بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

বিস্‌মিল্লাহির রাহ্‌মানির রাহীম

উদ্ভাস

একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

চল তড়িৎ

লেকচার : P-07

আলোচ্য বিষয়:

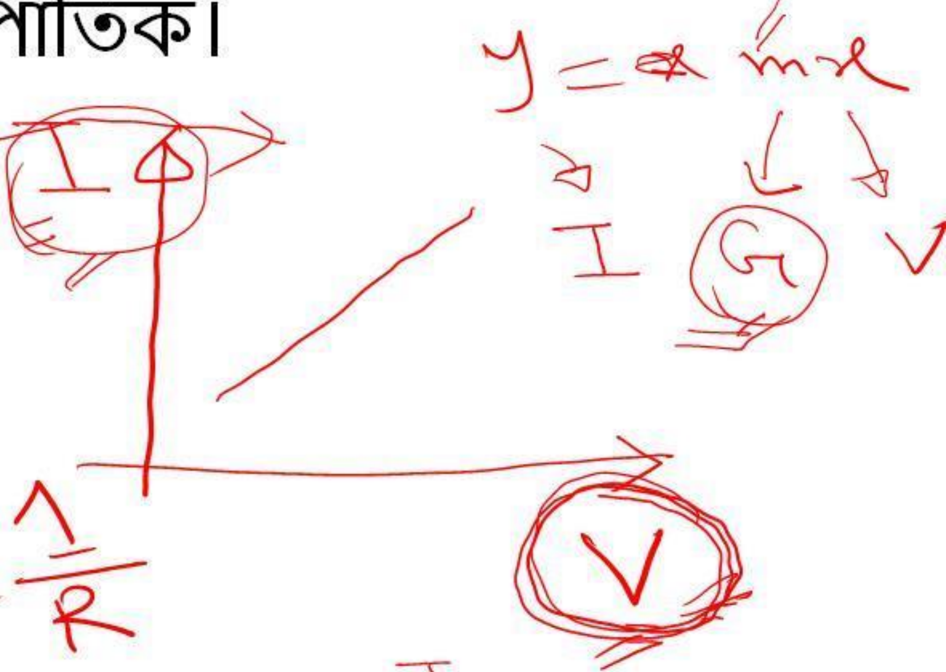
- রোধ ও আপেক্ষিক রোধ
- রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাব
- তড়িৎ পরিবাহের ফলে পরিবাহী গরম হবার কারণ
- জুলের তাপীয় ক্রিয়ার সুত্র
- বিদ্যুৎ প্রবাহের সাথে তারণ বেগের সম্পর্ক
- ইলেকট্রিক ফিউজ

সূচনা

ওহমের সূত্রানুযায়ী, কোন পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ (**I**) সেই পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের (**V**) সমানুপাতিক।

$$I \propto V$$
$$\Rightarrow I = GV$$
$$\Rightarrow V = IR$$

যেখানে,
V = বিভব পার্থক্য
R = রোধ
G = পরিবাহিতা

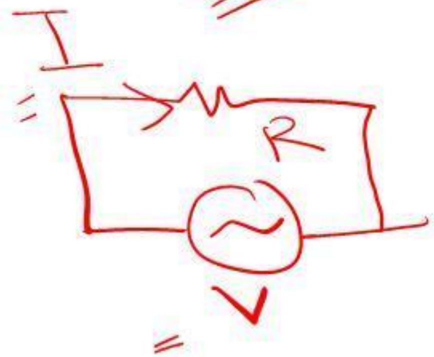


$G = \frac{1}{R}$

$I = GV$

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

$\Rightarrow V = IR$



Poll Question 01

ওহমের সূত্রানুসারে অঙ্কিত গ্রাফ এর ঢাল কি নির্দেশ করে?

(a) রোধ

(b) পরিবাহিতা

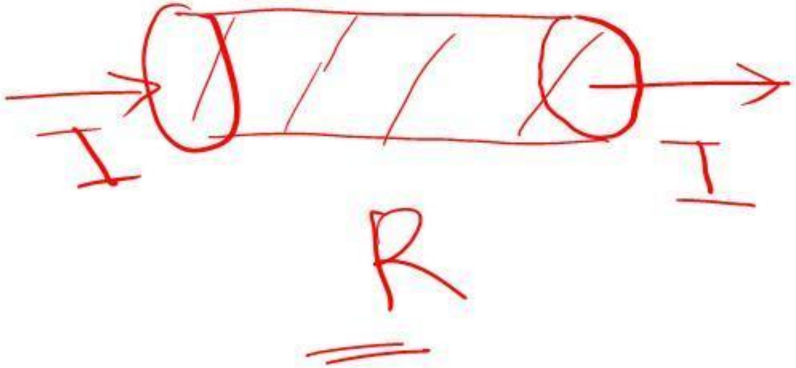
(c) আপেক্ষিক রোধ

(d) আপেক্ষিক পরিবাহিতা

রোধ

যে ধর্মের জন্য পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ চলাচল বাধাপ্রাপ্ত হয় তাকে ওই পরিবাহীর রোধ বলে। রোধের একক **ওহম**, গ্রীক অক্ষর.01 ওমেগা (Ω) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

রোধক



রোধ

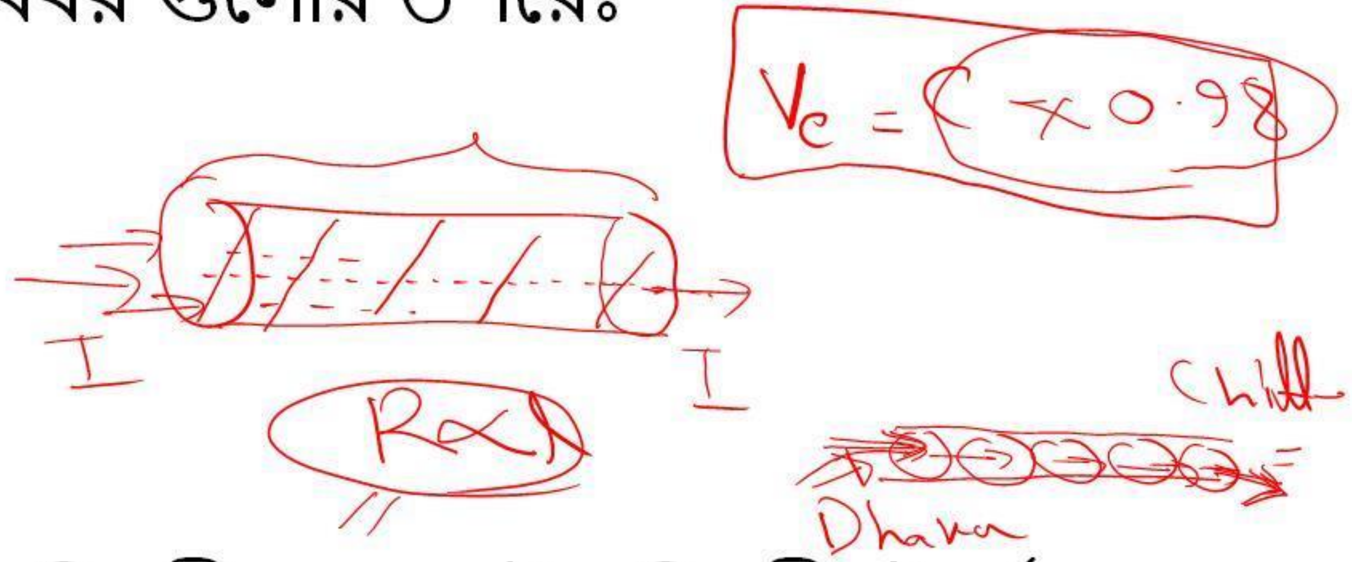
কোন **বস্তুর** রোধ নির্ভর করে এই বিষয় গুলোর উপরেঃ

a. পরিবাহীর দৈর্ঘ্য

b. প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

c. কোন উপাদান দ্বারা তৈরি

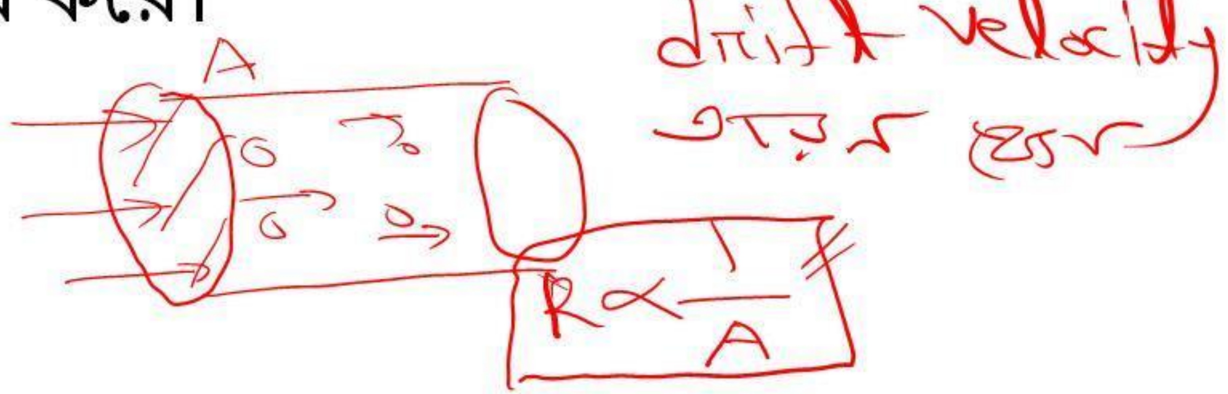
d. তাপমাত্রা



নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন একটি পরিবাহীর রোধ ওই পরিবাহীর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ওপর নির্ভর করে।

1. দৈর্ঘ্যের সূত্র

2. প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের সূত্র



রোধের সূত্র সমূহ

দৈর্ঘ্যের সূত্র : তাপমাত্রা ও প্রস্থচ্ছেদ এবং উপাদান স্থির থাকলে কোন পরিবাহীর রোধ ওই পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক।

$R \propto L$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের সূত্র: তাপমাত্রা, দৈর্ঘ্য এবং উপাদান স্থির থাকলে কোন একটি পরিবাহীর রোধ তার ক্ষেত্রফলের ব্যাস্তানুপাতিক।

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

সুতরাং, $R = \rho \frac{L}{A}$; ρ = আপেক্ষিক রোধ

$R \propto \frac{l}{A}$

$R \propto l$, $R \propto 1/A$ $\Big\}$ $R = \rho \frac{l}{A}$

ρ → আপে. রোধ

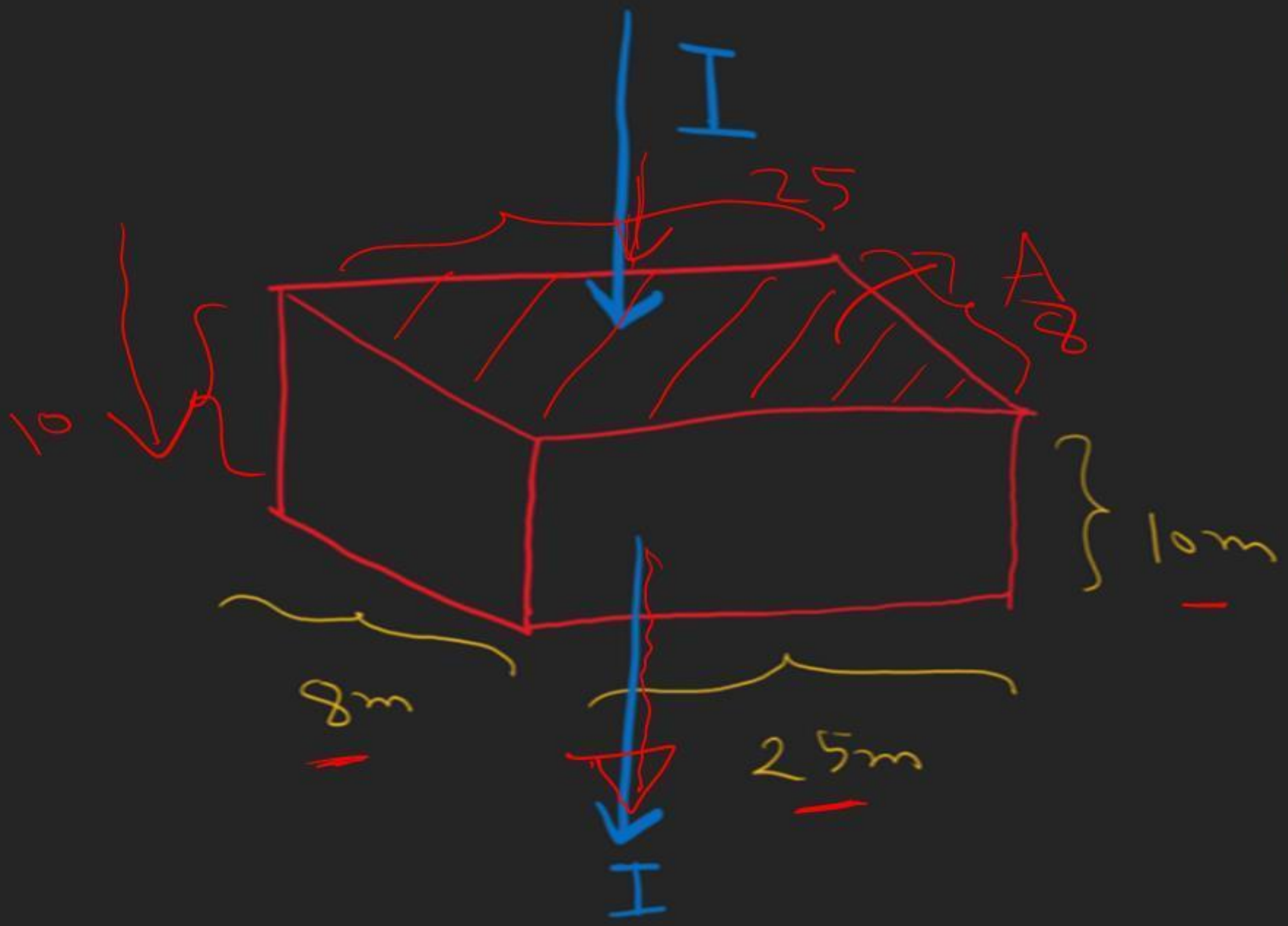
$$R = \rho \frac{l}{A}$$;

$l = ?$ $25\ m$

$A = ?$ 8×10

$= 80 m^2$

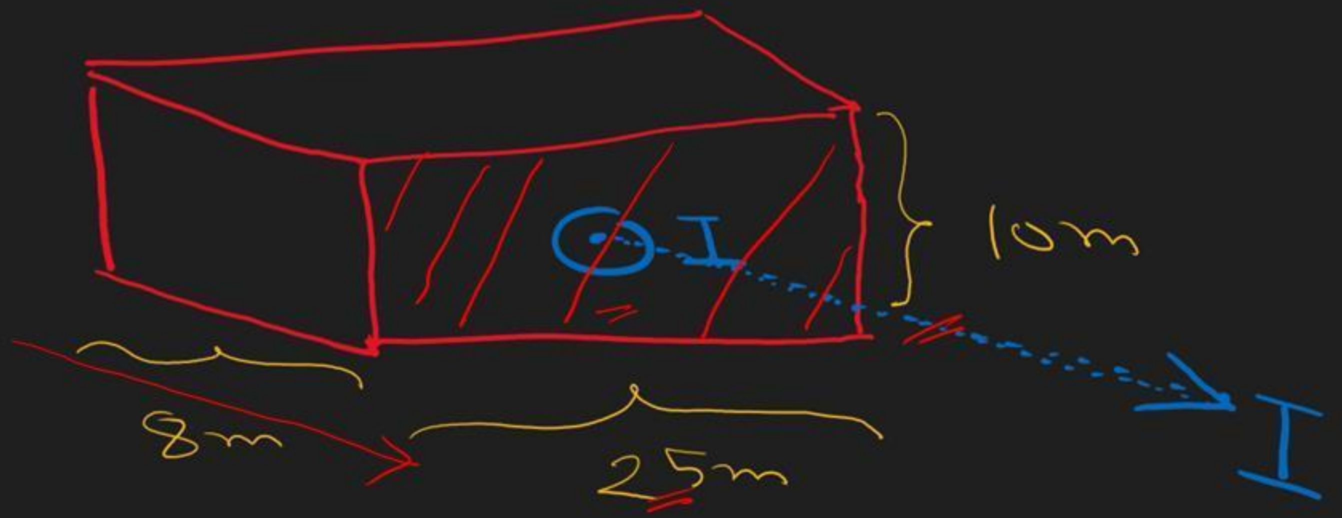
$$R = 10^{-8} \times \frac{25}{80}$$



$$R = \rho \frac{l}{A} = 10^{-8} \times \frac{10}{8 \times 25}$$

$l = ?$ $\boxed{10m}$

$A = ?$ $\boxed{8 \times 25}$



$$R = \rho \frac{l}{A} \; ; \quad l = ? \quad ; \quad A = ?$$

$$R = 10^{-8} \times \frac{8}{10 \times 25} \qquad l = 8m \; ; \quad A = 10 \times 25$$

আপেক্ষিক রোধ

একক দৈর্ঘ্য এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোন একটি পরিবাহী তার প্রস্থচ্ছেদের অভিলম্ব ভাবে বিদ্যুৎ প্রবাহে যে পরিমাণ বাধা প্রদান করে তাকে তার আপেক্ষিক রোধ বলে। আপেক্ষিক রোধকে রোধাঙ্ক ও বলা হয়।

আপেক্ষিক রোধের একক Ωm

$$R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{1}{1} = \rho$$

Poll Question 02

কোন তারের রোধাঙ্ক নির্ভর করেঃ

i. তারের দৈর্ঘ্য

ii. তাপমাত্রা

iii. তারের উপাদান

কোনটি সঠিক ?

(a) i (b) ii & iii (c) i & iii (d) সবগুলো

Math 1

কোন তারকে টেনে লম্বায় তিনগুণ করা হলে, তারের নতুন রোধ কতগুণ হবে?

$l \rightarrow 3l$

$R \propto \frac{l}{A}$

$l' = 3l$

$V' = V$

$A'l' = Al$

$\Rightarrow A' \times 3l = A l$

$\Rightarrow A' = A/3$

$\Rightarrow A = 3A'$

$\frac{R'}{R} = \left(\frac{l'}{l}\right) \times \left(\frac{A}{A'}\right)$

$= (3) \times (3)$

$\frac{R'}{R} = 9$

$R' = 9R$

$l' = nl$

$A' = A/n$

or, $(n) \times (n) = n^2$

যদি বলে, 4 গুণ লম্বা করছে

$R = 10$

$n = 4$

$R \rightarrow n^2 R$

$4^2 \times 10$

একটি পরিবাহীর দৈর্ঘ্য 3 গুণ বৃদ্ধি করা হল, $R' = ?$

$$1 + 3 = 4$$

$$n = 3 + 1$$

$$R' = 4^2 \times R$$

$$= 16 \times R$$

$$l \longrightarrow nl$$

$$A' = A/n$$

$$\frac{R'}{R} = \left(\frac{nl}{l}\right) \times \left(\frac{nA}{A}\right) = n^2$$

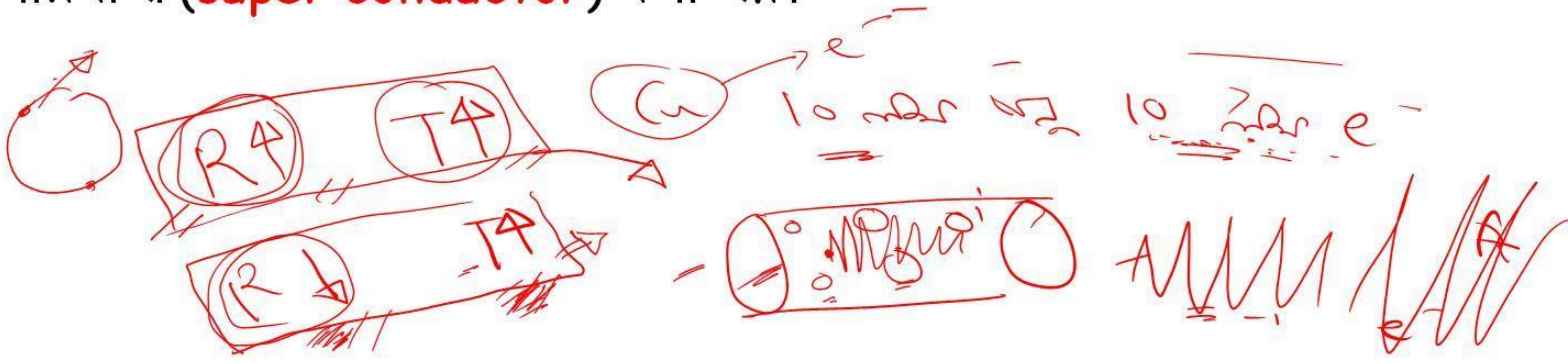
$$R' = n^2 R$$

তাপমাত্রার প্রভাব

সাধারণত তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে রোধ বৃদ্ধি পায়। কিন্তু কিছু ক্ষেত্রে উল্টাও দেখা যায়। অর্ধপরিবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে রোধ কমতে থাকে।

রোধের তাপমাত্রা সহগ (α) রোধের সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক স্থাপন করে। α ধনাত্মক (পরিবাহীর ক্ষেত্রে) এবং ঋণাত্মক (অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে) উভয়ই হতে পারে।

কিছু পদার্থ অতি নিম্ন তাপমাত্রায় কোন রোধ প্রদর্শন করে না। তাদের অতিপরিবাহী (super conductor) বলা হয়।



physics এ অনেক কিছু একে অপরের, যার কোন কিছু define করা হয়। এমনই ভাবে একটা রাশি ... (example)

$$l \longrightarrow l$$

$$\therefore 1 \longrightarrow \frac{l}{t} = v \text{ (বেগ)}$$

$$1 \longrightarrow \frac{\Delta v}{t} = a \text{ (ত্বরণ)}$$

$$1 \longrightarrow \frac{F/A}{\Delta l / l} = Y \text{ (ইয়ং এর গুণাঙ্ক)}$$

$$\alpha = -ve$$

অর্ধপরিবাহী

$$R \downarrow \quad T \uparrow$$

$$0 \longrightarrow R_0, \quad \theta^\circ C \longrightarrow R_\theta$$

$$\theta^\circ C \longrightarrow (R_\theta - R_0)$$

$$R_0 \longrightarrow \theta^\circ C \longrightarrow (R_\theta - R_0)$$

$$\therefore 1 \longrightarrow 1^\circ C \longrightarrow \frac{R_\theta - R_0}{R_0 \cdot \theta} = \alpha$$

রোধের উষ্ণতা সহগ α

$R_t = R_0(1 + \alpha t)$

ধরি,

R_0 = শূন্য ডিগ্রী সেলসিয়াসে রোধ

R_θ = θ ডিগ্রী সেলসিয়াসে রোধ

α = রোধের উষ্ণতার সহগ

$R_\theta = R_0(1 + \alpha\theta)$

"এই সুত্রে তাপমাত্রা সর্বদা ডিগ্রী সেলসিয়াসেই বসাতে হবে"

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

$$\Rightarrow \alpha R_0 \cdot \theta = R_\theta - R_0$$

$$R_\theta = R_0 + R_0\alpha\theta$$

$$R_\theta = R_0(1 + \alpha\theta)$$

°C এ তাপমাত্রার মান

0°C তাপমাত্রায় রোধ

Math 2

কোন তারের রোধ 20 এবং 100 ডিগ্রী সেলসিয়াসে যথাক্রমে 3 and 3.94 ওহম। রোধের উষ্ণতার সহগ কত?

Math

কোন তারের রোধ 20 এবং 100 ডিগ্রী সেলসিয়াসে যথাক্রমে 3 and 3.94 ওহম। রোধের উষ্ণতার সহগ কত?

$R_{20} = 3\Omega$; $R_{100} = 3.94\Omega$; $\alpha = ?$

$R_\theta = R_0(1+\alpha\theta)$

$3 = R_0(1+\alpha\cdot 20)$

$3.94 = R_0(1+\alpha\cdot 100)$

$$\frac{3.94}{3} = \frac{1+100\alpha}{1+20\alpha}$$

$\alpha = 4.249 \times 10^{-3}\ K^{-1}$ (Ans)

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R_0 \cdot \theta}$$

Ω ; $^\circ C / K$

SI, α এর একক: $^\circ C^{-1}$ অথবা, K^{-1}

Math 3

কোন তারের 293K তাপমাত্রায় রোধ 32 ওহম। তারকে 373k পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হলে রোধের পরিবর্তন 0.22 ওহম হয়। রোধের উষ্ণতার সহগ কত?

ΔR

$373 - 293 = 80$

$$\alpha = \frac{R_\theta - R_0}{R_0 \theta} = \frac{0.22}{32 \times 80}$$

This method is wrong

because, $R_0 \neq 32$; $R_{20} = 32$

Math

কোন তারের 293K তাপমাত্রায় রোধ 32 ওহম। তারকে 373k পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হলে রোধের পরিবর্তন 0.22 ওহম হয়। রোধের উষ্ণতার সহগ কত?

$$R_\theta = R_0 (1 + \alpha\theta)$$

$20^\circ C \rightarrow 32$

$100^\circ C \rightarrow 32 + 0.22 = 32.22\,\Omega$

$$32 = R_0 (1 + \alpha \cdot 20) \quad \text{—(i)}$$

$$32.22 = R_0 (1 + \alpha \cdot 100) \quad \text{—(ii)}$$

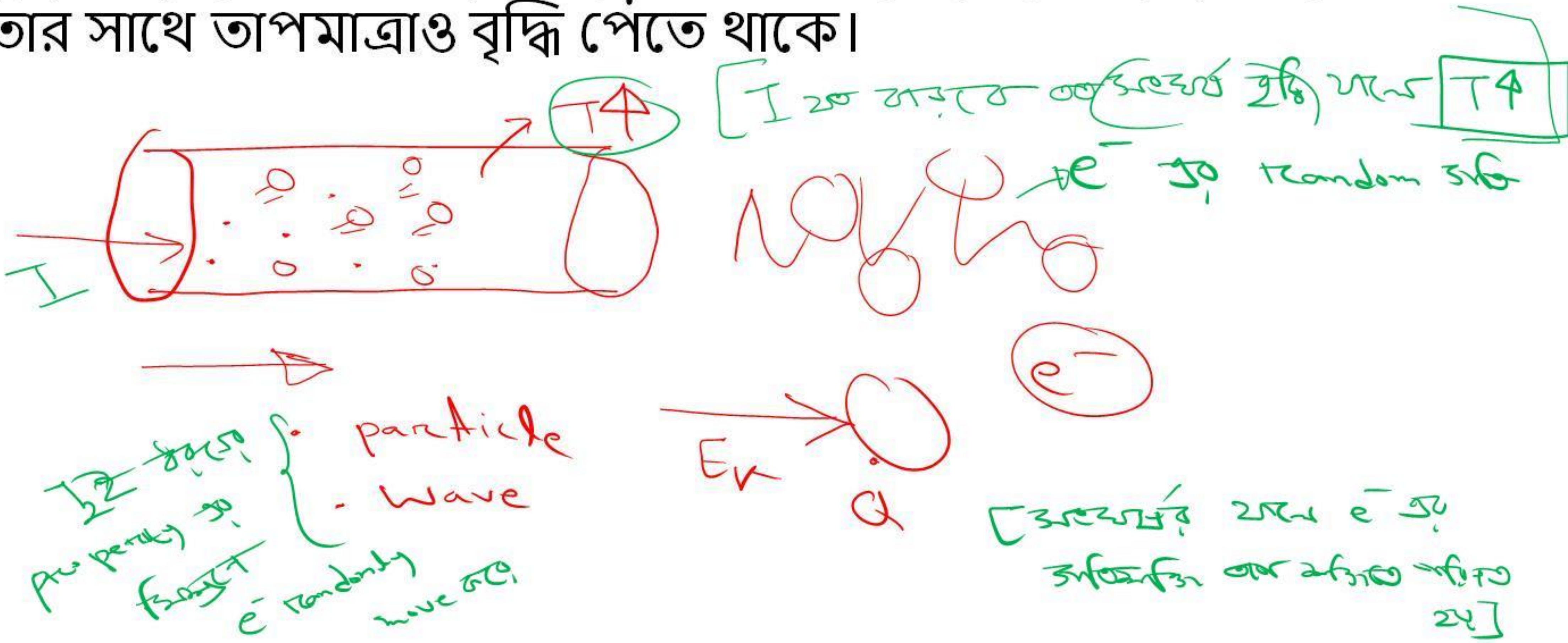
(ii) ÷ (i) ⇒

$$\frac{32.22}{32} = \frac{1 + 100\alpha}{1 + 20\alpha} \rightarrow \alpha = 8.608 \times 10^{-5}\,K^{-1}$$

তরিতের জন্য পরিবাহীতে তাপ উৎপন্নের কারণ

তাপমাত্রার সাথে রোধের সম্পর্ক সমানুপাতিক।

তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে পরমাণুর কম্পন বৃদ্ধি পায়, যার জন্য পরমাণুর সাথে ইলেকট্রনের সংঘর্ষের সম্ভাবনাও বাড়ে। পরিবাহীতে রোধের মান বারতে থাকে। তার সাথে তাপমাত্রাও বৃদ্ধি পেতে থাকে।



Poll Question 03

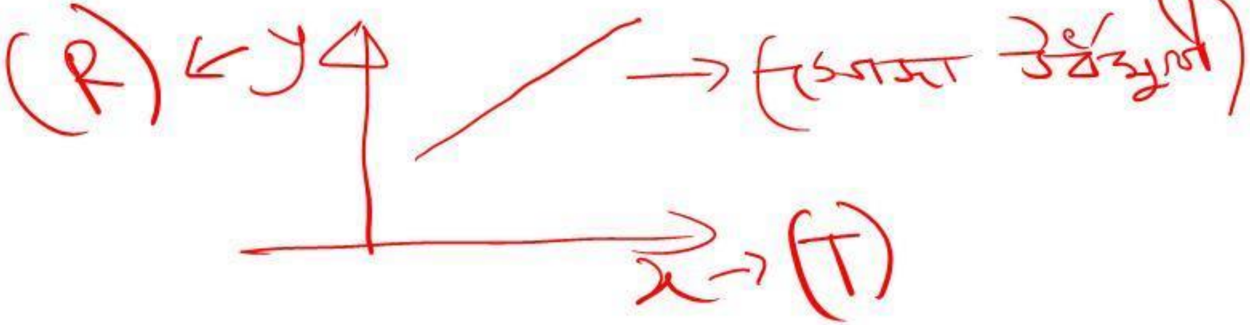
তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে রোধের পরিবর্তনের গ্রাফ কেমন হবে?

(a) সোজা ঊর্ধমূখী (b) সোজা নিম্মমূখী (c) বক্ররেখা
(d) কোনটিই নয়

$R\uparrow \propto T\uparrow$

$y \propto x$

$y = mx + c$



জুলের তাপীয় ক্রিয়ার সূত্র

1st law: বিদ্যুৎবাহী তারের রোধ, বিদ্যুৎ প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন উদ্‌ভূত তাপ বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার বর্গের সমানুপাতিক।

$$H \propto i^2$$

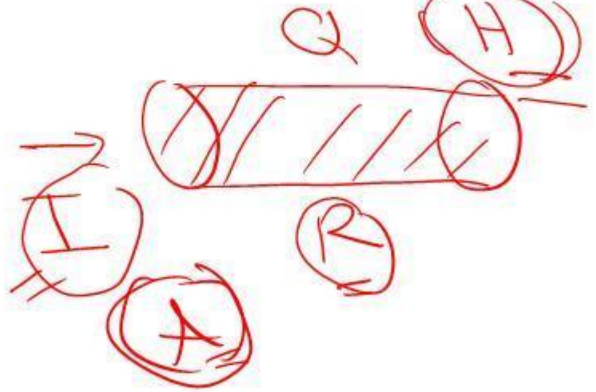
2nd law: বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা এবং প্রবাহকাল অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন উৎপন্ন তাপ পরিবাহীর রোধের সমানুপাতিক।

$$H \propto R$$

3rd law: বিদ্যুৎবাহী পরিবাহীর রোধ এবং বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুন উৎপন্ন তাপ বিদ্যুৎ প্রবাহকালের সমানুপাতিক।

$$H \propto t$$

তিনটি সূত্র একত্রিত করলে পাই, $H \propto i^2Rt$



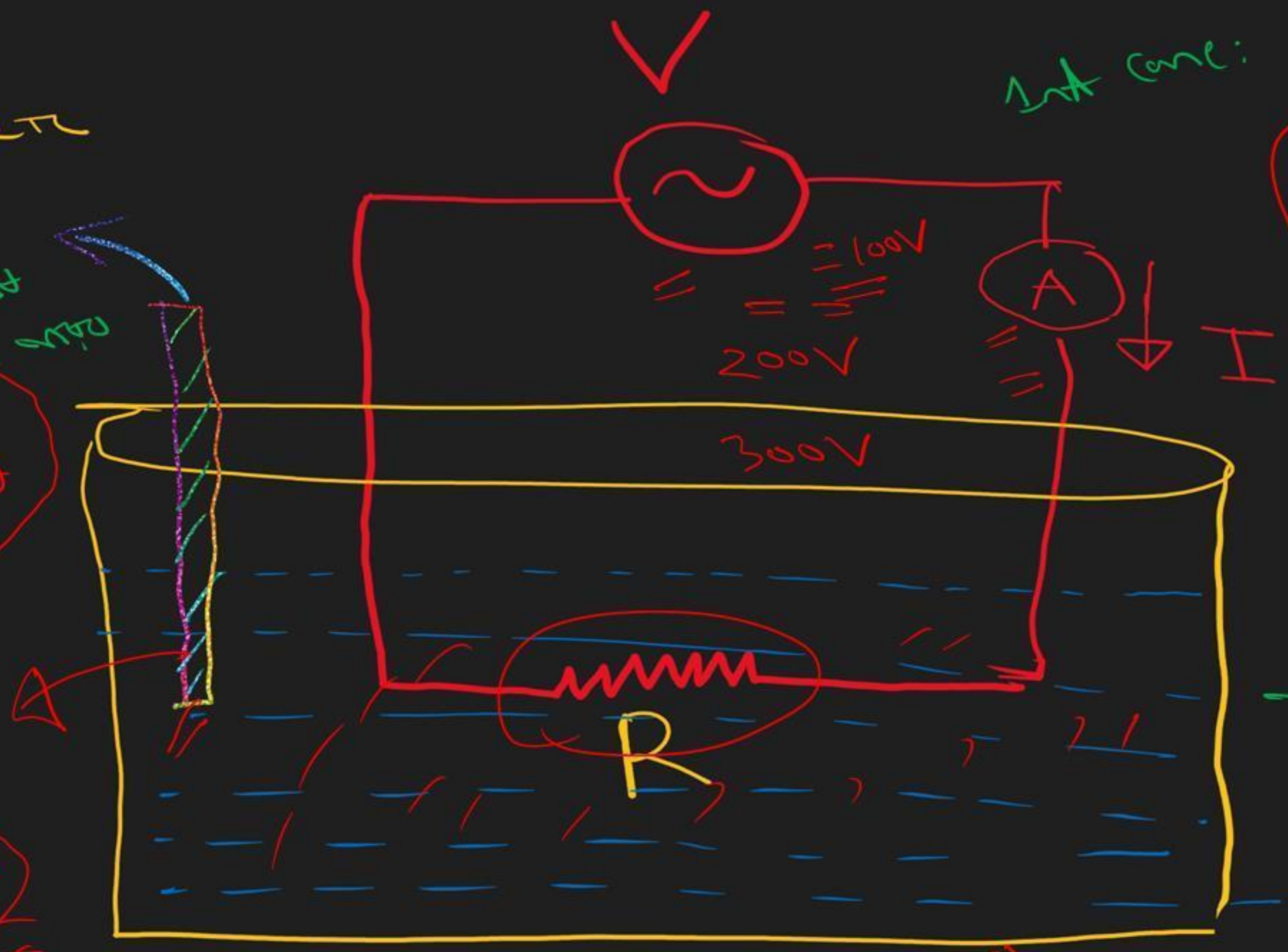
Thermometer

$H = ms\Delta\theta$

$Q = ms\Delta\theta$

$Q = H$

$H \propto \Delta\theta$



1st conc: $R, t \rightarrow$ constant, I vary

$H \propto I^2$

$t = 2$ min

$R =$ constant

$V = IR$

$V \propto I$

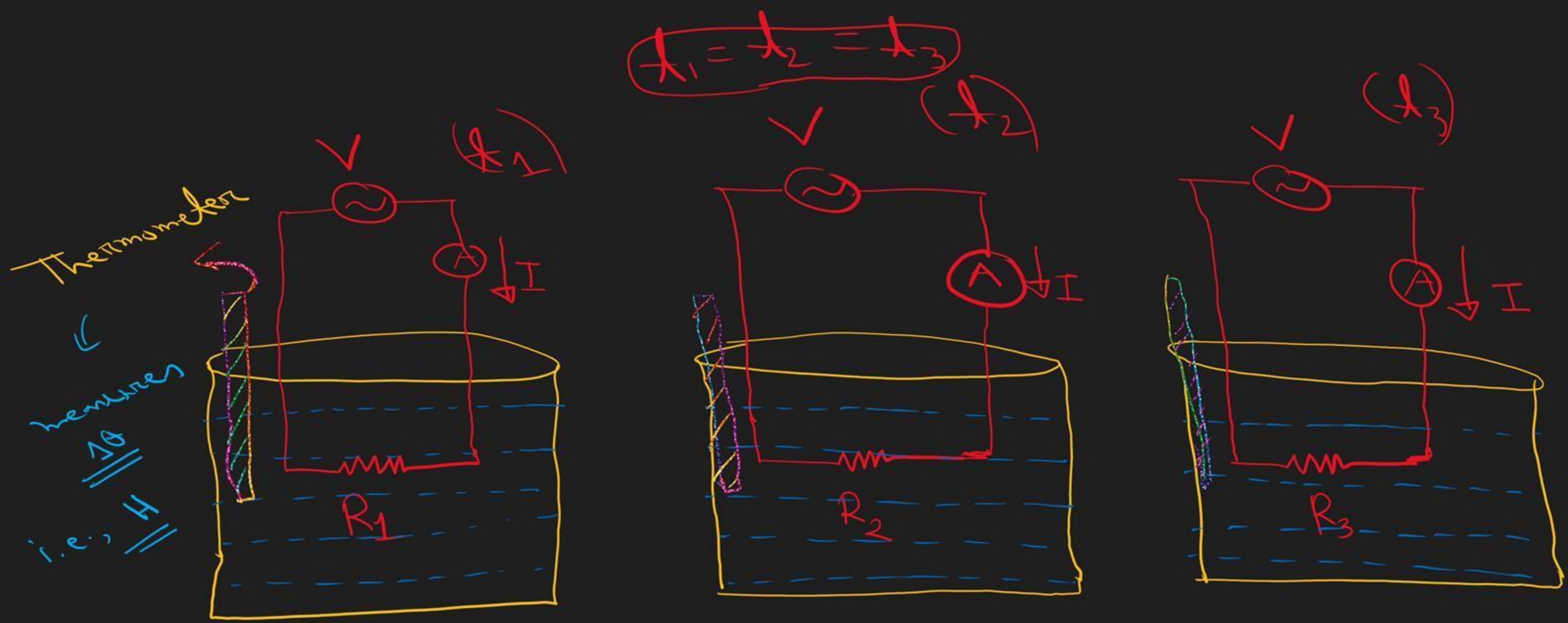
H	I

$H \propto \Delta\theta$

$H \propto I^2$

$y = x^2$

parabola $\rightarrow x^2 = 4ay$



যদি, time ও current fixed। different R এর জন্য H এর,

মান আলাদা হবে, যেমনটা দেখা যায়

$y \propto x$

$H \propto R$

জুলের তাপীয় ক্রিয়ার সূত্র

যান্ত্রিক শক্তি দ্বারা কৃত কাজ থেকে তাপ শক্তি উৎপন্ন করা সম্ভব। আবার তাপ শক্তিকে কাজে লাগিয়েই যান্ত্রিক কাজ সম্পন্ন করা সম্ভব।

এক্ষেত্রে,

কৃত কাজ= J × উৎপন্ন তাপ শক্তি

or, $W = JH$; J = তাপের যান্ত্রিক সমতুল

সাধারণত কাজ এবং তাপ শক্তি উভয়েরই একক SI system এ নেয়া হয় তখন $J = 1$

W=H So, $H = i^2 Rt$

কিন্তু কাজ (W) যদি SI system এবং তাপ (H) যদি CGS unit system এ নেয়া হয় তখন

$J = 4.2$ Joule/Cal

অপরপক্ষে কাজ (W) যদি CGS system এবং তাপ (H) যদি SI unit system এ নেয়া হয় তখন,

$J = 0.24$ Cal/Joule

উৎপন্ন তাপের পরিমাণ

$W = QV$ and $Q = It$

So, $W = VIt$

যেহেতু, যান্ত্রিক কৃত কাজ= উৎপন্ন তাপ শক্তি

$W = H$

$\Rightarrow H = VIt$

আবার, $V = IR$ or, $I = V/R$

So, $H = i^2 Rt$ or, $H = V^2 t/R$

Poll Question 04

পানির আপেক্ষিক তাপ কত?

(a) $4200\ J/gm/K$

(b) $4.2J/kg/k$

(c) $4.2J/gm/k$

(d) $4200cal/gm/k$

MATH 4

১০০ ওয়াটের হিটার ৭ মিনিটে ১ লিটার পানির তাপমাত্রা ২০ থেকে ৩০ ডিগ্রীতে উন্নিত করে। J এর মান নির্ণয় কর।

$W = Pt$ ⟵ $P = \frac{W}{t}$

$W = 100 \times (7 \times 60)$ J

$H = m\,s\,\Delta\theta$

$H = 1000 \times 1 \times 10$

$s = 1 \frac{cal}{gm\text{-}K}$

$\Delta\theta = (30 - 20)$ °C

$\Delta\theta = 10$ °C

or, 10K

$W = JH$

$\Rightarrow 100 \times 7 \times 60$ Joule $= J \times (1000 \times 1 \times 10)$ cal

$\Rightarrow J = 4.2 \frac{Joule}{cal}$

MATH 5

৭৫০ ওয়াটের কেটলি ১০ মিনিটে ১ লিটার পানির তাপমাত্রা ২০ থেকে ১০০ ডিগ্রী সেলসিয়াসে উত্তপ্ত করতে পারে। এক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক শক্তির শতকরা কতভাগ ব্যাবহৃত হল?

$P = 750\,W$

$t = 10 \times 60$

1 Litre = 1 kg

$Q = ms\Delta\theta = W$ (কৃত কাজ)

$20^\circ C \rightarrow 100^\circ C$

$\Delta\theta = 80^\circ C$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{\frac{W}{t}}{750} = \frac{\frac{(1 \times 4200 \times 80)}{10 \times 60}}{750} \times 100\%$$

$= 74.67\%$ (Ans)

তারণ বেগ

ইলেকট্রনের মত অতিপারমানবিক কণা সর্বদা এলোমেলো ভাবে ছোটাছুটি করে। যখন কোন তড়িংক্ষেত্র আরোপ করা হয় তখনো এদিক অদিক ছোটাছুটি করে কিন্তু ধীরে ধীরে একদিকে প্রবাহ হতে থাকে যা নির্ভর করে তড়িৎক্ষেত্রের দিকের উপর। প্রবাহের গড় এই বেগকেই বলা হয় তারণ বেগ।

"বিদ্যুৎ প্রবাহের সময় যে বেগে ইলেকট্রন নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভব প্রান্তের দিকে ধাবিত হয় তাকে ইলেকট্রনের তারণ বেগ বলে।"

$t \rightarrow l$

$1 \rightarrow$ $\frac{l}{t} = V_{drift}$

$Vol = Al$ (আয়তন)

ধরি, একক আয়তনে e^- সংখ্যা $= n$

$Al \longrightarrow e^-$ " $= Al \times n$

সংখ্যা	মোট চার্জ
$1 \longrightarrow$	$e^- = 1.6 \times 10^{-19}$
$10 \longrightarrow$	$10e$
$50 \longrightarrow$	$50e$
$nAl \longrightarrow$	$nAle$

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

$$= n A \left(\frac{l}{t}\right) e$$

$$I = nAVe \quad (e \rightarrow 1.6 \times 10^{-19})$$

$$I = nAVq$$

q → যদি চার্জের মান দেওয়া থাকে

যেকোনো চার্জ flow করলেই প্রবাহ তৈরি হবে

Semiconductor

$e^- \longrightarrow$ free electron

hole $\rightarrow$ e⁻ এর " " যেখান থেকে বিচ্যুত হয়

q

তারণ বেগের সূত্র

তারণ বেগের সূত্র, $\boldsymbol{I = nAVe} \Rightarrow V = \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{nAe}}$;

এখানে,

I = তড়িৎ প্রবাহ

n = একক আয়তনে ইলেকট্রন সংখ্যা

A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

E = ইলেকট্রনের চার্জ = $1.6 \times 10^{-19} C$

আবার,

তড়িৎ ঘনত্ব, $j = \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{A}}$

সুতরাং, $V = \frac{j}{ne}$

Current density

$J = \frac{I}{A}$

$J = \frac{I}{A} = \frac{nAve}{A}$

$J = nve$

$A \longrightarrow I$

$\frac{I}{A} = J$

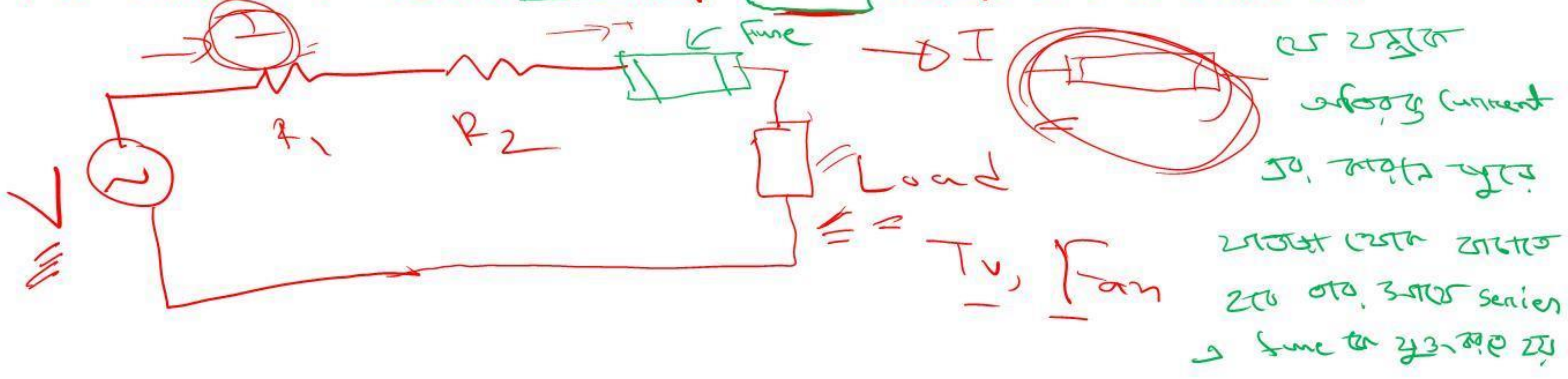
ইলেকট্রিক ফিউজ

বর্তনীর যন্ত্রাংশের সাথে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করতে হবে

এমন পদার্থের হতে হবে যার গলনাঙ্ক অপেক্ষাকৃত কম

সাধারণত ৩ ভাগ সীসা ও ১ ভাগ টিনের মিশ্রণের সংকর ধাতু দিয়ে ফিউজ তার তৈরি করা হয়।

সীসা ও টিনের সংমিশ্রণে তৈরি একটি সরু তারকে নিরাপত্তা ফিউজ বলা হয়। এই তারের গলনাঙ্ক ৩০০ ডিগ্রী সেলসিয়াসের কম।



লেগে থাকো সৎভাবে,
স্বপ্ন জয় তোমারই হবে

D™¢vm-D‡b¥l শিক্ষা পরিবার

For better understanding you may also visit :

1. https://www.youtube.com/playlist?list=PLxSt9YDBipm5KlnBk5hfseR0yQdgs5ZUu
2. https://www.youtube.com/playlist?list=PLiX9ev835bVxm-sgBLdBBnF_LeLDukEDr

Thank You