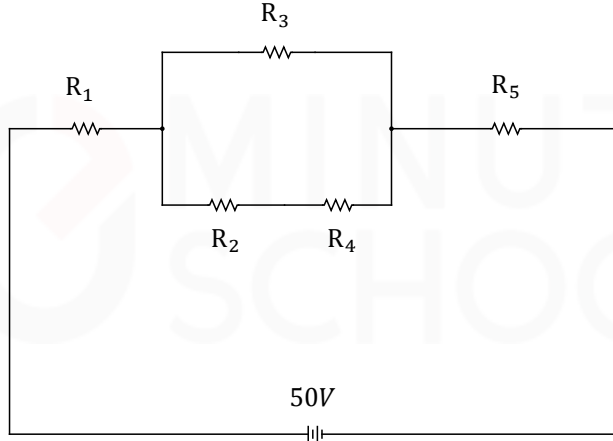
$$150 \text{ W} \times 4 \text{ h} \times 31 = 18600 \text{ Wh} = 18.6 \text{ kWh}$$

$$\text{মোট ব্যয়িত শক্তি} = (595.2 + 18.6) \text{ kWh} = 613.8 \text{ kWh}$$

সৃজনশীল (CQ)

◀ বিগত বছরের প্রশ্ন

প্রশ্ন নং: ০১



$$R_1 = 10 \Omega, R_2 = 15 \Omega, R_3 = 20 \Omega, R_4 = 5 \Omega, R_5 = 20 \Omega, \text{ এবং } V = 50 \text{ volt}$$

ক. ওহমের সূত্র বিবৃত কর।

খ. সরু তারের চেয়ে মোটা তারে বিদ্যুৎ বেশি প্রবাহিত হয় কেন?

গ. R_5 রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর।

গ. R_1 রোধের সাথে ৫ ওহম রোধ সমান্তরালে সংযুক্ত করলে R_1 এর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের কিরূপ পরিবর্তন হবে?

সমাধানঃ

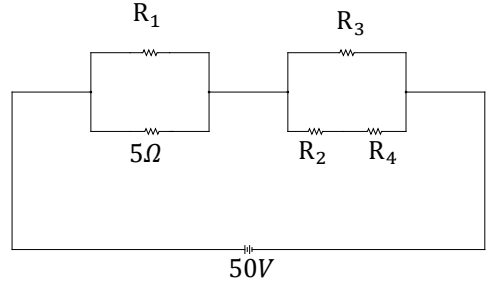
(ক) ওহমের সূত্রটি হলো— তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎপ্রবাহ চলে তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

(খ) রোধের প্রস্থচ্ছেদের সূত্রানুযায়ী নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহকের রোধ, এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ, $R \propto \frac{1}{A}$ যখন L ধ্রুব থাকে।

(ঘ) R_1 ও 5Ω রোধের সমান্তরালে সংযুক্ত তুল্যরোধ R_{P2} হলে

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_{P2}} &= \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{R_1} \\ &= \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} = \frac{1+2}{10 \Omega} \\ R_{P2} &= \frac{10 \Omega}{2} = 3.33 \Omega\end{aligned}$$



“গ” হতে পাই, R_2, R_3, R_4 , রোধের তুল্যরোধ, $R_P = 10 \Omega$

\therefore বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_{S1} = R_{P2} + R_P + R_5 = 3.33 \Omega + 10 \Omega + 20 \Omega = 33.33 \Omega$

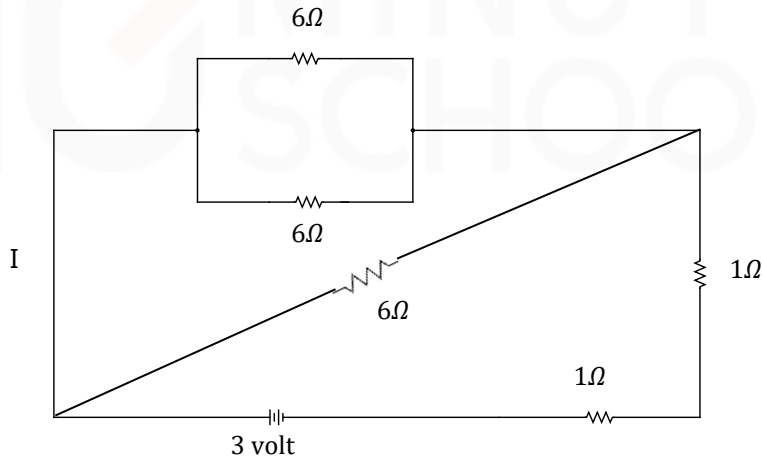
আবার, $I_1 = \frac{V}{R_{S1}} = \frac{50 V}{33.33 \Omega} = 1.5 A$

“গ” হতে পাই, R_5 এর মধ্য দিয়ে বাহিত তড়িৎ, $I = 1.25 A$

\therefore তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন $= 1.5 A - 1.25 A = 0.25 A$

অতএব, R_5 এর মধ্য দিয়ে $0.25 A$ তড়িৎ প্রবাহ বেড়ে যাবে।

প্রশ্ন নং: ০২



ক. সিস্টেম লস কী?

খ. তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে কেন পরিবাহকের মধ্যে রোধ বাড়ে?

গ. প্রদত্ত বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর।

ঘ. যদি সবগুলো রোধ সমান্তরালে যুক্ত থাকে তবে বর্তনীটি আঁক এবং তড়িৎ প্রবাহে কী পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধানঃ

ক) বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য ব্যবহৃত তারের রোধের কারণে তড়িৎ শক্তির যে অপচয় হয় তাই সিস্টেম লস।

খ) কোনো পরিবাহকের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল স্থির থাকলে পরিবাহিতার মান নির্ভর করে পরিবাহীর উপাদান ও তাপমাত্রার উপর। সাধারণত সকল ধাতুই ভালো পরিবাহক অর্থাৎ ধাতব পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতা বেশি। কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সক পরিবাহকেরই পরিবাহিতা হ্রাস পায়। পরিবাহিতা ও রোধ পর বিপরীত রাশি অর্থাৎ পরিবাহিতা হ্রাস পেলে রোধ বৃদ্ধি পা তাছাড়া তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহীর মুক্ত ইলেক্ট্রনগুলো উত্তেজিত বলে এদের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় এবং পরিবাহীর মধ্য দিয়ে চলার সময় পরিবাহীর অণুগুলোর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। ফলে প্রবাহ চলার পর বাধার সৃষ্টি করে এবং রোধ বৃদ্ধি পায়।

(গ) এখানে, $R_1 = R_2 = R_3 = 6 \Omega$; $R_4 = R_5 = 1 \Omega$ এবং $E = 50 \text{ volt}$

প্রদত্ত বর্তনীতে R_1, R_2, R_3 রোধত্রয় সমান্তরালে সংযুক্ত। ধরা যাক তাদের তুল্যরোধ R_P .

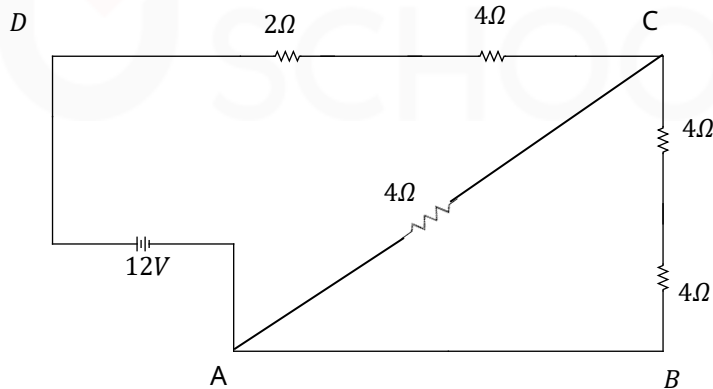
$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_P} = \frac{1}{6 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_P} = \frac{1+1+1}{6 \Omega} = 1$$

$$\therefore R_P = 2 \Omega$$

প্রশ্ন নং: ০০



ক. আপেক্ষিক রোধ কী?

খ. 0°C তাপমাত্রার বরফ 0°C তাপমাত্রার পানি অপেক্ষা অধিক শীতল কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর।

ঘ. I_{CA} এবং বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহের তুলনা কর এবং কোনটির মান বেশি হবে-গাণিতিকভাবে বর্ণনা কর।

সমাধানঃ

(ক) কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ বলে।

(খ) 0°C তাপমাত্রার পানি অপেক্ষা 0°C তাপমাত্রার বরফ অধিক শীতল, কারণ

আমরা জানি, পানিকে বরফ করতে প্রথম 0°C তাপমাত্রার পানি 0°C তাপে বরফে পরিণত করা হয়। অতঃপর 0°C তাপমাত্রার বরফ যে কোণ ঋণাত্মক তাপমাত্রার বরফে পরিণত করতে হয়। তাই পানি হতে ঋণাত্মক তাপমাত্রার বরফে পরিণত করতে পানিকে তাপ বর্জন করতে হয় এইভাবেই পানিকে বরফে পরিণত করা হয়। তাই 0°C তাপমাত্রার পানিতে যে তাপমাত্রা থাকে 0°C তাপমাত্রার বরফে তার থেকে কম তাপমাত্রা থাকে। তাই বরফ পানি অপেক্ষা বেশি শীতল অনুভূত হয়।

(গ) এখানে, $R_1 = 4\ \Omega$
 $R_2 = 4\ \Omega$
 $R_3 = 4\ \Omega$
 $R_4 = 4\ \Omega$
 $R_5 = 2\ \Omega$

BC শাখায় তুল্যরোধ, $R_{S_1} = R_1 + R_2 = 4\ \Omega + 4\ \Omega = 8\ \Omega$

A ও C বিন্দুর মধ্যে তুল্যরোধ, $R_P = \frac{R_{S_1} \times R_3}{R_{S_1} + R_3}$
 $= \frac{8\ \Omega \times 4\ \Omega}{8\ \Omega + 4\ \Omega} = \frac{8}{3}\ \Omega$

A ও D বিন্দুর মধ্যে তথা বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_S = R_P + R_4 + R_5$

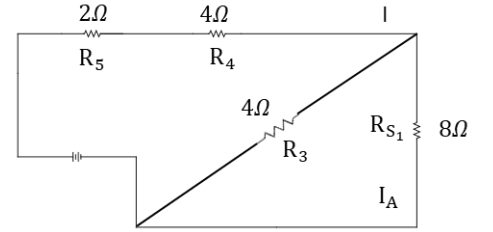
অথবা, $R_S = \frac{8}{3}\ \Omega + 4\ \Omega + 2\ \Omega$
 $\therefore R_S = \frac{26}{3}\ \Omega = 8.67\ \Omega$

অতএব, A ও D বিন্দুর সাপেক্ষ বর্তনীর তুল্যরোধ $8.67\ \Omega$ ।

(ঘ) 'গ' হতে পাই, বর্তনীর তুল্য রোধ $R_S = \frac{26}{3}\ \Omega$

এখানে, কোষের তড়িৎ চালক শক্তি, $E = 12\ \text{V}$

\therefore বর্তনীর মূলপ্রবাহ, $I = \frac{E}{R_S} = \frac{12\ \text{V}}{\frac{26}{3}\ \Omega} = \frac{18}{13}\ \text{A}$



এই মূল প্রবাহটি C বিন্দুতে এসে দুইভাগে বিভক্ত হয়ে R_3 এবং R_{S_1} রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে।

I_{CA} অংশ R_3 রোধের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হবে

[A ও C বিন্দুর তুল্যরোধ, $R_P = \frac{8}{3}\ \Omega$ 'গ' নং থেকে প্রাপ্ত]

A ও C এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_{CA} = IR_P = \frac{18}{13}\ \text{A} \times \frac{8}{3}\ \Omega = \frac{48}{13}\ \text{V}$

$\therefore I_{CA} = \frac{V_{CA}}{R_3} = \frac{\frac{48}{13}\ \text{V}}{4\ \Omega} = \frac{12}{13}\ \text{A}$

$\frac{I_{CA}}{I} = \frac{12}{13} \times \frac{13}{18}$ $\frac{I_{CA}}{I} = \frac{2}{3}$ $I_{CA} = \frac{2}{3}I$

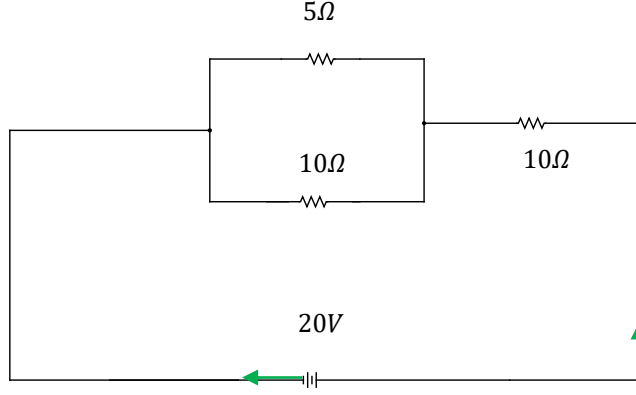
I_{CA} বর্তনীর মোট প্রবাহের দুই তৃতীয়াংশ

আবার, $\frac{2}{3} < 1$

বা, $I_{CA} < I$

অতএব, মূলপ্রবাহের মান বেশি হবে।

প্রশ্ন নং: ০৪



ক. তড়িৎ বিভব কাকে বলে?

খ. টেলিভিশনের পর্দা দ্রুত ময়লা হয় কেন?

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর।

ঘ. বর্তনীর রোধগুলো কিভাবে সাজালে তড়িৎ প্রবাহ 2A হবে। গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধানঃ

(ক) অসীম দূরত্ব থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

(খ) ব্যবহারের সময় টেলিভিশনের পর্দা ও কম্পিউটার মনিটর স্থির তড়িতে আহিত হয়। এ আধানগুলো অনাহিত কণা যেমন ধুলো-বালি প্রভৃতিকে আকর্ষণ করে। ফলে এগুলো তাড়াতাড়ি ময়লা হয়ে যায়।

(গ) মনে করি, $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$ এবং $R_3 = 10 \Omega$

বর্তনীর তরিস্চালক শক্তি, $E = 20 V$

R_1 ও R_2 সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত। এদের তুল্যরোধ R_P হলে,

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_P} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{10 \Omega} = \frac{2 + 1}{10 \Omega} = \frac{3}{10} \Omega$$

আবার, R_3 ও R_P শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত। এদের তুল্য রোধ R_S হলে,

$$R_S = R_3 + R_P = 10 \Omega + \frac{10}{3} \Omega = \frac{30 + 10}{3} \Omega = \frac{40}{3} \Omega = 13.33 \Omega$$

অতএব, নির্ণেয় তুল্যরোধ 13.33Ω ।

(ঘ) এখানে, বর্তনীর মূল প্রবাহ, $I = 2A$

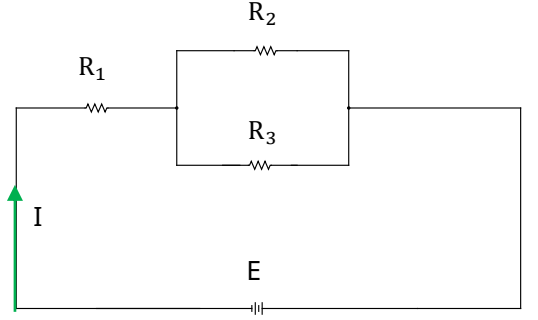
এবং তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 20V$

ধরি, $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 10\Omega$ এবং $R_3 = 10\Omega$

বর্তনীর তুল্যরোধ R হলে,

$$I = \frac{E}{R} \quad 2A = \frac{20V}{R}$$

$$R = \frac{20V}{2A} \quad R = 10\Omega$$



অর্থাৎ বর্তনীর তুল্যরোধ 10Ω হলেই কেবল তড়িৎ প্রবাহ $2A$ পাওয়া যাবে। এখন, রোধগুলো উপরের বর্তনীর ন্যায় সাজিয়ে পাই,

R_2 এবং R_3 সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত। এদের তুল্য রোধ R_p হলে,

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

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{10\Omega} = \frac{2}{10\Omega} = \frac{1}{5}\Omega$$

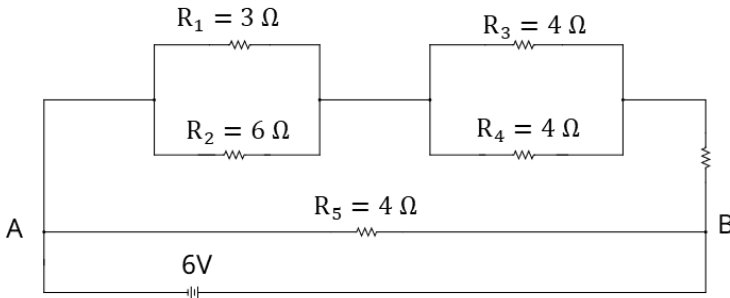
$$R_p = 5\Omega$$

আবার, R_p এবং R_1 শ্রেণিতে সংযুক্ত। এক্ষেত্রে বর্তনীর তুল্যরোধ R হলে,

$$R = R_p + R_1 = 5\Omega + 5\Omega = 10\Omega$$

তাহলে, 10Ω এবং 10Ω রোধকে সমান্তরালে যুক্ত করে এর সাথে 5Ω কে শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে $2A$ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন নং: ০৫



ক. পীড়ন কাকে বলে?

খ. ইস্পাত রাবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক-ব্যাখ্যা কর।

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ কত?

ঘ. A ও B বিলুপ্ত রোধ R_5 বিচ্ছিন্ন করা হলে বর্তনীর প্রবাহ মাত্রার কিরূপ পরিবর্তন ঘটবে? ব্যাখ্যা কর।

সমাধানঃ

(ক) বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতরে একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর ভেতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

(খ) বস্তুর মধ্যে যেটির প্রতিরোধ ক্ষমতা বেশি সেটি বেশি স্থিতিস্থাপক হবে।

অর্থাৎ যে বস্তুর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক যত বেশি সে বস্তু তত বেশি স্থিতিস্থাপক।

মনে করি, একই দৈর্ঘ্য L এবং প্রস্থচ্ছেদ A বিশিষ্ট একটি ইস্পাত ও একটি রবারের তারের এক প্রান্ত কোনো দৃঢ় বস্তুতে আটকিয়ে অপর প্রান্তে টানা বল F প্রয়োগ করা হলো এবং এতে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে l_s ও l_r হল।

$$\text{ইস্পাতের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক, } Y_s = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l_s}{L}} \quad \text{বা,} \quad Y_s = \frac{FL}{Al_s} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{এবং রবারের ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক, } Y_r = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l_r}{L}} \quad \text{বা,} \quad Y_r = \frac{FL}{Al_r} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{এখন, (১) নং কে (২) নং দ্বারা ভাগ করে,} \quad \frac{Y_s}{Y_r} = \frac{FL}{Al_s} \times \frac{Al_r}{FL} = \frac{l_r}{l_s}$$

কিন্তু এবারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $l_r >$ ইস্পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি l_s ।

$$\text{বা, } Y_s > Y_r$$

অতএব, প্রমাণিত হলো যে, ইস্পাত রবারের চেয়ে বেশি স্থিতিস্থাপক।

(গ) এখানে, $R_1 = 3 \Omega$ $R_4 = 4 \Omega$
 $R_2 = 6 \Omega$ $R_5 = 4 \Omega$
 $R_3 = 4 \Omega$

R_1 ও R_2 সমান্তরালে সংযুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ,

$$R_{p1} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6} \right)^{-1} \Omega = 2 \Omega$$

R_3 ও R_4 সমান্তরালে সংযুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ

$$R_{p2} = \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right)^{-1} \Omega = 2 \Omega$$

R_{p1} ও R_{p2} শ্রেণিতে সংযুক্ত বলে এদের তুল্যরোধ,

R_5 ও R_5 সমান্তরালে সংযুক্ত বলে বর্তনীর তুল্যরোধ,

$$R = \left(\frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_5} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right)^{-1} \Omega = 2 \Omega$$

অতএব, বর্তনীর তুল্যরোধ 2Ω ।

(ঘ) এখানে, বর্তনীর তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 6V$

তুল্যরোধ, $R = 2 \Omega$ [‘গ’ থেকে প্রাপ্ত]

$$\therefore \text{বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{V}{R} = \frac{6V}{2\Omega} = 3A$$

আবার, R_5 কে বিচ্ছিন্ন করা হলে বর্তনীর তুল্যরোধ হবে $R_S = 4 \Omega$

[‘গ’ হতে প্রাপ্ত]

$$\text{এক্ষেত্রে, বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I_1 = \frac{V}{R_S} = \frac{6V}{4\Omega} = 1.5A$$

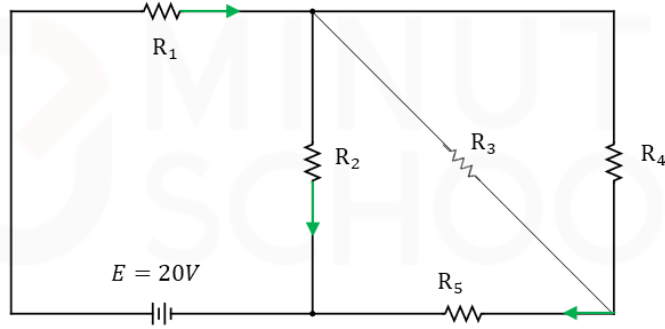
এখন,

$$\frac{I}{I_1} = \frac{3}{1.5} = 2$$

$$\text{বা, } I_1 = \frac{1}{2}I$$

অতএব, A ও B বিন্দুর রোধ R_5 বিচ্ছিন্ন করা হলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা পূর্বের অর্ধেক হবে।

প্রশ্ন নং: ০৬



প্রত্যেকটি রোধকের মান 10Ω

ক. আপেক্ষিক রোধ কী?

খ. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা $10NC^{-1}$ বলতে কী বুঝ?

গ. বর্তনীর R_5 এর দু প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত?

ঘ. বর্তনীতে ব্যবহৃত রোধগুলিকে কিভাবে সাজালে এর মধ্য দিয়ে 1A তড়িৎ প্রবাহিত হবে? বর্তনী অঙ্কন করে গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

সমাধানঃ

ক) কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধই ঐ তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ।

খ) তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা $10 NC^{-1}$ বলতে বুঝায় ঐ বিন্দুতে 1C মানের কোনো আধান স্থাপন করলে তা 10N বল অনুভব করে।

(গ) এখানে, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10\Omega$

$$R_3 \text{ ও } R_4 \text{ এর তুল্য রোধ, } R_{P1} = \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} = \frac{10\Omega \times 10\Omega}{10\Omega + 10\Omega} = 5\Omega$$

$$R_5 \text{ ও } R_{P1} \text{ এর তুল্য রোধ, } R_{S1} = R_5 + R_{P1} = 10\Omega + 5\Omega = 15\Omega$$

$$R_2 \text{ ও } R_{S1} \text{ এর তুল্য রোধ, } R_p = \frac{R_2 \times R_{S1}}{R_2 + R_{S1}} = \frac{10\Omega \times 15\Omega}{10\Omega + 15\Omega} = 6\Omega$$

$$\text{বর্তনীতে মোট প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_1 + R_p} = \frac{20V}{10\Omega + 6\Omega} = 1.25A$$

$$R_p \text{ তথা } R_2 \text{ ও } R_{S1} \text{ এর বিভব পার্থক্য, } V_p = R_p I = 6\Omega \times 1.25A = 7.5V$$

এই বিভব পার্থক্য R_5 ও R_{P1} এর বিভাজিত পার্থক্য হবে

\therefore ভোল্টেজ বিভাজন নীতি অনুসারে,

$$R_5 \text{ এর বিভব পার্থক্য, } V_5 = \frac{R_5}{R_{P1} + R_5} \times V_p = \frac{10\Omega}{5\Omega + 10\Omega} \times 7.5V = 5V$$

অতএব, বর্তনীর R_5 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 5V

(ঘ) এখানে, কোষের তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 20V$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 1A$

এখানে, বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ 1A হতে হলে এর রোধ হতে হবে,

$$R = \frac{E}{I} = \frac{20V}{1A} = 20\Omega$$

$$\text{দেওয়া আছে, } R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10\Omega$$

R_2 ও R_3 কে সমান্তরালে সংযুক্ত করলে তুল্যরোধ

$$R_{P1} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10\Omega \times 10\Omega}{10\Omega + 10\Omega} = 5\Omega$$

আবার, R_4 ও R_5 রোধদ্বয়কে সংযুক্ত করলে এদের তুল্যরোধ,

$$R_{P2} = \frac{R_4 \times R_5}{R_4 + R_5} = \frac{10\Omega \times 10\Omega}{10\Omega + 10\Omega} = 5\Omega$$

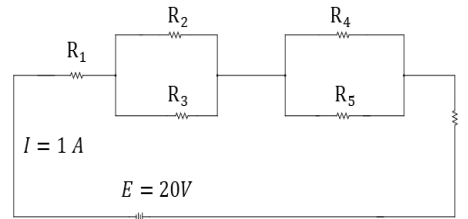
এখন, এই R_{P1} ও R_{P2} রোধ কে R_1 এর সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করলে বর্তনীর তুল্যরোধ দাঁড়ায়

$$R' = R_1 + R_{P1} + R_{P2} = 10\Omega + 5\Omega + 5\Omega = 20\Omega$$

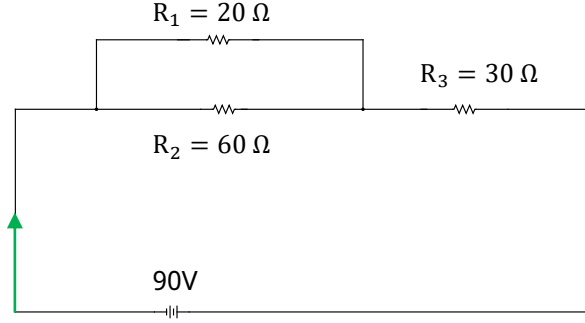
অর্থাৎ উপরোক্ত পদ্ধতিতে রোধগুলোকে সাজালে

$$R = R' \text{ হয়}$$

অতএব, বর্তনীতে ব্যবহৃত করে রোধগুলোর দুটি দুটি করে সমান্তরালে যুক্ত করে এদেরকে অবশিষ্ট রোধটির সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করলে বর্তনীর মধ্য দিয়ে 1A তড়িৎ প্রবাহিত হবে।



প্রশ্ন নং: ০৭



ক. অর্ধায়ু কাকে বলে?

খ. উচ্চাপী ট্রান্সফর্মার এবং নিম্নধাপী ট্রান্সফর্মার হওয়ার শর্তগুলো লিখ।

গ. R_1 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর।

ঘ. R_1 ও R_2 এর বিভব পার্থক্য একই কিন্তু R_3 এর বিভব পার্থক্য থেকে ভিন্ন-গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

সমাধানঃ

ক) যে সময়ে কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের মোট পরমাণুর ঠিক অর্ধেক পরিমাণ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় তাই ঐ তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু।

খ) উচ্চাপী ট্রান্সফর্মার হওয়ার শর্ত হলো-

অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহকে অধিক বিভবের অল্প তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তর করণ এবং মুখ্য কুন্ডলীতে পাকসংখ্যা গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যার চেয়ে বেশি হতে হয়।

নিম্নধাপী ট্রান্সফর্মার হওয়ার শর্ত হলো-

অধিক বিভবের অল্প তড়িৎ প্রবাহকে অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তরকরণ এবং গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যার চেয়ে মুখ্য কুন্ডলীতে পাকসংখ্যা বেশি হতে হয়।

গ) উদ্দীপক হতে পাই,

১ম রোধ, $R_1 = 20\Omega$; ২য় রোধ, $R_2 = 60\Omega$; ৩য় রোধ, $R_3 = 30\Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 90V$

R_1 রোধের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ, $I_1 = ?$

এখন, R_1 ও R_2 পরস্পর সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত। তাদের তুল্যরোধ R_p হলে

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{60\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{3+1}{60\Omega} \quad \text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{4}{60\Omega}$$

$$\text{বা, } R_p = 15\Omega$$

R_p ও R_3 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত।

$$\therefore \text{বর্তনীর তুল্যরোধ, } R_s = R_p + R_3$$

$$= 15\Omega + 30\Omega = 45\Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s} = \frac{90V}{45\Omega} = 2A$$

আবার, R_p এর দুইপ্রান্তের বিভব পার্থক্য,

$$V_p = IR_p = 2A \times 15\Omega = 30V$$

R_1 এর মধ্যদিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ,

$$I_1 = \frac{V_p}{R_1} = \frac{30V}{20\Omega} = 1.5A$$

অতএব, R_1 এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা 1.5 A।

(ঘ) 'গ' থেকে পাই,

বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ, $I = 2A$

বর্তনীর তুল্য রোধ, $R_s = 45\Omega$

R_1 ও R_2 রোধদ্বয়ের তুল্যরোধ, $R_p = 15\Omega$

দেওয়া আছে, বর্তনীর ভোল্টেজ, $E = 90V$

এখন, R_p ও R_3 রোধদ্বয় শ্রেণিতে যুক্ত।

সুতরাং প্রত্যেকের মধ্য দিয়ে I পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

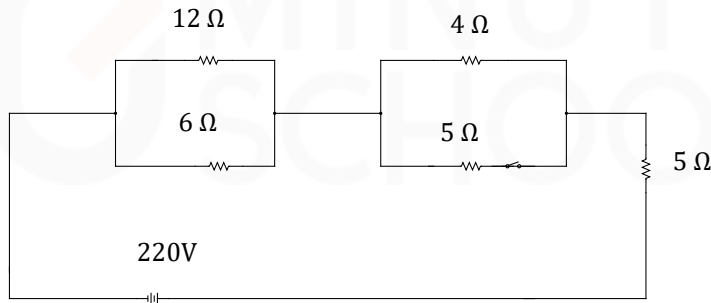
$$\therefore R_p \text{ অর্থাৎ } (R_1 \text{ ও } R_2) \text{ এর বিভব পার্থক্য } V_p = IR_3 \\ = 2A \times 15\Omega = 30V$$

$$\text{এবং } R_3 \text{ এর বিভব পার্থক্য, } V_3 = IR_3 \\ = 2A \times 30\Omega = 60V$$

$$\text{সুতরাং } V_p \neq V_3$$

অতএব, উদ্দীপকে বর্তনীটির R_1 ও R_2 এর বিভব পার্থক্য একই কিন্তু R_3 এর বিভব পার্থক্য ভিন্ন।

প্রশ্ন নং: ০৮



ক. তড়িৎ ক্ষেত্র কী?

খ. পরিবাহীর রোধ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের সাথে কীভাবে সম্পর্কিত হয়? ব্যাখ্যা কর।

গ. চাবি K বন্ধ থাকা অবস্থায় উদ্দীপকের বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর।

ঘ. K খোলা থাকলে তড়িৎ প্রবাহের কিরূপ পরিবর্তন হবে তার গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

সমাধানঃ

ক) রূপার প্রলেপ দেওয়া বলতে পারা লাগানো বা সিলভারিং বোঝায়। কাঁচের উপর রূপার প্রলেপ দেওয়া পৃষ্ঠের বিপরীত পৃষ্ঠটি প্রতিফলক পৃষ্ঠ বা দর্পণ হিসেবে কাজ করে।

খ) নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহীর দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে পরিবাহীর রোধ এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক।

$$\text{অর্থাৎ } R \propto \frac{1}{A} \text{ [যখন তাপমাত্রা, উপাদান এবং } L \text{ ধুবক থাকে]}$$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বাড়লে পরিবাহীর রোধ কমে এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল কমলে রোধ বাড়ে।

(গ) চাবি K বন্ধ থাকা অবস্থায় বর্তনীর সবগুলো কার্যকর থাকবে R_1 ও R_2 সমান্তরালে যুক্ত।

$$\therefore \text{তাদের তুল্যরোধ, } \frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$= \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$

$$\text{বা, } R_P = 4$$

আবার, R_3 ও R_4 সমান্তরালে যুক্ত।

$$\therefore \text{তাদের তুল্যরোধ, } \frac{1}{R'_P} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{5\Omega} = \frac{5+4}{20\Omega}$$

$$\therefore R'_P = 2.22\Omega$$

আবার, R_P ও R'_P এবং R_5 সিরিজে যুক্ত

$$\text{বর্তনীর তুল্যরোধ, } R_S = R_P + R'_P + R_5$$

$$= 4\Omega + 2.22\Omega + 5\Omega = 11.22\Omega$$

অর্থাৎ বর্তনীর তুল্যরোধ হবে 11.22Ω

(ঘ) 'গ' হতে পাই

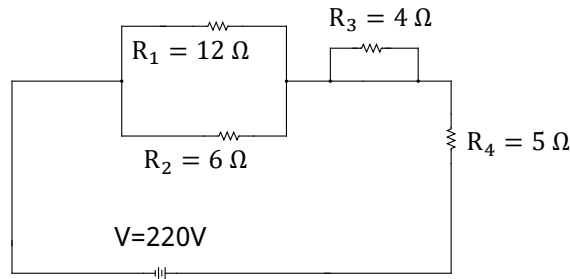
চাবি K বন্ধ থাকা অবস্থায় তুল্যরোধ, $R_P = 11.22\Omega$

এবং ভোল্টেজ, $V = 220V$

$$\therefore \text{বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{V}{R_P} = \frac{220V}{11.22\Omega} = 19.61A$$

আবার, চাবি K খোলা থাকা অবস্থায়- বর্তনীটি হবে নিম্নরূপ,

R_1 ও R_2 এর তুল্যরোধ



$$R = 4\Omega \text{ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]}$$

আবার, R_3 , R_4 ও R_P সিরিজে যুক্ত।

বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_S = R_P + R_3 + R_4$

$$= 4\Omega + 4\Omega + 5\Omega = 13\Omega$$

নতুন তড়িৎ প্রবাহ I' হলে,

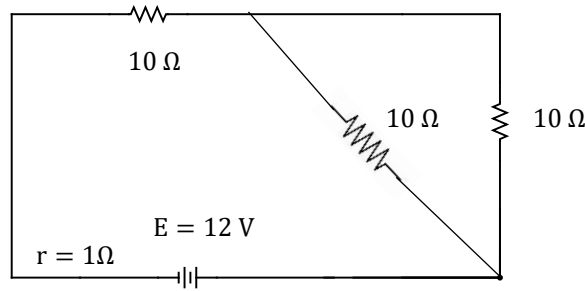
$$I' = \frac{V}{R_S} = \frac{220V}{13\Omega} = 16.92A$$

তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন, $I - I' = 19.61A - 16.92A = 2.69A$

অর্থাৎ K খোলা থাকলে তড়িৎ প্রবাহ এর মান $2.69A$ কমে যাবে।

প্রশ্ন নং: ০৯

বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বগুড়া



ক. তড়িৎ ক্ষমতা কাকে বলে?

খ. পৃথিবীর বিভব শূন্য কেন?

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর।

ঘ. বর্তনীতে প্রতিটি রোধে তড়িৎ প্রবাহের মান সমান হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

সমাধানঃ

ক) কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রে তড়িৎশক্তিকে অন্যান্য শক্তিতে রূপান্তরিত করার হারই তড়িৎ ক্ষমতা।

খ) কোনো একটি ছোট আকারের পরিবাহক ধনাত্মক আধান লাভ করলে এর বিভব বৃদ্ধি পায় এবং এর পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। কিন্তু পরিবাহকটি যদি অতি বিশাল আকারের গোলক হয় তাহলে এতে ধনাত্মক আধান বৃদ্ধির কারণে বিভবান্তর পরিলক্ষিত হয় না। আমাদের পৃথিবী এমনি একটি বিশাল আকারের পরিবাহক। পৃথিবী একটি কণাত্মক আধানের বিশাল ভাণ্ডার। তাই এ থেকে কিছু ইলেকট্রন বের করে নিলে অথবা এতে কিছু ইলেকট্রন দিলে এর বিভবের কোনো পরিবর্তন হয় না। সেজন্য পৃথিবীর বিভবকে শূন্য ধরা হয়।

(গ) এখানে, ১ম রোধ, $R_1 = 10\Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 10\Omega$

৩য় রোধ, $R_3 = 10\Omega$

এখানে, R_2 ও R_3 সমান্তরালে সংযুক্ত। এদের তুল্যরোধ R_p হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{10\Omega} = \frac{2}{10\Omega}$$

$$\text{বা, } R_p = 5\Omega$$

এখন, R_1 ও R_p শ্রেণিতে সংযুক্ত বলে বর্তনীর তুল্যরোধ,

$$\begin{aligned} R &= R_1 + R_p \\ &= 10\Omega + 5\Omega = 15\Omega \end{aligned}$$

অতএব, বর্তনীর তুল্যরোধ 15Ω

(ঘ) এখানে, বর্তনীর তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12\text{ V}$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 1\Omega$

তুল্যরোধ, $R = 15\Omega$ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

এখন বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ I হলে,

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{R + r} \\ &= \frac{12\text{V}}{15\Omega + 1\Omega} \\ &= 0.75\text{A} \end{aligned}$$

$\therefore R_1$ রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ $I_1 = I = 0.75\text{ A}$

R_2 ও R_3 এর তুল্যরোধ, $R = 5\Omega$ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

$\therefore R_2$ ও R_3 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V হলে,

$$\begin{aligned} V &= IR_p \\ &= 0.75\text{ A} \times 5\Omega = 3.75\text{ A} \end{aligned}$$

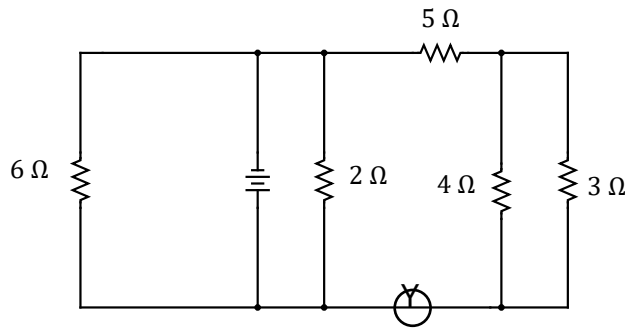
$\therefore R_2$ এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{3.75\text{V}}{10\Omega} = 0.375\text{ A}$

$\therefore R_3$ এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{3.75\text{V}}{10\Omega} = 0.375\text{ A}$

এখানে, $I_1 \neq I_2 = I_3$

অতএব, বর্তনীতে প্রতিটি রোধে তড়িৎ প্রবাহের মান সমান হবে না।

প্রশ্ন নং: ১০



Y যন্ত্রটির গায়ে $20\text{V} - 40\text{W}$ লেখা আছে।

ক. কুলম্ব কাকে বলে?

খ. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব 20 V বলতে কী বুঝ?

গ. বর্তনীটির মোট তুল্যরোধ নির্ণয় কর।

ঘ. Y যন্ত্রটি বর্তনীতে যুক্ত অবস্থায় সুরক্ষিত থাকবে কি না- গাণিতিকভাবে তা বিশ্লেষণ কর।

সমাধানঃ

ক) কোনো পরিবাহকের মধ্য দিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার (1A) প্রবাহ এক সেকেন্ড (1s) ধরে চললে এর যে কোনো প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে এক কুলম্ব (1 C) আধান বলে।

খ) তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব 20 V বলতে বুঝায়- প্রতি কুলম্ব ধনাত্মক আধানকে অসীম থেকে তড়িৎ ক্ষেত্রের ঐ বিন্দুতে আনতে 20 J কাজ সম্পন্ন হয়।

$$\text{অর্থাৎ, } 20V = \frac{20J}{1C}$$

$$\begin{aligned} \text{(গ)} \quad Y \text{ যন্ত্রটির রোধ, } R_Y &= \frac{V^2}{P} \\ &= \frac{(20V)^2}{40W} = 10\Omega \end{aligned}$$

$$3\Omega \text{ ও } 4\Omega \text{ রোধদ্বয়ের তুল্যরোধ, } R_{P1} = \frac{3\Omega \times 4\Omega}{3\Omega + 4\Omega} = \frac{12}{7}\Omega$$

$$\begin{aligned} 5\Omega, R_{P1} \text{ ও } R_Y \text{ এর তুল্যরোধ, } R_S &= 5\Omega + R_{P1} + R_Y \\ &= 5\Omega + \frac{12}{7}\Omega + 10\Omega = \frac{117}{7}\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_S \text{ ও } 2\Omega \text{ এর তুল্যরোধ, } R_{P2} &= \frac{R_S \times 2\Omega}{R_S + 2\Omega} \\ &= \frac{\frac{117}{7}\Omega \times 2\Omega}{\frac{117}{7}\Omega + 2\Omega} = \frac{234}{131}\Omega \end{aligned}$$

এখানে,

$$\text{ক্ষমতা, } P = 40W$$

$$\text{বিভব, } V = 20V$$

এখন, R_{P2} ও 6Ω রোধের তুল্যরোধ,

$$\begin{aligned} R_P &= \frac{R_{P2} \times 6\Omega}{R_{P2} + 6\Omega} = \frac{\frac{234}{131}\Omega \times 6\Omega}{\frac{234}{131}\Omega + 6\Omega} \\ R_P &= \frac{117}{85}\Omega \end{aligned}$$

অতএব, কোষের দুই প্রান্তের সাপেক্ষে বর্তনীটির মোট তুল্যরোধ $\frac{117}{85}\Omega$

ঘ) ধরি, Y যন্ত্রটির মধ্য দিয়ে সর্বোচ্চ I_{\max} তড়িৎ নিরাপদে প্রবাহিত হতে পারবে। সুতরাং

$$W = VI_{\max}$$

$$\text{বা, } I_{\max} = \frac{W}{V} = \frac{40W}{20V}$$

$$\therefore I_{\max} = 2A$$

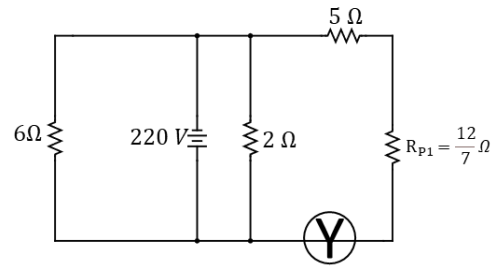
‘গ’ হতে পাই, $R_{P1} = \frac{12}{7}\Omega$ এবং Y যন্ত্রটির রোধ $R_Y = 10\Omega$

\therefore Y যন্ত্রটির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ,

$$I_Y = \frac{220V}{5\Omega + R_{P1} + R_Y}$$

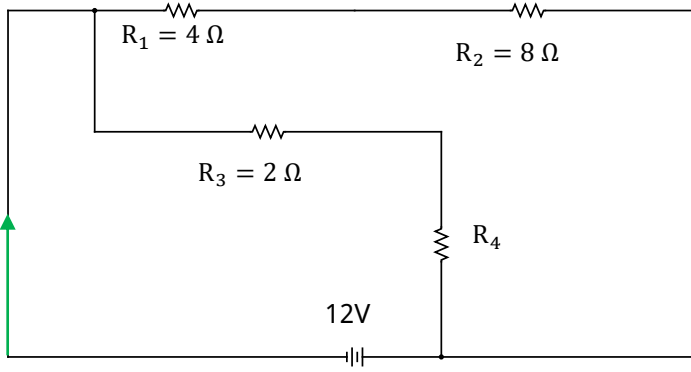
$$I_Y = \frac{220V}{5\Omega + \frac{12}{7}\Omega + 10\Omega}$$

$$\therefore I_Y = 13.16A$$



উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যাচ্ছে যে, $I_Y > I_{\max}$ অর্থাৎ উদ্দীপকে প্রদত্ত বর্তনীতে Y যন্ত্রটির মধ্য দিয়ে রেটেড কারেন্টের চেয়ে অধিক কারেন্ট প্রবাহিত হবে। অতএব, Y যন্ত্রটি বর্তনীতে যুক্ত অবস্থায় সুরক্ষিত থাকবে না- পুড়ে যাবে।

প্রশ্ন নং: ১১



ক. তড়িৎ আবেশ কাকে বলে?

খ. স্থির তড়িৎ থেকে চলতড়িৎ পাওয়ার ব্যাখ্যা চিত্রের সাহায্যে দেখাও।

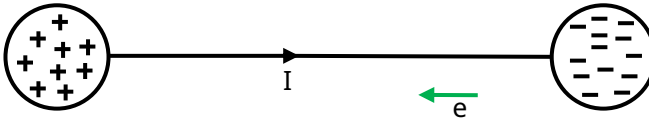
গ. R_4 এর মান কত?

ঘ. উক্ত বর্তনীর R_2 এর তড়িৎ প্রবাহ 1A হবে কি? বিশ্লেষণ কর।

সমাধানঃ

ক) একটি আহিত বস্তুর কাছে এনে স্পর্শ না করে শুধুমাত্র এর উপস্থিতিতে কোনো অনাহিত বস্তুকে আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ) কোনো বস্তুতে মোট ধনাত্মক আধান এবং মোট ঋণাত্মক আধান সমান না হলে বস্তুটি তড়িতাহিত হয়। এক্ষেত্রে আধান চলাচলের সুযোগ না থাকলে উক্ত আধান স্থির থাকে। কিন্তু ভিন্ন বিভবের বস্তুর সাথে সংযুক্ত পরিবাহীর সংস্পর্শে আসলে তা প্রবাহিত হয় এবং চল তড়িৎ সৃষ্টি করে।



(গ) প্রদত্ত বর্তনীতে R_3 ও R_4 শ্রেণীতে সংযুক্ত এবং এদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ $I' = 2A$

উদ্দীপক অনুসারে,

$$I' = \frac{E}{R_3 + R_4}$$

$$\text{বা, } R_3 + R_4 = \frac{E}{I'}$$

$$\text{বা, } R_4 = \frac{E}{I'} - R_3$$

$$\text{বা, } R_4 = \frac{12V}{2A} - 2A$$

$$\therefore R_4 = 4\Omega$$

এখানে,

রোধের তড়িৎ চালকশক্তি, $E = 12V$

$$R_3 = 2\Omega$$

অতএব, উদ্দীপক অনুসারে R_4 এর মান 4Ω ।

- (ঘ) প্রদত্ত বর্তনীতে R_1 ও R_2 রোধদ্বয় শ্রেণি সমবায়ে এবং এই সমবায়ের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কোষের তড়িচ্চালক শক্তির সমান। উক্ত শ্রেণি সমবায় তথা R_2 রোধের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12V}{4\Omega + 8\Omega}$$

$$\therefore I = 1A$$

অতএব, উদ্দীপকের বর্তনীর R_2 এর তড়িৎ প্রবাহ 1 A হবে।

$$\text{এখানে, } R_1 = 4\Omega$$

$$R_2 = 8\Omega$$

$$E = 12V$$

বহুনির্বাচনী (MCQ)

১. A ও B দুইটি বস্তুর বিভব যথাক্রমে 300v ও 400v হলে ইলেকট্রন কোন দিকে প্রবাহিত হবে ?

ক. A থেকে B খ. B থেকে A গ. উভয়ই ঘ. প্রবাহিত হবে না উত্তরঃ ক

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ তড়িৎ প্রবাহের দিক উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে।

২. দুইটি বস্তুর মধ্যে ইলেকট্রন প্রবাহ নিরবিচ্ছিন্ন রাখার জন্য কি বজায় রাখতে হবে ?

ক. অবস্থান খ. ভর গ. দূরত্ব ঘ. বিভব পার্থক্য উত্তরঃ ঘ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ ইলেকট্রন দিক নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকের প্রবাহিত হবে। আর এ প্রবাহকে নিরবিচ্ছিন্ন রাখার জন্য তাদের মধ্যে বিভব পার্থক্য বজায় রাখতে হবে। বিভব পার্থক্য শূন্য হলে তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়।

৩. নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. $w = vq$ খ. $w = \frac{v}{q}$ গ. $Q = \frac{v}{w}$ ঘ. $Q = VW$ উত্তরঃ ক

৪. বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করার জন্য কীসের প্রয়োজন ?

ক. তাপ খ. চাপ গ. তড়িৎ প্রাবল্য ঘ. তড়িৎ শক্তি উত্তরঃ ঘ

৫. কোনটির মধ্যে দিয়ে অল্প পরিমাণে তড়িৎ প্রবাহিত হয় ?

ক. পরিবাহী খ. অপরিবাহী গ. অর্ধপরিবাহী ঘ. অন্তরক উত্তরঃ গ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ যে সকল পদার্থের তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা সাধারণ তাপমাত্রায় পরিবাহী এবং অপরিবাহী পদার্থের মাঝামাঝি, সে সকল পদার্থকে অর্ধ পরিবাহী বলে। যেমনঃ জার্মেনিয়াম, সিলিকন ইত্যাদি।

৬. নিচের কোনটি পরিবাহী ?

ক. প্লাস্টিক খ. রাবার গ. অ্যালুমিনিয়াম ঘ. সিলিকন উত্তরঃ গ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ তড়িৎ সুপরিবাহী পদার্থঃ তামা, রূপা, অ্যালুমিনিয়াম।
তড়িৎ অপরিবাহী পদার্থঃ প্লাস্টিক, রাবার, কাঠ।
তড়িৎ অর্ধপরিবাহী পদার্থঃ সিলিকন, জার্মেনিয়াম।

৭. নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. $I = \frac{1C}{1S}$ খ. $1C = \frac{1S}{1A}$ গ. $I = 1CS$ ঘ. $I = 1C^{-1}S$ উত্তরঃ ক

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ $I = \frac{Q}{t} \therefore 1 = \frac{1C}{1S}$

৮. কোনো একটি পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 12V এবং তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা 5A হলে রোধ কত ?

ক. 0.41Ω

খ. 2.4Ω

গ. 60Ω

ঘ. 125Ω

উত্তরঃ খ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ $R = \frac{V}{I} \therefore \frac{12V}{5A} = 2.4\Omega$

৯. প্রবাহিত তড়িৎ, তাপমাত্রা এবং বিভব পার্থক্য সম্পর্কে সূত্র প্রদান করে কে ?

ক. নিউটন

খ. গ্যালিলিও

গ. আইনস্টাইন

ঘ. ওহম

উত্তরঃ ঘ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ যে সকল পদার্থের তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা সাধারণ তাপমাত্রায় পরিবাহী এবং অপরিবাহী পদার্থের মাঝামাঝি, সে সকল পদার্থকে অর্ধ পরিবাহী বলে। যেমনঃ জার্মেনিয়াম, সিলিকন ইত্যাদি।

১০. বিভব পার্থক্য অপরিবর্তিত রেখে রোধ দ্বিগুণ করলে তড়িৎ প্রবাহের কি পরিবর্তন হবে ?

ক. দ্বিগুণ হবে

খ. চারগুণ হবে

গ. অর্ধেক হবে

ঘ. এক-চতুর্থাংশ হবে

উত্তরঃ গ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ $V = IR$ এখনে দেখা যাচ্ছে প্রবাহিত তড়িৎ এবং রোধ পরস্পর ব্যস্তানুপাতিক। ফলে রোধ দ্বিগুণ করলে তড়িৎ প্রবাহ অর্ধেক হবে।

১১. পরিবাহিতার একক কী ?

ক. Ω

খ. Ω⁻¹

গ. ω

ঘ. ω⁻¹

উত্তরঃ খ

১২. পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বাধার সৃষ্টি করে কোনটি ?

ক. তড়িৎ বলরেখা

খ. রোধ

গ. প্রাবাল্য

ঘ. ভর

উত্তরঃ খ

১৩. Ω চিহ্নটির নাম কী ?

ক. ফাই

খ. ওহম

গ. সাই

ঘ. ডেলটা

উত্তরঃ খ

১৪. কত তাপমাত্রায় রূপার রোধকত্ব $1.6 \times 10^{-8} \Omega m$?

ক. 10°C

খ. 20°C

গ. 30°C

ঘ. 40°C

উত্তরঃ খ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ 20°C তাপমাত্রায় রূপার রোধকত্ব 1.6×10^{-8} বলতে বুঝায় 20°C তাপমাত্রায় 1m দৈর্ঘ্য ও 1m² প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট রূপার তারের রোধ হবে $1.6 \times 10^{-8} \Omega$ ।

১৫. নাইক্রোম তারের আপেক্ষিক রোধ তামার তারের আপেক্ষিক রোধের কত গুণ ?

ক. 40 গুণ

খ. 50গুণ

গ. 60গুণ

ঘ. 70 গুণ

উত্তরঃ গ

১৬. তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল দ্বিগুণ হলে রোধের কীরূপ পরিবর্তন হবে ?

ক. দ্বিগুণ হবে

খ. চারগুণ হবে

গ. অর্ধেক হবে

ঘ. এক-চতুর্থাংশ হবে

উত্তরঃ গ

১৭. একটি পরিবাহীর রোধ 20 ওহম এবং প্রবাহমাত্রা 0.5 A হলে এই দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কত হবে ?

ক. 40 volt

খ. 30 volt

গ. 20 volt

ঘ. 10 volt

উত্তরঃ ঘ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ $V = IR$, $R = 20\Omega$, $I = 0.5 A$, $V = ?$ $V = 20 \times 0.5 = 10 \text{ volt}$

১৮. V_1 , V_2 , ও V_3 বিভব পার্থক্যের তিনটি রোধের তুল্য বিভব পার্থক্য শ্রেণি সন্নিবেশের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক ?

ক. $V = V_1 \times V_2 \times V_3$

খ. $V = V_1 + V_2 + V_3$

গ. $V = V_1 - V_2 - V_3$

ঘ. $V = V_1 \times V_2 - V_3$

উত্তরঃ খ

১৯. শ্রেণি সন্নিবেশে তুল্য রোধের মান আলাদা আলাদাভাবে প্রত্যেকটি রোধের মানের—

ক. সমান

খ. ছোট

গ. বর্গমূলের সমান

ঘ. বড়

উত্তরঃ ঘ

২০. 4Ω মানের চারটি রোধ সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত করলে, এদের তুল্য রোধ কোনটি হবে ?

ক. 16Ω

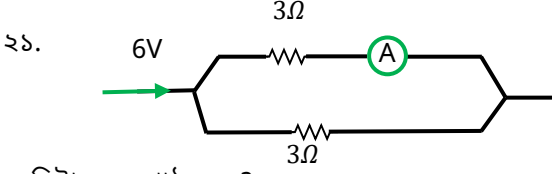
খ. $\frac{1}{4}\Omega$

গ. $\frac{1}{16}\Omega$

ঘ. 1Ω

উত্তরঃ ঘ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{4}{4}\Omega \therefore R_p = 1\Omega$



অ্যামিটার এর পাঠ কত ?

ক. $2A$

খ. $3A$

গ. $6A$

ঘ. $12A$

উত্তরঃ ক

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ $I = \frac{V}{R} = \frac{6V}{3\Omega} = 2\Omega$

২২. সমমানের দুইটি রোধ শ্রেণি সমান্তরাল সমবায়ের তুল্য রোধের মান যথাক্রমে 10Ω ও 2.5Ω হলে রোধকদ্বয়ের মান কত ?

ক. 5Ω

খ. $\frac{1}{4}\Omega$

গ. $\frac{1}{16}\Omega$

ঘ. 1Ω

উত্তরঃ ক

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ $R_1 + R_2 = 10\Omega \therefore 2R = 10\Omega \therefore R = 5\Omega$

২৩. সমান্তরাল সন্নিবেশের জন্য কোনটি সঠিক ?

ক. $R = R_1 + R_2$

খ. $V = V_1 + V_2$

গ. $IR = I_1R_1 + I_2R_2$

ঘ. $I = I_1 + I_2$

উত্তরঃ ঘ

২৪. তুল্যরোধের ক্ষেত্রে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা ও বিভব পার্থক্যের কী পরিবর্তন হয় ?

ক. বৃদ্ধি পায়

খ. হ্রাস পায়

গ. অপরিবর্তিত থাকে

ঘ. শূন্য হয়

উত্তরঃ গ

২৫. পরিবাহীর রোধকে অতিক্রম করার জন্য তড়িৎশক্তির একটি অংশ কিসে রূপান্তরিত হয় ?

ক. আলোকে

খ. তাপে

গ. শব্দে

ঘ. সবগুলোই

উত্তরঃ খ

২৬. নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. $P = VI$

খ. $I = VP$

গ. $V = PI$

ঘ. $I = \frac{V}{P}$

উত্তরঃ ক

২৭. তড়িৎ শক্তির ক্ষেত্রে কোন সূত্রটি সঠিক ?

ক. $W = V/IT$

খ. $W = I^2RT$

গ. $W = I^2/RT$

ঘ. $W = \frac{V^2R}{T}$

উত্তরঃ খ

২৮. শক্তির রূপান্তরের হারকে কি বলে ?

ক. কাজ

খ. ভোল্টেজ

গ. ক্ষমতা

ঘ. জুল

উত্তরঃ গ

২৯. নিচের কোনটির মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে ?

ক. কাঁচ

খ. কাগজ

গ. রাবার

ঘ. পানি

উত্তরঃ ঘ

৩০. নিউট্রাল তারের বিভব কত ভোল্ট ?

ক. 0

খ. $5V$

গ. $220V$

ঘ. $440V$

উত্তরঃ ক

৩১. পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য দ্বিগুণ করা হলে—

- i. রোধ দ্বিগুণ হবে। ii. তড়িৎ প্রবাহ দ্বিগুণ হবে iii. তড়িৎ প্রবাহ এক চতুর্থাংশ হবে

নিচের কোনটি সঠিক ?

- ক. i ও ii খ. i ও iii গ. ii ও iii ঘ. ii ও iii উত্তরঃ ক

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ

$V = IR$, অর্থাৎ $V \propto I$ এবং $V \propto R$ বিভব পার্থক্য অর্ধেক করা হলে প্রবাহ ও রোধ দ্বিগুণ হবে।

৩২. স্থির তড়িৎএর ক্ষেত্রে আধান—

- i. চলাচল করতে পারে।
ii. চলাচল করতে পারে নাহ
iii. স্থির থাকে

নিচের কোনটি সঠিক ?

- ক. i ও ii খ. i ও iii গ. ii ও iii ঘ. ii ও iii উত্তরঃ খ

৩৩. কোনো ধাতব পাতকে হাত ধারা স্পর্শ করলে তা—

- i. আহিত হবে ii. আধান শূন্য হবে iii. অনাহিত হবে

নিচের কোনটি সঠিক ?

- ক. i ও ii খ. i ও iii গ. ii ও iii ঘ. ii ও iii উত্তরঃ গ

তথ্য/ব্যাখ্যাঃ

$Q = it$ আধান, Q বের করার জন্য প্রবাহিত তড়িৎ, $I = 10A$ এবং সময় $t = 5s$ উপরোক্ত সূত্র বসালেই উত্তর পাওয়া যাবে।

৩৪. অন্তরক পর্দাথের ক্ষেত্রে—

- i. কাচ, রাবার
ii. অন্তরকের মধ্যে ইলেকট্রন থাকে
iii. অন্তরকের মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয় নাহ

নিচের কোনটি সঠিক ?

- ক. i ও ii খ. i ও iii গ. ii ও iii ঘ. ii ও iii উত্তরঃ ক

৩৫. রোধকের প্রকার ভেদ গুলো হলো—

- i. স্থির রোধক
ii. পরিবর্তনশীল রোধক
iii. আপেক্ষিক রোধক

নিচের কোনটি সঠিক ?

- ক. i ও ii খ. i ও iii গ. ii ও iii ঘ. ii ও iii উত্তরঃ ক

৩৬. পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে কি পরিমাণ আধান প্রবাহিত হবে ?

- ক. 5A খ. 6A গ. $\frac{1}{6}A$ ঘ. 150A উত্তরঃ খ

৩৭. পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে কত সময়ে 15A তড়িৎ প্রবাহিত হবে ?

ক. 15s

খ. 2s

গ. 5

ঘ. 15s

উত্তরঃ খ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ $Q = it \quad t = \frac{Q}{i}$

□ একটি বাস্তবের গায়ে $40W - 220V$ লেখা আছে।

৩৮. বাস্তবটির রোধ কত ?

ক. 484Ω

খ. 854Ω

গ. 1210Ω

ঘ. 1350Ω

উত্তরঃ গ

তথ্য ও ব্যাখ্যাঃ $P = \frac{V^2}{R}$ বা, $R = \frac{V^2}{P}$ বা, $R = \frac{220^2}{40} = 1210\Omega$

৩৯. বাস্তবটির মধ্যে দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহিত হয় ?

ক. 0.12A

খ. 0.18A

গ. 0.25A

ঘ. 0.31A

উত্তরঃ খ

তথ্য/ব্যাখ্যা : $P = VI \quad \therefore I = \frac{P}{V} = \frac{40W}{220V} = 0.18A$

৪০. বাস্তবটি কত ঘণ্টা জ্বালালে এক ইউনিট খরচ হবে ?

ক. 12h

খ. 15h

গ. 20h

ঘ. 25h

উত্তরঃ খ

তথ্য/ব্যাখ্যা : $W = Pt \quad \therefore 1 = \frac{40 \times t}{1000} \quad \therefore t = 25 \text{ hr}$

✓ বহুনির্বাচনী (MCQ)

- ০১। নিচের কোনটি অর্ধ-পরিবাহী? [ব.বো'.২১]
 (ক) কাচ (খ) সিলিকন (গ) নাইক্রোম (ঘ) হীরা উত্তর:খ
 ০২। নিম্নের কোনটি অন্তরক? [চ.বো'.১৭]
 (ক) মানবদেহ (খ) মাটি (গ) কাচ (ঘ) লোহা উত্তর:গ
 ০৩। পজিটিভ চার্জ কী?
 (ক) ইলেকট্রনের আধিক্য (খ) ইলেকট্রনের ঘাটতি (গ) নিউটনের আধিক্য (ঘ) নিউটনের ঘাটতি উত্তর:খ

ব্যাখ্যা: ইলেকট্রনের অভাব হচ্ছে পজিটিভ চার্জ। তাই ইলেকট্রনকে সরিয়ে অভাব আরো বাড়িয়ে দেওয়ার অর্থ হচ্ছে পজিটিভ চার্জ সরবরাহ করা।

- ০৪। A ও B দুটি বস্তুর বিভব যথাক্রমে 6V ও 12V হলে ইলেকট্রন কোন দিকে প্রবাহিত হবে?
 (ক) A→B (খ) B→A (গ) A↔B (ঘ) কোনটি নয় উত্তর:ক

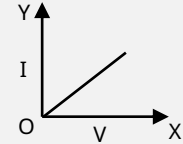
ব্যাখ্যা: ইলেকট্রন A হতে B তে যাবে।
 দুটি ভিন্ন বিভবের বস্তুকে যখন পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করা হয় তখন নিম্নতর বিভবের বস্তু থেকে উচ্চতর বিভবের বস্তুর দিকে ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়। A এর বিভব নিম্ন এবং B এর বিভব উচ্চ। তাই, ইলেকট্রন A হতে B তে যাবে।

- ০৫। তাপমাত্রা ও পরিবাহী উপাদান ধ্রুব থাকলে তড়িৎ প্রবাহ হয়। বিভব পার্থক্যের- [চ.বো']
 (ক) সমানুপাতিক (খ) ব্যস্তানুপাতিক (গ) বর্গের সমানুপাতিক (ঘ) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক উত্তর:ক

ব্যাখ্যা: তাপমাত্রা ও পরিবাহী উপাদান ধ্রুব থাকলে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, পার্থক্যের সমানুপাতিক।
 অর্থাৎ, $I \propto V$

- ০৬। X-অক্ষ বরাবর বিভব (V') ও Y-অক্ষ বরাবর তড়িৎ প্রবাহ (I) স্থাপন করলে কী ধরনের রেখা পাওয়া যাবে?
 (ক) সরল রেখা (খ) বক্ররেখা (গ) বৃত্ত (ঘ) পরাবৃত্ত উত্তর:ক

ব্যাখ্যা: ওমের সূত্র থেকে আমরা জানি, $R = \frac{V}{I}$
 অর্থাৎ, রোধের মান অপরিবর্তিত থাকলে V এর মান বৃদ্ধি পাবে।
 সেক্ষেত্রে চিত্রটি হবে- মূলবিন্দুগামী সরল রেখা।



- ০৭। একটি মোটর গাড়ির হেডলাইটের ফিলামেন্টের মধ্য দিয়ে 0.4 A তড়িৎ প্রবাহিত হয়। এর প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য 12V হলে, ফিলামেন্টের রোধ কত?
 (ক) 30Ω (খ) 40Ω (গ) 48Ω (ঘ) 4.8Ω উত্তর:ক

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $I = \frac{V}{R}$ এখানে,
 বা, $R = \frac{V}{I}$ বিভব পার্থক্য, $V = 12V$
 $= \frac{12}{0.4}$ তড়িৎ প্রবাহ, $I = 4A$
 $= 30\Omega$ রোধ = ?

- ০৮। পরিবাহীর দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে রোধের কী পরিবর্তন হবে? [দি.বো'.২১]
 (ক) $\frac{1}{4}$ গুণ (খ) $\frac{1}{2}$ গুণ (গ) 2 গুণ (ঘ) 4 গুণ উত্তর:খ

ব্যাখ্যা: রোধের দৈর্ঘ্যের সূত্র হতে আমরা জানি, $R \propto l$

বা, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2}$ বা, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{\frac{l_1}{2}}$ [$l_2 = \frac{l_1}{2}$]

$$\text{বা, } \frac{R_1}{R_2} = l_1 \times \frac{2}{l_1} \quad \text{বা, } \frac{R_1}{R_2} = 2 \quad \text{বা, } R_1 = 2R_2$$

$$\therefore R_2 = R_1 \times \frac{1}{2}$$

\therefore দৈর্ঘ্যের অর্ধেক করা হলে রোধ $\frac{1}{2}$ গুণ হবে।

০৯। দুটি একই উপাদানের তৈরি পরিবাহী তারের আপমাত্রা একটি মোটা অপরটি চিকন। এক্ষেত্রে নিচের কোন ভাষ্যটি সত্য?

- (ক) মোটা তার দিয়ে কম তড়িৎ প্রবাহিত হবে (খ) মোটা তারের রোধ কম হবে
(গ) চিকন তারের তড়িৎ প্রবাহকত্ব বেশি হবে (ঘ) উপরের কোন ভাষ্য সত্য নয়

উত্তর:খ

ব্যাখ্যা: মোটা তারের প্রস্থচ্ছেদ বেশি বিঠার রোধ কম হবে।

প্রস্থচ্ছেদ সূত্র: নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহী স্থির থাকলে পরিবাহীর রোধ তার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্ত পরিবর্তন হয়। অর্থাৎ, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পেলে রোধ হ্রাস পায় এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল হ্রাস পেলে রোধ বৃদ্ধি পাবে।

আবার সরু একটি পথ দিয়ে যতো সহজে বিদ্যুৎ পরিবাহিত হতে পারবে অর্থাৎ প্রস্থচ্ছেদ (A) যত বেশি হবে তত কম হবে।

গাণিতিকভাবে $R \propto \frac{l}{A}$

বা, $R \propto \frac{l}{\pi r^2}$ [\therefore প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2$]

১০। কোনটির আপেক্ষিক রোধের মান সবচেয়ে কম?

[সি.বো'.১৭]

- (ক) রূপা (খ) তামা (গ) টাংস্টেন (ঘ) নাইক্রোম

উত্তর:ক

ব্যাখ্যা: রূপার আপেক্ষিক রোধ অন্য তিনটি পদার্থ অপেক্ষা কম।

কিছু গুরুত্বপূর্ণ রোধকত্ব/ আপেক্ষিক রোধ:

পদার্থ	রোধকত্ব (Ωm)/ আপেক্ষিক রোধ(Ωm)
রূপা	1.59×10^{-9}
তামা	1.68×10^{-8}
টাংস্টেন	5.5×10^{-8}
নাইক্রোম	100×10^{-8}
সোনা	2.44×10^{-8}
গ্রাফাইট	2.50×10^{-6}
হীরা	1.00×10^{12}
বাতাস	1.30×10^{14}

১১। আপেক্ষিক রোধের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক?

[রা.বো'.১৬]

- (ক) তামা > টাংস্টেন < নাইক্রোম (খ) তামা > টাংস্টেন > নাইক্রোম
(গ) নাইক্রোম > টাংস্টেন > তামা (ঘ) টাংস্টেন > নাইক্রোম > তামা

উত্তর:গ

১২। নাইক্রোমের পরিবাহকত্ব কোনটি?

[সি.বো'.১৫]

(ক) $100 \times 10^8 (\Omega m)$ (খ) $100 \times 10^8 (\Omega m)$ (গ) $1 \times 10^6 (\Omega m)$ (ঘ) $10 \times 10^6 (\Omega m)$ উত্তর:গ

ব্যাখ্যা: জানা আছে,

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{1}{\rho} \\ &= \frac{1}{100 \times 10^8 (\Omega m)} \\ &= \frac{1}{10^6 (\Omega m)} \\ &= 1 \times 10^{-6} (\Omega m)\end{aligned}$$

এখানে,

নাইক্রোমের রোধকত্ব বা আপেক্ষিক রোধ,

$$\rho = 100 \times 10^8 (\Omega m)$$

পরিবাহকত্ব, $\sigma = ?$

১৩। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন পরিবাহকের রোধ R, দৈর্ঘ্য L এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A হলে পরিবাহকের আপেক্ষিক রোধ $\rho = ?$ [ডা. খান্সাগীর সরকারি বাকিলা উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]

(ক) $\rho = \frac{AL}{R}$ (খ) $\rho = \frac{R}{AL}$ (গ) $\rho = \frac{RA}{L}$ (ঘ) $\rho = \frac{RL}{A}$ উত্তর:গ

ব্যাখ্যা: রোধের সূত্র হতে পাই,

$$\begin{aligned}R &\propto \frac{L}{A} \\ \text{বা, } R &= \frac{\rho L}{A} \\ \therefore \rho &= \frac{RA}{L}\end{aligned}$$

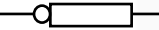



এখানে,

$\rho =$ আপেক্ষিক দৈর্ঘ্য, L = পরিবাহকের দৈর্ঘ্য

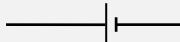








A = পরিবাহকের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

R = পরিবাহকের রোধ

১৪। কোনটি একটি ব্যাটারির প্রতীক?

(ক)  (খ)  (গ)  (ঘ)  উত্তর:গ

ব্যাখ্যা:

উপকরণ	প্রতীক
কোষ	
ব্যাটারি	
স্থির রোধ	
অ্যামিটার	
ভোল্টমিটার	
গ্যালভানোমিটার	
ভূসংযোগ ধারক	
আড়াআড়ি তার	
বাল্ব	

উপকরণ	প্রতীক
এ সি তড়িৎ উৎস	
একমুখী সুইচ	
দ্বিমুখী সুইচ	
ফিউজ	
ধারক	
কুন্ডলী	
পরিবর্তনশীল রোধ বা রিওস্টেট	
সংযুক্ত তার	

১৫। নিম্নের কোনটি এসি তড়িৎ উৎসের প্রতীক?

[দি.বো'.২১]

- (ক) (খ) (গ) (ঘ)

উত্তর:খ

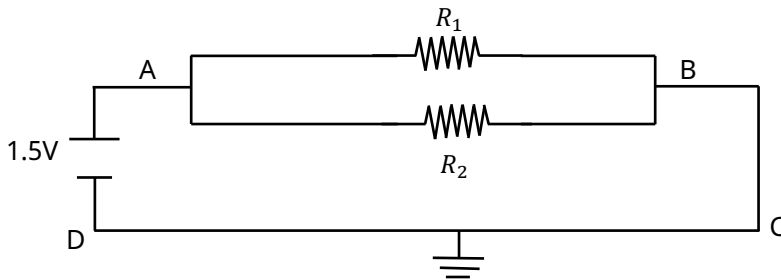
১৬। কিসের প্রতীক?

[ব.বো'.১৬]

- (ক) রোধ (খ) স্থির রোধ (গ) পরিবর্তনশীল রোধ (ঘ) ফিউজ

উত্তর:গ

১৭।



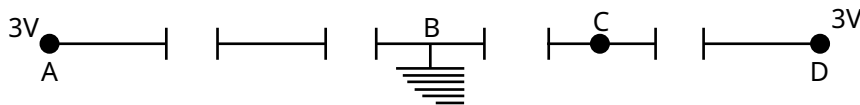
উপরের বর্তনীতে-

[ব.বো'.২১]

- (ক) AB অংশের বিভব পার্থক্য একই হবে (খ) $R_1 = R_2$ হলে ক্ষমতা ভিন্ন হবে
(গ) $R_1 \neq R_2$ হলে তড়িৎ প্রবাহ একই হবে (ঘ) C ও D বিন্দুর বিভব 1.5V

উত্তর:ক

১৮।



B বিন্দুতে বিভব কত? [দি.বো'.২১]

- (ক) -1.5V (খ) 0V (গ) 1.5V (ঘ) 3V

উত্তর:খ

ব্যাখ্যা: যেহেতু B বিন্দুটি ভূমির সাথে সংযুক্ত।
সুতরাং, B বিন্দুর বিভব 0V.

১৯। 5Ω এর দুটি রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে তুল্য রোধ যত হয় তা পেতে 100Ω এর কতটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে?

(ক) 5 (খ) 10 (গ) 20 (ঘ) 50 উত্তর:খ

ব্যাখ্যা: 5Ω এর দুটি রোধ শ্রেণিতে যুক্ত করলে তুল্য রোধ যত হয়, $R\Omega = (5 + 5) + 10\Omega$
ধরি, 100Ω এর n সংখ্যক রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য হয় 10Ω

শর্তমতে, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}$

বা, $\frac{1}{R_p} = n \times \frac{1}{R}$ [n সংখ্যক রোধ]

বা, $\frac{1}{10} = n \times \frac{1}{100}$

বা, $\frac{100}{10} = n$

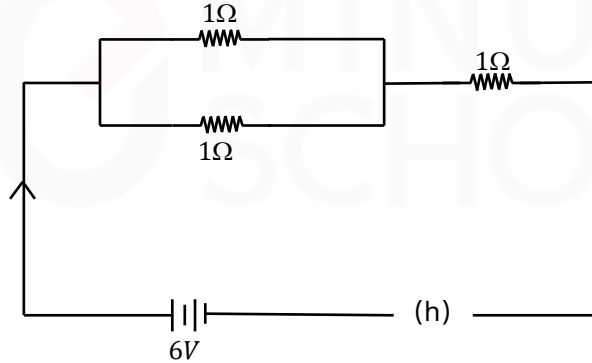
$\therefore n = 10$

$\therefore 100\Omega$ এর 10টি রোধ সমান্তরালে যুক্ত করলে তুল্য রোধ হয়।

২০। 4Ω মানের চারটি রোধ সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত করলে, এদের তুল্য রোধ কোনটি হবে?

(ক) 16Ω (খ) $\frac{1}{4}\Omega$ (গ) $\frac{1}{6}\Omega$ (ঘ) 1Ω উত্তর:ঘ

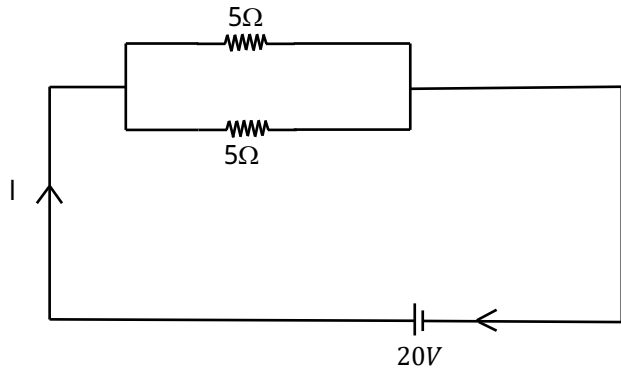
২১।



বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ কত?

(ক) 1.5A (খ) 2A (গ) 4A (ঘ) 6A [চা.বো'.১৭] উত্তর:গ

২২।



উপরের বর্তনীতে I এর মান কত?

(ক) $\frac{1}{2}A$ (খ) 2A (গ) 4A (ঘ) 8A [চা.বো'.১৯] উত্তর:ঘ

ব্যাখ্যা: বর্তনীটিতে দুটি 5Ω রোধ সমবায়ে যুক্ত। তুল্য রোধ = R_p হলে

$$\therefore \frac{1}{R_p} = \frac{1}{5} + \frac{1}{5}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1+1}{5}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2}{5}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = 2.5\Omega$$

$$\text{আমরা জানি, } I = \frac{V}{R_p}$$

$$\text{বা, } I = \frac{20}{2.5}$$

$$\therefore I = 8A$$

এখানে,

$$\text{বিভব পার্থক্য, } V = 20V$$

$$\text{তুল্য রোধ, } R_p = 2.5\Omega$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = ?$$

২৩। একটি তড়িচ্চালক শক্তি $10V$ এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 1Ω । 2Ω এবং 4Ω মানের রোধ দুটি শ্রেণি এবং সমান্তরালে পৃথকভাবে বর্তনীর সাথে যুক্ত করলে তড়িৎ প্রবাহের পার্থক্য কত হবে? [চ.বো'.১৯]

$$(ক) \frac{40}{7}A$$

$$(খ) \frac{30}{7}A$$

$$(গ) \frac{20}{7}A$$

$$(ঘ) \frac{10}{7}A$$

উত্তর:গ

ব্যাখ্যা: শ্রেণি সমবায়ে: তুল্যরোধ $R_s = 2 + 4 = 6\Omega$

$$I_s = \frac{E}{R_s + r}$$

$$\text{বা, } I_s = \frac{10}{6+1}$$

$$\therefore I_s = \frac{10}{7}$$

এখানে,

$$\text{তড়িচ্চালক শক্তি, } E = 10V, \text{ তুল্যরোধ, } R_s = 6\Omega$$

$$\text{অভ্যন্তরীণ রোধ, } r = 1\Omega$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I_s = ?$$

সমান্তরাল সমবায়ে: তুল্যরোধ, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2+1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\therefore R_p = \frac{4}{3}$$

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

এখানে,

$$\text{তড়িচ্চালক শক্তি, } E = 10V,$$

$$\text{তুল্যরোধ, } R_p = \frac{4}{3}$$

$$\text{অভ্যন্তরীণ রোধ, } r = 1\Omega,$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I_p =$$

$$\text{বা, } I_p = \frac{E}{R_p + r}$$

$$\text{বা, } I_p = \frac{10}{\frac{4}{3} + 1}$$

$$\text{বা, } I_p = \frac{10}{\frac{7}{3}}$$

$$\therefore I_p = \frac{30}{7}$$

$$\therefore \text{তড়িৎ প্রবাহের পার্থক্য} = I_p - I_s$$

$$= \frac{30}{7} - \frac{10}{7}$$

$$= \frac{30-10}{7}$$

$$= \frac{20}{7}A$$

২৪। তড়িৎ শক্তি ব্যয়ের হিসাবে কোন সম্পর্কটি সঠিক?

[কু.বো'.১৭]

(ক) $W = I^2 R t$

(খ) $W = I R t$

(গ) $W = \frac{V I}{R}$

(ঘ) $W = \frac{V I}{R^2}$

উত্তর:ক

ব্যাখ্যা: তড়িৎ শক্তি ব্যয়ের সূত্রগুলো নিম্নরূপ:

$$W = I^2 R t$$

$$W = V I t$$

এবং, $W = \frac{V^2}{R} t$

যেখানে,

W = কৃতকাজে ব্যয়িত শক্তি

R = রোধ

I = তড়িৎ প্রবাহ

t = সময়

V = বিভব পার্থক্য

অতএব, তড়িৎশক্তি ব্যয়ের বিভব পার্থক্য $W = I^2 R t$ সম্পর্কটি সঠিক।

২৫। ভোল্টমিটারের সাহায্যে একটি ড্রাইসেলের দুইপ্রান্তের বিভব পার্থক্য পাওয়া গেল 12V কোষটি দিয়ে বাস জ্বালানো হলে 10C আধান প্রবাহিত হলো। কৃত কাজের পরিমাণ কত?

[কু.বো'.১৯]

(ক) 12J

(খ) 2J

(গ) 22J

(ঘ) 120J

উত্তর:ঘ

ব্যাখ্যা: $W = V Q$

$$= 12 \times 10$$

$$= 120J$$

এখানে,

বিভব পার্থক্য, $V = 12V$, প্রবাহিত আধান, $Q = 10C$

কৃত কাজ, $W = ?$

২৬। একটি বাসে 60W - 22-V লেখা আছে। বাসটির রোধ কত ওহম?

[কু.বো'.১৭]

(ক) 16.36

(খ) 160

(গ) 280

(ঘ) 806.67

উত্তর:ঘ

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$$\text{ক্ষমতা, } P = \frac{V^2}{R}$$

বা, $R = \frac{V^2}{P}$

$$= \frac{220^2}{60} = 806.67$$

$$\therefore R = 806.67$$

এখানে,

ক্ষমতা, $P = 60W$

বিভব, $V = 220V$

২৭। বাড়িতে অফিস, আদালতে বিদ্যুৎ ব্যবহারের ক্ষেত্রে নিচের কোন ইউনিট ব্যবহার করা হয়?

(ক) kWh

(খ) BIT Unit

(গ) Wh

(ঘ) W

উত্তর:ক

ব্যাখ্যা: বাড়িতে অফিস, আদালতে বিদ্যুৎ ব্যবহারের ক্ষেত্রে kWh একক ব্যবহার করা হয়।

বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যয়ের প্রচলিত একক হচ্ছে কিলোওয়াট-ঘণ্টা (kW0-h)। এই একককে বোর্ড অব ট্রেড (BOT) ইউনিট বা সংক্ষেপে ইউনিট বলে।

২৮। কোনটি নিম্নে ভোল্টেজকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তরিত করে?

(ক) স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মার

(খ) স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার

(গ) এ.সি জেনারেটর

(ঘ) তড়িৎ মোটর

উত্তর:খ

ব্যাখ্যা: স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার নিম্ন ভোল্টেজকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তরিত করে। নির্দিষ্ট বিদ্যুৎ শক্তির জন্য যদি উচ্চ ভোল্টেজ বিদ্যুৎ সরবরাহ করে তাহলে রোধজনিত তাপশক্তি হিসেবে লস কমে যায়। সেজন্য লস কেন্দ্রে যে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন করা হয় সেটিকে স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার দিয়ে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তরিত করা হয়। গ্রাহকদের ব্যবহারের বিদ্যুৎ শক্তিকে বিতরণ করার আগে স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মার রূপান্তরিত করে সেটিকে আবার ব্যবহারযোগ্য ভোল্টেজে নামিয়ে আনা হয়।

২৯। যদি লাইন ভোল্টেজকে বৃদ্ধি করা হয়, তবে রোধজনিত লসের পরিমাণ কত হয়?

(ক) দশ ভাগের এক ভাগ

(খ) দশগুণ

(গ) একশত ভাগের এক ভাগ

(ঘ) একশত ভাগ

উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: যদি সঞ্চালন লাইন ভোল্টেজকে দশগুণ বৃদ্ধি করা হয়, তখন তড়িৎ প্রবাহের মান এ দশমাংশ হয়। যার ফলে বিদ্যুৎ গ্রিডের I^2R লসের পরিমাণ একশত ভাগের এক ভাগ হয়। অর্থাৎ সঞ্চালন লাইনের ভোল্টেজকে বৃদ্ধি করে সিস্টেম লস কমানো যেতে পারে।

৩০। শুকনো অবস্থায় মানুষের চামড়ার রোধ কত?

[চ.বো'.২১]

(ক) $3k\Omega - 20k\Omega$

(খ) $3k\Omega - 30k\Omega$

(গ) $3k\Omega - 40k\Omega$

(ঘ) $3k\Omega - 50k\Omega$

উত্তর: ঘ

৩১। সরাসরি হৃদপিণ্ডের ভিতর দিয়ে কত মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে মানুষ মারা যেতে পারে?

[কু.বো'.২১]

(ক) 5 mA

(খ) 8 mA

(গ) 10 mA

(ঘ) 20 mA

উত্তর: গ

৩২। যে কোন বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম বা উপকরণের বৈদ্যুতিক বর্তনী সম্পূর্ণ করার জন্য কমপক্ষে কয়টি তারের দরকার?

(ক) ২

(খ) ৩

(গ) ৪

(ঘ) ৫

উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: সকল বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম বা উপকরণের বৈদ্যুতিক বর্তনী সম্পূর্ণ করার জন্য কমপক্ষে দুটি তারের দরকার। এগুলো হলো জীবন্ত (L) ও নিরপেক্ষ (N) তার। জীবন্ত তার বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করে। অপরদিকে নিরপেক্ষ তারের মাধ্যমে তড়িৎপ্রবাহ উৎসে ফিরে আসে এবং বর্তনী সম্পূর্ণ করে। নিরপেক্ষ তারের বিভব শূন্য।

৩৩। মুক্ত ইলেকট্রন থাকে-

[চ.বো'.১৯]

i. লোহা, সিলভার, প্লাটিনাম

ii. কাগজ, সিরামিক, তৈল

iii. তামা, টাংস্টেন, নাইক্রম

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: মুক্ত ইলেকট্রন থাকে সাধারণত ধাতব পরিবাহীতে। লোহা, সিলভার, প্লাটিনাম, তামা, টাংস্টেন, নাইক্রম এগুলো ধাতু। কিন্তু কাগজ, সিরামিক, তৈল ধাতু নয়।

৩৪। বর্তনীর সমবায়ে-

[কু.বো'.১৯]

i. শ্রেণি সংযোগে বর্তনীর সকল বিদ্যুতে তড়িৎ প্রবাহের মান সমান

ii. শ্রেণি সংযোগে বর্তনীর বিভিন্ন বিদ্যুতে তড়িৎ প্রবাহের মান ভিন্ন

iii. সমান্তরাল সংযোগে শাখা প্রবাহের সমষ্টি বর্তনীর মূল প্রবাহের সমান

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

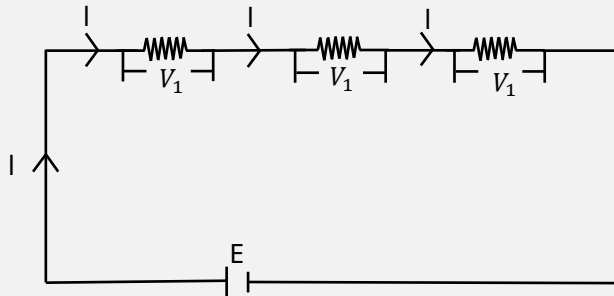
(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

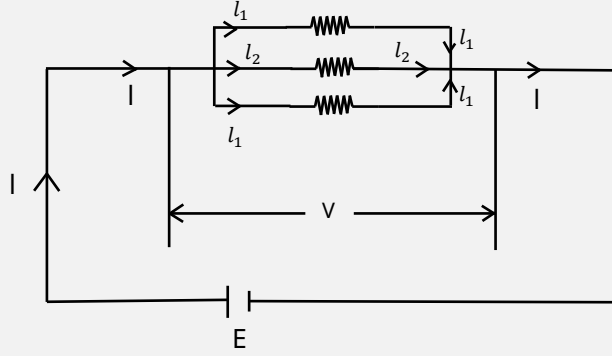
(ঘ) i, ii ও iii

উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: শ্রেণি সংযোগে বর্তনীর সকল বিদ্যুতে তড়িৎ প্রবাহের মান সমান



ব্যাখ্যা: সমান্তরাল সংযোগে শাখা প্রবাহের সমষ্টি বর্তনীর মূল প্রবাহের সমান



যেমন: $I_1 + I_2 + I_3 = I$

এখানে, I হল মূল প্রবাহ। I_1, I_2, I_3 হল শাখা প্রবাহ।

৩৫। পরিবাহী পদার্থের-

- মধ্য দিয়ে হুব সহজেই তড়িৎ প্রবাহ চলতে পারে
- মধ্য দিয়ে ইলেক্ট্রন মুক্তভাবে চলাচল করতে পারে
- উদাহরণ হলো: তামা, রূপা, অ্যালুমিনিয়াম

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: পরিবাহী: পরিবাহী পদার্থের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন মুক্ত অবস্থায় থাকে এবং সেগুলো এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় যেতে পারে। পরিবাহী পদার্থ দিয়ে চার্জকে স্থানান্তর করা যায়। অর্থাৎ পরিবাহী পদার্থের মধ্য দিয়ে খুব সহজেই তড়িৎ প্রবাহিত হয়। মূলত ধাতু গুলো বিদ্যুৎ পরিবাহী

অপরিবাহী: যে পদার্থের ভেতর তড়িৎ বা বিদ্যুৎ পরিবহনের জন্য কোনো মুক্ত ইলেকট্রন নেই তাদেরকে বিদ্যুৎ অপরিবাহী বা অন্তরক বলে। মূলত অধাতুগুলো বিদ্যুৎ অপরিবাহী।

অর্ধপরিবাহী: যেসব পদার্থের বিদ্যুৎ পরিবহন ক্ষমতা সাধারণ তাপমাত্রায় পরিবাহী এবং অপরিবাহী পদার্থের মাঝমাঝি, তবে তাপমাত্রা বাড়ালে ক্ষমতা বেড়ে যায় তাঁকে অর্ধপরিবাহী বা সেমিকন্ডাক্টর বলে।

পরিবাহী	অপরিবাহী	অর্ধপরিবাহী
ধাতব পদার্থসমূহ যেমন- তামা, রূপা, অ্যালুমিনিয়াম, সোনা, সিজিয়াম।	প্লাস্টিক ও প্লাস্টিক জাতীয় পদার্থ, রাবার, কাঠ, কাঁচ, মূলত অধাতু।	জার্মেনিয়াম, সিলিকন

৩৬। রোধ নির্ভর করে-

[চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক কলেজ, চট্টগ্রাম]

- দৈর্ঘ্যের উপর
- প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের উপর
- পরিবাহীর তাপমাত্রার উপর

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: রোধের নির্ভরশীলতা: কোন পরিবাহীর রোধ নিম্নের চারটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে:

১। পরিবাহীর দৈর্ঘ্য,

২। পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

- ৩। পরিবাহীর উপাদান এবং
৪। পরিবাহীর তাপমাত্রা।

৩৭। 15m দীর্ঘ এবং $2.07 \times 10^{-7} m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের একটি তারের রোধ 75Ω হলে তারটির- [কু.বো'.১৯]

- উপাদানের আপেক্ষিক রোধ $1.035 \times 10^{-6} \Omega - m$
- উপাদানের পরিবাহকত্ব $9.66 \times 10^5 (\Omega - m)^{-1}$
- রোধ দ্বিগুণ হবে যদি এটি টেনে দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: $\rho = R \frac{A}{L}$

এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $L = 15m$, রোধ, $R = 75 \Omega$

বা, $\rho = 75 \times \frac{2.07 \times 10^{-7}}{15}$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 2.07 \times 10^{-7} m^2$ আপেক্ষিক রোধ, $\rho = ?$

আবার, $\sigma = \frac{1}{\rho}$

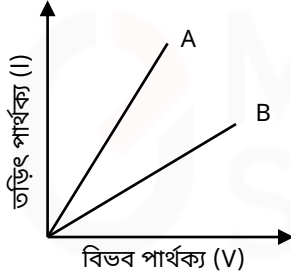
এখানে, উপাদানের আপেক্ষিক রোধ, $\rho = 1.035 \times 10^{-6} \Omega - m$

বা, $\sigma = \frac{1}{1.035 \times 10^{-6}} (\Omega m)^{-1}$

উপাদানের পরিবাহকত্ব, $\sigma = ?$

$\therefore \sigma = 9.66 \times 10^5 (\Omega m)^{-1}$

৩৮।



উপরিষ্ঠ A ও B পরিবাহকদ্বয়ের ক্ষেত্রে-

[দি.বো'.১৬]

- A, B এর চেয়ে ভালো পরিবাহক
- B, A এর চেয়ে ভালো পরিবাহক
- B এর রোধ A-এর রোধের চেয়ে বেশি

নিচের কোনটি সঠিক?

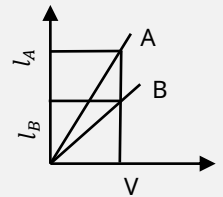
- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: চিত্র হতে দেখা যাচ্ছে একই পরিমাণ বিভব V এর জন্য A পরিবাহকের ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যাচ্ছে I_A ও B পরিবাহকের ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহ I_B ।

চিত্র হতে স্পষ্টতই বোঝা যাচ্ছে $I_B > I_A$ ।

অর্থাৎ সমান বিভব পার্থকে A এর তড়িৎ প্রবাহ B এর তুলনায় অধিক হয়।

অর্থাৎ A, B এর চেয়ে ভালো পরিবাহক।



৩৯। তড়িৎ ক্ষমতা ধ্রুব হলে-

[ঢা.বো'.১৯]

- তড়িৎ প্রবাহ ও বিভব পার্থকের গুণফল ধ্রুবক
- রোধ, তড়িৎ প্রবাহের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
- রোধ বিভব পার্থকের ব্যস্তানুপাতিক

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: $P = VI$

[P = ক্ষমতা যা ধ্রুবক। ফলে তড়িৎ প্রবাহ (I) এবং বিভব পার্থক্য (V) এর গুণফল ধ্রুবক]

$$P = I^2 R$$

[P ধ্রুবক হলে রোধ তড়িৎ প্রবাহের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক]

বা, $R = \frac{P}{I^2}$

বা, $R \propto \frac{1}{I^2}$

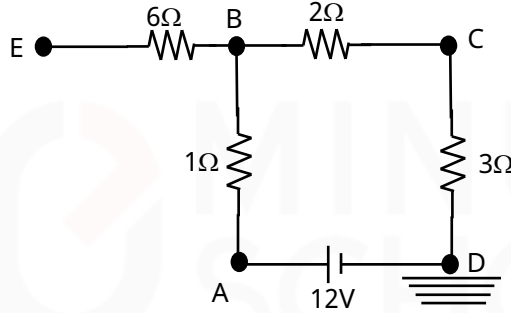
$$P = \frac{V^2}{R}$$

[P ধ্রুবক হলে রোধ বিভব পার্থক্যের বর্গের সমানুপাতিক]

বা, $R \propto \frac{V^2}{P}$

বা, $R \propto V^2$

৪০।



বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ কত?

(ক) 1A

(খ) 2A

(গ) 3A

(ঘ) 4A

[রা.বো'.২১]

উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: বর্তনীর BE অংশে কোন তড়িৎ প্রবাহ নেই। বর্তনীতে 1Ω , 2Ω ও 3Ω মানের তিনটি রোধ রয়েছে।

$$\therefore \text{তুল্য রোধ, } R = (1 + 2 + 3) \\ = 6\Omega$$

$$\therefore \text{তুল্য রোধ, } I = \frac{V}{R} \\ = \frac{12}{6} \\ = 2A$$

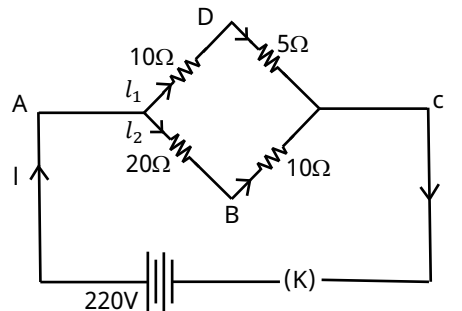
এখানে,

বিভব পার্থক্য, $V = 12V$

তুল্য রোধ, $R = 6\Omega$

\therefore বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ = 2A

৪১।



উদ্দীপকের বর্তনীর তুল্য রোধ কত?

[ম.বো'.২১]

(ক) 45Ω

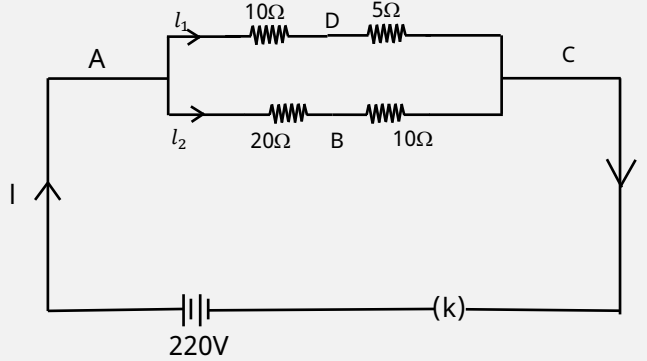
(খ) 30Ω

(গ) 15Ω

(ঘ) 10Ω

উত্তর:ঘ

ব্যাখ্যা: উদ্দীপকের বর্তনীকে নিম্নরূপ কল্পনা করা যায়:



বর্তনীতে AD ও DC এর মধ্যকার 10Ω ও 5Ω শ্রেণিতে, AB ও BC এর মধ্যকার 20Ω ও 10Ω শ্রেণিতে এবং শ্রেণি সমবায় দুটি পরস্পর সমান্তরালে সংযুক্ত রয়েছে।

$$\text{ADC অংশে তুল্য রোধ, } R_{S1} = (10 + 5)\Omega \\ = 15\Omega$$

$$\text{ABC অংশে তুল্য রোধ, } R_{S2} = (20 + 10)\Omega \\ = 30\Omega$$

$$\therefore \text{সমগ্র বর্তনীর তুল্য রোধ, } \frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_{S1}} + \frac{1}{R_{S2}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_P} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_P} = \frac{2+1}{30}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_P} = \frac{3}{30}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_P} = \frac{1}{10}$$

উদ্দীপকের বর্তনীর তুল্য রোধ 10Ω

৪২। বর্তনীটি দৈনিক 12 ঘণ্টা করে চলতে থাকলে এক মাসে কত ইউনিট বিদ্যুৎ ব্যয় হবে?

[ম.বো'.২০]

(ক) 14.58 ইউনিট

(খ) 6.642 ইউনিট

(গ) 5.346 ইউনিট

(ঘ) 3.645 ইউনিট

উত্তর:গ

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

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

এখানে,

$$\text{বা, } V = IR$$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 1.5A$

$$\text{বা, } V = 1.5 \times 6.6$$

তুল্যরোধ, $R = 6.6\Omega$

$$\therefore V = 9.9V$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$\text{বা, } P = \frac{(9.9)^2}{6.6}$$

$$\therefore P = 14.85W$$

দৈনিক 12 ঘণ্টা করে এক মাস বা 30 দিন চললে ব্যয়িত শক্তি, $W = Pt$

বা, $W = 14.85 \times 30 \times 12 \text{ Wh}$

বা, $W = 5346 \text{ Wh}$

$\therefore W = 5.346 \text{ KWh}$ বা unit [1 KWh = 1000wh]

8৩। ফিলামেন্টের রোধ অর্ধেক করা হলে তড়িৎ কেমন হবে?

[সি.বো'.১৫]

(ক) $\frac{1}{4}$ গুণ

(খ) $\frac{1}{2}$ গুণ

(গ) 2 গুণ

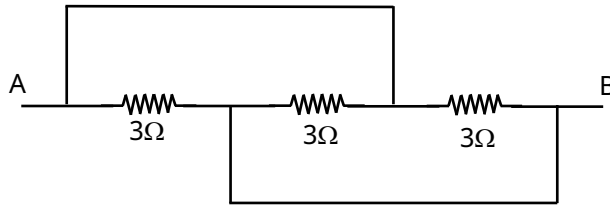
(ঘ) 4 গুণ

উত্তর:গ

ব্যাখ্যা: তড়িৎ প্রবাহ রোধ এর ব্যস্তানিপাতিক।

অর্থাৎ $l \propto \frac{l}{R}$ । তাই রোধ অর্ধেক কলে তড়িৎ প্রবাহ দ্বিগুণ হবে।

88।



বর্তমানের তুল্যরোধ কত?

(ক) 1Ω

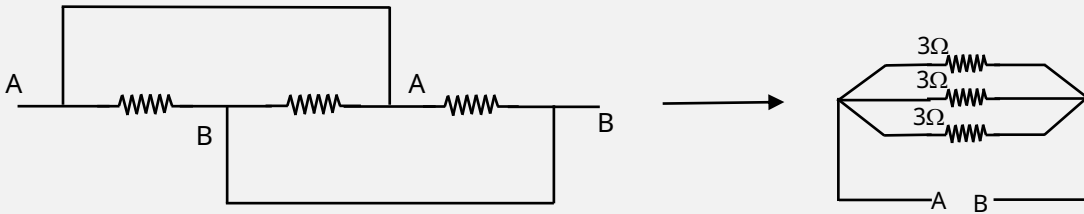
(খ) 3Ω

(গ) 9Ω

(ঘ) 3Ω

উত্তর:ক

ব্যাখ্যা: Point theory প্রয়োগ করে।



তিনটি রোধ সমান্তরালে যুক্ত।

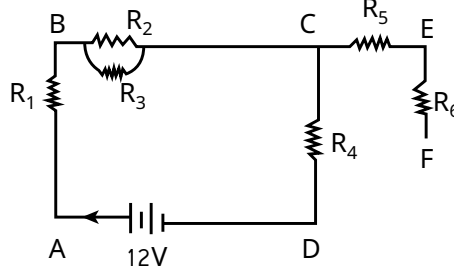
$$\frac{l}{R_p} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}$$

$$\therefore R_p = 1\Omega$$

সৃজনশীল (CQ)

প্রশ্ন ১। যশোর বোর্ড-২০২১

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রে $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = R_3 = 8\Omega$, $R_4 = 2\Omega$, $R_5 = 3\Omega$, $R_6 = 1\Omega$

(ক) এক ওহম কাকে বলে?

(খ) আপেক্ষিক রোধ ও পরিবাহকত্ব পরস্পরের বিপরীত কেন?

(গ) R_1 রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণ নির্ণয় করো।

(ঘ) বর্তনীর BC ও CE অংশের বিভব পার্থক্য একই হবে কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

সমাধান:

(ক) এক ওহমঃ কোনো পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 1V হলে যদি এর ভিতর দিয়ে 1A তড়িৎ প্রবাহিত হয়, তাহলে উক্ত পরিবাহীর রোধকে এক ওহম রোধ বলে।

(খ) একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের পরিবাহীর রোধ হলো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ। অপরদিকে যে পদার্থ যত বেশি বিদ্যুৎ পরিবাহী তার পরিবাহকত্ব তত বেশি, যেটা আপেক্ষিক রোধ ρ এর ঠিক বিপরীত। অর্থাৎ, $\sigma = \frac{1}{\rho}$

(গ) CEF অংশে তড়িৎপ্রবাহ হবে না। কারণ বর্তনীর এ অংশ খোলা।

R_2 ও R_3 সমান্তরাল সমবায়ে এবং এদের সাথে R_1 ও R_4 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত।

সমান্তরালে সমবায় অংশে রোধ:

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{8\Omega} + \frac{1}{8\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1+1}{8\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2}{8\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{4\Omega}$$

$$\therefore R_p = 4\Omega$$

এখানে,

$$\text{রোধ, } R_2 = 8\Omega$$

$$\text{রোধ, } R_3 = 8\Omega$$

$$\text{তুল্য রোধ, } R_p = ?$$

শ্রেণি সমবায় অংশ রোধ:

এখন, তুল্য রোধ,

$$\begin{aligned} R_S &= R_1 + R_p + R_4 \\ &= 4\Omega + 4\Omega + 2\Omega \\ &= 10\Omega \end{aligned}$$

এখানে,

$$\text{রোধ, } R_1 = 4\Omega$$

$$\text{রোধ, } R_p = 4\Omega$$

$$\text{রোধ, } R_4 = 2\Omega$$

R_1 রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ।

$$\begin{aligned}\therefore I_1 &= \frac{V}{R_S} \\ &= \frac{12}{10} \text{ A} \\ &= 1.2 \text{ A}\end{aligned}$$

এখানে,
তড়িৎ চালক শক্তি, $V = 12 \text{ V}$
তুল্য রোধ, $R_S = 10 \Omega$
তড়িৎ প্রবাহ, $I_1 = ?$

অতএব, R_1 রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ 1.2 A ।

(ঘ) BC ও CE অংশের বিভব পার্থক্য এক হবে না। কারণ BC অংশে তড়িৎ প্রবাহিত হয় বিধায় বিভব পার্থক্য অশূন্য কিন্তু CE অংশে তড়িৎ প্রবাহ হয় না বিধায় CE অংশে বিভব পার্থক্য শূন্য।

BC অংশে বিভব পার্থক্য:

$$\begin{aligned}V &= IR \\ \therefore V_1 &= IR_p \\ &= 1.2 \times 4 \text{ V} \\ &= 4.8 \text{ V}\end{aligned}$$

CE অংশে বিভব পার্থক্য:

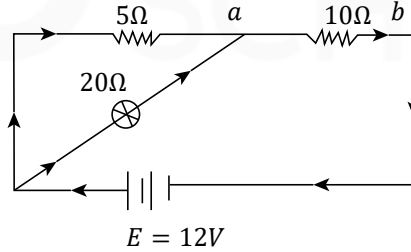
$$\begin{aligned}V_2 &= IR_5 \\ &= 0 \times 3 \text{ V} \\ &= 0 \text{ V}\end{aligned}$$

এখানে,
 R_2 ও R_3 এর তুল্য বোধ,
 $R_p = 4 \Omega$ ['গ' হতে]
তড়িৎ প্রবাহ, $I = I_1 = 1.2 \text{ A}$
বিভব পার্থক্য, $V_1 = ?$

এখানে,
তড়িৎ প্রবাহ, $I = 0 \text{ A}$
বোধ, $R_5 = 3 \Omega$
বিভব পার্থক্য, $V_2 = ?$

অতএব, বর্তনীর BC ও CE অংশের বিভব পার্থক্য একই হবে না- ১ম অংশে 4.8 V ও ২য় অংশে 0 V হবে।

প্রশ্ন ২। রাজশাহী বোর্ড-২০২০



(ক) তুল্য রোধ কাকে বলে?

(খ) তামার আপেক্ষিক রোধ 1.68×10^{-8} বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর।

(গ) বৈদ্যুতিক বাতির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর।

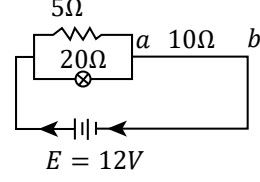
(ঘ) যদি বৈদ্যুতিক বাতির ২য় প্রাপ্ত 'a' বিন্দুর পরিবর্তে 'b' বিন্দুর সাথে যুক্ত করা হয়, তাহলে কি বাতির উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি পাবে? তোমার মতামতের সপক্ষে গাণিতিক যথার্থতা যাচাই কর।

সমাধান:

(ক) **তুল্য রোধঃ** রোধের কোনো সন্নিবেশের পরিবর্তে যে একটি মাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা ও বিভব পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না, তাকে ঐ সন্নিবেশের তুল্য রোধ বলে।

(খ) তামার আপেক্ষিক রোধ 1.68×10^{-8} বলতে বোঝায় নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1 m দৈর্ঘ্য ও 1 m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তামার তারের রোধ হবে $1.68 \times 10^{-8} \Omega$ ।

(গ) উদ্দীপকের বর্তনীতে 5Ω ও 20Ω সমান্তরাল সমবায়ে এবং 10Ω এর সাথে শ্রেণী সমবায়ে সংযুক্ত।



∴ 5Ω ও 20Ω এর তুল্য রোধ,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{5\Omega} + \frac{1}{20\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{4+1}{20\Omega}$$

$$\text{বা, } R_p = \frac{20\Omega}{5} = 4\Omega$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বর্তনীর তুল্য রোধ, } R_s &= R_p + 10\Omega \\ &= (4 + 10)\Omega \\ &= 14\Omega \end{aligned}$$

$$\therefore \text{বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s} = \frac{12V}{14\Omega} = 0.86A$$

এখানে,

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12V$

বৈদ্যুতিক বাতির রোধ, $R_b = 20\Omega$

মোট বিদ্যুৎ প্রবাহ, $I = ?$

বিদ্যুতিক বাতির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_b = ?$

বৈদ্যুতিক বাতির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ:

5Ω ও 20Ω রোধের তুল্য রোধ, $R_p = 4\Omega$

$$\therefore V_1 = 0.86A \times 4\Omega = 3.44V$$

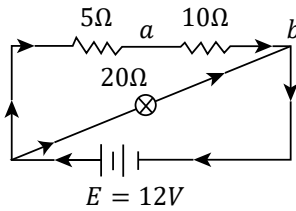
$$\begin{aligned} \text{সুতরাং বৈদ্যুতিক বাতি } 20\Omega \text{ এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, } I_b &= \frac{3.44V}{20\Omega} \\ &= 0.172A \end{aligned}$$

(ঘ) 'গ' হতে পাই, বাতির মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ, $I_b = 0.172A$

বাতির রোধ, $R_b = 20\Omega$

$$\begin{aligned} \text{উদ্দীপকের বর্তনীতে বাত্বের ক্ষমতা, } P_1 &= I_b^2 R_b \\ &= (0.172A)^2 \times 20\Omega \\ &= 0.59W \end{aligned}$$

এখন, উদ্দীপকের বর্তনীতে বৈদ্যুতিক বাতির ২য় প্রান্ত 'a' এর পরিবর্তে 'b' প্রান্তে যুক্ত করা হল।



নতুন বর্তনীর তুল্য রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য E এর সমান অর্থাৎ 12 V.

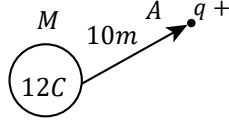
$$\begin{aligned} \therefore \text{বৈদ্যুতিক বাতির ভেতর দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ, } I'_b &= \frac{12V}{20\Omega} \\ &= 0.6A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বৈদ্যুতিক বাতির ক্ষমতা, } P_2 &= I_b'^2 \times R_b \\ &= (0.6A)^2 \times 20\Omega \\ &= 7.2W \end{aligned}$$

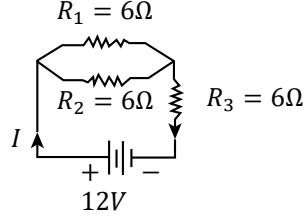
এখানে, $0.59W < 7.2W$

সুতরাং, যদি বৈদ্যুতিক বাতির ২য় প্রান্ত 'a' এর পরিবর্তে 'b' বিন্দুর সাথে যুক্ত করা হয়, তাহলে বাতির উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ৩। চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২০



চিত্র: ১



চিত্র: ২

(ক) তড়িৎ ক্ষমতা কাকে বলে?

(খ) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পরিবাহী পদার্থের পরিবাহকত্ব কমে যায় কেন?

(গ) ১নং চিত্রে M বস্তুর জন্য A বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর।

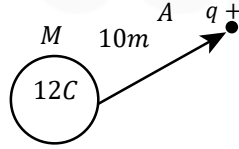
(ঘ) ২নং চিত্রের প্রত্যেকটি রোধের মধ্য দিয়ে সমপরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে কি? তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও।

সমাধান:

(ক) তড়িৎ ক্ষমতা: কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রের একক সময়ে কাজ সম্পাদনের হারকে তড়িৎ ক্ষমতা বলে।

(খ) যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে খুব সহজেই তড়িৎ প্রবাহ চলতে পারে তাদেরকে পরিবাহী বলে। এ সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন মুক্তভাবে চলাচল করতে পারে। এখন তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পদার্থের অণু-পরমাণু ও ইলেকট্রনগুলোর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। এছাড়া অধিক সংখ্যক ইলেকট্রন অনিয়মিতভাবে ছোট্টাছুটি করতে থাকে। ফলে ইলেকট্রন পরিবহনে বাধা সৃষ্টি হয়। তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ পরিবাহকত্ব কমে যায়।

(গ) ১নং চিত্রে M বস্তুর জন্য A বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান নির্ণয় কর।



আমরা জানি,

তড়িৎ ক্ষেত্র,

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{12\text{C}}{(10\text{m})^2}$$

$$= 1.08 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}$$

এখানে,

m বস্তুর আধান, $q = 12\text{C}$

দূরত্ব, $r = 10\text{m}$

কুলম্বের ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

তড়িৎক্ষেত্র, $E = ?$

সুতরাং, M বস্তুর জন্য A বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের মান, $1.08 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}$.

(ঘ) আমরা জানি,

$$\text{বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s}$$

$$\text{বর্তনীর তুল্য রোধ, } R_s = R_p + R_3$$

$$\text{সমান্তরাল সমবায়ের তুল্য রোধ, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{6\Omega}$$

এখানে,

$$R_1 = 6\Omega$$

$$R_2 = 6\Omega$$

$$R_3 = 6\Omega$$

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

$$\text{তুল্য রোধ, } R_s = ?$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2}{6\Omega}$$

$$\text{বা, } R_p = 3\Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর তুল্য রোধ, } R_s = R_p + R_3 = 3\Omega + 6\Omega = 9\Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s} = \frac{12V}{9\Omega} = 1.33A$$

সুতরাং, R_3 এর ভেতর দিয়ে 1.33A তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

আবার, সমান্তরাল যুক্ত R_1 ও R_2 এর তুল্য রোধ, $R_p = 3\Omega$

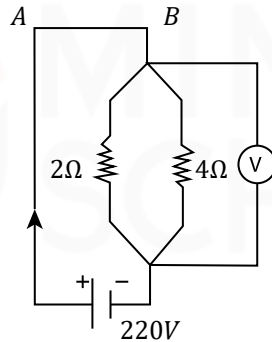
$$\begin{aligned} R_1 \text{ ও } R_2 \text{ রোধদ্বয়ের সংযোগ প্রান্তের বিভব পার্থক্য, } V_p &= IR_p \\ &= 1.33A \times 3\Omega \\ &= 4V \end{aligned}$$

$$\therefore R_1 \text{ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ, } I_1 = \frac{4V}{6\Omega} = 0.667A$$

$$\therefore R_2 \text{ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ, } I_2 = \frac{4V}{6\Omega} = 0.667A$$

R_1 ও R_2 এর মধ্যদিয়ে একই মানের তড়িৎ প্রবাহিত হয় কিন্তু R_3 রোধ দিয়ে ভিন্ন মানের তড়িৎ প্রবাহ হয়। সুতরাং, বর্তনীর প্রতিটি রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের মান সমান হবে না।

প্রশ্ন ৪। রাজশাহী বোর্ড-২০১৯



(ক) তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে?

(খ) দুটি অসমান ধনাত্মক আধানের নিরপেক্ষ বিন্দু ক্ষুদ্রতর আধানের নিকটতর কেন? ব্যাখ্যা কর। [১০তম অধ্যায়]

(গ) প্রদত্ত বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর।

(ঘ) যদি A ও B এর মাঝখানে 10Ω রোধ যুক্ত করা হয় তবে বিভব পার্থক্য কি পরিবর্তন হবে? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

(ক) **তেজস্ক্রিয়তা:** যে প্রক্রিয়ায় অস্থিতিশীল নিউক্লিয়াসগুলো বিভিন্ন ধরনের বিকিরণ নিঃসরণ করে স্থিতিশীল হওয়ার চেষ্টা করে তাকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।

(খ) আমরা জানি, নিরপেক্ষ বিন্দুতে কোনো বলরেখা থাকে না। ফলে নিরপেক্ষ বিন্দুর তড়িৎক্ষেত্রের মান শূন্য হয়।

ধরি, বৃহত্তর ও ক্ষুদ্রতর আধান দুটি যথাক্রমে q_1 ও q_2 এবং নিরপেক্ষ বিন্দু হতে এদের দূরত্ব যথাক্রমে, r_1 ও r_2

$$\text{বৃহত্তর আধানের তড়িৎক্ষেত্র, } E_1 = k \times \frac{q_1}{r_1^2}$$

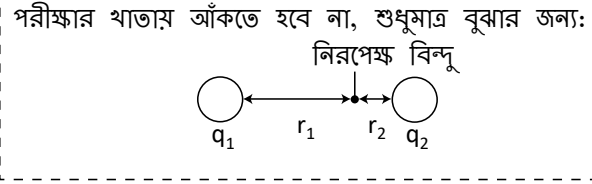
$$\text{ক্ষুদ্রতর আধানের তড়িৎক্ষেত্র, } E_2 = k \times \frac{q_2}{r_2^2}$$

এখন, $E_1 = E_2$

$$\text{বা, } k \times \frac{q_1}{r_1^2} = k \times \frac{q_2}{r_2^2}$$

$$\text{বা, } \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2}$$

যেহেতু $q_1 > q_2$ তাই $E_1 = E_2$ হতে হলে $r_1^2 > r_2^2$ হতে হবে বা $r_1 > r_2$ হবে। অর্থাৎ দুটি অসমান ধনাত্মক আধানের নিরপেক্ষ বিন্দু ক্ষুদ্রতম আধানের নিকটতর হবে। (r_2 এর মান কম হবে)



(গ) এখানে, বর্তনীটিতে 2Ω এবং 4Ω মানের দুটি রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত।

$$\therefore \text{বর্তনীর তুল্য রোধ, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2+1}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\text{বা, } R_p = \frac{4}{3}$$

$$\therefore \text{বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_p}$$

$$\text{বা, } = \frac{220}{\frac{4}{3}} = \frac{220 \times 3}{4}$$

$$\text{বা, } I = 165 \text{ A [Ans.]}$$

এখানে,
তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 220 \text{ V}$
তুল্য রোধ, $R = \frac{4}{3}$

(ঘ) 'গ' হতে পাই বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, $I_1 = 165 \text{ A}$

এবং ভোল্টমিটারের মাঝে রোধ, $R_1 = \frac{4}{3}\Omega$

\therefore ভোল্টমিটারের মাঝে বিভব পার্থক্য, $V_1 = I_1 R_1$

$$= 165 \times \frac{4}{3} = 220 \text{ V}$$

A ও B এর মাঝে 10Ω রোধ যুক্ত করা হলে-

বর্তনীর তুল্য রোধ, $R_2 = 10\Omega + \frac{4}{3}\Omega$

$$= \frac{30+4}{3}\Omega$$

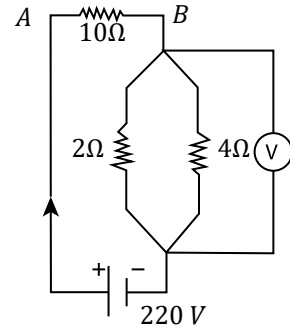
$$= \frac{34}{3}\Omega$$

এখন, বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ,,

$$I_2 = \frac{E}{R_2}$$

$$\text{বা, } I_2 = \frac{220}{\frac{34}{3}}$$

$$\therefore I_2 = 19.41 \text{ (প্রায়)}$$



ফলে এখন ভোল্টমিটারের মাঝে বিভব পার্থক্য,

$$\begin{aligned} V_2 &= I_2 R_1 \\ &= 19.41 \times \frac{4}{3} \\ &= 25.88 \\ &\approx 25.9V \text{ (প্রায়)} \end{aligned}$$

এখানে,

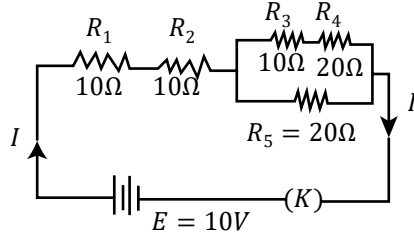
ভোল্টমিটারের মাঝের রোধ, $R_1 = \frac{4}{3} \Omega$

তড়িৎপ্রবাহ, $I_2 = 19.41$

বিভবপার্থক্য, $V = ?$

অর্থাৎ $V_1 \neq V_2$ । ফলে A ও B এর মাঝখানে 10Ω রোধ যুক্ত করা হলে বিভব পার্থক্য পরিবর্তন হবে।

প্রশ্ন ৫। সিলেট বোর্ড-২০১৯



(ক) তড়িচ্চালক শক্তি কাকে বলে ?

(খ) তাপমাত্রা, উপাদান এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ধ্রুব থাকলে 100 মিটার দৈর্ঘ্যের তার প্রস্থ বরাবর সমান দুই টুকরা করলে রোধের কি পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর।

(গ) তুল্য রোধ নির্ণয় কর।

(ঘ) R_1 , R_3 ও R_5 এর মধ্যে কোনটির ক্ষমতা বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

(ক) **তড়িচ্চালক শক্তি:** কোনো তড়িৎ উৎস একক ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে উৎস সহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করে, তথা উৎস যে তড়িৎশক্তি ব্যয় করে, তাকে ঐ উৎসের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

(খ) আমরা জানি, পরিবাহীর রোধ, $R = \rho \frac{L}{A}$

তাপমাত্রা, উপাদান এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ধ্রুব থাকলে $L_1 = 100m$ থেকে প্রস্থ বরাবর সমান দুই টুকরা করলে $L_2 = 50m$ হবে।

$$\begin{aligned} \text{এখন, } \frac{R_1}{R_2} &= \frac{\rho \frac{L_1}{A}}{\rho \frac{L_2}{A}} \\ \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} &= \frac{L_1}{L_2} \\ \Rightarrow R_2 &= \frac{R_1 \times L_2}{L_1} \\ \Rightarrow R_2 &= R_1 \times \frac{50}{100} \\ \therefore R_2 &= \frac{1}{2} \times R_1 \end{aligned}$$

এখানে,

R_1 = টুকরা করার আগের রোধ

R_2 = টুকরা করার পরের রোধ

ρ = আপেক্ষিক রোধ

A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

সুতরাং, রোধ অর্ধেক হবে।

(গ) বর্তনীতে R_3 ও R_4 শ্রেণি সমবায়ে আছে।

$$\begin{aligned} \text{এদের তুল্য রোধ } R_5 &= R_3 + R_4 \\ &\Rightarrow R_5 = 10 + 20 \\ &\therefore R_5 = 30\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ R_3 &= 10\Omega \\ R_4 &= 20\Omega \end{aligned}$$

আবার, R_5 এবং R_p সামান্তরাল সমবায়ে আছে,

$$\begin{aligned} \text{এদের তুল্য রোধ } \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_5} \\ &\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20} \\ &\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{50}{30 \times 20} \\ &\therefore R_p = 12\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ R_5 &= 30\Omega \\ R_p &= 20\Omega \end{aligned}$$

আবার, R_1 , R_2 এবং R_p শ্রেণি সমবায়ে আছে।

ফলে বর্তনীর তুল্য রোধ R_{eq} হলে,

$$\begin{aligned} R_{eq} &= R_1 + R_2 + R_p \\ &\Rightarrow R_{eq} = 10 + 10 + 12 \\ &\therefore R_{eq} = 32\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ R_1 &= 10\Omega \\ R_2 &= 10\Omega \\ R_p &= 12\Omega \end{aligned}$$

(ঘ) R_1 এর ক্ষমতা:

(গ) হতে পাই তুল্য রোধ, $R_{eq} = 32\Omega$

$$\begin{aligned} \therefore \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I &= \frac{E}{R_{eq}} \\ &\Rightarrow I = \frac{10}{32} \\ &\therefore I = 0.3125A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ \text{তড়িচ্চালক শক্তি, } E &= 10V \\ \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore R_1 \text{ এর ক্ষমতা } P_1 &= I^2 R_1 \\ &\Rightarrow P_1 = 0.3125^2 \times 10 \\ P_1 &= 0.976 \\ &\approx 0.98 \text{ watt} \end{aligned}$$

R_3 এর ক্ষমতা:

A, B এর মাঝে মোট রোধ R_3 , R_4 এবং R_5 এর তুল্য রোধ,

$$R_p = 12\Omega \text{ [গ হতে]}$$

\therefore A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য V হলে

$$\begin{aligned} V &= IR_p \\ V &= 0.3125 \times 12 \\ \therefore V &= 3.75V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ I &= 0.3125 A \\ R_p &= 12\Omega \end{aligned}$$

R_3 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ I_3 হলে,

$$\begin{aligned} I_3 &= \frac{V}{R_3 + R_4} \\ &\Rightarrow I_3 = \frac{3.75}{10 + 20} \\ &\therefore I_3 = 0.125A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ R_3 &= 10\Omega \\ R_4 &= 20\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore R_3 \text{ এর ক্ষমতা, } P_3 &= (I_3)^2 \times R_3 \\ &= (0.125)^2 \times 10 \\ &= 0.156 \text{ watt}\end{aligned}$$

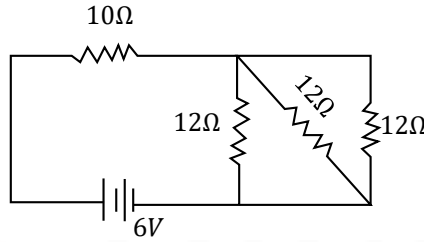
R₅ এর ক্ষমতা:

A, B এর বিভব পার্থক্য, $V = 3.75$ যা মূলত R_5 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য,

$$\begin{aligned}\therefore R_5 \text{ এর ক্ষমতা, } P_5 &= \frac{V^2}{R_5} \\ \Rightarrow P_5 &= \frac{(3.75)^2}{20} \\ &= 0.7 \text{ watt. (প্রায়)}\end{aligned}$$

অর্থাৎ দেখা যায় $P_1 = 0.98 \text{ Watt}$, $P_3 = 0.156 \text{ Watt}$ এবং $P_5 = 0.7 \text{ Watt}$ ফলে R_1 এর ক্ষমতা বেশি।

প্রশ্ন ৬। দিনাজপুর বোর্ড-২০১৯



(ক) রোধ কাকে বলে?

(খ) ভূসংযোগ তার নিম্নরোধের হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

(গ) উদ্দীপকের বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর।

(ঘ) বর্তনীর রোধগুলোকে কীভাবে সাজালে প্রায় 3.14 ওয়াট তড়িৎক্ষমতা পাওয়া যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

সমাধান:

(ক) **রোধ:** পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বাধার সম্মুখীন হয় তাকে পরিবাহীর রোধ বলে।

(খ) **ভূসংযোগ তার নিম্নরোধের হওয়ার কারণ:** ভূসংযোগ তার হলো সেই তার যা সাধারণত যন্ত্রপাতির ঢাকনা বা কাঠামোতে লাগানো থাকে। যদি কোনো দুর্ঘটনায় যন্ত্রপাতিটি বিদ্যুতায়িত হয়ে যায়, তাহলে ঢাকনা বা কাঠামোটি থেকে ভূমিতে ভূসংযোগ তারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহ হয়ে যায়। বিদ্যুতের এই প্রবাহের কারণে সাধারণত ফিউজ পুড়ে যন্ত্রটি বিপদমুক্ত হয়ে যায়। যদি ভূসংযোগ তার নিম্ন রোধের না হতো, তবে এই প্রবাহে বাধার সৃষ্টি হতো। তখন কোনো ব্যক্তি যন্ত্রটি স্পর্শ করলে সেই ব্যক্তির দেহের মধ্যদিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতো এবং দুর্ঘটনা ঘটত। অর্থাৎ বাধাহীন বিদ্যুৎ প্রবাহ এবং দুর্ঘটনা এড়ানোর জন্য ভূসংযোগ তার নিম্নরোধের হওয়া প্রয়োজন।

(গ) উদ্দীপকের বর্তনী থেকে পাই,

12Ω এর রোধত্রয় সমান্তরালে সংযুক্ত।

\therefore তুল্য রোধ R_p হলে,

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_p} &= \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \\ &= \frac{3}{12}\end{aligned}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{4}$$

$$\therefore R_p = 4\Omega$$

আবার, R_p এবং 10Ω রোধ শ্রেণিতে সংযুক্ত।

$$\begin{aligned}\therefore \text{বর্তনীর তুল্য রোধ, } R &= R_p + 10\Omega \\ &= 4\Omega + 10\Omega \\ &= 14\Omega \text{ [Ans.]}\end{aligned}$$

(ঘ) বর্তনীর কোষের তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 6V$ (কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ না থাকায়)

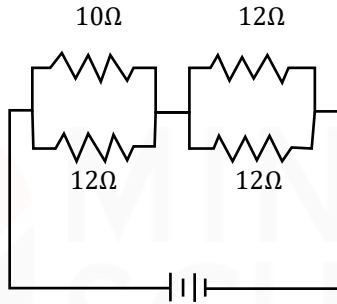
বর্তনীর তুল্য রোধ,

$$\begin{aligned}R &= \frac{V^2}{P} \\ &= \frac{6^2}{3.14} \\ \therefore R &= 11.46\Omega\end{aligned}$$

এখানে,
বর্তনীর কোষের
বিভব পার্থক্য, $E = V = 6V$
ক্ষমতা, $P = 3.14 W$

সুতরাং বর্তনীর ক্ষমতা $3.14W$ পেতে হলে রোধগুলোকে এমনভাবে সাজাতে হবে যাতে তাদের জন্য তুল্য রোধ 11.46Ω হয়।

পরিবর্তিত বর্তনীর চিত্র:



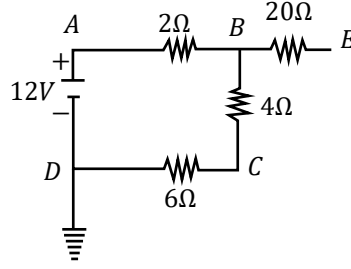
$$\begin{aligned}\frac{1}{R_{p1}} &= \frac{1}{10} + \frac{1}{12} \\ R_{p1} &= \frac{120}{22} \\ \text{এবং, } \frac{1}{R_{p2}} &= \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \\ R_{p2} &= \frac{12}{2} = 6\end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned}\text{তুল্য রোধ, } R &= R_{p1} + R_{p2} \\ &= \frac{120}{22} + 6 \\ &= 11.454 \\ &= 11.46\Omega \text{ (প্রায়)}\end{aligned}$$

অর্থাৎ রোধগুলোকে উপরিউক্ত চিত্রের মতো সাজালে প্রায় $3.14 W$ তড়িৎক্ষমতা পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন ৭।



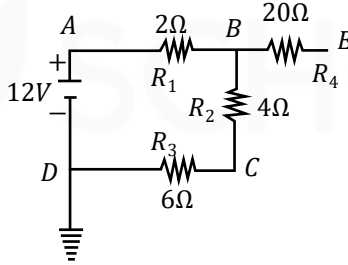
- (ক) আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে?
 (খ) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পরিবাহী পদার্থের পরিবাহকত্ব কমে যায় কেন?
 (গ) বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় করো।
 (ঘ) E ও C বিন্দুর বিভব নির্ণয় করো।

সমাধান:

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

(খ) **তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পরিবাহী পদার্থের পরিবাহকত্ব কমানোর কারণ:** যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে খুব সহজেই তড়িৎ প্রবাহ চলতে পারে তাদেরকে পরিবাহী বলে। এ সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন মুক্তভাবে চলাচল পারে। এখন তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে অণু-পরমাণু ও ইলেকট্রনগুলোর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। ইলেকট্রনগুলোর গতিশক্তি বৃদ্ধি পাওয়ায় অধিক সংখ্যক ইলেকট্রন অনিয়মিতভাবে ছোটাছুটি করতে থাকে। ফলে ইলেকট্রন পরিবহনে বাধা সৃষ্টি হয়। তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায়।

(গ)



যেহেতু B ও E বিন্দুর মধ্যবর্তী রোধটি খোলা বর্তনীতে, সেহেতু এটি তুল্যরোধে হিসাব হবে না।
 সুতরাং, R_1, R_2, R_3 রোধত্রয় শ্রেণিতে আছে।

∴ বর্তনীর তুল্য রোধ,

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$= (2 + 4 + 6)\Omega$$

$$= 12\Omega$$

আমরা জানি,

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

বা, $I = \frac{12}{12}$
 ∴ $I = 1$

এখানে,

১ম রোধ, $R_1 = 2\Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 4\Omega$

৩য় রোধ, $R_3 = 6\Omega$

৪র্থ রোধ, $R_4 = 20\Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12\text{ V}$

তুল্য রোধ, $R = ?$

প্রবাহ, $I = ?$

(ঘ) B বিন্দুর বিভব V_B হলে,
A হতে B বিন্দুর বিভব পতন,

$$V_A - V_B = I \times 2$$

$$\text{বা, } V_A - V_B = 1 \times 2 = 2V$$

$$\text{বা, } V_B = V_A - 2$$

$$\text{বা, } V_B = 12 - 2$$

$$V_B = 10V$$

এখানে,

'গ' নং হতে বর্তনীর প্রবাহ, $I = 1$

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12V$.

A বিন্দুর বিভব, $V_A = 12V$

D বিন্দুর বিভব, $V_D = 0V$

E বিন্দুর বিভব, $V_E = ?$

C বিন্দুর বিভব, $V_C = ?$

যেহেতু 20Ω রোধের একপ্রান্ত খোলা,

C বিন্দুর বিভব, $V_C = ?$

সেহেতু এর মধ্য দিয়ে কোনো প্রবাহ যাবে না।

ফলে B হতে E বিন্দুতে কোনো বিভব পতন হবে না।

\therefore E বিন্দুর বিভব, $V_E = B$ বিন্দুর বিভব, V_B

$$\therefore V_E = 10V$$

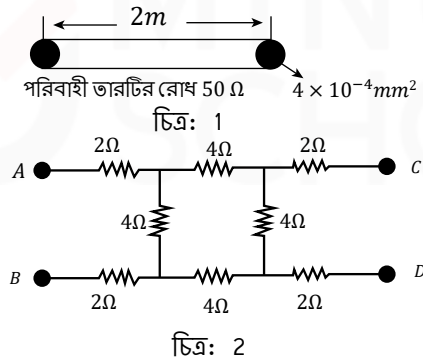
B বিন্দু হতে C বিন্দুর বিভবপতন, $V_B - V_C = I \times 4$

$$\text{বা, } V_B - V_C = 1 \times 4 = 4V$$

$$\text{বা, } V_C = V_B - 4 = (10 - 4)V$$

$$\therefore V_C = 6V$$

প্রশ্ন ৮।



(ক) সিস্টেম লস কী?

(খ) বৈদ্যুতিক কেটলিতে নাইক্রোম তার ব্যবহার করা হয় কেন?

(গ) উদ্দীপকের চিত্র-২ এর পরিবাহীটির আপেক্ষিক রোধ কত?

(ঘ) উদ্দীপকের চিত্র-২ এর বর্তনীর A ও D এর মধ্যে তুল্য রোধ কত হবে বর্তনী ঐকে গাণিতিক বিশ্লেষণ দেখাও।

সমাধান:

(ক) সিস্টেম লস: বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য ব্যবহৃত তারের রোধের কারণে তড়িৎ শক্তির যে অপচয় হয় তাই সিস্টেম লস।

(খ) বৈদ্যুতিক কেটলিতে নাইক্রোম তার ব্যবহার করার কারণ: যে সকল পদার্থের আপেক্ষিক রোধের মান তুলনামূলকভাবে বেশি তাদের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহিত হলে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। যেমন- নাইক্রোম।

নাইক্রোমের আপেক্ষিক রোধ এবং গলনাঙ্ক তামার তুলনায় অনেক বেশি। উচ্চ আপেক্ষিক রোধের কারণেই নাইক্রোম তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। কিন্তু তা সহজে গলে না। নাইক্রোমের এসব ধর্মের কারণেই বৈদ্যুতিক কেটলিতে নাইক্রোম তার ব্যবহৃত হয়।

(গ) প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 4 \times 10^{-4} \text{mm}^2 = 4 \times 10^{-10} \text{m}^2$

আপেক্ষিক রোধ, $\rho = ?$

আমরা জানি,

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

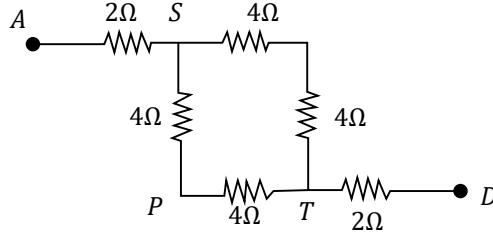
$$\text{বা, } \rho = \frac{RA}{L} = \frac{50\Omega \times 4 \times 10^{-10} \text{m}^2}{2\text{m}}$$

$$\therefore \rho = 1 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$$

এখানে,
পরিবাহীর রোধ, $R = 50\Omega$
দৈর্ঘ্য, $L = 2 \text{m}$

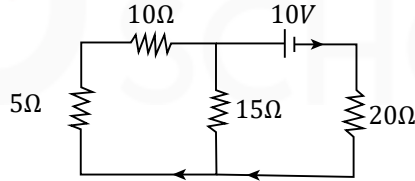
অতএব, উদ্দীপকের চিত্র-১ এর পরিবাহীটির আপেক্ষিক রোধ, $1 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$.

(ঘ) উদ্দীপকে প্রদত্ত বর্তনীর A ও D এর মধ্যে কার্যকর রোধগুলো নিয়ে বর্তনী আঁকলে বর্তনীটির চিত্র নিম্নরূপ হয়-



উপরের চিত্রে SQ এবং QT বাহুর রোধ শ্রেণিতে যুক্ত এদের তুল্যরোধ, $R_{s_1} = 4\Omega + 4\Omega = 8\Omega$

প্রশ্ন ৯।



(ক) লোডশেডিং কাকে বলে?

(খ) সিস্টেম লস কীভাবে কমানো যায়?

(গ) বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর।

(ঘ) বর্তনীর রোধগুলোর কীভাবে সাজালে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ 0.5A হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

(ক) **লোডশেডিংঃ** কোনো এলাকায় বিদ্যুতের চাহিদা যদি উৎপাদন থেকে বেশি হয় তাহলে স্বাভাবিকভাবেই সেখানে প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ সরবরাহ করা সম্ভব হয় না। তখন সাবস্টেশনগুলো এক এলাকায় বিদ্যুৎ সরবরাহ করার জন্য অন্য একটি এলাকায় বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ রাখতে বাধ্য হয়। এই প্রক্রিয়াটিকে লোডশেডিং বলে।

(খ) **যেভাবে সিস্টেম লস কমানো যায়:** বিদ্যুৎ শক্তিকে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় বিতরণ করার জন্য যে পরিবাহী তার ব্যবহার করা হয় কম হলেও তাদের এক ধরনের রোধ থাকে। একটা রোধের (R) ভেতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ (I) হলে সব সময়ই ($I^2 R$) তাপ উৎপন্ন হয় এবং সেটি বিদ্যুৎ শক্তির লস বা ক্ষয়। এই লসকে বলা হয় সিস্টেম লস। একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ বিদ্যুৎশক্তির জন্য, উচ্চ ভোল্টেজে বিদ্যুৎ সঞ্চালনের ফলে তড়িৎ প্রবাহের মান কম হয়। যার ফলে সঞ্চালন লাইনের $I^2 R$ লসের পরিমাণ কম হয়। অর্থাৎ সঞ্চালন লাইনের ভোল্টেজকে বৃদ্ধি করে সিস্টেম লস কমানো যেতে পারে।

(গ) এখানে, R_1 ও R_2 শ্রেণিতে যুক্ত এবং এদের তুল্য রোধ (R_s), R_3 এর সাথে সমান্তরালে সংযুক্ত।

$$\begin{aligned}\therefore R_s &= R_1 + R_2 \\ &= (10 + 5)\Omega \\ &= 15\Omega\end{aligned}$$

আবার,

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_3} \\ &= \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \\ &= \frac{2}{15}\end{aligned}$$

$$\text{বা, } R_p = 7.5\Omega$$

R_p এবং R_4 শ্রেণিতে যুক্ত।

$$\begin{aligned}\therefore R &= R_p + R_4 \\ &= (7.5 + 20)\Omega \\ &= 27.5\Omega\end{aligned}$$

এখানে,

$$R_1 = 5\Omega$$

$$R_2 = 10\Omega$$

$$R_3 = 15\Omega$$

$$R_4 = 20\Omega$$

$$R_1 \text{ এবং } R_2 \text{ এর তুল্য রোধ} = R_s$$

$$R_s \text{ এবং } R_3 \text{ এর তুল্য রোধ} = R_p$$

$$R_p \text{ এবং } R_4 \text{ এর তুল্য রোধ} = R$$

$$\text{কোষের তড়িচ্চালক শক্তি, } E = 10 \text{ V}$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = ?$$

কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ না থাকায়, বর্তনীর প্রান্তীয় বিভব পার্থক্য, $V = E$

আমরা জানি,

$$V = IR$$

$$\text{বা, } I = \frac{V}{R} = \frac{10}{27.5} = \frac{4}{11} \text{ A}$$

(ঘ) আমরা জানি,

$$V = IR$$

$$\begin{aligned}\text{বা, } R &= \frac{V}{I} = \frac{10}{0.5} \Omega \\ &= 20\Omega\end{aligned}$$

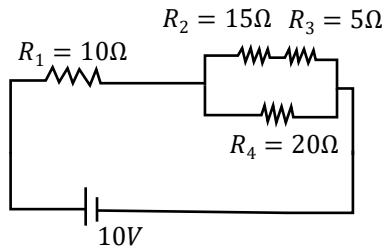
এখানে,

$$\text{ভোল্টেজ, } V = 10 \text{ V}$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = 0.5 \text{ A}$$

$$\text{বর্তনীর তুল্য রোধ} = R$$

অর্থাৎ বর্তনীর তুল্য রোধ 20Ω হলে মূল তড়িৎপ্রবাহ 0.5 A হবে।



আমরা জানি,

$$\begin{aligned}R_s &= R_2 + R_3 \\ &= (15 + 5)\Omega \\ &= 20\Omega\end{aligned}$$

আবার,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} = \frac{1}{10}$$

$$\text{বা, } R_p = 10\Omega$$

$$\text{এবং } R = R_1 + R_p$$

$$= (10 + 10)\Omega$$

$$= 20\Omega$$

এখানে,

$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 15\Omega$$

$$R_3 = 5\Omega$$

$$R_4 = 20\Omega$$

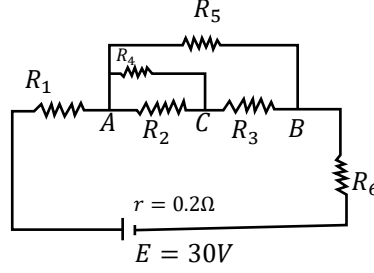
$$R_2 \text{ এবং } R_3 \text{ এর তুল্য রোধ} = R_s$$

$$R_s \text{ এবং } R_4 \text{ এর তুল্য রোধ} = R_p$$

$$R_1 \text{ এবং } R_p \text{ এর তুল্য রোধ} = R$$

সুতরাং বর্তনীর উপরোক্ত সজ্জার জন্য তড়িৎ প্রবাহ হবে 0.5 A ।

প্রশ্ন ১০।



এখানে, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = R_3 = 5\Omega$, $R_4 = R_6 = 10\Omega$
 $R_5 = 12\Omega$, $r = 0.2\Omega$ এবং $E = 30V$

(ক) বিভব পার্থক্য কাকে বলে?

(খ) পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরা হয় কেন?

(গ) উক্ত বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনীর R_5 ও R_6 রোধের মধ্যে প্রবাহিত বিদ্যুৎ এর পরিমাণ নির্ণয় করো।

সমাধান:

(ক) বিভব পার্থক্য: বিদ্যুৎবাহী বর্তনীর কোনো এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক চার্জ আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে ঐ বিন্দুদ্বয়ের বিভব পার্থক্য বলে।

(খ) যে কারণে পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরা হয়: আমরা জানি, কোনো একটি ছোট আকারের পরিবাহক ধনাত্মক আধান লাভ করলে এর বিভব বৃদ্ধি পায় এবং এর পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। কিন্তু পরিবাহকটি যদি অতি বিশাল আকারের গোলক হয় তাহলে এতে ধনাত্মক আধান বৃদ্ধির কারণে এর বিভবের বৃদ্ধি তত লক্ষণীয় হয় না। আমাদের পৃথিবী এমন একটি বিশাল আকারের পরিবাহক। পৃথিবী একটি ঋণাত্মক আধানের বিশাল ভাণ্ডার। তাই এ থেকে কিছু ইলেকট্রন বের করে নিলে অথবা এতে কিছু ইলেকট্রন দিলে এর বিভবের কোনো পরিবর্তন হয় না। তাই পৃথিবীর বিভবকে শূন্য ধরা হয়।

(গ) উদ্দীপকের বর্তনীতে R_2 এবং R_4 সমান্তরাল সংযোগে যুক্ত।

এদের তুল্য রোধ R_{p1} হলে,

$$\begin{aligned}\frac{1}{R_{p1}} &= \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} \\ &= \frac{1}{5} + \frac{1}{10} \\ &= \frac{3}{10} \Omega \\ \therefore R_{p1} &= \frac{10}{3} \Omega \\ &= 3.33\Omega\end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned}\text{বর্তনীর রোধসমূহ, } R_1 &= 3\Omega \\ R_2 &= R_3 = 5\Omega \\ R_4 &= R_6 = 10\Omega \\ R_5 &= 12\Omega\end{aligned}$$

$\therefore R_{p1}$ এবং R_3 শ্রেণি সংযোগে যুক্ত।

$$\begin{aligned}\therefore R_{S1} &= R_{p1} + R_3 \\ &= (3.33 + 5)\Omega \\ &= 8.33\Omega\end{aligned}$$

আবার, R_{S1} এবং R_5 শ্রেণি সংযোগে যুক্ত।

$$\begin{aligned}\therefore \frac{1}{R_{p2}} &= \frac{1}{R_{S1}} + \frac{1}{R_5} \\ &= \frac{1}{8.33} + \frac{1}{12} \\ R_{p2} &= 4.918\Omega\end{aligned}$$

আবার, R_{p2} এর সাথে R_1 ও R_6 শ্রেণি সংযোগে যুক্ত।

∴ বর্তনীর মোট তুল্য রোধ,

$$\begin{aligned} R_s &= R_{p_2} + R_1 + R_6 \\ &= (4.918 + 3 + 10)\Omega \\ &= 17.918\Omega \text{ [Ans.]} \end{aligned}$$

(ঘ)

বর্তনীর মূল প্রবাহ-

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{R+r} \\ &= \frac{30}{17.918+0.2} \\ &= 1.656A \end{aligned}$$

এখানে,

$$R_1 = 3\Omega$$

$$R_2 = R_3 = 5\Omega$$

$$R_4 = R_6 = 10\Omega$$

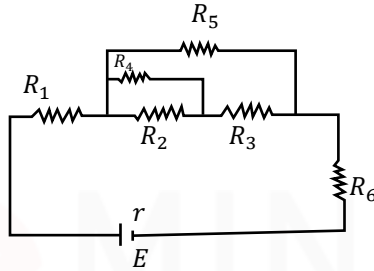
$$R_5 = 12\Omega$$

অব্যাহারী রোধ, $r = 0.2\Omega$

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 30V$.

'গ' অংশ হতে বর্তনীর তুল্য রোধ,

$$R = 17.918\Omega$$



এখন, 'গ' অংশ হতে,

A ও B বিন্দুর তুল্য রোধ, $R_{p_2} = 4.918\Omega$

$$\begin{aligned} \therefore \text{এ বিন্দুদ্বয়ের বিভব পার্থক্য, } V_{AB} &= IR_{p_2} \\ &= (1.656 \times 4.918)V \\ &= 8.144V \end{aligned}$$

R_5 এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, I_5 হলে,

$$I_5 = \frac{V_{AB}}{R_5} = \frac{8.144}{12} = 0.679A$$

এখন, মূল প্রবাহের বাকি অংশ বর্তনীর AC অংশে প্রবাহিত হবে।

$$\begin{aligned} \text{এ অংশে তড়িৎ প্রবাহ } I_2 \text{ হলে, } I_2 &= I - I_5 \\ &= 1.656 - 0.679 \\ &= 0.977A \end{aligned}$$

A ও C অংশের তুল্য রোধ, $R_{p_1} = 3.333\Omega$ ('গ' হতে পাই)

$$\begin{aligned} \therefore \text{A ও C বিন্দুর বিভব পার্থক্য, } V_{AC} &= I_2 R_p \\ &= 0.977 \times 3.333 \\ &= 3.256V \end{aligned}$$

অর্থাৎ, R_2 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_{AC} = 3.256V$

আবার, A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য, $V_{AB} = 8.144V$

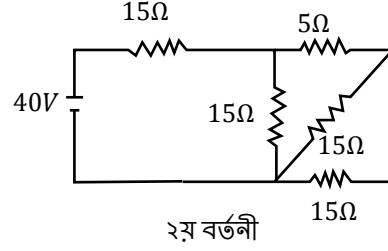
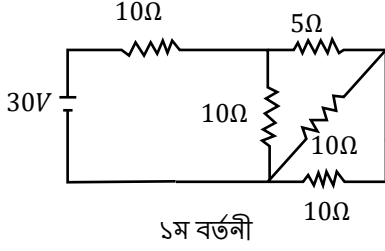
$$\begin{aligned} \therefore \text{C ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য, } V_{CB} &= V_{AB} - V_{AC} \\ &= (8.144 - 3.256)V \\ &= 4.888V \end{aligned}$$

বর্তনীর মূল প্রবাহ $I = 1.656A$ হওয়ায় R_6 এর মধ্য দিয়ে $1.656A$ তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

এবং R_5 এবং মধ্য দিয়ে $I_5 = 0.679A$ তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

সুতরাং, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল R_2 ও R_3 রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য যথাক্রমে $3.256V$ ও $4.888V$ এবং R_5 ও R_6 এর মধ্য দিয়ে যথাক্রমে $0.679A$ এবং $1.656A$ তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

প্রশ্ন ১১।



(ক) পরিবাহকত্ব কাকে বলে?

(খ) অভ্যন্তরীণ রোধের মান বাড়ালে তড়িৎ প্রবাহ কমে যায় কেন?

(গ) ১ম বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর।

(ঘ) ২য় বর্তনীতে রোধগুলোর সংযোগ পরিবর্তন করে ১ম বর্তনীর সমপরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া সম্ভব হবে কিনা বর্তনী অঙ্কনপূর্বক গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

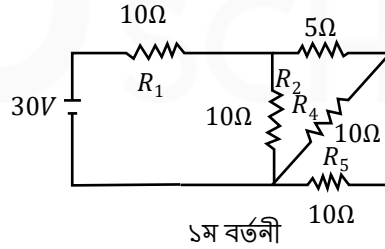
সমাধান:

(ক) পরিবাহকত্বঃ রোধের বিপরীত রাশি হলো পরিবাহিতা, তেমনি রোধকত্বের বিপরীত রাশিকে পরিবাহকত্ব বলে।

(খ) যে কারণে অভ্যন্তরীণ রোধের মান বাড়ালে তড়িৎ প্রবাহ কমে যায়: বর্তনীতে ব্যবহৃত তড়িৎচালক উৎসের (কোষের) গঠন ও উপাদানের জন্য এর অভ্যন্তরে তড়িৎ প্রবাহ বাধা প্রাপ্ত হয়। একে অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।

আমরা জানি, তড়িৎপ্রবাহ $I = \frac{E}{R+r}$ যেখানে E হলো বর্তনীর তড়িচ্চালক শক্তি, R হলো তুল্য রোধ এবং r হলো অভ্যন্তরীণ রোধ। এখন বর্তনীর অভ্যন্তরীণ রোধ বাড়লে বর্তনীর $R + r$ এর মান বৃদ্ধি পায়। ফলে $\frac{E}{R+r}$ এর মান কমে যায়। অর্থাৎ তড়িৎপ্রবাহ (I) কমে যায়।

(গ)



এখানে,

R_4 ও R_5 এর তুল্য রোধ,

$$R_{p1} = \frac{R_4 \times R_5}{R_4 + R_5} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} \Omega$$

R_3 ও R_{p1} এর তুল্য রোধ,

$$R_{s1} = (R_3 + R_{p1}) = (5 + 5) \Omega = 10 \Omega$$

$$R_2 \text{ ও } R_{s1} \text{ এর তুল্য রোধ, } R_{p2} = \frac{R_2 \times R_{s1}}{R_2 + R_{s1}} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} \Omega$$

$$R_1 \text{ ও } R_{p2} \text{ এর তুল্য রোধ, } R_{s2} = (R_1 + R_{p2}) = (10 + 5) \Omega = 15 \Omega$$

∴ ১ম বর্তনীর তুল্য রোধ 15Ω

এখানে,

$$R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 10 \Omega$$

$$R_3 = 5 \Omega$$

(ঘ) ১ম বর্তনীর তুল্য রোধ $R_5 = 15\Omega$ ['গ' হতে]

বিভব পার্থক্য, $V_1 = 30\text{ V}$

তড়িৎ প্রবাহ I_1 হলে,

$$\therefore I_1 = \frac{V_2}{R_5} = \frac{30\text{V}}{15\Omega} = 2\text{A}$$

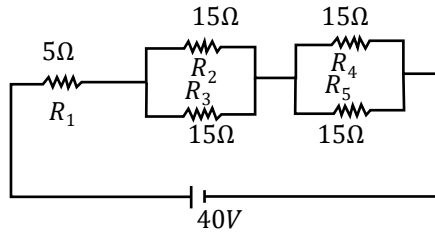
শর্তানুসারে, ২য় বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, $I_2 = 2\text{A}$

বিভব পার্থক্য, $V_2 = 40\text{ v}$

তুল্য রোধ, R_s হলে-

$$\therefore R_s = \frac{V_2}{I_2} = \frac{40\text{V}}{2\text{A}} = 20\Omega$$

এখন, ২য় বর্তনীটির রোধগুলো এমনভাবে পুনর্বিন্যাস করতে হবে যাতে মোট তুল্য রোধ 20Ω হয়।



R_2 ও R_3 এর তুল্য রোধ,

$$\begin{aligned} R_{p1} &= \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} \\ &= \frac{15 \times 15}{15 + 15} \Omega \\ &= 7.5\Omega \end{aligned}$$

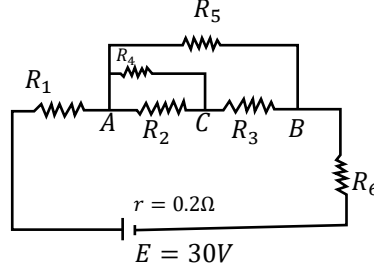
এখানে,
 $R_1 = 5\Omega$
 $R_2 = R_3$
 $R_4 = R_5$
 $R_5 = 15\Omega$
 এবং $V = 40\text{ V}$

$$\begin{aligned} R_4 \text{ ও } R_5 \text{ এর তুল্য রোধ, } R_{p2} &= \frac{R_4 \times R_5}{R_4 + R_5} \\ &= \frac{15 \times 15}{15 + 15} \Omega \\ &= 7.5\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_1, R_{p1} \text{ ও } R_{p2} \text{ এর তুল্য রোধ, } R_s &= R_1 + R_{p1} + R_{p2} \\ &= (5 + 7.5 + 7.5)\Omega \\ &= 20\Omega \end{aligned}$$

\therefore উপরোক্ত চিত্রানুযায়ী ২য় বর্তনীটি সাজালে মোট তুল্য রোধ 20Ω হবে। তখন ১ম বর্তনীর সমপরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন ১২।



(ক) আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে?

(খ) তড়িৎ বর্তনীর সার্কিট ব্রেকারের ভূমিকা কী?

(গ) বর্তনীটির তুল্য রোধ নির্ণয় করো।

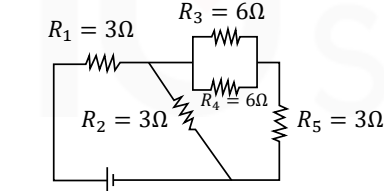
(ঘ) R_1 , R_2 , R_3 ও R_5 অংশের জন্য বৈদ্যুতিক ক্ষমতার তুলনা করো।

সমাধান:

(ক) **আপেক্ষিক রোধ:** কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

(খ) **সার্কিট ব্রেকারের ভূমিকা:** তড়িৎ বর্তনীতে সার্কিট ব্রেকারকে নিরাপত্তামূলক কৌশল হিসেবে ব্যবহার করা হয়। যখন কোনো বর্তনীতে অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহিত হয় তখন সার্কিট ব্রেকার তড়িৎ সরবরাহ বন্ধ করে দেয়। অন্যথায় অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহের জন্য তড়িৎ যন্ত্রপাতি নষ্ট হয়ে যেত বা, অগ্নিকাণ্ড, ঘটতে পারত। তাই বলা যায় তড়িৎ বর্তনীতে সার্কিট ব্রেকারের ভূমিকা খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

(গ) বর্তনীটির তুল্য রোধ নির্ণয় করো।

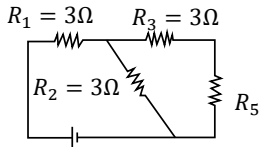


R_3 এবং R_4 সমান্তরালে,

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

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

$$\therefore R_{p1} = 3\Omega$$

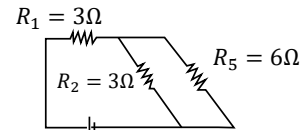


R_{p1} এবং R_5 সিরিজে,

$$R_{s1} = R_{p1} + R_5$$

$$= 3 + 3 = 6$$

$$\therefore R_{s1} = 6\Omega$$

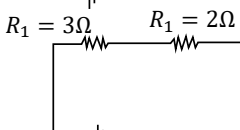


R_2 এবং R_{s1} সমান্তরালে,

$$\frac{1}{R_{p2}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{s1}}$$

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

$$\therefore R_{p2} = 2\Omega$$

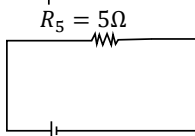


R_1 এবং R_{p2} সিরিজে,

$$R_{s2} = R_1 + R_{p2}$$

$$= 3 + 2$$

$$= 5\Omega$$



অতএব, বর্তনীটির তুল্য রোধ 5Ω ।

(ঘ) আমরা জানি,

$$I = \frac{E}{R_{eq}} \\ = \frac{60}{5} \\ = 12A$$

এখানে,

মোট তুল্য রোধ, $R_{s_2} = 5\Omega$
এবং, $R_1 = 3\Omega, R_2 = 3\Omega, R_3 = 6\Omega$
 $R_4 = 6\Omega, R_5 = 3\Omega$
তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 60V$
মোট বিদ্যুৎ প্রবাহ, $I = ?$
ক্ষমতা, $P = ?$

$$\therefore R_1 \text{ এর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা, } P = I^2 R_1 \\ = 12^2 \times 3 = 432W$$

R_2 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য,

$$V = IR_{p_2} \\ = 12 \times 2 = 24V$$

$\therefore R_2$ এর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা,

$$P = \frac{V^2}{R_2} \\ = \frac{(24)^2}{3} = 192W$$

এখানে,

রোধ, $R_2 = 3\Omega$
বিদ্যুৎ প্রবাহ, $I = 12A$
ভোল্টেজ, $V = ?$

'গ' হতে পাই, R_3, R_4 ও R_5 এর তুল্য রোধ, $R_{s_1} = 6\Omega$

$$\therefore R_5 \text{ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ, } I = \frac{24V}{6\Omega} = 4A$$

$$\text{এবং } R_5 \text{ এর তড়িৎ ক্ষমতা, } P = I^2 R_5 \\ = 4^2 \times 3 \\ = 48W$$

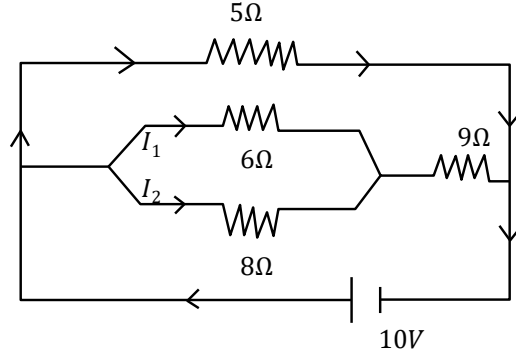
R_3 ও R_4 এর মধ্যদিয়ে সম্মিলিতভাবে $4A$ প্রবাহ গমন করে এবং

$$R_3 = R_4 \text{ হওয়ায় } R_3 \text{ এর মধ্য দিয়ে প্রবাহ, } I = \frac{4A}{2} = 2A$$

$$\therefore R_3 \text{ এর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা, } P = I^2 R_3 \\ = 2^2 \times 6\Omega \\ = 24W$$

সুতরাং, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল যে, R_1, R_2, R_3 ও R_5 অংশের বৈদ্যুতিক ক্ষমতার অনুপাত
 $= 432W: 192W: 24W: 48W$
 $= 18: 8: 1: 2$

প্রশ্ন ১৩।



(ক) তুল্য রোধ কাকে বলে?

(খ) সিরিজ ও সমান্তরাল বর্তনীর মধ্যে পার্থক্য লিখ।

(গ) বর্তনীটির তুল্য রোধ নির্ণয় কর।

(ঘ) I_1 এবং I_2 তড়িৎ প্রবাহ মোট তড়িৎ প্রবাহ I এর শতকরা কতভাগ? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

(ক) **তুল্য রোধ:** রোধের কোনো সন্নিবেশের পরিবর্তে যে একটি মাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা ও বিভব পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না, তাকে ঐ সন্নিবেশের তুল্য রোধ বলে।

(খ) সিরিজ বর্তনী ও সমান্তরাল বর্তনীর পার্থক্য:

সিরিজ বর্তনী	সমান্তরাল বর্তনী
(i) তড়িৎ উপকরণগুলো পরপর সাজানো থাকে।	(i) তড়িৎ উপকরণগুলো সমান্তরালে সাজানো থাকে।
(ii) বর্তনীর সর্বত্র তড়িৎপ্রবাহ সমান।	(ii) প্রত্যেক সমান্তরাল শাখায় প্রবাহিত তড়িৎপ্রবাহের যোগফল বর্তনীর মূল প্রবাহের সমান।

(গ) দেওয়া আছে,

$$R_1 = 5\Omega$$

$$R_2 = 6\Omega$$

$$R_3 = 8\Omega$$

$$R_4 = 9\Omega$$

বের করতে হবে, বর্তনীর তুল্য রোধ, $R_T = ?$

উদ্দীপকের বর্তনী অনুসারে, R_2 ও R_3 সমান্তরালে যুক্ত। যদি R_2 ও R_3 রোধের সমান্তরাল সন্নিবেশে তুল্য রোধ R_p হয় তাহলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{6} + \frac{1}{8}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{7}{24}$$

$$\text{বা, } R_p = 3.43\Omega$$

এখন, R_p ও R_4 রোধের শ্রেণি সন্নিবেশ তুল্য রোধ R_s হলে,

$$R_s = R_p + R_4$$

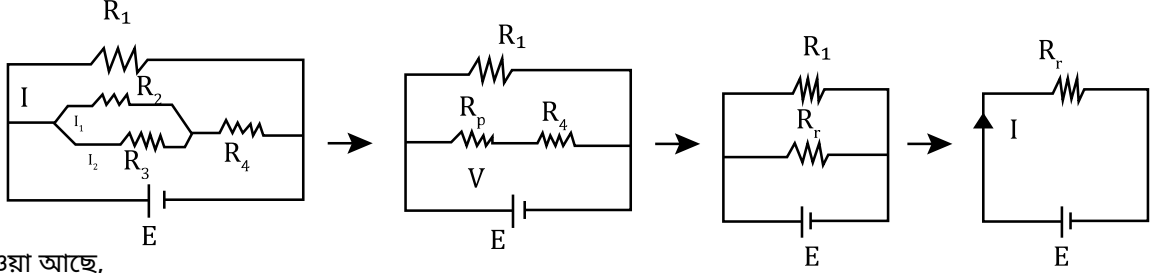
$$= 3.43 + 9$$

$$= 12.43\Omega$$

আবার উক্ত R_s রোধের সাথে R_1 রোধ সমান্তরালে যুক্ত।

$$\begin{aligned}\text{সুতরাং, বর্তনীর তুল্য রোধ, } R_T &= \left(\frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_1} \right)^{-1} \\ &= \left(\frac{1}{12.43} + \frac{1}{5} \right)^{-1} \\ &= 3.57\Omega\end{aligned}$$

(ঘ) উদ্দীপকের বর্তনীকে সরলীকরণ করে পাই,



দেওয়া আছে,

$$R_1 = 5\Omega$$

$$R_2 = 6\Omega$$

$$R_3 = 8\Omega$$

$$R_4 = 9\Omega$$

'গ' অংশ হতে পাই,

$$R_2 \text{ ও } R_3 \text{ এর সমান্তরাল সমবায়ে তুল্য রোধ, } R_p = 3.43\Omega$$

$$R_p \text{ ও } R_4 \text{ এর শ্রেণি সমবায়ে তুল্য রোধ, } R_s = 12.43\Omega$$

$$\text{এবং বর্তনীর তুল্য রোধ, } R_T = 3.57\Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মূলপ্রবাহ, } I = \frac{E}{R_T} = \frac{10V}{3.57\Omega} = 2.8A$$

ধরা যাক, R_2 , R_3 ও R_4 নিয়ে গঠিত শাখার তড়িৎ প্রবাহ = I'

$$\therefore I' = \frac{E}{R_s} = \frac{10V}{12.43\Omega} = 0.805A$$

তাহলে, R_2 ও R_3 অর্থাৎ R_p এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য

$$\begin{aligned}V' &= I'R_p \\ &= 0.80 \times 3.43 \\ &= 2.74V\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore I_1 &= \frac{V'}{R_2} \\ &= \frac{2.74V}{6\Omega} \\ &= 0.46A\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{এবং } I_2 &= I' - I_1 \\ &= 0.805 - 0.46 \\ &= 0.345A\end{aligned}$$

$$\therefore \frac{I_1}{I} = \frac{0.46}{2.8}$$

$$\text{বা, } I_1 = 0.16 \times I = 16\% \times I$$

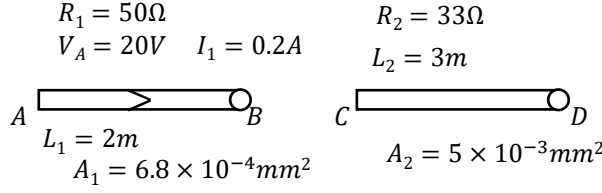
অর্থাৎ, I_1 বর্তনীর মূল প্রবাহের 16%

$$\text{আবার, } \frac{I_2}{I} = \frac{0.345}{2.8}$$

$$\text{বা, } I_2 = 0.1232 I = 12.32\% \times I$$

অর্থাৎ, I_2 বর্তনীর মূল প্রবাহের 12.32%।

প্রশ্ন ১৪।



(ক) তুল্যরোধ কাকে বলে?

(খ) তামার আপেক্ষিক রোধ $1.68 \times 10^{-8} \Omega m$ বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর।

(গ) V_B নির্ণয় কর।

(ঘ) AB ও CD তারের উপাদানের মধ্যে কোনটির পরিবাহকত্ব বেশি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

সমাধান:

(ক) **তুল্যরোধ:** রোধের কোনো সন্নিবেশের পরিবর্তে যে একটি মাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা ও বিভব পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না, তাকে ঐ সন্নিবেশের তুল্যরোধ বলে।

(খ) তামার আপেক্ষিক রোধ $1.68 \times 10^{-8} \Omega m$ বলতে বোঝায় নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1m দৈর্ঘ্য ও $1m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তামার তারের রোধ হবে $1.68 \times 10^{-8} \Omega$ ।

(গ) V_B নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } I_1 = \frac{V_A - V_B}{R_1}$$

$$\text{বা, } I_1 R_1 = V_A - V_B$$

$$\text{বা, } V_B = V_A - I_1 R_1$$

$$\text{বা, } V_B = 20 - 0.2 \times 50$$

$$\text{বা, } V_B = 10$$

$$\therefore V_B = 10V$$

এখানে,

A প্রান্তের বিভব, $V_A = 20V$

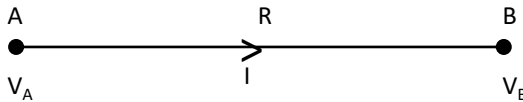
তড়িৎ প্রবাহ, $I_1 = 0.2 A$

রোধ, $R_1 = 50\Omega$

B প্রান্তের বিভব, $V_B = ?$

সুতরাং, B প্রান্তের বিভব, $V_B = 10V$

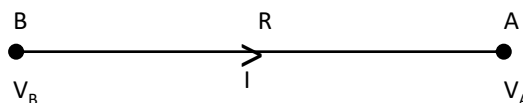
বিদ্যুৎ সব সময় উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে যায়।



I, A থেকে B এর দিকে যাচ্ছে, অর্থাৎ $V_A > V_B$ তাই আমরা $I = \frac{V_A - V_B}{R}$ লিখি।

খেয়াল করতে হবে; $(V_B - V_A)$ লিখলে কিন্তু ভুল হবে। যদি এরকম হয় অর্থাৎ I, B থেকে A এর দিকে যাচ্ছে।

অর্থাৎ $V_B > V_A$



তখন, $I = \frac{V_B - V_A}{R}$ হবে।

(ঘ) আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশিকে পরিবাহকত্ব বলে। একটি পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ ρ হলে এর পরিবাহকত্ব, $\sigma = \frac{1}{\rho}$ সুতরাং AB ও CD তারের মধ্যে কোনটির পরিবাহকত্ব বেশি সেটি জানার জন্য আমাদের AB ও CD তারের আপেক্ষিক রোধ বের করতে হবে।

AB তারের ক্ষেত্রে:

আমরা জানি,

$$\rho_{AB} = \frac{R_1 A_1}{L_1}$$

$$\text{বা, } \rho_{AB} = \frac{50 \times 6.8 \times 10^{-10}}{2}$$

$$\text{বা, } \rho_{AB} = 1.7 \times 10^{-8}$$

$$\therefore \rho_{AB} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega m$$

আবার,

$$\text{পরিবাহকত্ব, } \sigma_{AB} = \frac{1}{\rho_{AB}}$$

$$\text{বা, } \sigma_{AB} = \frac{1}{1.7 \times 10^{-8} \Omega m}$$

$$\therefore \sigma_{AB} = 5.9 \times 10^7 (\Omega m)^{-1}$$

CD তারের ক্ষেত্রে:

আমরা জানি,

$$\rho_{CD} = \frac{R_2 A_2}{L_2}$$

$$\text{বা, } \rho_{CD} = \frac{33 \times 5 \times 10^{-9}}{3}$$

$$\text{বা, } \rho_{CD} = 5.5 \times 10^{-8}$$

$$\therefore \rho_{CD} = 5.5 \times 10^{-8} \Omega m$$

$$\text{আবার, } \sigma_{CD} = \frac{1}{\rho_{CD}}$$

$$= \frac{1}{5.5 \times 10^{-8} \Omega m}$$

$$= 1.8 \times 10^7 (\Omega m)^{-1}$$

এখানে,

দৈর্ঘ্য, $L_1 = 2m$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$A_1 = 6.8 \times 10^{-4} \text{mm}^2$$

$$= 6.8 \times 10^{-10} \text{m}^2$$

$$[\because 1 \text{mm}^2 = 10^{-6} \text{m}^2]$$

আপেক্ষিক রোধ, $R_1 = 50 \Omega$

পরিবাহকত্ব, $\sigma_{AB} = ?$

এখানে,

দৈর্ঘ্য, $L_2 = 3m$

$$\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, } A_2 = 5 \times 10^{-3} \text{mm}^2$$

$$= 5 \times 10^{-9} \text{m}^2$$

$$[\because 1 \text{mm}^2 = 10^{-6} \text{m}^2]$$

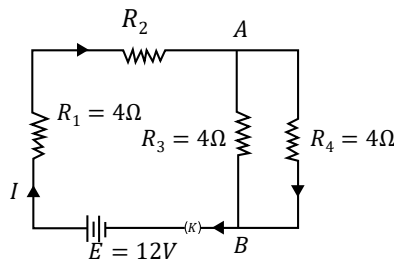
রোধ, $R_2 = 33 \Omega$

আপেক্ষিক রোধ ρ_{CD} হলে, পরিবাহকত্ব $\sigma_{CD} = ?$

গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যাচ্ছে, $\sigma_{AB} > \sigma_{CD}$

অর্থাৎ AB তারের উপাদানের পরিবাহকত্ব CD তারের চেয়ে বেশি

প্রশ্ন ১৫।



(ক) ওহমের সূত্রটি বিবৃত কর।

(খ) তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহকত্ব বেড়ে যায় কেন?

(গ) R_2 রোধের তড়িৎ ক্ষমতা নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত রোধগুলিকে বাসাবাড়িতে ব্যবহৃত তড়িৎ যন্ত্র দ্বারা প্রতিস্থাপিত বর্তনীর নকশা প্রণয়ন করে উক্ত বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।

সমাধান:

(ক) ওহমের সূত্রঃ তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

(খ) পরিবাহীতে তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ বেড়ে যায় কিন্তু সেমিকন্ডাক্টরের বেলায় ঠিক তার উল্টো, ব্যাপারটা ঘটে। সেমিকন্ডাক্টরের তাপমাত্রা বাড়ালে রোধ কমে। এর কারণ পরিবাহীর মত মুক্ত ইলেকট্রন অর্ধপরিবাহীতে নেই। সেখানে তাপমাত্রা বাড়ালে শুধু কিছু ইলেকট্রন বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্য পাওয়া যায়। তাই অর্ধপরিবাহীতে তাপমাত্রা বাড়ালে পরিবাহকত্ব বাড়ে।

(গ) উদ্দীপকের বর্তনীর তুল্যরোধ R_3 ও R_4 সমান্তরাল সংযোগে যুক্ত।

$$\therefore R_3 \text{ ও } R_4 \text{ রোধের তুল্যরোধ, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{4\Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2}{4\Omega}$$

$$\therefore R_p = 2\Omega$$

এখানে,

$$R_1 = 4\Omega$$

$$R_2 = 6\Omega$$

$$R_3 = 4\Omega$$

$$R_4 = 4\Omega$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বর্তনীর মোট তুল্যরোধ, } R_s &= R_p + R_1 + R_2 \\ &= (2 + 4 + 6)\Omega \\ &= 12\Omega \end{aligned}$$

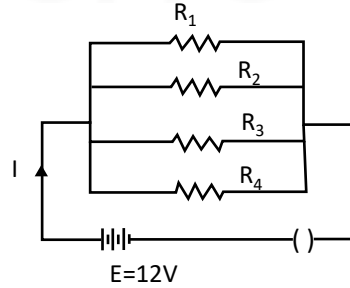
$$R_2 \text{ রোধের মধ্যে দিয়ে প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s} = \frac{12V}{12\Omega} = 1A$$

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং, } R_2 \text{ রোধের ক্ষমতা, } P &= I^2 R_2 \\ &= (1A)^2 \times 6\Omega = 6 \text{ watt} \end{aligned}$$

(ঘ) আমরা জানি, বাসাবাড়িতে যে বর্তনী ব্যবহার করা হয় তা হল সমান্তরাল বর্তনী। তাই উদ্দীপকের বর্তনীটির সবরোধকে সমান্তরাল সংযোগে যুক্ত করলে আমরা ডান পাশের চিত্রের ন্যায় বর্তনী পাই।

এই পরিবর্তিত বর্তনীর তুল্যরোধ,

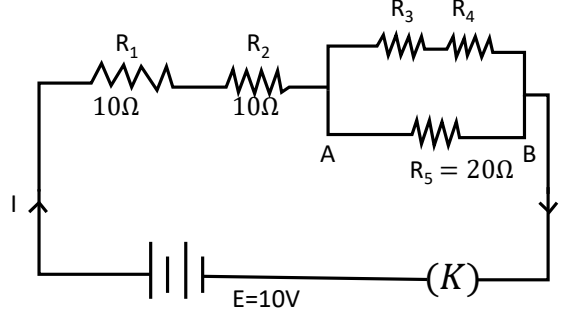
$$\begin{aligned} \frac{1}{R_s} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \\ &= \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{4\Omega} \\ &= \frac{3+2+3+3}{12\Omega} \\ &= \frac{11}{12\Omega} \\ \therefore R_s &= \frac{12}{11}\Omega \end{aligned}$$



$$\therefore \text{বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s} = \frac{12V}{\frac{12}{11}\Omega} = 11A$$

সুতরাং, এই বর্তনীতে একটি 11A এর ফিউজ ব্যবহার করতে হবে। যাতে 11A এর বেশি তড়িৎ প্রবাহ হলে ফিউজটি পুড়ে গিয়ে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে দেয়। কেননা ফিউজ ব্যবহৃত না হলে বর্তনীতে 11A এর বেশি তড়িৎ-প্রবাহিত হলে যেকোনো ধরনের দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

প্রশ্ন ১৬।



(ক) তড়িৎচালক শক্তি কাকে বলে ?

(খ) তাপমাত্রা, উপাদান এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ধ্রুব থাকলে 100 মিটার দৈর্ঘ্যের তার প্রস্থ বরাবর সমান দুই টুকরা করলে রোধের কি পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর।

(গ) তুল্যরোধ নির্ণয় কর।

(ঘ) R_1 , R_3 ও R_5 এর মধ্যে কোনটির ক্ষমতা বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

(ক) **তড়িৎচালক শক্তি:** কোনো তড়িৎ উৎস একক ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে উৎস সহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করে, তথা উৎস যে তড়িৎশক্তি ব্যয় করে, তাকে ঐ উৎসের তড়িৎচালক শক্তি বলে।

(খ) আমরা জানি,

$$\text{পরিবাহীর রোধ, } R = \rho \frac{L}{A}$$

তাপমাত্রা, উপাদান এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ধ্রুব থাকলে $L_1 = 100 \text{ m}$ থেকে প্রস্থ বরাবর সমান দুই টুকরা করলে $L_2 = 50 \text{ m}$ হবে।

এখন,

$$\begin{aligned} \frac{R_1}{R_2} &= \frac{\rho \frac{L_1}{A}}{\rho \frac{L_2}{A}} \\ \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} &= \frac{L_1}{L_2} \\ \Rightarrow R_2 &= \frac{R_1 \times L_2}{L_1} \\ \Rightarrow R_2 &= R_1 \times \frac{50}{100} \\ \therefore R_2 &= \frac{1}{2} \times R_1 \end{aligned}$$

এখানে,

R_1 = টুকরা করার আগের রোধ

R_2 = টুকরা করার পরের রোধ

ρ = আপেক্ষিক রোধ

A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

সুতরাং, রোধ অর্ধেক হবে।

(গ) তুল্যরোধ নির্ণয় কর।

বর্তনীতে R_3 ও R_4 শ্রেণী সমবায়ে আছে।

এদের তুল্যরোধ,

$$\Rightarrow R_s = R_3 + R_4$$

$$\Rightarrow R_s = 10 + 20$$

$$\therefore R_s = 30\Omega$$

এখানে,

$$R_3 = 10\Omega$$

$$R_4 = 20\Omega$$

আবার, R_s ও R_5 সামান্তরাল সমবায়ে আছে,

এদের তুল্যরোধ,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_5}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{30} + \frac{1}{20}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{50}{30 \times 20}$$

$$\therefore R_p = 12\Omega$$

আবার, R_1, R_2 এবং R_p শ্রেণী সমবায়ে আছে।

ফলে বর্তনীর তুল্যরোধ R_{eq} হলে:

$$\therefore R_{eq} = R_1 + R_2 + R_p$$

$$\Rightarrow R_{eq} = 10 + 10 + 12$$

$$\therefore R_{eq} = 32\Omega$$

(ঘ) (গ) হতে পাই তুল্যরোধ, $R_{eq} = 32\Omega$

$$\therefore \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_{eq}}$$

$$\Rightarrow I = \frac{10}{32}$$

$$\therefore I = 0.3125A$$

এখানে,

$$R_s = 30\Omega$$

$$R_5 = 20\Omega$$

এখানে,

$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 10\Omega$$

$$R_p = 12\Omega$$

এখানে,

$$\text{তড়িচ্চালক শক্তি, } E = 10V$$

$$\text{তড়িৎ প্রবাহ, } I = ?$$

$$\therefore R_1 \text{ এর ক্ষমতা, } P_1 = I^2 R_1$$

$$\Rightarrow P_1 = 0.3125^2 \times 10$$

$$P_1 = 0.976$$

$$\cong 0.98 \text{ Watt (প্রায়)}$$

R_3 এর ক্ষমতা:

A, B এর মাঝে মোট রোধ R_3, R_4 এবং R_5 এর তুল্য রোধ,

$$R_p = 12\Omega \text{ [গ হতে]}$$

\therefore A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য V হলে

$$V = IR_p$$

$$\Rightarrow V = 0.3125 \times 12$$

$$\therefore V = 3.75V$$

এখানে,

$$I = 0.3125 A$$

$$R_p = 12\Omega$$

R_3 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ I_3 হলে,

$$I_3 = \frac{V}{R_3 + R_4}$$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{3.75}{10 + 20}$$

$$\therefore I_3 = 0.125A$$

$$\therefore R_3 \text{ এর ক্ষমতা, } P_3 = (I_3)^2 \times R_3$$

$$= (0.125)^2 \times 10$$

$$= 0.156 \text{ watt}$$

এখানে,

$$R_3 = 10\Omega$$

$$R_4 = 20\Omega$$

R_5 এর ক্ষমতা:

A, B এর বিভব পার্থক্য, $V = 3.75$ যা মূলত R_5 এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য,

$$\therefore R_5 \text{ এর ক্ষমতা, } P_5 = \frac{V^2}{R_5}$$

$$\Rightarrow P_5 = \frac{(3.75)^2}{20}$$

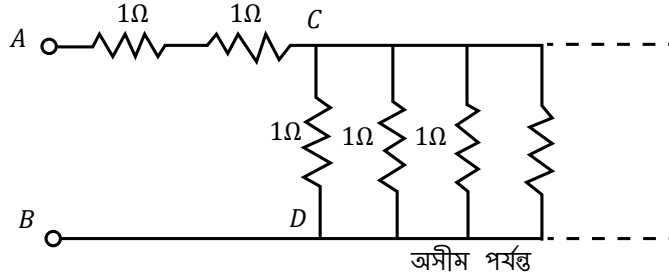
$$= 0.7 \text{ Watt (প্রায়)}$$

অর্থাৎ দেখা যায় $P_1 = 0.98 \text{ Watt}$, $P_3 = 0.156 \text{ Watt}$ এবং $P_5 = 0.7 \text{ watt}$ ফলে R_1 এর ক্ষমতা বেশি।

সম্ভাব্য প্রশ্ন

প্রশ্ন ১। অসীম সংখ্যক 1Ω রেজিস্টর ব্যবহার করে 2Ω রেজিস্টর তৈরি করো।

সমাধান:



ব্যাখ্যা: সমান্তরালে সমবায় করলে রোধের মান কমে থাকে। এখানে, C ও D বিন্দুর তুল্যরোধ R_p হলে-

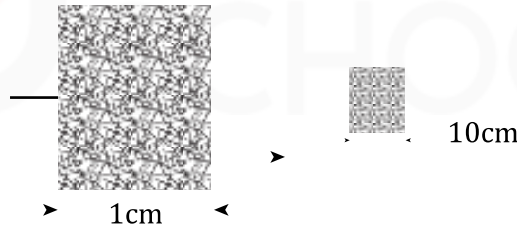
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} \dots \dots \dots (\text{অসীম পর্যন্ত})$$

$$\therefore R_p = \frac{1}{\text{অসীম}} = \text{শূন্য}$$

$$\therefore \text{বর্তমানীর মোট তুল্যরোধ, } R_s = 1 + 1 + R_p \\ = (1 + 1 + 0)\Omega \\ = 2\Omega \text{ [Ans]}$$

[কোনো কিছুকে বড় মান দিয়ে ভাগ করলে, মান কমে যায়। এভাবে ভাজ্য যদি কল্পনার চাইতেও বড় হয় তাহলে ভাগফল প্রায় শূন্য হয়ে যায়]

প্রশ্ন ২। তোমার বন্ধু 1mm পুরু নাইক্রোমের পাত দিয়ে $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ বর্গের (চিত্র 11.18) একটি রেজিস্টর তৈরি করেছে। তুমি $1\text{m} \times 1\text{m}$ বর্গের একটি রেজিস্টর তৈরি করেছ। তোমার বন্ধুর তৈরি রেজিস্টরের মান কত? তোমার রেজিস্টরের মান কত?



চিত্র: 11.18: 1m এবং 10cm বর্গের দুটি বর্গাকৃতির দুটি রেজিস্টর।

সমাধান:

আমার বন্ধুর তৈরি রেজিস্টরের মান নির্ণয়:

আমরা জানি,

$$R_1 = \rho \frac{L_1}{A_1} \\ = 100 \times 10^{-8} \times \frac{0.1}{0.0001} \Omega \\ = 1 \times 10^{-3} \Omega$$

\therefore আমার বন্ধুর তৈরি রেজিস্টরের মান, $R_1 = 1 \times 10^{-3} \Omega$

এখানে,

$$\text{দৈর্ঘ্য, } L_1 = 10\text{cm} \\ = 0.1\text{m}$$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$L_1 = \text{প্রস্থ} \times \text{পুরুত্ব} \\ = 10\text{cm} \times 1\text{mm} [\because 1\text{mm} = 1000\text{m}] \\ = 0.1\text{m} \times 0.001\text{m} \\ = 0.0001\text{m}^2$$

$$\text{রোধকoeff, } \rho = 100 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$$

$$\text{রোধ, } R_1 = ?$$

আমার তৈরি রেজিস্টরের মান নির্ণয়:

আমরা জানি,

$$R_2 = \rho \frac{L_2}{A_2}$$

$$= 100 \times 10^{-8} \frac{1}{0.001} \Omega$$

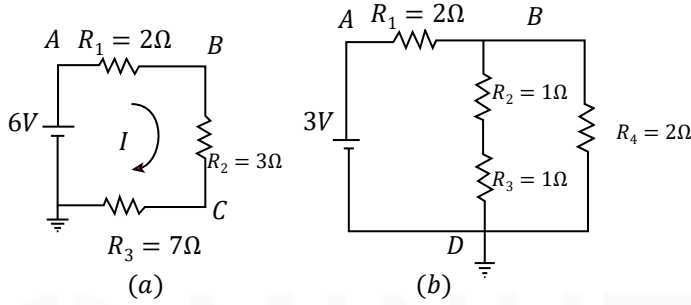
$$= 1 \times 10^{-3} \Omega$$

∴ আমার তৈরি রেজিস্টরের মান, $R_2 = 1 \times 10^{-3} \Omega$

অতএব, দুজনের রেজিস্টরের মানই সমান।

সুতরাং, দুজনেরই রেজিস্টরের মান $1 \times 10^{-3} \Omega$

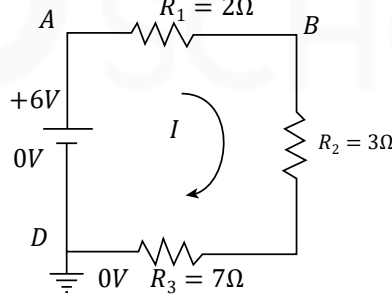
প্রশ্ন ৩। 11.19 (a) চিত্রটিতে দেখানো, সার্কিটে যদি D বিন্দুকে ভূমিসংলগ্ন করা হয় তাহলে A, B, C ও D বিন্দুতে ভোল্টেজ কত? I এর মান কত?



চিত্র 11, 19: (a) এবং (b) ব্যাটারি সেল ও রেজিস্টর সংযুক্ত দুটি সার্কিট

সমাধান:

যেহেতু D বিন্দুকে ভূমিসংলগ্ন করা হয়েছে সেহেতু আমাদের বর্তনীটি দাঁড়ায়:



অর্থাৎ, ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্তে 6V এবং ঋণাত্মক প্রান্তে 0V বিদ্যমান।

এখন, বর্তনীটিতে সবগুলো রোধ শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত আছে।

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

$$= (2 + 3 + 7) \Omega = 12 \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{V}{R} = \frac{6}{12} A = 0.5 A$$

$$\therefore I \text{ এর মান} = 0.5 A$$

এখন, ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্ত এবং A বিন্দুর মাঝে কোনো রোধ নেই।

∴ A বিন্দুর ভোল্টেজ, $V_A = 6V$ [ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্তের সমান]

∴ B বিন্দুর ভোল্টেজ, $V_B = A$ বিন্দুর ভোল্টেজ - R রোধের জন্য

খরচকৃত ভোল্টেজ

$$= V_A - V_1$$

$$= V_A - IR_1$$

$$= (6 - 0.5 \times 2)V$$

$$= 5V$$

∴ B বিন্দুর ভোল্টেজ, $V_B = 5V$

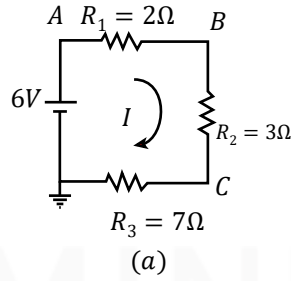
অনুরূপভাবে,

$$\begin{aligned} C \text{ বিন্দুর ভোল্টেজ } V_C &= V_B - V_2 \\ &= V_B - IR_2 \\ &= (5 - 0.5 \times 3)V \\ &= 3.5V \end{aligned}$$

∴ C বিন্দুর ভোল্টেজ, $V_C = 3.5V$

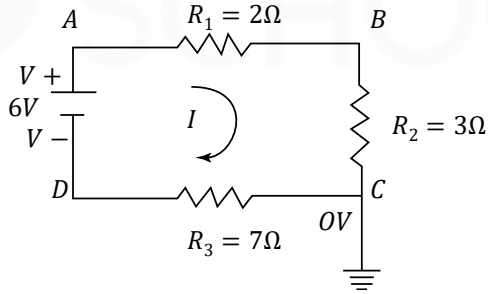
উত্তর: A, B, C ও D বিন্দুর ভোল্টেজ যথাক্রমে 6V, 5V, 3.5 V এবং 0V। I এর মান 0.5 A.

প্রশ্ন ৪। 11:19 (a) চিত্রটিতে দেখানো সার্কিটে D বিন্দুকে ভূমিসংলগ্ন না করে যদি C বিন্দুকে ভূমিসংলগ্ন করা হয় তাহলে ভোল্টেজ কত? I এর মান কত?



সমাধান:

C বিন্দুকে ভূমিসংলগ্ন করা হলে আমাদের বর্তনীটি দাঁড়ায়:



উল্লিখিত চিত্রে C বিন্দুকে ভূমি সংলগ্ন করার কারণে $R_3 = 7\Omega$ রোধটির মধ্য দিয়ে কোনো তড়িৎ প্রবাহিত হবে না। তড়িৎ প্রবাহ A বিন্দু হতে B বিন্দু হয়ে C বিন্দুর মাধ্যমে ভূমিতে পরিবাহিত হবে।

$$\text{এক্ষেত্রে, } R = R_1 + R_2 = (2 + 3)\Omega = 5\Omega$$

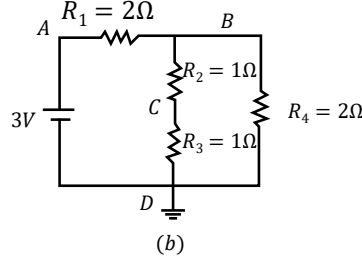
$$\text{দেওয়া আছে, } V = 6V$$

$$\text{আমরা জানি, } I = \frac{V}{R} = \frac{6}{5} = 1.2A$$

$$\begin{aligned} \text{A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য} &= IR_1 \\ &= 1.2 \times 2 \\ &= 2.4V \end{aligned}$$

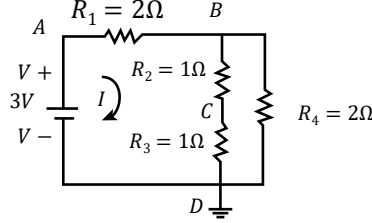
$$\begin{aligned} \therefore B \text{ বিন্দুর বিভব} &= 6 - 2.4 \\ &= 3.6V \end{aligned}$$

প্রশ্ন ৫। 11.19 (b) চিত্রটিতে দেখানো সার্কিটে D বিন্দুকে ভূমিসংলগ্ন করা হলে সার্কিটে A, B, C ও D বিন্দুতে ভোল্টেজ কত?



সমাধান:

আমাদেরকে প্রথমে বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ I নির্ণয় করে নিতে হবে।



তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয়: তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় করতে হলে আগে আমাদেরকে বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় করতে হবে। এখানে, R_2 এবং R_3 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত। এদের তুল্যরোধ আবার R_4 এর সাথে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত। R_2 , R_3 , R_4 এর তুল্যরোধ R_1 এর সাথে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত।

$$\begin{aligned} \text{এখানে, } R_5 &= R_2 + R_3 \\ &= (1 + 1)\Omega \\ &= 2\Omega \end{aligned}$$

R_5 রোধটি R_4 এর সাথে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত। এতএব, এদের তুল্যরোধ,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_4} = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right)\Omega = \left(\frac{1+1}{2}\right)\Omega = 1\Omega$$

$$\therefore R_p = \frac{1}{1}\Omega = 1\Omega$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বর্তনীর মোট তুল্য রোধ, } R &= R_1 + R_p \\ &= (2 + 1)\Omega \\ &= 3\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ \text{রোধ, } R &= 3\Omega \\ \text{বিভব পার্থক্য, } V &= 3\text{v} \\ \text{তড়িৎ প্রবাহ, } I &= ? \end{aligned}$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{3}{3}\text{A} \\ &= 1\text{A} \end{aligned}$$

\therefore বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ, $I = 1\text{A}$

D বিন্দু ভূমি সংলগ্ন করা আছে।

\therefore D বিন্দুর ভোল্টেজ, $V_D = 0\text{V}$.

D বিন্দু এবং ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তের মাঝে আর কোনো ভোল্টেজ খরচের স্থান নেই। অতএব, ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তের ভোল্টেজও 0V।

$$\begin{aligned} \text{ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্তের ভোল্টেজ হবে, } V+ &= (V-) + 3 \\ &= (0 + 3)\text{V} \\ &= 3\text{V} \end{aligned}$$

(V+) এবং A বিন্দুর ভোল্টেজ সমান

$$\therefore A \text{ বিন্দুর } V_A = 3V$$

$$\begin{aligned} B \text{ বিন্দুর ভোল্টেজ, } V_B &= V_A - V_1 \\ &= V_A - I_1 \\ &= (3 - 1 \times 2)V \\ &= 1V \end{aligned}$$

(C বিন্দুর ভোল্টেজ দুইভাবে নির্ণয় করা যায়। নীচে দুটিই দেওয়া হলো। তোমার পছন্দ অনুযায়ী বেছে নাও)

১ম কৌশল:

$$\begin{aligned} D \text{ ও B বিন্দুর মাঝে বিভব পার্থক্য, } V' &= V_B - V_D \\ &= (1 - 0)V \\ &= 1V \end{aligned}$$

$$\therefore R_s \text{ এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, } V' = 1V$$

$$\begin{aligned} \therefore B, C, D \text{ পথে তড়িৎ প্রবাহ, } I &= \frac{V'}{R_s} \\ &= \frac{1}{2}A \\ &= 0.5A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore C \text{ বিন্দুর বিভব, } V_C &= V_B - V_2 \\ &= V_B - I' \times R_2 \\ &= (1 - 0.5 \times 1)V \\ &= 0.5V \end{aligned}$$

২য় কৌশল:

$$\begin{aligned} D \text{ ও B বিন্দুর মাঝে বিভব পার্থক্য, } V' &= V_B - V_D \\ &= (1 - 0)V \\ &= 1V \end{aligned}$$

এখন B বিন্দু থেকে BCD পথে D বিন্দুতে তড়িৎ যেতে R_2 এবং R_3 রোধে ভোল্টেজ খরচ হয়। যেহেতু এদের মধ্য দিয়ে সমান তড়িৎ প্রবাহিত হয় এবং এদের মান সমান।

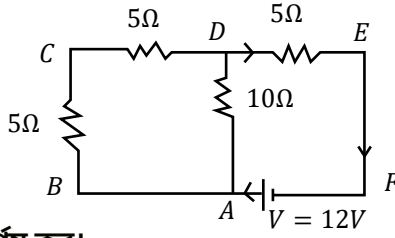
$$\begin{aligned} \text{অতএব, } V_2 &= V_3 \\ \text{এবং } V' &= V_2 + V_3 \\ &= V_2 + V_2 \\ &= 2V_2 \\ \therefore V_2 &= \frac{V'}{2} \\ &= \frac{1}{2}V \\ &= 0.5V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore C \text{ বিন্দুর ভোল্টেজ } V_C &= V_B - V_2 \\ &= (1 - 0.5)V \\ &= 0.5V \end{aligned}$$

$$\therefore A, B, C \text{ ও D বিন্দুর ভোল্টেজ যথাক্রমে } 3V, 1V, 0.5V, 0V$$

$$\text{উত্তর: } V_A = 3V, V_B = 1V, V_C = 0.5V, V_D = 0V, I = 1A$$

প্রশ্ন ৬। চিত্রে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ 1.5A

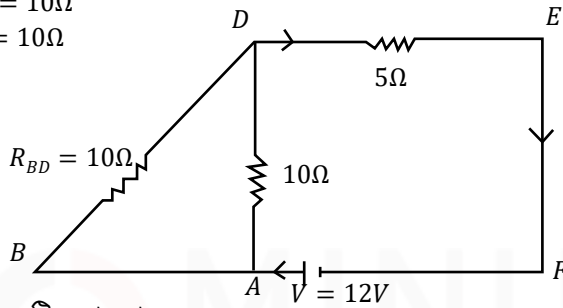


5 মিনিটে কোষটির ব্যয়িত শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান:

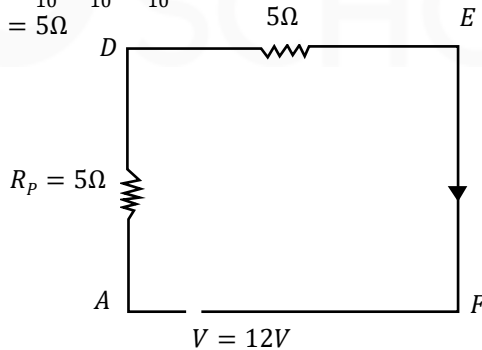
চিত্রে, R_{BC} ও R_{CD} শ্রেণিতে যুক্ত।

$$\begin{aligned}\therefore \text{এদের তুল্যরোধ, } R_{BD} &= R_{BC} + R_{CD} \\ &= (5 + 5)\Omega \\ &= 10\Omega \\ R_{BD} &= 10\Omega\end{aligned}$$



আবার, R_{BD} ও R_{AD} রোধ দুটি সমান্তরালে যুক্ত

$$\begin{aligned}\therefore \text{এদের তুল্যরোধ } R_p \text{ হলে, } \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_{BD}} + \frac{1}{R_{AD}} \\ &= \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{2}{10} \\ \therefore R_p &= 5\Omega\end{aligned}$$



এখন, R_p রোধ ও R_{DE} শ্রেণিতে যুক্ত।

$$\begin{aligned}\therefore \text{বর্তনীর তুল্যরোধ, } R &= R_p + R_{DE} \\ &= (5 + 5)\Omega \\ &= 10\Omega\end{aligned}$$

সুতরাং, বর্তনীর তুল্যরোধ, 10Ω

বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, $I = 1.5A$

সময়, $t = 5\text{min}$

$$= (5 \times 60)\text{s}$$

$$= 300\text{s}$$

$$\begin{aligned}\therefore 5 \text{ মিনিটে কোষের ব্যয়িত শক্তি, } W &= I^2 R t \\ &= (1.5^2 \times 10 \times 300)\text{J} \\ &= 6750\text{J}\end{aligned}$$

প্রশ্ন ৭। AB ও CD তারের উপাদানের মধ্যে কোনটির পরিবাহকত্ব বেশি?

$$\begin{array}{ll}
 R_1 = 50\Omega & R_2 = 33\Omega \\
 V_A = 20V & I_1 = 0.2A \\
 L_1 = 2m & L_2 = 3m \\
 A_1 = 6.8 \times 10^{-4}mm^2 & A_2 = 5 \times 10^{-3}mm^2
 \end{array}$$

সমাধান:

আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশিকে পরিবাহকত্ব বলে। একটি পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ ρ হলে, এর পরিবাহকত্ব, $\sigma = \frac{1}{\rho}$

সুতরাং AB ও CD তারের মধ্যে কোনটির পরিবাহকত্ব বেশি সেটি জানার জন্য আমাদের AB ও CD তারের আপেক্ষিক রোধ বের করতে হবে।

AB তারের ক্ষেত্রে:

আমরা জানি,

$$\rho_{AB} = \frac{R_1 A_1}{L_1}$$

$$\text{বা, } \rho_{AB} = \frac{50 \times 6.8 \times 10^{-10}}{2}$$

$$\text{বা, } \rho_{AB} = 1.7 \times 10^{-8}$$

$$\therefore \rho_{AB} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega m$$

আবার,

$$\text{পরিবাহকত্ব, } \sigma_{AB} = \frac{1}{\rho_{AB}}$$

$$\text{বা, } \sigma_{AB} = \frac{1}{1.7 \times 10^{-8} \Omega m}$$

$$\therefore \sigma_{AB} = 5.9 \times 10^7 (\Omega m)^{-1}$$

CD তারের ক্ষেত্রে:

আমরা জানি,

$$\rho_{AB} = \frac{R_1 A_1}{L_1}$$

$$\text{বা, } \rho_{AB} = \frac{50 \times 6.8 \times 10^{-10}}{2}$$

$$\text{বা, } \rho_{AB} = 1.7 \times 10^{-8}$$

$$\therefore \rho_{AB} = 1.7 \times 10^{-8} \Omega m$$

$$\text{আবার, } \sigma_{CD} = \frac{1}{\rho_{CD}}$$

$$= \frac{1}{5.5 \times 10^{-8} \Omega m}$$

$$= 1.8 \times 10^7 (\Omega m)^{-1}$$

এখানে,

দৈর্ঘ্য, $L_1 = 2m$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$A_1 = 6.8 \times 10^{-1} mm^2$$

$$= 6.8 \times 10^{-10} m^2$$

$$[\because 1 mm^2 = 10^{-6} m^2]$$

রোধ, $R_1 = 50\Omega$

আপেক্ষিক রোধ, $\rho_{AB} = ?$

পরিবাহকত্ব, $\sigma_{AB} = ?$

এখানে,

দৈর্ঘ্য, $L_2 = 3m$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$A_2 = 5 \times 10^{-3} mm^2$$

$$= 5 \times 10^{-9} m^2$$

$$[\because 1 mm^2 = 10^{-9} m^2]$$

রোধ, $R_2 = 33\Omega$

আপেক্ষিক রোধ, $\rho_{CD} = ?$

পরিবাহকত্ব, $\sigma_{CD} = ?$

গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যাচ্ছে, $\sigma_{AB} > \sigma_{CD}$

অর্থাৎ AB তারের উপাদানের পরিবাহকত্ব CD তারের চেয়ে বেশি।