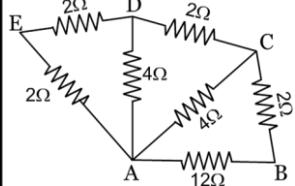




**Georg Simon Ohm**

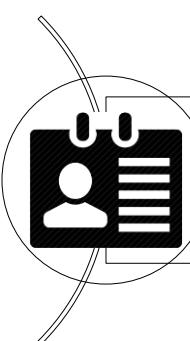
16 March 1789 - 6 July 1854 (aged 65))



## চলত্তি

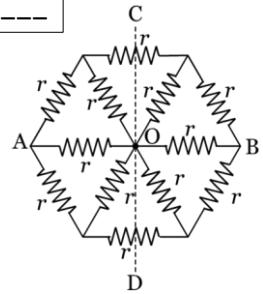
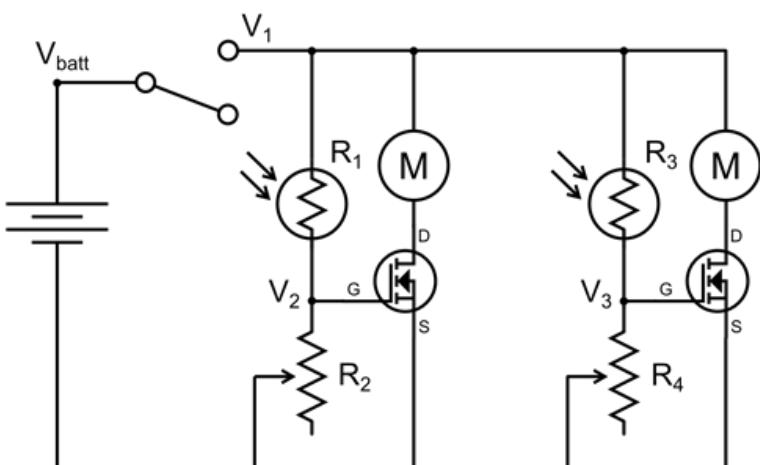
Georg Simon Ohm was a German physicist and mathematician. As a school teacher, Ohm began his research with the new electrochemical cell, invented by Italian scientist Alessandro Volta. Using equipment of his own creation, Ohm found that there is a direct proportionality between the potential difference (voltage) applied across a conductor and the resultant electric current. This relationship is known as **Ohm's law**.

# (CURRENT ELECTRICITY)



শিক্ষার্থীর নামঃ \_\_\_\_\_  
 ব্যাচঃ \_\_\_\_\_ রোলঃ \_\_\_\_\_ শিক্ষাবর্ষঃ \_\_\_\_\_

পদাৰ্থবিজ্ঞান  
 দশম শ্ৰেণি



# মুচিপত্র

No.	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা নং
01	<p style="text-align: center;"><b>শরহপূর্ণ জ্ঞানমূলক প্রশ্নাবস্থা</b></p> <p>ও'মের সূত্র; আপেক্ষিক রোধ; রোধ; তড়িচালক শক্তি বা E.M.F.; তুল্যরোধ; বর্তনী; তড়িৎ প্রবাহ; রোধের সঞ্চিবেশ; পরিবাহকত; তড়িৎ ক্ষমতা; ভোল্টমিটার; অ্যামিটার; 1 অ্যাম্পিয়ার; পরিবাহী; অর্ধপরিবাহী; অপরিবাহী; এক ও'ম; রোধক; শ্রেণি বর্তনী; সমাত্তরাল বর্তনী; এক কিলোওয়াট ঘটা বা এক ইউনিট; সোডপেডিস; অভ্যন্তরীণ রোধ</p>	03-04
02	<p style="text-align: center;"><b>শরহপূর্ণ আনুধাবনমূলক প্রশ্নাবস্থা</b></p> <p>০১। একটি পরিবাহীর দৈর্ঘ্য অর্ধেক করলে তার রোধের কীরুপ পরিবর্তন হবে – ব্যাখ্যা কর। * * *</p> <p>০২। বিদ্যুৎ লাইনের সাথে ধাতব খুটির সরাসরি সংযোগ থাকে না কেন? * * *</p> <p>০৩। ও'মের সূত্রটি লিখ ও ব্যাখ্যা কর। * * *</p> <p>০৪। তুল্যরোধ বলতে কী বুঝা? ব্যাখ্যা কর। * * *</p> <p>০৫। তড়িতের সিস্টেম লস বলতে কী বুঝা? * * *</p> <p>০৬। সিস্টেম লস বলতে কী বুঝা? * * *</p> <p>০৭। গৃহে বিদ্যুতায়নের জন্য কোন বর্তনী উপযোগী এবং কেন?</p> <p>০৮। বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ রোধের উপর নির্ভরশীল - ব্যাখ্যা কর। *</p> <p>০৯। বিভব ও বিভব পার্থক্য কি ব্যাখ্যা কর। * *</p> <p>১০। মোটা তার অপেক্ষা চিকন তারের রোধ বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। * *</p> <p>১১। পরিবর্তী রোধক ব্যবহারের উদ্দেশ্য ব্যাখ্যা করো। *</p> <p>১২। বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। * *</p> <p>১৩। বৈদ্যুতিক কেটলিঙে পানি দ্রুত গরম হয় কেন?</p> <p>১৪। তারের ব্যাসার্ধ বাড়ালে প্রবাহ বৃদ্ধি পায় কেন?</p> <p>১৫। রোধ ও আপেক্ষিক রোধের মধ্যে পার্থক্য লিখ। *</p> <p>১৬। 100W এবং 60W বাল্বের মধ্যে কোনটি বেশি আলোকিত হবে? * * *</p> <p>১৭। তড়িচালক শক্তি ও বিভব পার্থক্য এর মধ্যে তফাত কি?</p> <p>১৮। 220V - 40W এর অর্ধ কী? * * *</p> <p>১৯। “তড়িৎ প্রবাহের প্রকৃত দিক প্রচলিত দিকের বিপরীত” ব্যাখ্যা কর। * *</p> <p>২০। সিস্টেম লস কিভাবে কমানো যায়? ব্যাখ্যা কর। * *</p> <p>২১। সিরিজ ও সমাত্তরাল বর্তনীর মধ্যে পার্থক্য লিখ। *</p> <p>২২। পরিবাহী ও অর্ধপরিবাহী রোধ তাপমাত্রার সাথে কিরণে প্রাভাবিত হতে পারে তা ব্যাখ্যা কর। *</p> <p>২৩। বস্তুর উপাদানের সাথে তার রোধ কিভাবে সম্পর্কযুক্ত ব্যাখ্যা কর। *</p> <p>২৪। বাড়ির বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি নিরাপদ রাখার জন্য কী ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত? *</p> <p>২৫। বার্কিট ব্রেকার কীভাবে কাজ করে? * * *</p> <p>২৬। সার্কিট ব্রেকার কীভাবে কাজ করে? * * *</p>	04-07
03	তত্ত্বাত্মক (THEORY)	07 - 16
04	মূল্যাবস্থা	17
05	BASIC MATH	17 - 21
06	মজবুতশীল প্রশ্ন (প্রয়োগমূলক ও উচ্চতর দক্ষতা)	21-26

### শরুত্তপূর্ণ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবন মূলক প্রশ্ন:

#### ■ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন:

০১। ও'মের সূত্রটি লিখ। ★★★

উঃ তাপমাত্রা স্থির রাখলে কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা এই পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভিন্ন পার্থক্যের সমানুপাতিক।

০২। আপেক্ষিক রোধ কি? ★★★

উঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রা কোনো পরিবাহীর একক দৈর্ঘ্যের এবং একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পরিবাহীর রোধকে এই পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

০৩। রোধ কাকে বলে? ★★★

উঃ পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বিস্থিত হয় তাকে রোধ বলে।

০৪। তড়িচালক শক্তি বা E.M.F কি? ★★★

উঃ কোনো তড়িৎ উৎস একক ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে উৎস সহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘূরিয়ে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করে, তথ্য উৎস যে তড়িৎ শক্তি ব্যয় করে সেই শক্তিই হলো এই উৎসের তড়িচালক শক্তি।

০৫। তুল্যরোধ কাকে বলে? ★★★

উঃ রোধের কোনো সম্মিলিত পরিবর্তে যে একটি মাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা ও বিভিন্ন পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না, তাকে এই সম্মিলিত রোধের তুল্য রোধ বলে।

০৬। বর্তনী কী? \*

উঃ তড়িৎ প্রবাহ চলার সম্পূর্ণ পথকে তড়িৎ বর্তনী বলে।

০৭। তড়িৎ প্রবাহ কাকে বলে? ★★

উঃ কোনো পরিবাহকের যে কোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে প্রতি একক সময়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয়, তাকে তড়িৎ প্রবাহ বলে।

০৮। রোধের সম্মিলিত কী? ★★

উঃ একাধিক রোধকে একত্রে সংযুক্ত করাকেই রোধের সম্মিলিত বলে।

০৯। পরিবাহকত্বের একক কি? ★★

উঃ পরিবাহকত্বের একক  $(\Omega m)^{-1}$ ।

১০। তড়িৎ ক্ষমতা কী? \*

উঃ কোনো তড়িৎ যন্ত্রের তড়িৎ শক্তিকে অন্যান্য শক্তিকে ক্রমান্তরের হারকে তড়িৎ ক্ষমতা বলে।

১১। ভোল্টমিটার কাকে বলে? ★★★

উঃ যে তড়িৎ যন্ত্রের সাহায্যে বর্তনীর যেকোনো দুই প্রান্তের বিভিন্ন পার্থক্যের মান সরাসরি ভোল্ট এককে পাওয়া যায় তাকে ভোল্টমিটার বলে।

১২। অ্যামিটার কি? ★★

উঃ অ্যামিটার হলো তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপক যন্ত্র।

১৩। 1 অ্যাম্পিয়ার কাকে বলে? ★★

উঃ শূন্য মাধ্যমে কোনো পরিবাহীর যে কোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে 1s এ 1C আধান প্রবাহিত হলে যে পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহের সূষ্ঠি হয় তাকে 1A বলে।

১৪। পরিবাহী কাকে বলে? ★★

উঃ যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে খুব সহজেই তড়িৎ প্রবাহ চলতে পারে তাদেরকে পরিবাহী বলে।

১৫। অর্ধপরিবাহী কাকে বলে? \*

উঃ যে সকল তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা সাধারণ তাপমাত্রায় পরিবাহী এবং অপরিবাহী পদার্থের মাঝামাঝি, সে সকল পদার্থকে অর্ধপরিবাহী বলে।

১৬। অপরিবাহী কাকে বলে? \*

উঃ যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলতে পারেনা তাদেরকে অপরিবাহী বা অন্তরক পদার্থ বলে।

১৭। এক ও'ম কাকে বলে? ★★

উঃ যে পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভিন্ন পার্থক্য  $1V$  হলে তার মধ্য দিয়ে  $1A$  তড়িৎ প্রবাহ চলে, তার রোধকে  $1\Omega$  বলে।

১৮। রোধক কী? ★★

উঃ নির্দিষ্ট মানের রোধ বিশিষ্ট যে পরিবাহী তার কোনো বর্তনীতে ব্যবহার করা হয় তাকে রোধক বলে।

১৯। শ্রেণি বর্তনী কাকে বলে? ★★★

উঃ যে বর্তনীর তড়িৎ উপকরণগুলো পর পর সাজানো থাকে তাকে শ্রেণী বর্তনী বলে।

অথবা, বই দেখ।

২০। সমান্তরাল বর্তনী কাকে বলে? ★★★

উঃ যে বর্তনীতে তড়িৎ উপকরণগুলো এমনভাবে সাজানো থাকে যে প্রত্যেকটির এক প্রান্তগুলো একটি সাধারণ বিন্দুতে এবং অপর প্রান্ত গুলো অন্য একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে তবে তাকে সমান্তরাল বর্তনী বলে।

২১। এক কিলোওয়াট ঘন্টা বা এক ইউনিট কাকে বলে? ★★★

উঃ এক কিলোওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন কোনো তড়িৎ যন্ত্র এক ঘন্টা ধরে কাজ করলে যে পরিমাণ তড়িৎশক্তিকে অন্য শক্তিতে

রূপান্তর করে বা ব্যয় করে তাকে এক কিলোওয়াট ঘন্টা বা এক ইউনিট বলে।

**২২। কিভাবে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি করা যায়? ★★**  
 উঃ সুবিধামত অপদ্রব্য মিশিয়ে অর্ধপরিবাহীর পদার্থের তড়িৎ পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি করা যায়।

**২৩। লোডশেডিং কি?**

উঃ কোনো নির্দিষ্ট এলাকার বিদ্যুৎের চাহিদা উৎপাদন বা সরবরাহের তুলনায় বেশি হলে তখন বিদ্যুৎ উপকেন্দ্রের পক্ষে চাহিদা মেটানো সম্ভব হয়ে উঠে না। তখন বাধ্য হয়ে উপকেন্দ্র কর্তৃপক্ষ বিতরণ ব্যবস্থার নির্দিষ্ট এলাকায় কিছু সময়ের জন্য বিদ্যুৎ বিতরণ বন্ধ করে দেয় বা বিদ্যুৎ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে। এক লোডশেডিং বলে।

**২৪। সিস্টেম লস কী? ★★**

উঃ বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য ব্যবহৃত তারের রোধের কারণে তড়িৎ শক্তির যে অপচয় ঘটে তাই হলো সিস্টেম লস।

**২৫। অভ্যন্তরীণ রোধ কী?**

উঃ তড়িৎ কোষের পাতওয়ের মধ্যকার বিভিন্ন পদার্থ তড়িৎ প্রবাহের বিরুদ্ধে যে বাধা সৃষ্টি করে তাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।

**২৬। পরিবাহকত্ব কি?**

উঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন পরিবাহীর একক দৈর্ঘ্য এবং একক ক্ষেত্রফলের তড়িৎ পরিবাহিতাই পরিবাহীর উপাদানের তড়িৎ পরিবাহকত্ব। তড়িৎ পরিবাহকত্ব হলো আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশি।

### ■ অনুধাবনমূলক প্রশ্নঃ

**০১। একটি পরিবাহীর দৈর্ঘ্য অর্ধেক করলে তার রোধের কীরূপ পরিবর্তন হবে – ব্যাখ্যা কর। ★★**

উঃ আমরা জানি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিবাহকের রোধ দৈর্ঘ্যের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

**০২। বিদ্যুৎ লাইনের সাথে ধাতব খুঁটির সরাসরি সংযোগ থাকে না কেন? ★★★**

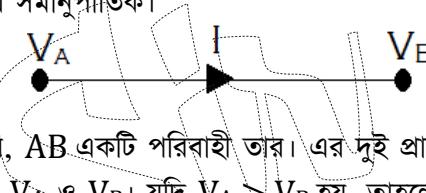
উঃ রাস্তার বিদ্যুৎ লাইনের তার খাটবার সময় ধাতব খুঁটির সাথে সরাসরি সংযুক্ত করা হয় না কারণ ধাতব বিদ্যুৎ সুপরিবাহী। ধাতব খুঁটির সাথে সরাসরি সংযোগ করা হলে তারের বিদ্যুৎ খুঁটির মধ্য দিয়ে মাটিতে চলে যেত। কেউ খুঁটি স্পর্শ করলে সাথে সাথে তড়িৎ স্পৃষ্ট হতো এবং মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটতো। তাই অপরিবাহী পোর্সেলিনের কাপের মধ্য দিয়ে তারকে খুঁটির সাথে সংযোগ দেওয়া হয়।

অথবা,

ভূমিতে বিদ্যুৎ ক্ষরণ এবং তৎসংশ্লিষ্ট ভয়বহুতা রোধ করার জন্য বৈদ্যুতিক লাইনের সাথে ধাতব খুঁটির সরাসরি সংযোগ থাকে না। ভূমি ও ধাতু বিদ্যুৎ সুপরিবাহী। বিদ্যুৎ লাইনের সাথে ধাতব খুঁটির সরাসরি সংযোগ থাকলে শর্ট সার্কিট হতো এবং অধিকাংশ বিদ্যুৎ খুঁটি হয়ে ভূমিতে চলে যেত। অতিরিক্ত বিদ্যুৎ ক্ষরণের ফলে ভূমির ঐ স্থানে অনেক বড় বিভব পতন ঘটত বলে আশেপাশে কেউ থাকলে বিদ্যুৎ স্পৃষ্ট হওয়ার আশঙ্কা ছিল। তাই ধাতব খুঁটিকে বিদ্যুৎ লাইনের সাথে সরাসরি সংযুক্ত না করে চীনামাটির অন্তরক ডিস্ক এর মাধ্যমে সংযুক্ত করা হয়।

**০৩। ও'মের সূত্রটি লিখ ও ব্যাখ্যা কর। ★★★**

উঃ তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা এ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।



মনে করি, AB একটি পরিবাহী তার। এর দুই প্রান্তের বিভব যথাক্রমে  $V_A$  ও  $V_B$ । যদি  $V_A > V_B$  হয়, তাহলে পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য,  $V = V_A - V_B$   
 এখন, স্থির তাপমাত্রায় পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ  $I$  হলেও, ও'মের সূত্রানুসারে,

$$I \propto V$$

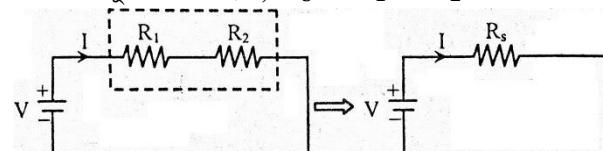
$$\text{বা, } I = \frac{1}{R} V \text{ বা, } \frac{V}{I} = R = \text{ক্রবক।}$$

এই ক্রবককে এ তাপমাত্রায় এ পরিবাহীর রোধ বলে।

সুতরাং, যদি পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য দ্বিগুণ করা হয়, তবে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ দ্বিগুণ হবে। আবার যদি পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য এক – তৃতীয়াংশ করা হয়, তবে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ এক – তৃতীয়াংশ হবে।

**০৪। তুল্যরোধ বলতে কী বুঝা? ব্যাখ্যা কর। ★★**

উঃ রোধের একটি সন্নিবেশের পরিবর্তে যে রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর মোট প্রবাহ এবং বিভব পার্থক্যের কোন পরিবর্তন হয় না সেই নির্দিষ্ট রোধই হলো এ সন্নিবেশের তুল্যরোধ। ধরা যাক,  $R_1$  ও  $R_2$  দুটি রোধ শ্রেণি সমবায়ে রয়েছে। তাহলে উক্ত রোধদ্বয়ের তুল্য রোধ হবে,  $R_s = R_1 + R_2$



চিত্র (i)

চিত্র (ii)

চিত্র (i) এর  $R_1$  ও  $R_2$  রোধদ্বয়ের পরিবর্তে এমন কোনো মানের রোধ  $R_s$  যদি ব্যবহার করা যায়, যার ফলে বর্তনীর

মোট তড়িৎ প্রবাহ I এবং মোট বিভব পার্থক্য V এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না তবে  $R_s$  কে  $R_1$  ও  $R_2$  এর তুল্যরোধ বলা যাবে।

### ০৫। তড়িতের সিস্টেম লস বলতে কী বুঝ? ★★★

উঃ উৎপন্ন তড়িৎ শক্তির যে অংশ সঞ্চালন বা পরিবহনের সময় ব্যয় হয়, তাই সিস্টেম লস। তড়িৎ সঞ্চালনের জন্য যে সকল পরিবাহী তার ব্যবহার করা হয় তাদের একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ রোধ থাকে। ফলে এই রোধকে অতিক্রমের জন্য তড়িৎ শক্তির একটি অংশ তাপে রূপান্তরিত হয়। এ কারণেই উৎপন্ন তড়িৎ শক্তির তুলনায় কিছুটা কম ব্যবহারযোগ্য শক্তি পাওয়া যায়।

### ০৬। সিস্টেম লস বলতে কী বুঝ? ★★★

উঃ বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রে উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তি পরিবাহী তারের সাহায্যে প্রথমে সাব-স্টেশনে এবং সেখান থেকে গ্রাহক পর্যায়ে বিতরণ করা হয়। বিদ্যুৎ সঞ্চালনের জন্য যে পরিবাহী তার ব্যবহার করা হয় এরও কিছু পরিমাণ রোধ আছে। ফলে কিছু পরিমাণ বিদ্যুৎ শক্তি তাপের রূপান্তরিত হয়। এ কারণে গ্রাহক পর্যায়ে প্রাপ্ত বিদ্যুৎ শক্তি বিদ্যুৎ কেন্দ্রে উৎপাদিত বিদ্যুৎ শক্তি অপেক্ষা কম হয়। অর্থাৎ বিদ্যুৎ সঞ্চালনের সময় পরিবাহী তারে যে বিদ্যুৎ শক্তি তাপে রূপান্তরিত হয় তাকে সিস্টেম লস বলে।

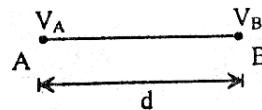
০৭। গৃহে বিদ্যুতায়নের জন্য কোন বর্তনী উপযোগী এবং কেন?  
 উঃ গৃহে বিদ্যুতায়নের জন্য সমান্তরাল বর্তনী উপযোগী। যে বর্তনীতে তড়িৎ উপকরণগুলো এমনভাবে সাজানো থাকে যে, প্রত্যেকটি এক প্রান্তগুলো একটি সাধারণ বিন্দুতে এবং অপর প্রান্তগুলো অন্য একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে তবে তাকে সমান্তরাল বর্তনী বলে। এই সংযোগের ফলে প্রত্যেকটি উপকরণ একই ভোল্টেজ সরবরাহ পায়, কিন্তু উপকরণগুলো ভিন্ন ভিন্ন প্রবাহ গ্রহণ করে। এই বর্তনীতে ইচ্ছামতো কোনো উপকরণ চালু বা বন্ধ করা যায়। এ কারণে গৃহে বিদ্যুতায়নের জন্য সমান্তরাল বর্তনী উপযোগী।

### ০৮। বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ রোধের উপর নির্ভরশীল - ব্যাখ্যা কর। ★

উঃ যে ধর্মের জন্য পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহ বাধাগ্রস্থ হয় তাই হল রোধ। বর্তনীতে যদি রোধের মান বেশী হয় তাহলে তড়িৎ প্রবাহ বাধাগ্রস্থ হবে বেশি ফলে তড়িৎ প্রবাহের মান কমে যাবে এবং বর্তনীতে যদি রোধের পরিমাণ কম হয় তাহলে তড়িৎ প্রবাহ বাধাগ্রস্থ হবে কম এবং তড়িৎ প্রবাহের মান বেরে যাবে। অর্থাৎ বলা যায়, বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ রোধের উপর নির্ভরশীল।

### ০৯। বিভব ও বিভব পার্থক্য কি ব্যাখ্যা কর। ★★

উঃ অসীম দূরত্ব হতে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে সম্পূর্ণ কাজের পরিমাণকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে। অসীম থেকে ক্ষুদ্র পরখ আধান  $q$  কে ঐ পরিবাহকের খুব নিকটে বা তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যদি সম্পূর্ণ কাজের পরিমাণ  $W$  হয়, তবে ঐ পরিবাহকের বা ঐ বিন্দুর বিভব  $V$  হবে,  $V = \frac{W}{q}$



ধরা যাক, কোনো তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যে  $d$  দূরত্বে অবস্থিত।  $A$  ও  $B$  দুটি বিন্দু এবং এই দুই বিন্দুর বিভব যথাক্রমে  $V_A$  ও  $V_B$  ই হলো এই দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য।

### ১০। মোটা তার অপেক্ষা চিকন তারের রোধ বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। ★★

উঃ রোধের নির্ভরশীলতার সূত্র হতে আমরা জানি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহীর দৈর্ঘ্য স্থির রাখলে পরিবাহীর রোধ এর প্রস্তুতিতে ক্ষেত্রফলের ব্যতানুপাতিক ( $R \propto \frac{1}{A}$ )। মোটা তারের তুলনায় চিকন তারের প্রস্তুতিতে কম হওয়ায় চিকন তারের মধ্য দিয়ে ইলেক্ট্রন চলার জন্য অনুমোদিত পথ সংকীর্ণ হয়। আর তাই মোটা তারের তুলনায় চিকন তারের রোধ বেশি হয়।

### ১১। পরিবর্তী রোধক ব্যবহারের উদ্দেশ্য ব্যাখ্যা করো। ★

উঃ বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তন বা নিয়ন্ত্রণ করার জন্য পরিবাহী রোধক ব্যবহার করা হয়।

রোধের মান ও পরিবর্তিত হলে ও'মের সূত্রানুসারে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের মানেও পরিবর্তন সাধিত হয়। অনেক বর্তনীতেই তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তন বা নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয়। যেমন- পটেনশিওমিটার ব্যবহার করে অজানা তারের রোধ নির্ণয়, ওহমের সূত্রের পরিক্ষামূলক প্রমাণ ও তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তনের জন্য পরিবর্তী রোধক ব্যবহার করা হয়।

### ১২। বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ★★

উঃ ফিউজ হলো একটি নিরাপত্তা মূলক কোশল। বৈদ্যুতিক বর্তনীতে অধিক তড়িৎ প্রবাহ প্রতিরোধের জন্য ফিউজ ব্যবহার করা হয়। নির্দিষ্ট মানের তড়িৎ প্রবাহ অপেক্ষা বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হলে ফিউজটি উত্তপ্ত হয় এবং গলে যায়। এতে বর্তনী বিচ্ছিন্ন হয় এবং যন্ত্রপাতি নষ্ট হওয়ার হাত থেকে রক্ষা পায়।

### ১৩। বৈদ্যুতিক কেটলিতে পানি দ্রুত গরম হয় কেন?

উঃ বৈদ্যুতিক কেটলিতে ব্যবহৃত নাইক্রোম তারের আপেক্ষিক রোধের মান তুলনামূলকভাবে বেশি। তাই এর মধ্য দিয়ে যখন

তড়িৎ প্রবাহিত হয় তখন প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। ফলে বৈদ্যুতিক কেটলিতে পানি দ্রুত গরম হয়।

#### ১৪। তারের ব্যাসার্ধ বাড়ালে প্রবাহ বৃদ্ধি পায় কেন?

উঃ রোধের নির্ভরশীলতার সূত্র হতে আমরা জানি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহীর দৈর্ঘ্য স্থির রাখলে পরিবাহীর রোধ এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যত্তানুপাতিক। পরিবাহীর দৈর্ঘ্য  $L$ , ব্যাসার্ধ  $r$ , প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $A$  এবং রোধ  $R$  হলো।

$$R \propto \frac{1}{A} \text{ যখন তাপমাত্রা, উপাদান এবং } L \text{ ধৰ্ম থাকে।}$$

$$\text{বা, } R \propto \frac{1}{\pi r^2} \therefore R \propto \frac{1}{r^2}$$

অতএব দেখা যায় যে, পরিবাহীর ব্যাসার্ধ বাড়ালে রোধ কমে যায়। আবার, পরিবাহীর রোধ কমলে প্রবাহ বেড়ে যায়। তাই পরিবাহী তারের ব্যাসার্ধ বাড়ালে প্রবাহ বৃদ্ধি পায়।

#### ১৫। রোধ ও আপেক্ষিক রোধের মধ্যে পার্থক্য লিখ। \*

উঃ

রোধ	আপেক্ষিক রোধ
০১। পরিবাহীতে ইলেক্ট্রন প্রবাহ বাধাগ্রস্ত হওয়ার ধর্মই রোধ।	০১। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের কোন পরিবাহীর রোধই তার উপাদানের আপেক্ষিক রোধ।
০২। নির্দিষ্ট তাপমাত্রার কোন পরিবাহীর রোধ এর ভৌত অবস্থা (যেমন দৈর্ঘ্য, প্রস্থচ্ছেদ ইত্যাদি) উপর নির্ভর করে।	০২। আপেক্ষিক রোধ শুধুমাত্র এর উপাদানের উপর নির্ভরশীল।

#### ১৬। 100W এবং 60W বালীর মধ্যে কোনটি বেশি

আলোকিত হবে? \*

উঃ বালু দুটির মধ্যে 100W এর বালুটি বেশি আলোকিত হবে। কোন বালুরের ক্ষমতা একক সময়ে ঐ বালু দ্বারা তড়িৎ শক্তিকে আলোক শক্তিকে রূপান্তরের পরিমাণকে বোঝায়। 100W এর বালুরের ক্ষমতা 60W এর বালুরের চেয়ে বেশি হওয়ায় প্রথম বালুটি বেশি আলোকিত হবে।

#### ১৭। তড়িচালক শক্তি ও বিভব পার্থক্য এর মধ্যে তফাত কি?

উঃ \*

তড়িচালক শক্তি	বিভব পার্থক্য
০১। এক একক আধানকে কোন সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ফুরিয়ে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাই কোষের তড়িচালক শক্তি।	০১। এক একক আধানকে কোন পরিবাহকের এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাই ঐ বিন্দুয়ের বিভব পার্থক্য।
০২। তড়িচালক শক্তি হয় কোনো তড়িৎ উৎসের যেমন – কোষ, জেনারেটর বা ডায়নামো ইত্যাদি।	০২। বিভব পার্থক্য হয় কোন পরিবাহক বা তড়িৎ ক্ষেত্রের দুই বিন্দুর।

০৩। তড়িচালক শক্তি হলো বর্তনীর বিভব পার্থক্যের কারণ।

০৩। বর্তনীর বিভব পার্থক্য হলো তড়িচালক শক্তির ফল।

০৪। বর্তনীর কোষের তড়িচালক শক্তি এর যে কোন অংশের বিভব পার্থক্যের চেয়ে বড়।

০৪। বর্তনী যে কোনো অংশের বিভব পার্থক্য এর কোষের তড়িচালক শক্তির চেয়ে ছোট হয়।

০৫। তড়িচালক শক্তি কোষের রাসায়নিক ক্রিয়ার উপর নির্ভর করে।

০৫। বিভব পার্থক্য বর্তনীর রোধের উপর নির্ভর করে।

০৬। বর্তনীর যে অংশে অন্য কোনো শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয় সেই শক্তি অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয় অংশে তড়িচালক শক্তি থাকে।

০৬। বর্তনীর যে অংশে তড়িৎ শক্তি অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয় সেই অংশে বিভব পার্থক্য থাকে।

#### ১৮। 220V - 40W এর অর্থ কী? \*\*\*

উঃ কোনো বালুর গায়ে 220V - 40W লেখা থাকলে এর অর্থ হলো 220V বিভব পার্থক্যে বাতিটি সংযুক্ত করলে বাতিটি সবচেয়ে বেশি আলো বিকিরণ করবে এবং প্রতি সেকেন্ডে 4J হারে বিদ্যুৎ শক্তিকে আলো ও তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত করবে।

#### ১৯। “তড়িৎ প্রবাহের প্রকৃত দিক প্রচলিত দিকের বিপরীত” ব্যাখ্যা কর। \*

উঃ চল তড়িৎ আবিষ্কৃত হওয়ার সময় মনে করা হতো যে ধনাত্মক আধানের প্রবাহের ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয় এবং এই ধনাত্মক আধান উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে প্রবাহিত হয়। তাই তড়িৎ প্রবাহের প্রচলিত দিক ধরা হয় উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে। কিন্তু আমরা জানি, প্রকৃতপক্ষে তড়িৎ প্রবাহ হলো খণ্ডাত্মক আধান তথা ইলেক্ট্রন প্রবাহের জন্য। ফলে তড়িৎ প্রবাহের দিক হলো নিম্নতর বিভব থেকে উচ্চতর বিভবের দিকে। সুতরাং তড়িৎ প্রবাহের প্রকৃত দিক প্রচলিত দিকের বিপরীত।

#### ২০। সিস্টেম লস কিভাবে কমানো যায়? ব্যাখ্যা কর। \*

উঃ উচ্চ ভোল্টেজ বিদ্যুৎ সঞ্চালনের ফলে বিদ্যুৎ গ্রিড তথা পরিবাহীর রোধের কারণে যে লস হয় তা অনেকাংশ করে যায়। একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ বিদ্যুৎ শক্তির জন্য উচ্চ ভোল্টেজ বিদ্যুৎ সঞ্চালনের ফলে তড়িৎ প্রবাহের মান কম হয়। এর ফলে রোধজনিত লসের পরিমাণও করে যায়। উদাহরণ হিসেবে লিখা যায়- যদি সঞ্চালন লাইন ভোল্টেজকে সমগ্রণ বৃদ্ধি করা হয়। তখন তড়িৎ প্রবাহের মান এক 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।

#### ২১। সিরিজ ও সমান্তরাল বর্তনীর মধ্যে পার্থক্য লিখ। \*

উঃ সিরিজ ও সমান্তরাল বর্তনীর পার্থক্যঃ

সিরিজ বর্তনী	সমান্তরাল বর্তনী
(i) তড়িৎ উপকরণগুলো পরপর সাজানো থাকে।	(i) তড়িৎ উপকরণগুলো সমান্তরালে সাজানো থাকে।

(ii) বর্তনীর সর্বত্র তড়িৎ প্রবাহ সমান।

(ii) অত্যেক সমান্তরাল শাখায় প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের যোগফল বর্তনীর মূল প্রবাহের সমান।

২২। পরিবাহী ও অর্ধপরিবাহী রোধ তাপমাত্রার সাথে কিরণে প্রাভাবিত হতে পারে তা ব্যাখ্যা কর। \*

উঃ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে পরিবাহীর রোধ বাড়ে এবং অর্ধপরিবাহীর রোধ কমে। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পরিবাহীর অভ্যন্তরীণ মুক্ত ইলেক্ট্রনগুলোর পারস্পরিক সংঘর্ষ বাড়ে যা তড়িৎ প্রবাহে বিয় ঘটায়। ফলে রোধ বৃদ্ধি পায়। কিন্তু অর্ধ-পরিবাহীতে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে কিছু হোল ও ইলেক্ট্রন মুক্ত হয় যারা তড়িৎ প্রবাহে অংশ নেয়। এজন্য তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে অর্ধপরিবাহীর রোধ কমে।

২৪। বস্তুর উপাদানের সাথে তার রোধ কিভাবে সম্পর্কযুক্ত ব্যাখ্যা কর। \*

উঃ কোনো বস্তুর রোধ তার উপাদানের উপর নির্ভর করে। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একই দৈর্ঘ্য এবং প্রস্তুতিতে ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট বিভিন্ন উপাদানের পরিবাহকের রোধ বিভিন্ন হয়। দুইটি ভিন্ন উপাদানের তৈরি সমান দৈর্ঘ্য ও প্রস্তুতিতে ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তার নিলে

তাদের রোধ ভিন্ন হবে। হিসাব করে দেখা গেছে, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একই আকার ও আকৃতির রূপার তারের রোধ সবচেয়ে কম। তারপর তামার রোধ বেশি হয়। আর ম্যাঙ্গনিজ ও নাইক্রোম তারের রোধ তামার তারের রোধের প্রায় পঁচিশ গুণ ও ষাট গুণ বেশি।

২৫। বাড়ির বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি নিরাপদ রাখার জন্য কী ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত? \*

উঃ বাড়ির বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি নিরাপদ রাখার জন্য যে সকল ব্যবস্থা গ্রহণ করা উচিত সেগুলো হলো:

১. সার্কিট ব্রেকার;
২. ফিউজ;
৩. সুইচের সঠিক সংযোগ;
৪. ভূ-সংযোগ তার

২৬। সার্কিট ব্রেকার কীভাবে কাজ করে? \*\*\*

উঃ নিরাপত্তামূলক কৌশল হিসেবে নির্দিষ্ট মানের সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়। যখন কোনো বর্তনীতে নির্দিষ্ট মানের থেকে বেশি মানের তড়িৎ প্রবাহিত হয়, তখন সার্কিট ব্রেকার বর্তনীর তড়িৎ সরবরাহ বন্ধ করে দেয়। এটি বর্তনীর কোনো নির্দিষ্ট অংশে তড়িৎ বিচ্ছিন্ন করে। সার্কিট ব্রেকার না থাকলে অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহের জন্য তড়িৎ সরঞ্জাম নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

## Theory (তত্ত্ব)

### তড়িৎ প্রবাহ (Electric Current):

বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা আবিষ্কার করেন বিজ্ঞানী গ্যালভানী।

দুটি ভিন্ন বিভবের পরিবাহককে যখন ধাতব তার দ্বারা যুক্ত করা হয় তখন তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

আধুনিক ইলেক্ট্রন তত্ত্ব থেকে আমরা জানতে পারি, অত্যেক ধাতব পদার্থে কিছু মুক্ত ইলেক্ট্রন থাকে যারা পদার্থের মধ্যে মুক্তভাবে ঘুরে বেড়াতে পারে। যখন দুটি ভিন্ন বিভবের পরিবাহককে সংযুক্ত করা হয় তখন নিয়ন্ত্রিত পরিবাহক ধাতব সম্পন্ন পরিবাহকের মধ্যে প্রবাহিত হয়। যতক্ষণ পর্যন্ত পরিবাহকদ্বয়ের বিভব পার্থক্য বর্তমান থাকে খনাত্তক আধানের এ প্রবাহ ততক্ষণ পর্যন্ত চলে। কোনভাবে যদি পরিবাহকের মধ্যের পার্থক্য বজায় রাখা যায় তাহলে এ প্রবাহ নিরবিচ্ছিন্নভাবে চলতে থাকে। খনাত্তক আধান বা ইলেক্ট্রনের এ প্রবাহের জন্য তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

সংজ্ঞাঃ কেনো পরিবাহীর যে কেনো প্রস্তুতিতে মধ্য দিয়ে একক মময়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে তড়িৎ প্রবাহ বলে।

অথবা,

পরিবাহীর কেন প্রস্তুতিতে মধ্য দিয়ে অভিসম্ভৃতবে বাহ্যিক কেন বলের প্রভাবে প্রতি মেঝেতে যে পরিমাণ বৈদ্যুতিক চার্জ একটি নির্দিষ্ট দিকে প্রবাহিত হয় তাকে বিদ্যুৎ প্রবাহ বা তড়িৎ প্রবাহ বলে।

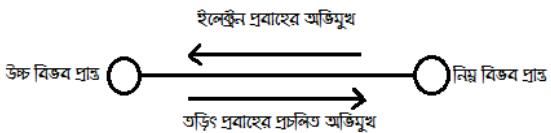
এক কথায় বলা যায়, একক সময়ে পরিবাহীর কোন বিন্দু দিয়ে চার্জের প্রবাহ হলো বিদ্যুৎ প্রবাহ।

পরিমাপঃ ধরা যাক, কোন একটি পরিবাহীর মধ্য দিয়ে  $t$  সময়ে  $Q$  পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত হয়। তাহলে,  $I = \frac{Q}{t}$

[বিদ্যুৎ তড়িৎ প্রবাহ মৰ্দনা কেন না কেন দিকে প্রবাহিত হয়। তা মনে কর,  $Q$  এবং  $t$  উভয়েই ক্ষেত্রে রাশি বিদ্যাম, তড়িৎ প্রবাহকে ক্ষেত্রের রাশি গুণ করা হয়।]

তড়িৎ প্রবাহের দিক (Direction of electricity): প্রথম যখন চল-তড়িৎ বা তড়িৎ প্রবাহ আবিষ্কৃত হয়, তখন ধারণা করা হতো উচ্চতর বিভব থেকে নিম্নতর বিভবের দিকে ধনাত্তক আধান প্রবাহিত হয়। তাই তড়িৎ প্রবাহের প্রচলিতদিক ধরা হয় উচ্চতর

বিভব থেকে নিম্নতর বিভবের দিকে। যখন তড়িৎ কোষের দুই পাতকে পরিবাহক তার দ্বারা সংযুক্ত করা হয় তখন তড়িৎ প্রবাহের প্রচলিত দিক ধরা হয় ধনাত্ত্বক পাত থেকে ঋণাত্ত্বক পাতেরদিকে। কিন্তু যেহেতু তড়িৎ প্রবাহিত হয় ঋণাত্ত্বক আধান অর্থাৎ ইলেক্ট্রন প্রবাহের জন্য, কাজেই তড়িৎ প্রবাহের প্রস্তুত দিক বা ইলেক্ট্রন প্রবাহের দিক হবে নিম্নতর বিভব থেকে উচ্চতর বিভবের দিকে। অর্থাৎ তড়িৎ ক্ষেত্রে ক্ষেত্রে ঋণাত্ত্বক পাত থেকে ধনাত্ত্বক পাতের দিকে। ফলে তড়িৎ প্রবাহের দিক প্রচলিত দিকের বিপরীত। তড়িৎ প্রবাহের দিক হিসেবে সারা বিশ্বব্যাপী প্রচলিত দিক অনুসরণ করা হয়। এখানেও প্রচলিত দিক অনুসরণ করা হবে।



এককঃ তড়িৎ প্রবাহের এস. আই. একক হচ্ছে অ্যাম্পিয়ার (A)। ফরাসী বিজ্ঞানী অ্যাম্পিয়ারের (Andre Marie Ampere, 1775 – 1836) সম্মানার্থে এই নামকরণ হয়েছে।

এক অ্যাম্পিয়ারের সংজ্ঞাঃ পরিবাহীর মেন প্রস্তুতে দিয়ে অভিনম্নভাবে 1 মেনেন্ডে 1 ফুমস্ত চার্জ প্রবাহিত হলে যে প্রবাহমাত্রা পাওয়া যায় তাকে 1 অ্যাম্পিয়ার বলে।

$$1 \text{ Ampere} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Second}}$$

বা,  $1\text{A} = 1 \text{ Cs}^{-1}$

কিন্তু অ্যাম্পিয়ার তড়িৎবিজ্ঞানের একটি মৌলিক একক বিধায় উপরোক্ত সমীকরণ থেকে সংজ্ঞা টা দেয়া যায় না। এজন্য অ্যাম্পিয়ার এর সংজ্ঞা নিম্নোক্ত ভাবে দেওয়া হয়।

আধুনিক সংজ্ঞাঃ শূন্যস্থানে এক মিটার দূরত্বে অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের এবং উপেক্ষনীয় প্রস্তুতের দুটি সমন্বিত সরল পরিবাহকের প্রত্যেকটিতে যে পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহ চললে পরস্পরের মধ্যে প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে  $2 \times 10^{-7}$  নিউটন বল উৎপন্ন করে তাকে এক অ্যাম্পিয়ার (A) বলে।

### ■ পরিবাহী, অপরিবাহী এবং অর্ধপরিবাহী (Conductor, Insulator, Semiconductor):

আমরা জানি, তড়িৎ প্রবাহ হলো কোনো পদার্থের মধ্য দিয়ে আধানের প্রবাহ। এই তড়িৎ প্রবাহ কোনো কোনো পদার্থের মধ্য দিয়ে খুব সহজেই চলাচল করতে পারে। আবার এমন কিছু পদার্থ আছে যেগুলোর মধ্য দিয়ে তড়িৎ আদৌ চলাচল করতে পারে না। তড়িৎ পরিবাহিতা ধর্মের উপর ভিত্তি করে কঠিন পদার্থকে তিন শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যথা- (১) পরিবাহী (২) অপরিবাহী (৩) অর্ধপরিবাহী।

১. পরিবাহীঃ যে মকম পদার্থের মধ্য দিয়ে খুব সহজেই তড়িৎ প্রবাহ চলতে পারে তাদেরকে পরিবাহী বলে। এ সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন মুক্তভাবে চলাচল করতে পারে। ধাতব তারের মধ্য দিয়ে আধান ইলেকট্রন দ্বারা পরিবাহিত হয়। এ কারণে ধাতব পদার্থগুলো তড়িৎ সুপরিবাহী। তামা, রূপা, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি সুপরিবাহী পদার্থ। যে কারণে বৈদ্যুতিক সংযোজকে ধাতব তার ব্যবহার করা হয়।

২. অপরিবাহীঃ যে মকম পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলতে পারে না তাদেরকে অপরিবাহী বা অত্রক পদার্থ বলে। অর্থাৎ যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন চলাচল করতে পারে না সেগুলো হলো অপরিবাহী পদার্থ। যেমন- প্লাস্টিক, রাবার, কাঠ, কাচ ইত্যাদি। অপরিবাহী পদার্থের মধ্যে মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না। প্লাস্টিক জাতীয় পদার্থের মধ্য দিয়ে সহজে ইলেকট্রন প্রবাহিত হতে পারে না। যার ফলে প্লাস্টিক হলো বিদ্যুতের জন্য অপরিবাহী পদার্থ। এ কারণেই বৈদ্যুতিক মিস্টিগণ যে সকল স্তর ড্রাইভার এবং প্লায়ার ব্যবহার করেন তাদের হাতল প্লাস্টিক জাতীয় পদার্থ দ্বারা মোড়ানো থাকে। এছাড়া আমাদের দৈনন্দিন প্রয়োজনে যে সকল তামার বৈদ্যুতিক তার ব্যবহার করি সেগুলো প্লাস্টিক দ্বারা আৰুত থাকে।

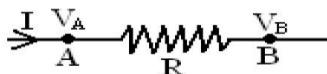
৩. অর্ধপরিবাহীঃ যে মকম পদার্থের তড়িৎ প্রবাহ হন ক্ষমতা মাধ্যর তাদের পরিবাহী এবং অপরিবাহী পদার্থের মাঝামাঝি, যে মকম পদার্থকে অর্ধপরিবাহী বলে। যেমন- জার্মেনিয়াম, সিলিকন ইত্যাদি। সুবিধামত অপদ্রব্য মিশিয়ে অর্ধপরিবাহী পদার্থের তড়িৎ পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি করা যায়।

## ■ বিভব পার্থক্য এবং তড়িৎ প্রবাহের মধ্যে সম্পর্কঃ ও'মের সূত্র (Relationship between potential difference and electricity- Ohm's law):

কোনো পরিবাহকের দুই প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য থাকলে তার মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। এই তড়িৎপ্রবাহের মান নির্ভর করে পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, পরিবাহকের আকৃতি ও উপাদান এবং পরিবাহকের তাপমাত্রার উপর। একটি নির্দিষ্ট পরিবাহকের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার মধ্য দিয়ে যে প্রবাহ চলে তা শুধু এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের উপর নির্ভর করে। এসম্পর্কে বিখ্যাত জার্মান বিজ্ঞানী জর্জ সাইমন ও'ম (G. S. Ohm 1786-1854) একটি সূত্র প্রদান করেন 1826 সালে যা ও'মের সূত্র নামে পরিচিত।

সূত্রের বিবরিতি: নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দেন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলে তা -এ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের ম্যানুপ্লাটিক।

ব্যাখ্যা: মনে করি, AB একটি পরিবাহী। এর A ও B প্রান্তের বিভব যথাক্রমে  $V_A$  ও  $V_B$ । যদি  $V_A > V_B$  হয়, তবে বিভব পার্থক্য  $= V_A - V_B = V$ । A থেকে B বিন্দুর দিকে বিদ্যুৎ প্রবাহ চলবে।



এখন স্থির তাপমাত্রায় পরিবাহকের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহ  $I$  হলে ও'মের সূত্র অনুসারে,

$$I \propto V$$

$$\text{বা, } I = GV \quad \dots \dots \dots (1)$$

এখনে G একটি ম্যানুপ্লাটিক ফ্র্যুক, একে পরিবাহকের তড়িৎ পরিবাহিত্ব বলে। সকল বস্তুর জন্য G অভিন্ন নয়। পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য একই থাকলে G-এর মানের ভিন্নতার জন্য প্রবাহমাত্রা ভিন্নতর হবে। দুটি পরিবাহীর মধ্যে G-এর মান যার বেশি একই বিভব পার্থক্যের জন্য ঐ পরিবাহীর মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা বেশি হবে।

G এর বিপরীত রাশিকে বলা হয় রোধ (resistance)। অর্থাৎ  $G = \frac{1}{R}$ ।

সুতরাং (1) সমীকরণ থেকে পাওয়া যায়,

$$I = GV = \frac{1}{R}V = \frac{V}{R} \quad \text{বা, } V = IR \quad \dots \dots \dots (2)$$

এ ফ্র্যু সংখ্যা R-কে পরিবাহকের তড়িৎ রোধ বলে। এটি পরিবাহকের দৈর্ঘ্য, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, উপাদান ও তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে।

## ■ রোধঃ স্থির এবং পরিবর্তী রোধ (Resistance : constant and variable):

আমরা জানি, তড়িৎ প্রবাহ হলো ইলেক্ট্রনের প্রবাহ। কোন পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য হলে ইলেক্ট্রন তথা ঋনাত্মক আধান নিয়ে বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে প্রবাহিত হয়, যদিও প্রচলিত প্রথা অনুসারে তড়িৎ প্রবাহের দিক ধরা হয় উচ্চ বিভব থেকে নিয়ে বিভবের দিকে। এই ইলেক্ট্রন স্রোত পরিবাহকের মধ্য দিয়ে চলার সময় পরিবাহকের অস্তরস্থ অণু-পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। ফলে এর গতি বাধাপ্রাপ্ত হয় এবং তড়িৎ বিস্থিত হয়। পরিবাহকের এই ধর্মকে রোধ বলে।

সংজ্ঞা: পরিবাহকের যে ধর্মের জন্য এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বিস্থিত হয় তাকে রোধ বলে।

ব্যাখ্যা: ও'মের সূত্র  $I = \frac{V}{R}$  থেকে পাওয়া যায়, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়

$$R = \frac{V}{I} \quad \dots \dots \dots (i)$$

অর্থাৎ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য ও প্রবাহের অনুপাত দ্বারা ঐ তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহকের রোধ পরিমাপ করা হয়।

আবার (i) সমীকরণ থেকে দেখা যায়  $I=1$  একক হলে  $R=V$  হয়। সুতরাং নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য যত হলে তার মধ্যদিয়ে 1 একক তড়িৎ প্রবাহ চলে তার মানকে ঐ তাপমাত্রায় রোধের মান ধরা হয়।

রোধের নির্ভরশীলতা: দেন পরিবাহযোর রোধ চারটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। যথা-

১। পরিবাহকের দৈর্ঘ্য,

২। পরিবাহকের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

৩। পরিবাহকের উপাদান এবং

৪। পরিবাহকের তাপমাত্রা।

রোধের একক: রোধের এম. আই. একজন ও'ম। আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে প্রবাহের একক হল অ্যাম্পিয়ার (A) এবং বিভব পার্থক্যের একক হল ভোল্ট (V)। এই পদ্ধতিতে রোধের একককে ও'ম বলা হয়। একে সংক্ষেপে Ω (ওমেগা) লেখা হয়।

সংজ্ঞা: যে পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য ১ ভোল্ট (V) হলে তার মধ্য দিয়ে 1 অ্যাম্পিয়ার (A) তড়িৎ প্রবাহ চলে যেই পরিবাহকের রোধকে 1 ও'ম (Ω) বলে।

$$1\Omega = \frac{1V}{1A} = 1VA^{-1}$$

তাৎপর্য: কোন পরিবাহকের রোধ 50Ω বলতে বোঝায় এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 50V হলে এর মধ্যদিয়ে 1A তড়িৎ প্রবাহ চলবে।

### পরিবাহিতা:

ও'মের সূত্র থেকে পাই,

$$I = GV$$

এখানে G একটি সমানুপাতিক প্রক্রিয়া। একে পরিবাহকের পরিবাহিতা বলে।

$$\text{সূতরাং, } G = \frac{I}{V}$$

পরিবাহিতার একক সিমেন্স (S)।

সিমেন্স: যে পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য 1 ভোল্ট (V) হলে তার মধ্য দিয়ে 1 অ্যাম্পিয়ার (A) তড়িৎ প্রবাহ চলে যেই পরিবাহকের পরিবাহিতাকে 1 সিমেন্স (S) বলে।

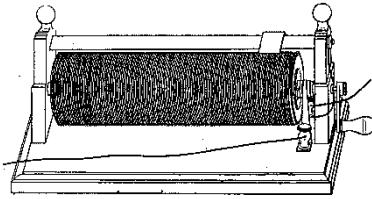
রোধক: নির্দিষ্ট মানের রোধবিশিষ্ট যে পরিবাহী তার ক্ষেত্রে বর্তনীতে ব্যবহার করা হয় তাকে রোধক বলে। রোধক ব্যবহারের প্রাথমিক উদ্দেশ্য হলো বর্তনীতে প্রবাহিত তড়িৎের মান নিয়ন্ত্রণ করা। বর্তনীতে ব্যবহৃত রোধক দুই প্রকার।

যথা-১. স্থির মানের রোধক ২. পরিবর্তী রোধক।

১. স্থির মানের রোধক: যে মকম রোধকের রোধের মান নির্দিষ্ট আদেরকে স্থির মানের রোধক বলে। সাধারণত ল্যাবরেটরিতে যে সকল স্থির মানের রোধক ব্যবহার করা হয় সেগুলো চিত্রে দেখানো হলো:



২. পরিবর্তী রোধক: পরিবর্তী রোধক হলো যেই মকম রোধক যাদের রোধের মান প্রয়োজন অনুযায়ী পরিবর্তন করা যায়। এদেরকে বিউল্টেড বলা হয়। কোনো বর্তনীতে যখন তড়িৎ প্রবাহের মানের পরিবর্তনের প্রয়োজনীয়তা দেখাদেয় তখনই কেবল বর্তনীতে রিওষ্টেট অন্তর্ভুক্ত করা হয়। পাশের চিত্রে ল্যাবরেটরিতে সাধারণত যে ধরনের রিওষ্টেট ব্যবহার করাতা দেখানো হয়েছে।



### ■ রোধের সূত্র (Laws of Resistance):

আমরা আগেই উল্লেখ করেছি, যেন পরিবাহকের রোধ তার তাপমাত্রা, উপাদান, দৈর্ঘ্য ও প্রস্তুতের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে।

তাপমাত্রা ও উপাদান স্থির থাকলে পরিবাহিকের রোধ তার দৈর্ঘ্য ও প্রস্তুতের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে। রোধের এই নির্ভরশীলতার উপর ভিত্তি করে দুটি সূত্র আছে। তাপমাত্রা ও পরিবাহীর উপাদান স্থির থাকলে রোধের দুটি সূত্র প্রযোজ্য হয়।

নূ. প্রথম সূত্র- দৈর্ঘ্যের সূত্রঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল স্থির থাবলে পরিবাহকের রোধ এ দৈর্ঘ্যের ম্যানুপাতিক।

পরিবাহকের দৈর্ঘ্য  $L$ , প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $A$  এবং রোধ  $R$  হলে এই সূত্রানুসারে  
 $R \propto L$ , যখন  $A$  ধ্রুব।

ব্যাখ্যা: এই সূত্রানুসারে স্থির তাপমাত্রায় একই পদার্থের তৈরি সুষম প্রস্থচ্ছেদের (অর্থাৎ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল স্থির) ভিন্ন ভিন্ন দৈর্ঘ্যের তারের রোধ ভিন্ন ভিন্ন হবে। দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ বাড়লে রোধও দ্বিগুণ বাড়বে, দৈর্ঘ্য তিনগুণ বাড়লে রোধ তিনগুণ বাড়বে।

$L_1, L_2, \dots, L_n$  দৈর্ঘ্যের পরিবাহকের রোধ যথাক্রমে  $R_1, R_2, \dots, R_n$  ইত্যাদি হলে এই সূত্রানুসারে,

$$\frac{R_1}{L_1} = \frac{R_2}{L_2} = \dots = \text{ধ্রুবক।}$$

নূ. দ্বিতীয় সূত্র-প্রস্থচ্ছেদের সূত্রঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের দৈর্ঘ্য স্থির থাবলে পরিবাহকের রোধ তার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যঙ্গানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

পরিবাহকের দৈর্ঘ্য  $L$ , প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $A$  এবং রোধ  $R$  হলে এই সূত্রানুসারে

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

ব্যাখ্যা: এই সূত্রানুসারে স্থির তাপমাত্রায় একই পদার্থের তৈরি সমান দৈর্ঘ্যের কিন্তু ভিন্ন ভিন্ন প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের তারের রোধ ভিন্ন ভিন্ন হবে। প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল দ্বিগুণ বাড়লে রোধ অর্ধেক হবে, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল তিনগুণ বাড়লে রোধ এক-তৃতীয়াংশ হবে।

$A_1, A_2, \dots, A_n$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট পরিবাহকের রোধ যথাক্রমে  $R_1, R_2, \dots, R_n$  ইত্যাদি হলে এই সূত্রানুসারে,

$$R_1 A_1 = R_2 A_2 = \dots = \text{ধ্রুবক।}$$

### ■ আপেক্ষিক রোধ এবং পরিবাহকত্ব (Resistivity and Conductivity):

তাপমাত্রা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের রোধ  $R$  শুধুমাত্র তার দৈর্ঘ্য  $L$  ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $A$  এর উপর নির্ভর করে। তখন রোধের সূত্র থেকে আমরা পাই,

$$R \propto L, \text{ যখন } A \text{ ধ্রুব।}$$

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

অর্থাৎ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের রোধ এ দৈর্ঘ্যের সমানুপাতে এবং ক্ষেত্রফলের ব্যঙ্গানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

$$\text{সূতরাং, } R \propto \frac{L}{A}, \text{ যখন } L \text{ ও } A \text{ উভয়ই পরিবর্তিত হয়।$$

$$\text{বা, } R = \rho \frac{L}{A}$$

এখানে  $\rho$  একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান পরিবাহকের উপাদান ও তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। একে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পরিবাহকের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

যখন  $L=1$  একক এবং  $A=1$  একক, তখন উপরিউক্ত সমীকরণ অনুসারে  $\rho = R$  হয়। এ থেকে আপেক্ষিক রোধের নিম্নোক্ত সংজ্ঞা দেওয়া যায়ঃ

নূ. সংজ্ঞা: যেন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্যের ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের যেন পরিবাহকের রোধকে বা একক বাহু বিশিষ্ট যেন ঘনফলের রোধকে এই তাপমাত্রায় এই পরিবাহকের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

### এককঃ

সমীকরণ থেকে লেখা যায়,

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

এই সমীকরণের ডান পাশের রাশিগুলোর একক বসালে আপেক্ষিক রোধ  $\rho$  এর একক পাওয়া যায়।

$$\text{আপেক্ষিক রোধের একক } \frac{\text{ohm} \cdot \text{m}^2}{\text{m}} = \text{ohm} - m \text{ বা, } \Omega \text{m}$$

তাৎপর্যঃ  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় তামার আপেক্ষিক রোধ  $1.56 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$  এর অর্থ হল  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায়  $1\text{m}$  বাহুবিশিষ্ট তামার ঘনকের বা  $1\text{m}$  দৈর্ঘ্য ও  $1\text{m}^2$  প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তামার তারের রোধ হবে  $1.56 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ .

ক্র. পরিবাহকত্বঃ রোধের বিপরীত রাশি যেমন পরিবাহিত ঠিক তেমনি আপেক্ষিক রোধ এর বিপরীত রাশি পরিবাহকত্ব। একে  $\sigma$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ,

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

সংজ্ঞাঃ একজন দৈর্ঘ্য ও একজন প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট যেন পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভিন্ন পার্থক্য একজন হলে এই পরিবাহকের মাত্র দিয়ে যে পরিমাণ তড়িৎ পরিবাহিত হয় তাকে এই পরিবাহকের পরিবাহকত্ব বলে।

এককঃ এস.আই পদ্ধতিতে এর একক সিমেন্স/মিটার বা  $\text{Sm}^{-1}$ ।

কয়েকটি পদার্থের আপেক্ষিক রোধ ( $20^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায়):

পদার্থ	$\rho$ $\text{ohm} - \text{m বা, } \Omega\text{m}$	পদার্থ	$\rho$ $\text{ohm} - \text{m বা, } \Omega\text{m}$
রূপা	$1.59 \times 10^{-8}$	লোহা	$9.71 \times 10^{-8}$
তামা	$1.72 \times 10^{-8}$	প্লাটিনাম	$1.06 \times 10^{-7}$
সোনা	$2.44 \times 10^{-8}$	সীসা	$2.20 \times 10^{-7}$
অ্যালুমিনিয়াম	$2.82 \times 10^{-8}$	ম্যাঙ্গানিজ	$4.82 \times 10^{-7}$
টাংস্টেন	$5.5 \times 10^{-8}$	কন্স্ট্যান্ট্যান	$4.90 \times 10^{-7}$
নিকেল	$6.99 \times 10^{-8}$	নাইক্রোম	$100 \times 10^{-8}$

### ■ ও'মের সূত্রের পরীক্ষামূলক প্রমাণ (Experimental Verification of Ohm's Law):

বর্ণনাঃ একটি ব্যটোরি  $B$ , একটি চারি  $K$ , একটি অ্যামিটার  $A$ , একটি স্থির মানের রোধ  $R$  এবং একটি পরিবর্তনশীল রোধ  $R_h$  শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করা হল। স্থির রোধের দুই প্রান্তের বিভিন্ন পার্থক্য নির্ণয় করার জন্য এর সমান্তরালে একটি ভোল্ট মিটার  $V$  সংযুক্ত করা হল। কার্যপদ্ধতিঃ চারি  $K$  বন্ধ করে ও পরিবর্তনশীল রোধ  $R_h$  কে উপযোজন করে বর্তনীর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করে অ্যামিটার ও ভোল্টমিটারের পাঠ নেয়া হয়।  $R_h$  এর মান আস্তে আস্তে পরিবর্তন করে প্রত্যেকবার অ্যামিটার ও ভোল্ট মিটারের পাঠ গ্রহণ করা হয়। মনে করি,  $R_h$  এর বিভিন্ন অবস্থানের জন্য বর্তনীর প্রবাহ মাত্রা  $I_1, I_2$  ও  $I_3$  ইত্যাদি।

এবং এ সব মানের জন্য স্থির রোধের দুই প্রান্তের মধ্যবর্তী বিভিন্ন পার্থক্য যথাক্রমে  $V_1, V_2$  ও  $V_3$  ইত্যাদি।

ফলাফলঃ পরীক্ষায় দেখা যায় যে,

$$\frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = \frac{V_3}{I_3} = \text{ক্রসংখ্যা} = R$$

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{V}{I} = R$$

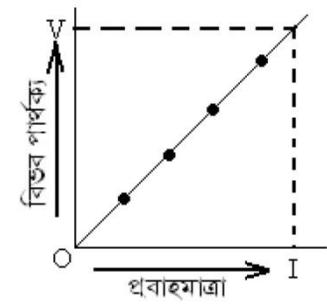
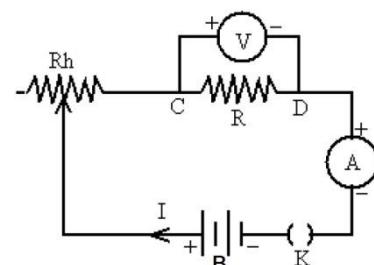
বা,  $V=IR$  বা  $V \propto I$  সুতরাং ও'মের সূত্র প্রমাণিত।

$I$  এর মান গুলি  $X$  অক্ষে ও  $V$  এর মান গুলি  $Y$  অক্ষে স্থাপন করে একটি লেখচিত্র অঙ্কন করলে এটি মূলবিন্দুগামী একটি সরল রেখা হবে। এই লেখচিত্র প্রমাণ করে যে, বিভিন্ন পার্থক্য বিদ্যুৎ প্রবাহের সমানুপাতিক। ফলে ও'মের সূত্রটি প্রমাণিত হল।

### সতর্কতা:

১। বর্তনীর প্রবাহমাত্রা নিয়মান্বেষণের রাখতে হয় তাহলে তাপমাত্রা স্থির থাকে।

২। সুবেদী এ্যামিটার ও ভোল্টমিটার ব্যবহার করা উচিত।



### ■ তড়িচালক শক্তি (Electromotive Force):

কোন কোষ বা তড়িৎ উৎসের কাজ হচ্ছে বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা অর্থাৎ কোষের সংযোগকারী পরিবাহকের ভেতর দিয়ে আধান চালনার জন্য প্রয়োজনীয় তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করা। তড়িচালক শক্তি দ্বারা কোষের তড়িৎ উৎসের এই তড়িৎ শক্তি পরিমাপ করা যায়।

নিয়ম: একজন আধানকে কোষ মমেত গেন বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার টি বিন্দুতে আনতে যে শক্তি সম্পন্ন হয় অর্থাৎ ক্ষেত্র যে তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করে তাকে টি কোষের তড়িচালক শক্তি বলে।

প্রাথমিকভাবে আধানকে কোষ সমেত কোন বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ ঘুরিয়ে আনতে যদি  $W$  কাজ সম্পন্ন হয়, তাহলে কোষের তড়িচালক শক্তি,  $E = \frac{W}{q}$

নিয়ম: একজন আধানকে কোষ মমেত গেন বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার টি বিন্দুতে আনতে যে শক্তি সম্পন্ন হয় অর্থাৎ ক্ষেত্র যে তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করে তাকে টি কোষের তড়িচালক শক্তি বলে।

**কোন কোষের তড়িচালক শক্তিকে ভোল্টে হিসাব করলে তার নিয়ন্ত্রিত সংজ্ঞা দেয়া যায়ঃ**

“এক কুন্তল আধানকে কোষ মমেত গেন বর্তনীর এক বিন্দু থেকে একবার সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় টি বিন্দুতে আনতে যে শক্তি সম্পন্ন হয় কোষের তড়িচালক শক্তি হয় ত্তে ভোল্ট”।

নিয়ম: একটি কোষের তড়িচালক শক্তি  $1.5V$  বলতে বোঝায়  $1C$  আধানকে এক কোষ সমেত কোন বর্তনীর এক বিন্দু থেকে একবার সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে পুনরায় টি বিন্দুতে আনতে  $1.5J$  কাজ সম্পন্ন হয়।

নিয়ম: তড়িৎ প্রবাহের বিরুদ্ধে যখন প্রবাহ চলে তখন এই প্রবাহ কোষের ভেতরে তরল বা অন্যান্য পদার্থের মধ্য দিয়েও প্রবাহিত হয়। কোষের ভেতরে তড়িৎ প্রবাহের দিক কোষের ধনাত্ত্বক পাত থেকে ধনাত্ত্বক পাতের দিকে। এই পাতার মধ্যকার বিভিন্ন পদার্থ তড়িৎ প্রবাহের বিরুদ্ধে যে বাধার সৃষ্টি করে তাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলে। প্রয়েক তড়িৎ উৎসের অর্থাৎ যার তড়িচালক শক্তি থাকে তার একটি নিয়ন্ত্রণ রোধ থাকে। একে অভ্যন্তরীণ রোধ বলে। একে  $r$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একজন অন্য নাম হল  $r$ ।

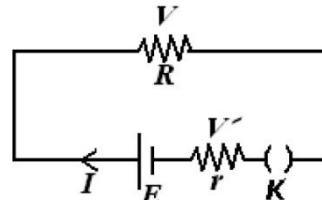
### ■ ও'মের মূল্যের প্রয়োগ: তড়িচালক শক্তি ও প্রবাহের মধ্যে সম্পর্কঃ

$E$  তড়িৎ চালক শক্তি ও  $r$  অভ্যন্তরীণ রোধের একটি কোষকে বহিঃরোধ  $R$  এর সাথে চাবি  $K$ -এর সাহায্যে যুক্ত করে চাবি বন্ধ করলে বর্তনীতে প্রবাহ ও চলে। কোষের তড়িৎ চালক শক্তি  $E$  হলো একক একক চার্জকে পূর্ণ বর্তনীর কোন এক বিন্দু হতে  $R$ -এর মধ্যদিয়ে চালনা করে আবার উক্ত বিন্দুতে আনতে সর্বমোট শক্তি খরচের পরিমাণ।

মনে করি,  $E$  শক্তির এক অংশ  $V$  ব্যায় হয়  $R$ -এর মধ্যদিয়ে চালনা করে এবং বাকী অংশ  $V'$  ব্যায় হয় কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ  $r$ -এর মধ্যদিয়ে চালনা করে করতে।

সুতরাং শক্তির নিত্যতা সূত্রানুসারে,  $E = V + V'$

$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= IR + Ir \quad [V = IR \text{ এবং } V' = Ir] \\ \Rightarrow E &= I(R + r) \\ \Rightarrow I &= \frac{E}{R + r} \end{aligned}$$



### ■ বিভিন্ন পার্থক্যঃ

পরিবাহী দুই প্রান্তের বিভিন্ন পার্থক্যের কারণে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়। একজন ধনাত্ত্বক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে স্থানান্তরে যানতে যে পরিমাণ শক্তি সম্পন্ন হয় তাকে টি দুই বিন্দুর বিভিন্ন পার্থক্য বলে। ড্রাইসেল দিয়ে টর্চ জ্বালালে সেল যে তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করে তা আলো ও তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। শক্তির এই রূপান্তরের প্রক্রিয়ায় শক্তির নিত্যতা সংরক্ষিত হয়। বাল্বের মধ্য দিয়ে একক আধান স্থানান্তরের ফলে যে পরিমাণ শক্তি রূপান্তরিত হয় তার পরিমাণই হলো বাল্বের দুই প্রান্তের বিভিন্ন

পার্থক্য। মুহূর্তে বৈদ্যুতিক বর্তনীর দুটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একক ধনাত্মক আধান স্থানান্তরিত হলে যে পরিমাণ তড়িৎশক্তি অন্যথেনো ধরনের শক্তিতে (যেমন গ্রাম ও আমো) রূপান্তরিত হয়, তার পরিমাণই এই দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য। Q আধান স্থানান্তরের জন্য রূপান্তরিত তড়িৎশক্তির পরিমাণ W হলে, এই দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য হলো।

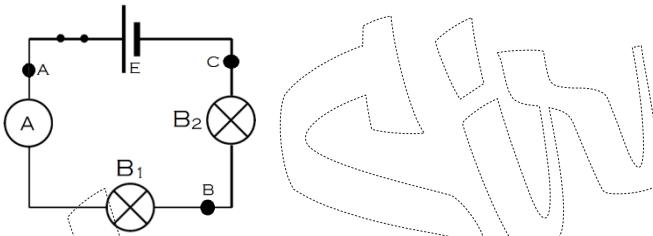
$$V = \frac{W}{Q}$$

বিভব পার্থক্য এবং তড়িচালক শক্তির SI একক অভিন্ন অর্থাৎ ভোল্ট (V)। দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 1 ভোল্ট হবে যদি 1 কুলম্ব ধনাত্মক আধান বর্তনীর এই দুই বিন্দুর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবার ফলে 1 জুল তড়িৎশক্তি অন্য কোনো ধরণের শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। প্রবাহ চলাকালীন ভোল্টমিটারের পাঠই হলো বাল্বের বা রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য VI। এবার পরিমাপকৃত তড়িচালক শক্তি এবং বিভব পার্থক্যের মানের তুলনা কর। দেখা যাবে যে, E -এর মান V -এর মানের চেয়ে বড়।

### শ্রেণি এবং সমান্তরাল বর্তনী তৈরি ও ব্যবহার (Making series and parallel circuits and their uses):

#### শ্রেণি বর্তনী:

যে বর্তনীতে তড়িৎ উৎসকরণশীল পর পর যাজ্ঞানো থাকে তাকে শ্রেণি বর্তনী বলে।

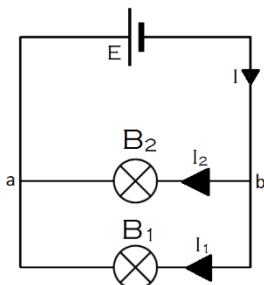


চিত্রে কোষ E, দুটি বাল্ব B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> পর পর সাজিয়ে শ্রেণি বর্তনী তৈরি করা হয়েছে। যেহেতু এই বর্তনীতে একটি মাত্র পথ রয়েছে, তাই এরসবত্র একই প্রবাহ চলবে। এখন যদি একটি অ্যামিটারকে A, B, বা C বিন্দুতেও সংযোগ দেওয়া যায় তাহলেও তড়িৎপ্রবাহের একই মান পাওয়া যাবে।

বিয়ে বাড়িতে বা বিভিন্ন অনুষ্ঠানের আলোকসজ্জায় যে সকল ছোট ছোট বাতি ব্যবহার করা হয় এগুলো শ্রেণিবন্ধভাবে সংযুক্ত করা হয়। আমরা টর্চ লাইটে একাধিক ব্যাটারিকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করে ভোল্টেজ বৃদ্ধি করে থাকি। তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপের জন্য অ্যামিটারকে বর্তনীতে শ্রেণিতে যুক্ত করা হয়।

#### সমান্তরাল বর্তনী:

যে বর্তনীতে তড়িৎ উৎসকরণশীল এমনভাবে যাজ্ঞানো থাকে যে প্রত্যেকটির এক প্রান্তশীল একটি মাধ্যরন বিন্দুতে এবং অপর প্রান্তশীল অন্য একটি মাধ্যরন বিন্দুতে মাঝুক্ত থাকে তবে তাকে সমান্তরাল বর্তনী বলে।



চিত্রে বাল্ব B<sub>1</sub> ও B<sub>2</sub> এর একপ্রান্ত a বিন্দুতে এবং অপর প্রান্ত b বিন্দুতে সংযুক্ত থাকায় এগুলো একটি সমান্তরাল বর্তনী তৈরি করে। সমান্তরাল বর্তনীতে একাধিক পথ থাকায় প্রত্যেক পথ দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চলে।

ধরা যাক বর্তনীর মোট প্রবাহ I। এই প্রবাহ a বিন্দুতে এসে দুটি ভাগে বিভক্ত হয়। তড়িৎ প্রবাহের একটি অংশ I<sub>1</sub> যায় প্রথম বাল্ব B<sub>1</sub> দিয়ে এবং বাকী অংশ I<sub>2</sub> যায় দ্বিতীয় বাল্ব B<sub>2</sub> দিয়ে। b বিন্দুতে এসে প্রবাহ দুটি একত্রিত হয়ে পুনরায় ওপ্রবাহ গঠন করে। P, Q এবং R বিন্দুতে অ্যামিটার -এর সাহায্যে তড়িৎ প্রবাহ পরিমাপ করলে দেখা যাবে,

$$I = I_1 + I_2$$

এখানে বর্তনীর মূল তড়িৎপ্রবাহ = I

অর্থাৎ, সমান্তরাল বর্তনীতে প্রত্যেক সমান্তরাল শাখায় প্রবাহিত স্থগ্নি তত্ত্ব প্রবাহমণ্ডলের যোগফল বর্তনীর মূলপ্রবাহের সমান। আমরা বাড়িতে বা অফিসে যে সকল বৈদ্যুতিক উপকরণ যেমন- বাতি, ফ্যান ইত্যাদি ব্যবহার করি এগুলো এসি মেইন লাইনের সাথে সমান্তরালভাবে সংযুক্ত করা হয়। সমান্তরালভাবে সংযোগের ফলে প্রত্যেকটি উপকরণ একই ভোল্টেজ সরবরাহ পায়। কিন্তু উপকরণগুলো ভিন্ন ভিন্ন প্রবাহ গ্রহণ করে।

### ■ তুল্যরোধ এবং বর্তনীতে তুল্যরোধের ব্যবহার (Equivalent resistance and its uses in circuit):

অনেক সময় বিভিন্ন প্রয়োজনে একটিক রোধকে একত্রে ব্যবহার করতে হয়। একটিক রোধকে একত্রে যোগ করাকেই রোধের সমিবেশ বলে।

**তুল্যরোধ:** রোধের কেন্দ্রে সমিবেশের পরিবর্তে যে একটি মাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা ও বিভব পার্থক্যের কেন্দ্রে পরিবর্তন হয় না, তাকে এই সমিবেশের তুল্য রোধ বলে।

রোধের সমিবেশ দু'ধরনের হতে পারে, যথা- শ্রেণি সমিবেশ ও সমান্তরাল সমিবেশ।

### রোধের শ্রেণি সমিবেশঃ

**সংজ্ঞা:** ক্ষেত্রশৈলী রোধকে যদি দৱ দৱ একদম মাজানো হয় যে, প্রথম রোধের শেষ প্রান্তের মাঝে দ্বিতীয় রোধের প্রথম প্রান্ত, দ্বিতীয় রোধের শেষ প্রান্তের মাঝে তৃতীয় রোধের প্রথম প্রান্ত এবং একদম বাকিশৈলীও মাঝুক্ত থাকে এবং একই প্রবাহ মুখ কয়টি রোধের মাঝদিয়ে প্রবাহিত হয় তাহলে যেই সমবায়কে রোধের শ্রেণী সমবায় বলে।

চিত্রে, রোধক  $R_1$ ,  $R_2$  এবং  $R_3$  শ্রেণিবদ্ধভাবে সংযুক্ত আছে। রোধগুলো পর্যায়ক্রমে একটির পর অন্যটি সংযুক্ত করা হয়েছে। একেত্রে প্রত্যেকটি রোধের মধ্য দিয়ে একই মানের তড়িৎ প্রবাহ I প্রবাহিত হচ্ছে। এখন আমরা শ্রেণি সমিবেশে সংযুক্ত এই তিনটি রোধের তুল্য রোধ নির্ণয় করবো।

ও'মের সূত্র থেকে আমরা জানি,

$$R_1 \text{ রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য}, V_1 = IR_1$$

$$R_2 \text{ রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য}, V_2 = IR_2$$

$$R_3 \text{ রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য}, V_3 = IR_3$$

সবগুলো রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য অর্থাৎ সমিবেশের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য  $V$  হলে

$$\begin{aligned} \text{সূত্রাং } V &= V_1 + V_2 + V_3 \\ &= IR_1 + IR_2 + IR_3 \\ &= I(R_1 + R_2 + R_3) \end{aligned}$$

এখন  $R_1$ ,  $R_2$  এবং  $R_3$  মানের রোধ তিনিটিকে যদি  $R_s$  মানের এমন একটি রোধ দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হয় যে, এতে বর্তনীতে একই প্রবাহ ও চলে এবং রোধগুলোর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য  $V$  অপরিবর্তিত থাকে তাহলে  $R_s$  ই হবে এই সমিবেশের তুল্য রোধ।

$$\text{তুল্যরোধের ক্ষেত্রে } V = IR_s$$

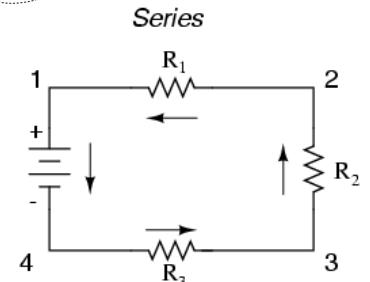
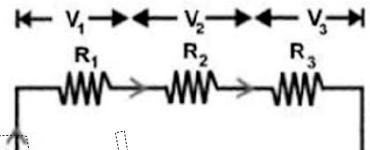
$$\text{সমীকরণ তুলনা করে পাই, } IR_s = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

তিনিটি রোধের পরিবর্তে যদি  $n$  সংখ্যক রোধ শ্রেণি সমিবেশে যুক্ত থাকে, তা হলে তুল্য রোধ  $R_s$  হবে

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

অর্থাৎ শ্রেণি সমিবেশে সংযুক্ত রোধগুলোর তুল্যরোধের মান সমিবেশে অন্তর্ভুক্ত বিভিন্ন রোধের মানের যোগফলের সমান। শ্রেণি সমিবেশে তুল্যরোধের মান আলাদা আলাদা প্রত্যেকটি রোধের মানের চেয়ে বড়।



### ■ সমান্তরাল সন্নিবেশ:

সংজ্ঞা: ক্রতৃপক্ষনো রোধ যদি এমনভাবে মৎস্যকু করা হয় যে, মবফমটি রোধের একপ্রাণী একটি মাধ্যারণবিন্দু A-তে এবং অপর প্রতিপক্ষনো অন্য একটি মাধ্যারণ বিন্দু B -তে মৎস্যকু থাকে এবং প্রত্যেকটি রোধের দুই প্রাণী একই বিভব পার্শ্বক্য বজায় থাকে, তবে রোধপক্ষনোর এই মনিবেশকে মমান্তরাল মনিবেশ বলা হয়।

চিত্রে, তিনটি রোধক  $R_1$ ,  $R_2$  এবং  $R_3$  সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত করা হয়েছে। এক্ষেত্রে তিনটি রোধের দুইপ্রাণী একই বিভব পার্শ্বক্য  $V$  বজায় আছে। রোধের মানের বিভিন্নতার জন্য তাদের প্রত্যেকের মধ্য দিয়ে আলাদা মানের তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। এক্ষেত্রে বর্তনীর মূল প্রবাহ  $I$ , A-সংযোগ বিন্দুতে এসে তিনটি ভাগে বিভক্ত হয় এবং পুনরায় B বিন্দুতে এসে মিলিত হয়। ধরা যাক,  $R_1$ ,  $R_2$  এবং  $R_3$  রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের মান যথাক্রমে  $I_1$ ,  $I_2$  এবং  $I_3$ । সুতরাং সমান্তরাল পথগুলোর প্রবাহ  $I_1$ ,  $I_2$  এবং  $I_3$ -এর যোগফল সংযোগ বিন্দু A-এর প্রবাহ  $I$  এর সমান। অর্থাৎ

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

এক্ষেত্রে, প্রত্যেকটি রোধের দুই প্রাণীর বিভব পার্শ্বক্য  $V$  হওয়ায় ও'মের সূত্র প্রয়োগ করে আমরা পাই,

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

সমীকরণে  $I_1$ ,  $I_2$  এবং  $I_3$ -এর মান বসিয়ে পাই,

$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \\ &= V \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

এখন  $R_1$ ,  $R_2$  এবং  $R_3$  মানের রোধ তিনটিকে যদি  $R_p$  মানের এমন একটি রোধ দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হয় যে, এতে বর্তনীতে একই প্রবাহ  $I$  চলে এবং রোধগুলোর দুই প্রাণীর বিভব পার্শ্বক্য  $V$  অপরিবর্তিত থাকে, তাহলে  $R_p$  ই হবে এ সন্নিবেশের তুল্য রোধ।

$$\text{সুতরাং } I = \frac{V}{R_p} \quad (2)$$

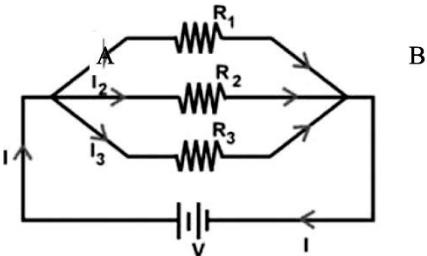
(1) ও (2) সমীকরণ তুলনা করে পাওয়া যায়,

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

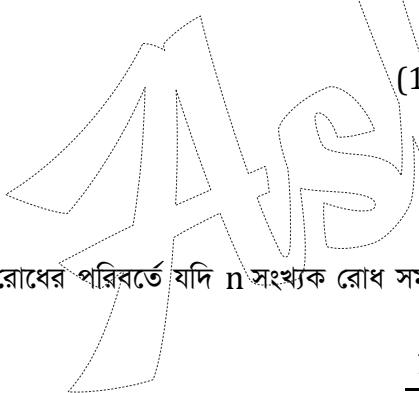
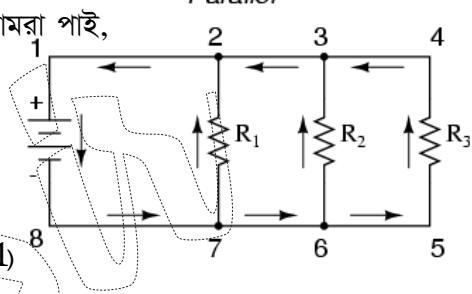
তিনটি রোধের পরিবর্তে যদি  $n$  সংখ্যক রোধ সমান্তরাল সন্নিবেশে যুক্ত থাকে, তাহলে তুল্যরোধ  $R_p$  কে নিম্নলিখিত ভাবে প্রকাশ করা যায়।

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

অর্থাৎ সমান্তরাল সন্নিবেশে সংযুক্ত প্রত্যেকটি রোধের বিপরীত রাশির সমষ্টি তুল্যরোধের বিপরীত রাশির সমান।



Parallel



## ■ চম তড়িৎ এর মূল্যাবনি

সূত্র	প্রতীক ও নাম	এম. আই এফ		মাত্রা
		নাম	মৎকেত	
আপেক্ষিক রোধ	$R = \rho \frac{l}{A}$	$R$ = পরিবাহীর রোধ	ও'ম	$\Omega$
		$\rho$ = আপেক্ষিক রোধ	ও'ম মিটার	$\Omega m$
		$l$ = তারের দৈর্ঘ্য	মিটার	m
		$A$ = তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল	মিটার <sup>2</sup>	$L^2$
তড়িৎ বিভব	$V = IR$	$I$ = তড়িৎ প্রবাহ	অ্যাম্পিয়ার	I
		$V$ = তড়িৎ বিভব	ভোল্ট	$V$
তড়িৎ প্রবাহ	$I = \frac{E}{R+r}$	$E$ = তড়িচালক শক্তি	ভোল্ট	$ML^2T^{-3}I^{-1}$
	$I = \frac{Q}{t}$	$r$ = ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ	ও'ম	$\Omega$
শ্রেণী বর্তনীর তুল্য রোধ	$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	Shortcut Method, যেকোন Sub Wire		
সমন্তরাল বর্তনীর তুল্য রোধ	$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$	এর Current নির্ণয়, $I_1 = \frac{R_2}{R_1+R_2} \times I$		
ক্ষমতা	$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$	$P$ = ক্ষমতা	ওয়াট	W
কাজ	$W = Pt = VIt = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t$	$W$ = কাজ	জুল	J
		$t$ = সময়	সেকেন্ড	s
কাজ (ইউনিট)	$W = \frac{Pt}{1000} = \frac{VIt}{1000} = \frac{I^2Rt}{1000} = \frac{V^2t}{1000R} kWh$	$W$ = ইউনিট	কিলোওয়াট হ্যাট্টা	KWh
বিল	$B = Wb$	$B$ = বিদ্যুৎ বিল; $W$ = ইউনিট; $b$ = ইউনিট প্রতি মূল্য		

## ■ BASIC MATH

### ■ আপেক্ষিক রোধ মন্তব্য:

- 0.48m দীর্ঘ এবং 0.12mm ব্যাসের একটি তারের রোধ  $15\Omega$ । তারটির উপাদানের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় কর। ( $3.53 \times 10^{-7}\Omega m$ )
- 1 মিলিমিটার ব্যাসের একটি তারের উপাদানের আপেক্ষিক রোধ  $48 \times 10^{-8}\Omega m$ ।  $100\Omega$  রোধের একটি কুণ্ডলী তৈরী করতে হলে কত দৈর্ঘ্যের তারের প্রয়োজন হবে? (163.9m)
- এক কিলো ও'ম রোধের একটি কুণ্ডলী তারের তৈরী করতে এক মিলিমিটার ব্যাস এবং  $44 \times 10^{-8}\Omega m$  আপেক্ষিক রোধ বিশিষ্ট কত দৈর্ঘ্যের একটি তারের প্রয়োজন হবে? (1.78 km)
- একটি ম্যাংগানিজ তারের ব্যাস  $0.5 \times 10^{-4}m$  এবং আপেক্ষিক রোধ  $42 \times 10^{-8}\Omega m$ । তারের দৈর্ঘ্য কত হলে রোধ  $1\Omega$  হবে? ( $4.67 \times 10^{-3}m$ )
- 15Ω রোধের একটি তামার তারকে টেনে এমনভাবে লম্বা করা হয়েছে যাতে তারের দৈর্ঘ্য দিগ্নণ এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল অর্ধেক হয়। পরিশেষে রোধ কত? ( $60\Omega$ )
- 6Ω রোধের একটি তারকে টেনে তিনগুণ লম্বা করা হলো তারটির বর্তমান রোধ কত? ( $54\Omega$ )
- দুটি তারের দৈর্ঘ্য, ব্যাস ও আপেক্ষিক রোধ প্রত্যেকের অনুপাত 1:2 সরূতারের রোধ  $10\Omega$  হলে অপরটির রোধ কত? ( $10\Omega$ )
- একই উপাদানের দুটি রোধকের রোধ সমান। রোধক দুটি দৈর্ঘ্যের অনুপাত 4:9 হলে রোধক দুটির ব্যাসের অনুপাত কত? (2:3)
- একটি তামার তারের দৈর্ঘ্য অপর তামার তারের তিনগুণ। তার দুটির রোধ সমান হলে, এদের ব্যাসের অনুপাত কত বের কর? ( $\sqrt{3}:1$ )

## ■ তড়িচালক শক্তি; তড়িৎ প্রবাহ; অন্যরোধ গত মমম্যা:

- ১০। একটি কোষের তড়িচালক শক্তি  $1.5V$  এবং অভ্যন্তরীণ রোধ  $2\Omega$ । এর প্রান্তদ্বয়  $10\Omega$  রোধের তার দ্বারা যুক্ত করলে কত বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে বের কর। ( $0.125A$ )
- ১১।  $2\Omega$  অন্তঃরোধের ব্যাটারির প্রান্তদ্বয়  $8\Omega$  রোধের সাথে যুক্ত করলে  $0.3A$  প্রবাহ চলে। কোষের তড়িচালক শক্তি কত? ( $3V$ )
- ১২। একটি কোষের তড়িচালক শক্তি  $1.5V$ । এতে যখন  $4A$  তড়িৎ প্রবাহিত হয় তখন এর বিভব পার্থক্য  $1.4V$  হয়। কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ কত? ( $0.025\Omega$ )
- ১৩।  $5\Omega$ ,  $10\Omega$  এবং  $15\Omega$  এর তিনটি রোধক দেওয়া আছে। এদের তুল্য রোধ নির্ণয় কর।  
(ক) যখন এরা শ্রেণী সমবায়ে সাজানো থাকে। ( $30\Omega$ ) (খ) যখন এরা সমন্তরাল সমবায়ে সাজানো থাকে। ( $30/11\Omega$ )
- ১৪। শ্রেণী ও সমন্তরাল সমবায়ে দুটি রোধের তুল্য রোধ যথাক্রমে  $25\Omega$  ও  $4\Omega$ । রোধ দুটির মান বের কর। ( $20\Omega, 5\Omega$ )
- ১৫।  $4V$  তড়িচালক শক্তি ও  $3\Omega$  অভ্যন্তরীণ রোধবিশিষ্ট একটি কোষের প্রান্তদ্বয় সমন্তরাল ভাবে সংযুক্ত  $20\Omega$  এবং  $30\Omega$  রোধের ছোট তার দ্বারা যুক্ত। কোষের ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের পরিমাপ নির্ণয় কর। ( $0.267A$ )
- ১৬। শ্রেণীবদ্ধ ভাবে যুক্ত দুটি  $4\Omega$  ও  $6\Omega$  রোধের সাথে  $2.2V$  তড়িচালক শক্তি ও  $1\Omega$  অভ্যন্তরীণ রোধের একটি কোষ সংযুক্ত করা হল। প্রত্যেক রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ( $0.8V, 1.2V$ )
- ১৭।  $3\Omega$ ,  $4\Omega$  এবং  $5\Omega$  রোধের তিনটি রোধক একটি কোষের প্রান্তদ্বয়ের সাথে সমন্তরাল ভাবে আছে। কোষের তড়িচালক শক্তি  $1.5V$  এবং অভ্যন্তরীণ রোধ  $0.5\Omega$  হলে প্রত্যেক রোধকের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ( $1.0752V$ )
- ১৮।  $4\Omega$  এবং  $12\Omega$  রোধ বিশিষ্ট দুটি তারকে সমন্তরাল করে।  $4V$  তড়িচালক শক্তি বিশিষ্ট একটি ব্যাটারির সাথে যুক্ত করা হলো। ব্যাটারির অভ্যন্তরীণ রোধ  $1\Omega$  হলে প্রত্যেক তারের মধ্যদিয়ে কি পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে? ( $0.75A, 0.25A$ )
- ১৯। সমন্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত  $5\Omega$  এবং  $20\Omega$  রোধ দুটিকে  $4V$  এর একটি কোষের সাথে সংযুক্ত করা হলো। প্রথম রোধের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত প্রবাহের মান নির্ণয় কর। ( $0.8A$ )
- ২০। একটি বিদ্যুৎ কোষের বিদ্যুচালক বল এবং অভ্যন্তরীণ রোধ যথাক্রমে  $2V$  এবং  $0.5\Omega$ । তাকে মধ্যবর্তী  $1.5\Omega$ ,  $2\Omega$  এবং  $4\Omega$  রোধের তিনটি রোধকের সাথে সিরিজে যুক্ত করা হলো। মধ্যবর্তী রোধকের প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য বের কর। ( $0.5V$ )
- ২১। একটি তড়িৎ কোষের তড়িচালক শক্তি  $2V$  এবং অভ্যন্তরীণ রোধ  $0.25\Omega$ ।  $5\Omega$  এবং  $15\Omega$  রোধের দুটি তার সমন্তরাল ভাবে সাজিয়ে কোষটির সাথে যুক্ত করলে প্রত্যেক তারের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। ( $0.375A, 0.125A$ )
- ২২।  $2$  ও  $3$  ও'ম দুটি রোধকে শ্রেণীবদ্ধভাবে যুক্ত করে  $3$  ভোল্ট তড়িচালক শক্তির একটি কোষের সাথে সংযুক্ত করা হলো। প্রত্যেক রোধের দু'প্রান্তের মধ্যে বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ( $1.2V; 1.8V$ )
- ২৩। কোন একটি রোধকের মধ্য দিয়ে নির্দিষ্ট মাত্রার তড়িৎ প্রবাহ চলছে। এর সাথে  $120\Omega$  রোধ শ্রেণীবদ্ধভাবে যুক্ত করলে প্রবাহ মাত্রা পূর্বের প্রবাহের অর্ধেক হয়। রোধকের রোধ নির্ণয় কর। ( $120\Omega$ )
- ২৪।  $2V$  তড়িচালক শক্তি ও  $0.5\Omega$  অভ্যন্তরীণ রোধ বিশিষ্ট একটি তড়িৎ কোষের দুই প্রান্ত সমন্তরাল সমবায়ে যুক্ত  $10\Omega$  ও  $30\Omega$  রোধের দুটি তারের সাথে যুক্ত আছে। প্রত্যেক তারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর। ( $0.1875A; 0.0625A$ )

## ■ ব্যয়িত শক্তি; ক্ষমতা; বিদ্যুৎ দিয়ে মন্দিরিত মমম্যা:

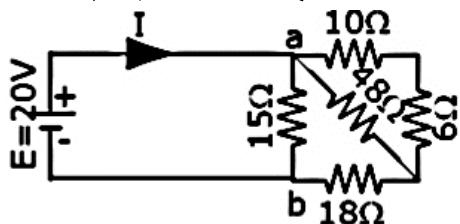
- ২৫।  $110$  ভোল্টের একটি ডায়নামো  $55$  ও'ম রোধের একটি বাতির ভেতর দিয়ে  $2$  অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহ পাঠায়। বাতির ব্যয়িত ক্ষমতা নির্ণয় কর। ( $220W$ )
- ২৬। কোন বাতির মেইন মিটারে  $6A-200V$  লেখা আছে।  $60W$  এর কতটি বাতি ঐ বাতিতে নিরাপত্তার সাথে ব্যবহার করা যাবে? ( $20টি$ )
- ২৭। একটি বৈদ্যুতিক বাল্টকে '40W-200V' এভাবে চিহ্নিত করা আছে। বাল্টির রোধ কত ও তার মধ্য দিয়ে কত তড়িৎ প্রবাহ চলবে? ( $1000\Omega, 0.2A$ )
- ২৮। একটি বৈদ্যুতিক বাল্টের গায়ে লেখা আছে "220 ভোল্ট এবং 100 ওয়াট" বাল্টির রোধ কত বের কর এবং বাল্টিকে  $200$  ভোল্ট সরবরাহ লাইনে যুক্ত করলে এর ক্ষমতা নির্ণয় কর। ( $484\Omega, 82.64W$ )

- ২৯। একটি বৈদ্যুতিক ইন্সেপ্টর 220V এবং 1000W লেখা আছে। এর রোধ কত? যদি প্রতি ইউনিট বিদ্যুৎ শক্তির মূল্য 2 টাকা হয় তবে ইন্সেপ্টর 2 ঘন্টা চালালে কত খরচ পড়বে বের কর? (48.4Ω; 4 Taka)
- ৩০। একটি বৈদ্যুতিক হিটার 220 ভোল্ট সরবরাহ লাইন থেকে 0.2 অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ গ্রহণ করে। হিটারটি 600 ঘন্টা ব্যবহার করলে কত কিলোওয়াট-ঘন্টা শক্তি ব্যয় হবে? (26.4 KWH)
- ৩১। একটি ছাত্রাবাসের 30টি কক্ষের প্রত্যেকটিতে 2টি করে 25 ওয়াট এর বৈদ্যুতিক বাতি আছে। এগুলো দৈনিক 7 টা থেকে 12 টা পর্যন্ত জ্বলে। এছাড়া 100 ওয়াট এর একটি টেলিভিশন দৈনিক 3 ঘন্টা চলে। এক কিলোওয়াট ঘণ্টার মূল্য 2.50 টাকা হলে 30 দিনে মোট কত খরচ হবে? (585.00 টাকা)
- ৩২। একটি বৈদ্যুতিক হিটার 110V সরবরাহ লাইনের সাথে 5A প্রবাহ নেয়। এক মিনিট সময়ে ঐ হিটার কত জুল তাপ উৎপন্ন করবে? ( $3.3 \times 10^4$ J)
- ৩৩। একটি বাড়িতে প্রতিটি 880Ω রোধের 10টি বাতি, প্রতিটি 60 watt এর 3টি পাখা, 100 watt এর একটি টেলিভিশন এবং 1H.P এর একটি পাস্প আছে। দৈনিক গড়ে প্রতিটি বাতি 4 ঘন্টা জ্বলে, প্রতিটি পাখা 10 ঘন্টা চলে, টেলিভিশন 2 ঘন্টা চলে এবং পাস্পটি 1 ঘন্টা 30 মিনিট চলে। প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য 2.5 টাকা এবং সরবরাহ লাইনের বিভিন্ন পার্থক্য 220V হলে ত্রিশ দিনের এক মাসে উক্ত বাড়ির বৈদ্যুতিক বিল কত হবে? (398.925 টাকা)
- ৩৪। 1hr এ একটি 250watt এর টিভি সেট বা 10min এ 1200watt এর একটি ইন্সেপ্টর বেশি শক্তি ব্যবহার করবে? (টি.ভি. সেট বেশি শক্তি ব্যয় করবে)
- ৩৫। একটি বৈদ্যুতিক বাতির রোধ 400Ω। একে 200V সরবরাহ লাইনের সাথে যুক্ত করা হয়। যদি প্রতি ইউনিটের মূল্য 0.50 টাকা হয়, তাহলে রাতিটি 12 ঘন্টা ব্যবহৃত হলে কত খরচ পড়বে? (0.60 টাকা)
- ৩৬। কোন একটি বাড়িতে 100W এর 10টি বাতি, 60W এর 5টি এবং 3KW এর একটি হিটার আছে। বাতিগুলো প্রতিদিন 6 ঘন্টা জ্বলে এবং হিটারটির দৈনিক 2 ঘন্টা চলে। জানুয়ারি মাসে ঐ বাড়িতে কত ইউনিট বিদ্যুৎ ব্যয় হবে? (427.8 KWH)
- ৩৭। একটি ছাত্রাবাসের 20টি কক্ষের প্রত্যেকটিতে 3টি করে 25watt এর বাতি আছে। বাতিগুলো দৈনিক 6টা থেকে 11টা পর্যন্ত জ্বলে। এছাড়া 100watt এর একটি টেলিভিশন দৈনিক 2hr চলে। এক K.W.H এর জন্য 2.30 টাকা খরচ হলে 30 দিনে মোট খরচ কত হবে? (531.30 টাকা)

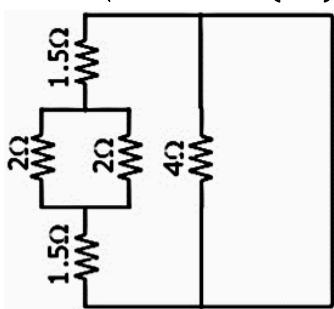
### ■ CIRCUIT PROBLEMS:

#### তুল্যরোধ নির্ণয়:

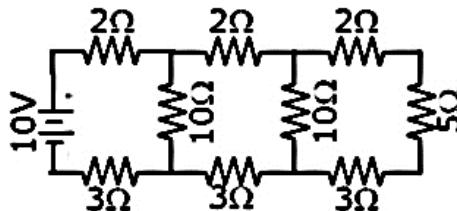
৩৮। a ও b বিন্দুর তুল্য রোধ কত? (10Ω)



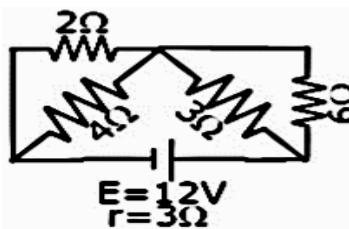
৩৯। এই সার্কিটের সমতুল্য রোধ কত? (2Ω)



৪০। সার্কিটের তুল্য রোধ নির্ণয় কর। (10Ω)

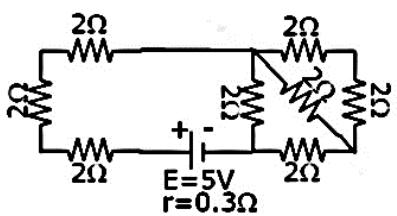


৪১। বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $19/3\Omega \leftarrow r$  সহ ধরে)

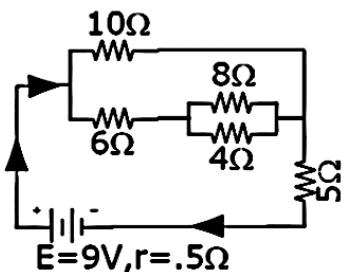


#### তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয়:

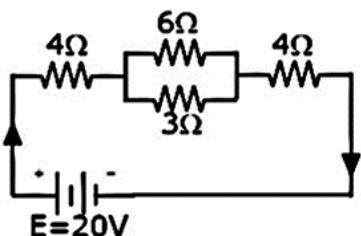
৪২। সার্কিটের তুল্য রোধ নির্ণয় কর; সার্কিটের তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। ( $29/4\Omega$ ; 0.66A)



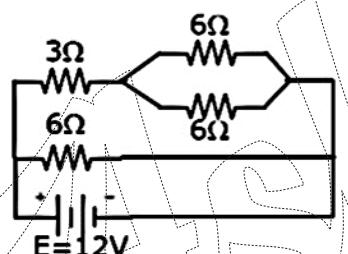
৪৩। বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর। (.89A)



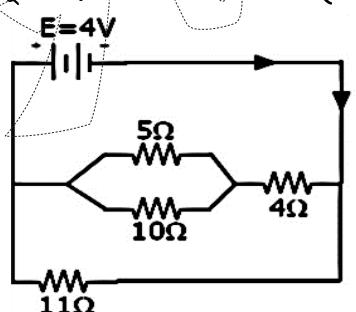
৪৪। চিত্রে দেখানো বর্তনীতে প্রবাহিত কারেন্টের মান কত? (2A)



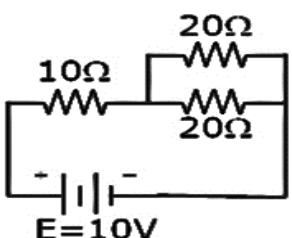
৪৫। এই সার্কিটে  $I_1$  এর মান কত? (4A)



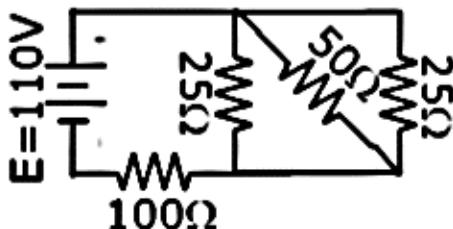
৪৬। বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহের মান কত? (0.9A)



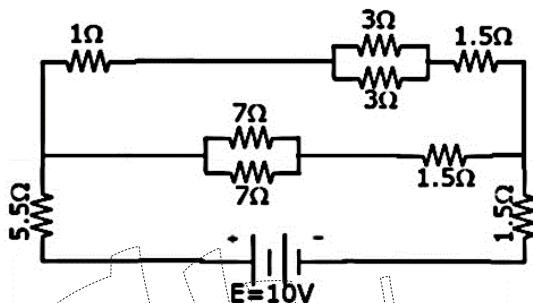
৪৭। সার্কিটে  $I_1$  এর মান কত? (0.5A)



৪৮। বর্তনীর মূল প্রবাহ কত? (1A)

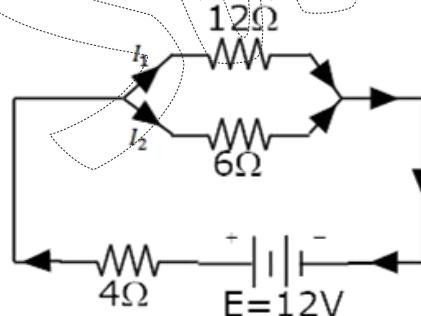


৪৯। সার্কিটের তুল্য রোধ কত এবং মোট প্রবাহ কত? (9.22Ω; 1.08A)

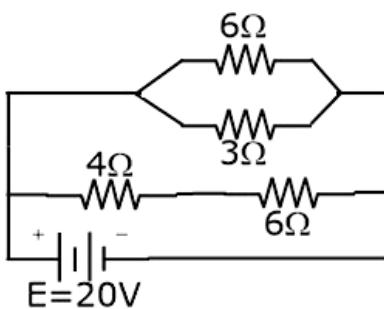


নির্দিষ্ট রোধের মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয়:

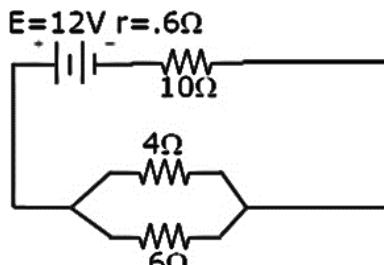
৫০। এই সার্কিটে  $I_1$  কত? (0.5A)



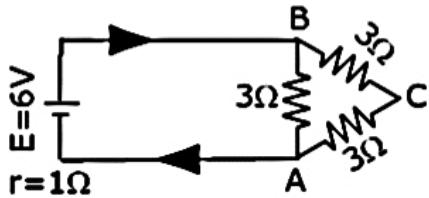
৫১। 3Ω রোধের ভিতর দিয়ে কি পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে? (6.67A)



৫২। 4Ω রোধে কারেন্টের পরিমাণ কত? (0.55A)

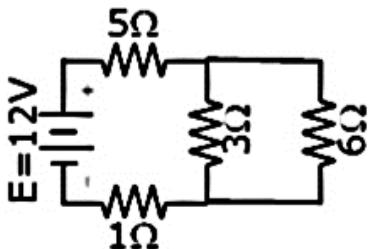


৫৩। AB বরাবর প্রবাহমাত্রা নির্ণয় কর। (1.33A)

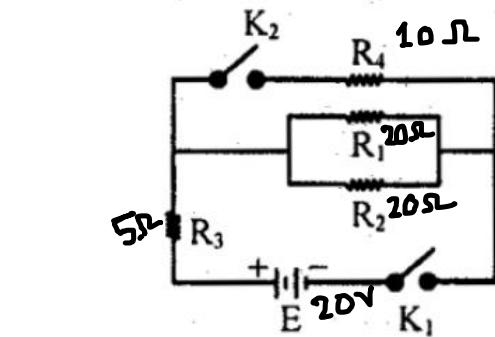


নির্দিষ্ট রোধের বিভব পার্থক্য নির্ণয়:

৫৪। 6Ω রোধের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। (3V)

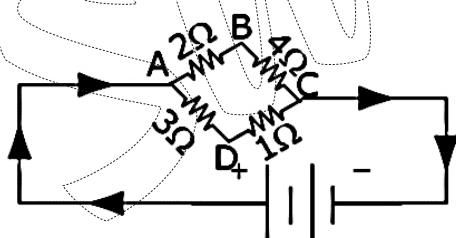


৫৫। চাবি  $k_1$  বন্ধ ও  $k_2$  খোলা বস্থায়  $R_3$  রোধের বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। (6.6V)



নির্দিষ্ট বিন্দুর বিভব পার্থক্য নির্ণয়:

৫৬।\*  $I=1A$  হলে, B ও D বিন্দুর বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। (1V)



মূজনশীল মস্ফিক্ত মম্ম্যা:

৫৭। নির্দিষ্ট রোধ মস্ফিক্ত মম্ম্যা:

৫৬।

তার	রোধকৃত
A	$100 \times 10^{-8}$
B	$1.7 \times 10^{-8}$

(গ) 12km লম্বা ও 0.1cm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট A তারের রোধ নির্ণয় করো। ( $3819.71\Omega$ )

(ঘ) বৈদ্যুতিক হিটারে A ও B এর মধ্যে কোন তারটির ব্যবহার সুবিধাজনক- যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। (A তারটি)

৫৭।

তার	রোধ	আপেক্ষিক রোধ
M	10	$1.6 \times 10^{-8}$
N	15	$5.5 \times 10^{-8}$
P	20	$100 \times 10^{-8}$

(গ) M তারের ব্যাসার্ধ 0.2cm হলে তারের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ( $7.85 \times 10^3\text{m}$ )

(ঘ) উদীপকের রোধগুলো সমান্তরালে যুক্ত করে তুল্যরোধ নির্ণয় কর। বর্তনীতে ভোল্টমিটার এবং অ্যামিটার অবশ্যই সংযুক্ত করবে। ( $4.62\Omega$ )

৫৮। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়  $2.05\text{km}$  দীর্ঘ এবং  $0.15\text{cm}$

ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট কোন ধাতব তারের উপাদানের আঃ রোধ  $2.54 \times 10^{-8}\Omega\text{m}$

(গ) উল্লেখিত তারের রোধ নির্ণয় কর। ( $7.36\Omega$ )

(ঘ) তারটির দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ এবং প্রস্তুচ্ছেদের ক্ষেত্রফল অর্ধেক করা হয় তবে তারটির উপাদানের রোধ ও আপেক্ষিক রোধের কোন পরিবর্তন হবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

৫৯। একটি বৈদ্যুতিক লাইনে তড়িৎ সরবরাহের জন্য  $3\text{km}$

লম্বা এবং  $4\text{cm}$  ব্যাসার্ধের তামার তার ব্যবহার করা হয়। তামার তারের আপেক্ষিক রোধ কম হওয়ায় তড়িৎ প্রবাহের জন্য এটি উত্তম পরিবাহক।  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় তামার আপেক্ষিক রোধ  $1.54 \times 10^{-6}\Omega\text{m}$

(গ) তামার তারের রোধ নির্ণয় কর। ( $0.92\Omega$ )

(ঘ) তারটিকে টেনে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করলে তারের রোধের ক্ষেত্রফল ঘটবে তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। (তারের রোধ পূর্বের তুলনায় 4 গুণ হয়ে যাবে)

৬০। কথা  $10\Omega$  রোধের  $3\text{m}$  দৈর্ঘ্যের ও  $0.1\text{cm}$  ব্যাসের

একটি তামার তারকে এমনভাবে লম্বা করল যেন তারের দৈর্ঘ্য চারগুণ ও প্রস্তুচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এক চতুর্থাংশ হয়।

(গ) কথা আপেক্ষিক রোধ কত নির্ণয় করবে। ( $2.62 \times 10^{-6}\Omega\text{m}$ )

- (ঘ) তারের দৈর্ঘ্য বাড়ানোর পর এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল কমানোর পর রোধ কত হবে। ( $160\Omega$ )

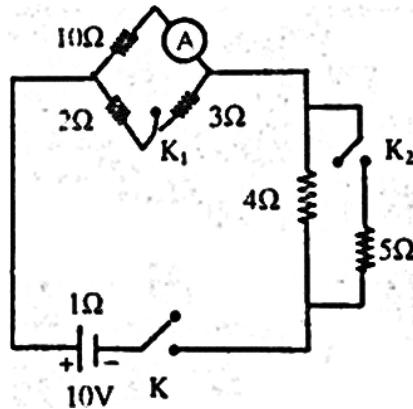
বিদ্যুৎ বিন মন্দির মমম্যাঃ

- ৬১। শিমুলদের বাড়িতে প্রতিদিন একটি  $100W-220V$  এর বাতি ৪ ঘণ্টা দুইটি  $60W-220V$  এর বাতি ৬ ঘণ্টা এবং  $80W-220V$  এর ফ্যান ১০ ঘণ্টা চলে।
- (ঘ) শিমুলদের ফ্যানের মধ্য দিয়ে কত বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে নির্ণয় কর। ( $0.36A$ )
- (ঘ) প্রতি ইউনিট বিদ্যুৎ এর মান  $3.33$  টাকা হলে সেপ্টেম্বর/১৬ মাসে বিদ্যুৎ অফিস থেকে  $201.00$  টাকা বিদ্যুৎ বিল প্রাপ্ত হলে বিলটির সঠিকতা বিশ্লেষণ কর। (সঠিক নয়)
- ৬২। শুভদের বাসায় তিনটি বাতির গায়ে যথাক্রমে  $100W - 220V$ ,  $60W-220V$  এবং  $40W-220V$  লেখা আছে। বাতি তিনটি প্রতিদিন ছয় ঘণ্টা করে জলে। প্রতি  $3.6 \times 10^6J$  বিদ্যুৎ এর দাম  $5.0$  টাকা।
- (ঘ) তৃতীয় বাতির মধ্য দিয়ে কি পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে নির্ণয় কর। ( $0.182A$ )
- (ঘ) আগস্ট মাসে শুভদের বাতির বিদ্যুৎ বিলের পরিমাণ  $200$  টাকা হবে কিনা? গাণিতিক ব্যাখ্যা সহ মতামত দাও। (হবে না)
- ৬৩। সিজান সাহেবের বাসায় একটি  $100W$  এর বাল্ব, একটি  $50W$  ফ্যান ও একটি  $70W$  টিভি সমান্তরাল সমিখ্যেশে বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সংযুক্ত আছে। এদের প্রত্যেকটি ক্ষেত্রে বিভব পার্থক্য  $250V$ ।
- (ঘ) বর্তনীটির সবগুলো যন্ত্রপাতি প্রতিদিন ৭ ঘণ্টা করে চালু রাখলে প্রতি মাসে কত ইউনিট বিদ্যুৎ শক্তি খরচ হবে নিরূপণ করো। ( $46.2$  Unit)
- (ঘ) সিজান সাহেবের বাসায় বৈদ্যুতিক বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহের মান কী হবে, নির্ণয় কর। ( $0.88A$ )
- ৬৪। ইতু কাপড় ইঞ্জি করার জন্য একটি বৈদ্যুতিক ইঞ্জি ব্যবহার করে। সে প্রতিদিন ২ ঘণ্টা করে একমাস ব্যবহার করার জন্য  $500$  টাকা বিদ্যুৎ বিল হিসাবে মজুদ রাখে। তাহার ইঞ্জির গায়ে  $220V-1000W$  লেখা আছে। V-তে বিভব পার্থক্য এবং P-তে ক্ষমতা প্রকাশ করে।
- (ঘ) প্রদত্ত ইঞ্জিটির রোধ নির্ণয় কর। ( $48.4\Omega$ )
- (ঘ) প্রতি ইউনিট শক্তির মূল্য  $3.00$  টাকা হলে ইতুর বিল বাবদ  $500$  টাকা প্রতি মাসে হবে কি? (না)

মার্কিট মৎস্য মুজনশীল:

৬৫। চাবি সংক্রান্ত সার্কিট:

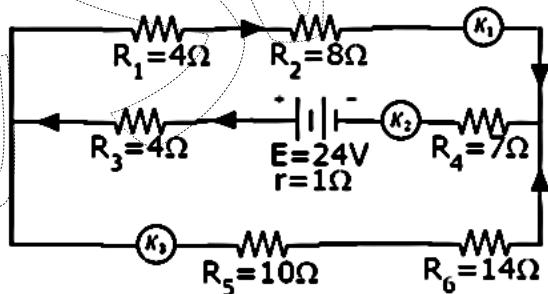
৬৫।



(ঘ) চাবি K, K<sub>2</sub> বন্ধ এবং K<sub>1</sub> খোলা থাকলে অ্যামিটারের পাঠ কত হবে? নির্ণয় কর। ( $0.756A$ )

(ঘ) চাবি K, K<sub>1</sub> বন্ধ এবং K<sub>2</sub> খোলা থাকলে বর্তনীর প্রবাহ পূর্বের কত গুণ হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দেখাও। ( $1.58$  গুণ)

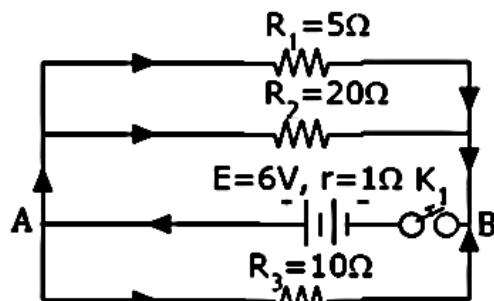
৬৬।



(ঘ) সব চাবি সংযুক্ত থাকা অবস্থায় বর্তনীতে মোট কত তড়িৎ প্রবাহ যাবে? ( $1.2A$ )

(ঘ) যদি চাবি K<sub>1</sub> খোলা থাকে এবং R<sub>2</sub> ও R<sub>3</sub> রোধের মান যথাক্রমে অসীম ও শূন্য হয় তাহলে দেখাও যে, তড়িৎ প্রবাহ  $37.5\%$  কমে যাবে।

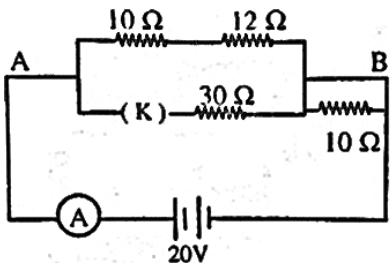
৬৭।



(ঘ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $27/7 \Omega$ )

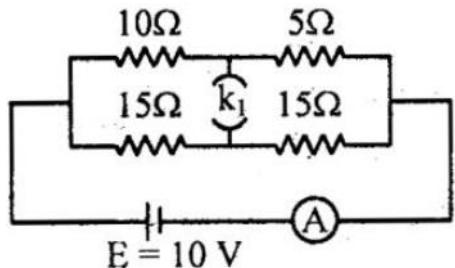
(ঘ) K<sub>1</sub> যুক্ত থাকা অবস্থায় বর্তনীর A ও B বিন্দুর বিভব পার্থক্য কত পাওয়া যায় তা গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর।

68।



- (গ) K বন্ধ থাকা অবস্থায়  $12\Omega$  রোধের মধ্য দিয়ে কি পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে? (0.91A)  
 (ঘ) K বন্ধ ও খোলা অবস্থা A এর পাঠের ক্রিপ্ট পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। (K বন্ধ অবস্থায় অ্যামিটার 1.58A পাঠ দিবে এবং K খোলা অবস্থায় অ্যামিটার 0.91A পাঠ দিবে।)

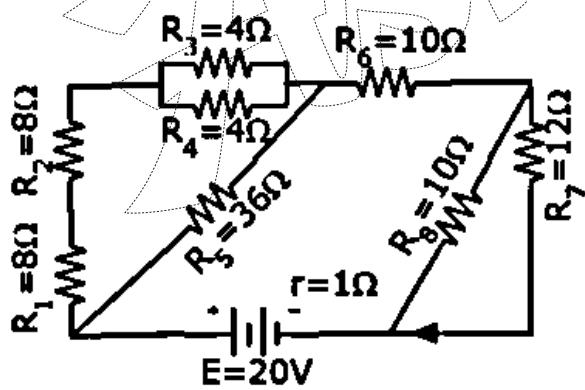
69।



- (গ) অ্যামিটার পাঠ কত হবে? যখন  $k_1$  বন্ধ। (1.026A)  
 (ঘ)  $k_1$  খোলা ও বন্ধ, এই দুই ক্ষেত্রে অ্যামিটারের পাঠের কী পার্থক্য হবে – গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। (0.026A)

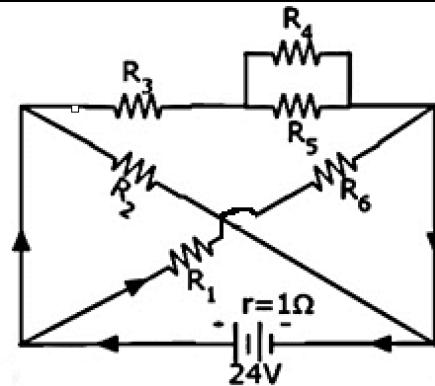
#### ৫. রোধ পরিবর্তন; রোধ সম্মিলন; অপসারণ সংক্রান্ত:

70।



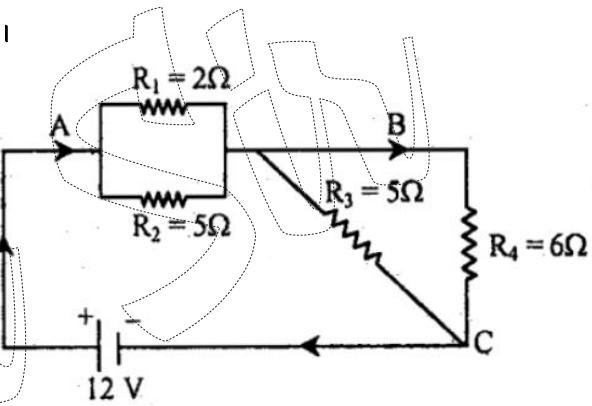
- (গ) বর্তনীর তুল্যরোধ কত? ( $27.455\Omega$ )  
 (ঘ)  $R_3$  এবং  $R_7$  রোধটিকে পরিবর্তন করে যথাক্রমে অসীম ও শূন্য মানের রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের যে পরিবর্তন হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

71।



- (গ) বর্তনীতে প্রবাহিত তড়িৎ এর মান কত? (3.36A)  
 (ঘ) বর্তনী থেকে  $R_1$  রোধটি অপসারণ করলে  $R_3$  রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য এর কি পরিবর্তন হবে গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর।

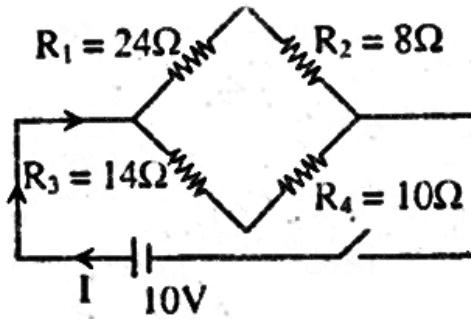
72।



- (গ) বর্তনীর তুল্যরোধ কত? ( $4.15\Omega$ )  
 (ঘ) উদ্ধীপকের রোধগুলোকে কীভাবে বিন্যস্ত করলে গৃহ বিদ্যুতায়নের উপযোগী হবে এবং এখন তার মোট তড়িৎ প্রবাহ কত হবে নির্ণয় কর।

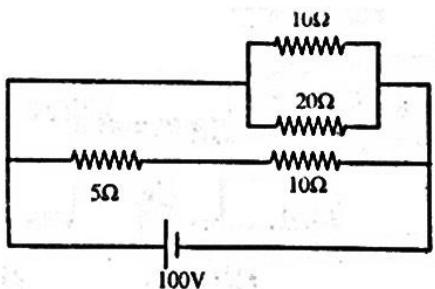
#### Puzzle:

73।

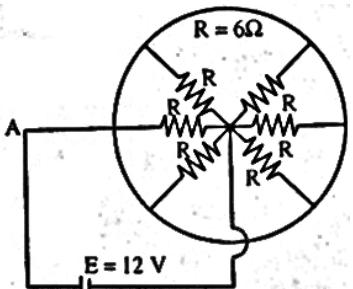


- (গ) বর্তনী হতে প্রবাহ মাত্রা I নির্ণয় কর। (0.73A)  
 (ঘ) যদি  $R_4 = 0$  হয় তবে বাকি রোধগুলোকে কীভাবে বর্তনীতে সংযুক্ত করলে বর্তনীর তুল্যরোধ  $20\Omega$  পাওয়া যাবে? গাণিতিকভাবে দেখাও। (24||8; 14)

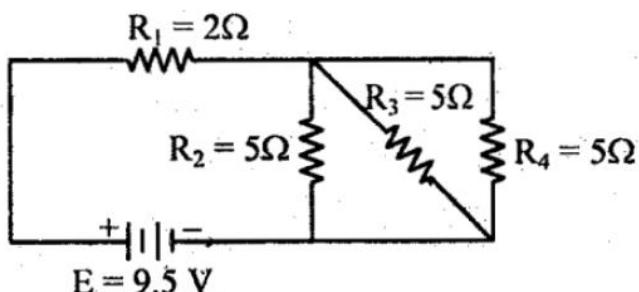
78।

(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $4.61\Omega$ )(ঘ) 9A তড়িৎ প্রবাহ পাওয়ার জন্য রোধগুলোকে কীভাবে  
সাজাতে হবে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

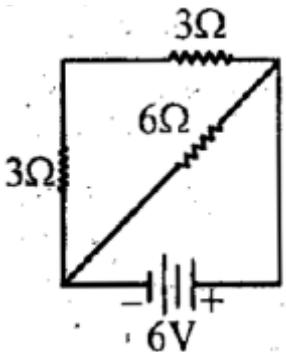
79।

(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $1\Omega$ )(ঘ) রোধগুলি ব্যবহার করে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন যে প্রবাহ  
পাওয়া যাবে তা নির্ণয় কর। ( $12A; 0.33A$ )

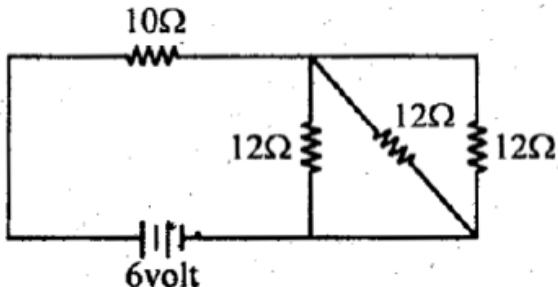
80।

(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $3.6\Omega$ )(ঘ) বর্তনীর রোধগুলো কীভাবে সাজালে মূল তড়িৎ প্রবাহ  
1A হবে – বিশ্লেষণ কর।

81।

(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $3\Omega$ )(ঘ) উক্ত রোধ গুলিকে কিভাবে সাজালে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ  
2.5 গুণ বৃদ্ধি পাবে? বর্তনী অংকন করে গাণিতিকভাবে  
দেখাও।

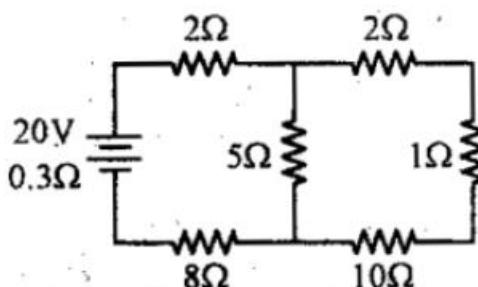
78।

(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $14\Omega$ )(ঘ) বর্তনীর রোধগুলোকে কীভাবে সাজালে প্রায় 3.14 ওয়াট  
তড়িৎক্ষমতা পাওয়া যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে  
দেখাও।**Fuse সংক্রান্ত:**

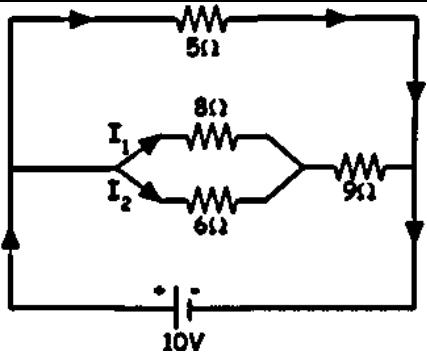
৭৯। পিংকি 220V লাইনে 20Ω রোধের একটি আয়রন  
চালাতে শিয়ে 9A একটি ফিউজ বার বার কেটে যাচ্ছিল।  
পিংকি 7Ω এর একটি রোধ আয়রনের সাথে শ্রেণী সমবায়ে  
যুক্ত করে সমস্যার সমাধান করল।

(গ) ফিউজ যদি কেটে না যেত তাহলে প্রবাহমাত্রা I নির্ণয়  
কর। ( $11A$ )(ঘ) পিংকির সমস্যার সমাধান কিভাবে হলো তা গাণিতিক  
যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ( $I < 9A$ )

80।

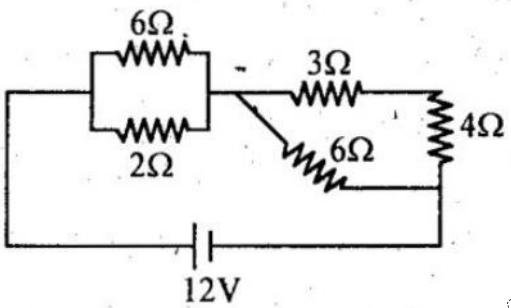
(গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $13.61\Omega$ )(ঘ) যদি আমরা একটি 5A ফিউজ শ্রেণিতে এবং সবগুলো  
রোধ সমান্তরাল ভাবে যুক্ত করি তাহলে উৎপন্ন বিদ্যুতের  
কারণে ফিউজটি পুড়ে যাবে কি? (যাবে)**নির্দিষ্ট কোণ রোধের তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয়:**

81।



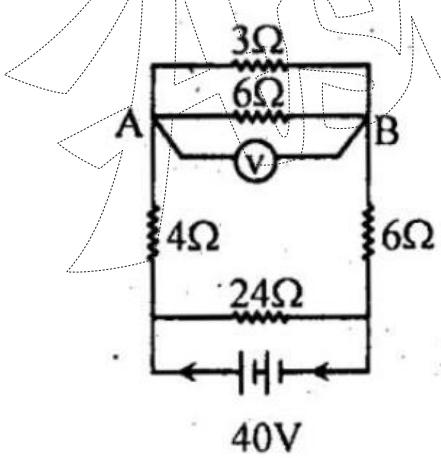
- (গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $3.57\Omega$ )  
 (ঘ)  $I_1$  ও  $I_2$  তড়িৎ প্রবাহ মোট তড়িৎ প্রবাহ I এর শতকরা কতভাগ? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। (16.4%; 12.3%)

৮২।



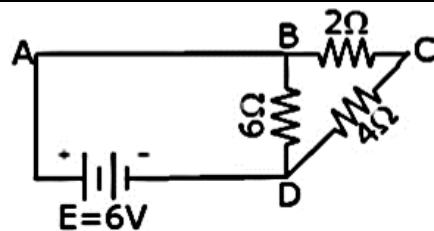
- (গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $4.73\Omega$ )  
 (ঘ) 2Ω এবং 3Ω রোধের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের মান একই হবে কি? বিশ্লেষণ কর। (হবে না)

৮৩।



- (গ) বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $8\Omega$ )  
 (ঘ) বর্তনীর 3Ω এবং 4Ω রোধের মধ্যে কোনটির মধ্য দিয়ে বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ( $4\Omega$  এ বেশি)

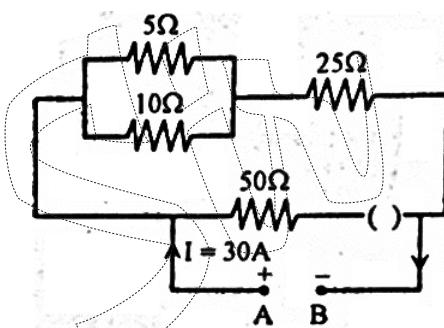
৮৪।



- (গ) AB অংশের কোন প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে 40 সেকেন্ডে কতগুলো ইলেক্ট্রন প্রবাহী হবে? জানা আছে ইলেক্ট্রনের চার্জ  $1.6 \times 10^{-19} C$ । ( $5 \times 10^{20}$  টি)  
 (ঘ) মোট প্রবাহের শতকরা কত অংশ CD এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় কর। (50%)

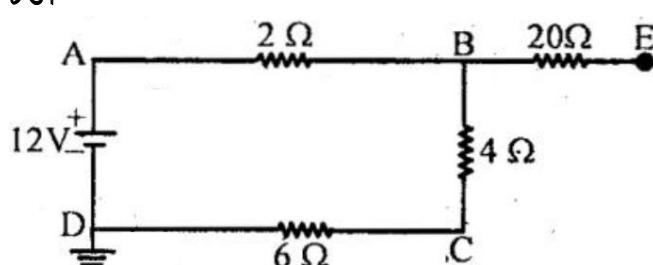
নির্দিষ্ট কোন রোধের/বিন্দুর বিভব পার্থক্য নির্ণয়ঃ

৮৫।



- (গ) A ও B বিন্দুর মধ্যকার বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। (542.55V)  
 (ঘ) বর্তনীটি দৈনিক 10 ঘণ্টা চালালে বার্ষিক বিদ্যুৎ বিল কত হবে? [প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য 5.00 টাকা] (297047.585 টাকা)

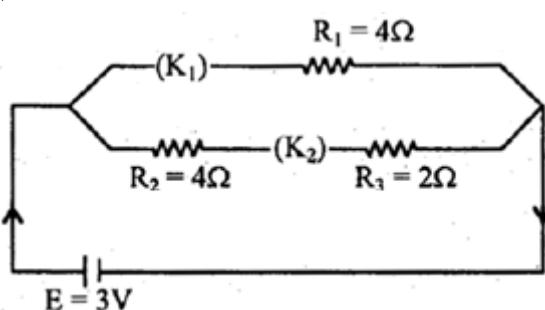
৮৬।



- (গ) বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ নির্ণয় কর। (1A)  
 (ঘ) E এবং C বিন্দুর বিভব নির্ণয় কর। (10V এবং 6V)

নির্দিষ্ট কোন রোধের ক্ষমতা নির্ণয়ঃ

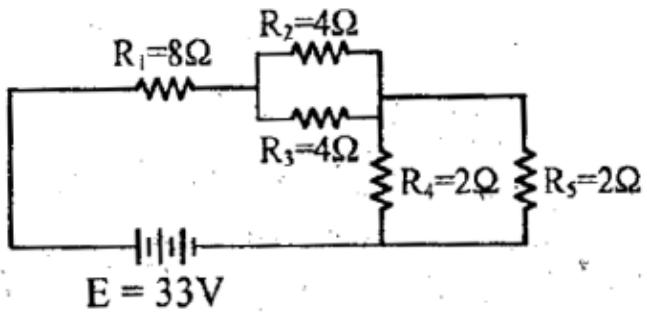
৮৭।



(গ)  $K_1$  ও  $K_2$  বন্ধ অবস্থায় বর্তনীর তুল্য রোধ নির্ণয় কর। ( $2.4\Omega$ )

(ঘ) উভয় চাবি বন্ধ অবস্থায় এবং কেবল  $K_1$  বন্ধ অবস্থায়  $R_1$  এর ক্ষমতার পার্থক্য হবে কি? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। (না)

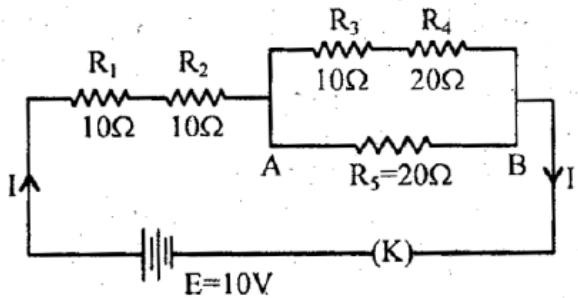
৮৮।



(গ) বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ( $11\Omega$ )

(ঘ)  $R_1$ ,  $R_2$  এবং  $R_4$  এর মধ্যে কোনটির ক্ষমতা বেশি –  
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ( $R_1$ )

৮৯।



(গ) বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ( $32\Omega$ )

(ঘ)  $R_1$ ,  $R_3$  এবং  $R_5$  এর মধ্যে কোনটির ক্ষমতা বেশি –  
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ( $R_1$ )

“মার্কিটের কোন শেষ নেই; তবে এটি যত বেশি  
বেশি প্রেক্টিম করবে তত এটা তুমি নিজের  
আয়ত্তে আনতে পারবে ”

*Basic Math ও মৃজনশীল প্রশ্নগুলোর সমাধান বুকতে হলে নিয়মিত ফ্লাম করতে হবে; এই  
অধ্যায়ের শীটের কোন সমাধান শীট দেওয়া হয় না। বেশি বেশি প্রেক্টিমের জন্য আর ও একটি  
শীট দেওয়া হবে।*