For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

10/10/16

Current Electricity

electric Current (i): आवेश प्रवाह की दर | प्रति इकाई समय में प्रवाहित आवेश विद्युत धारा को दर्शाता है।

$$i = \frac{dq}{dt} \quad \text{or} \quad i = \frac{q}{t}$$

→ $\frac{Cb}{sec} \Rightarrow$ ampere

→ $\frac{st \cdot Cb}{sec} \rightarrow$ st· ampere

→ Ab·Cb/sec → Ab· ampere

→ यदि धारा नियत हो तो आवेश $q = it$

→ यदि धारा $i = f(t)$ हो तो

$$q = \int_{t_1}^{t_2} i\,dt$$

→ विद्युत धारा का समय के साथ समाकलन

i-t वक्र का क्षेत्रफल दिये गये समयअंतराल में प्रवाहित कुल आवेश को दर्शाता है।

→ औसत धारा

$$I_{avg} \Rightarrow \langle i \rangle = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\text{प्रवाहित कुल आवेश}}{\text{आवेश प्रवाह में लिया गया समय}}$$

→ यदि $i = f(t)$ हो तो

$$\langle i \rangle = \frac{\int_{t_1}^{t_2} i\,dt}{\int_{t_1}^{t_2} dt}$$

→ विद्युत धारा प्रवाह की दिशा - परिपथ में विद्युत धारा प्रवाह विभवांतर के कारण होता है।

→ परिपथ में धारा प्रवाह की दिशा उच्च विभव से निम्न विभव की ओर होती है।

✓ धारा प्रवाह की दिशा e^-s के प्रवाह की दिशा के विपरीत होती है।

✓ धारा प्रवाह की दिशा धनावेश के प्रवाह की दिशा में होती है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Page

आवेश वाहक -
✓ चालकों में - मुक्त e⁻s
✓ विद्युतअपघट्य में - ions
✓ विसर्जननलिका में - ions
✓ अर्द्धचालक में - e⁻s & holes

→ विद्युत धारा के प्रकार-
(i) दिष्ट धारा Direct Current (DC) - जिस धारा की दिशा समय के अनुसार / साथ अपरिवर्तित हो, दिष्ट धारा कहलाती है।
→ दिष्ट धारा का स्रोत सामान्यतः सेल तथा बैटरी होते हैं।

(ii) Alternating Current - जिस धारा की दिशा समय के साथ आवर्ती रूप से परिवर्तित होती है, प्रत्यावर्ती धारा कहलाती है।
→ सामान्यतः इसका स्रोत generator होता है।

→

$$A.C. \underset{\text{"inverter"}}{\overset{\text{"Rectifier"}}{\rightleftharpoons}} D.C.$$

Que: एक चालक तार से 8amp. धारा प्रवाहित है। चालक तार के काट क्षेत्र से 1min. में प्रवाहित e⁻s की संख्या ज्ञात करो।

Ans 8 Amp. → 8 Cb./sec.
60 sec. में → 8×60 Cb.
= 480 Cb.

$Q = ne$

$\Rightarrow n = \frac{480}{1.6\times10^{-19}}$

$= 3\times10^{21}\ e^-$

Q. एक चालक तार में प्रवाहित धारा $i = (2t+3)A$ है। चालक तार के काट क्षेत्र से प्रथम 10 sec. में प्रवाहित आवेश ज्ञात करो।

Ans: $Q = \int_{t_1}^{t_2} i\,dt = \int_0^{10} (2t+3)dt$

$= [t^2+3t]_0^{10}$

$= 130$ Cb.

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Date
Page

आवेश वाहक -

✓ चालकों में - मुक्त e⁻s
✓ विद्युतअपघट्य में - ions
✓ विसर्जन नलिका में - ions
✓ अर्द्धचालक में - e⁻s & holes

→ विद्युत धारा के प्रकार -

(i) दिष्ट धारा Direct Current (DC) - जिस धारा की दिशा समय के अनुसार / साथ अपरिवर्तित हो, दिष्ट धारा कहलाती है।

→ दिष्ट धारा का स्त्रोत सामान्यतः सेल तथा बैटरी होते हैं।

(ii) Alternating Current - जिस धारा की दिशा समय के साथ आवर्ती रूप से परिवर्तित होती है, प्रत्यावर्ती धारा कहलाती है।

→ सामान्यतः इसका स्त्रोत generator होता है।

→

$$A.C. \underset{\text{"invertor"}}{\overset{\text{"Rectifier"}}{\rightleftharpoons}} D.C.$$

Que: एक चालक तार से 8 amp. धारा प्रवाहित है। चालक तार के काट क्षेत्र से 1 min में प्रवाहित e^-s की संख्या ज्ञात करो।

Ans

8 Amp. → 8 Cb./sec.

60 sec. में → 8×60 Cb.

= 480 Cb.

$$Q = ne$$

$$\Rightarrow n = \frac{480}{1.6\times10^{-19}}$$

$$= 3\times10^{21}\ e^-$$

Q. एक चालक तार में प्रवाहित धारा $i = (2t+3)A$ है। चालक तार के काट क्षेत्र में प्रथम 10 sec. में प्रवाहित आवेश ज्ञात करो।

Ans.

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} i\,dt = \int_0^{10} (2t+3)\,dt$$

$$= \left[t^2+3t\right]_0^{10}$$

$$= 130\ Cb.$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

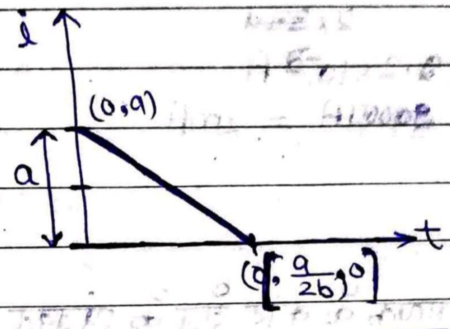
Q. एक चालक से प्रवाहित आवेश $Q = (at - bt^2)$ से दिया जाता है, जहां a, b नियतांक हैं तो -

(i) धारा का समय के साथ परिवर्तन का वक्र खींचे।

(ii) चालक के काट क्षेत्र से प्रवाहित कुल आवेश

Ans. (i) $i = \frac{dq}{dt} = a - 2bt$

$y = c - mx$



$i = a - 2bt$

$\Rightarrow 0 = a - 2b$

$\Rightarrow t = a/2b$

(ii) प्रवाहित कुल आवेश

(धारा जितने time बहेगी)
(Q - भी उतने time)

$Q = at - bt^2$

$= a\left(\frac{a}{2b}\right) - b\left(\frac{a}{2b}\right)^2$

$= \frac{a^2}{2b} - \frac{a^2}{4b}$

$= a^2/4b$

or

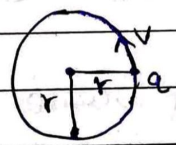
$Q = (i\text{-}t)$ graph का area

$= \frac{1}{2} \times a \times \frac{a}{2b}$

$= \frac{a^2}{4b}$

Q. q आवेश का कण r त्रिज्या की वृत्ताकार कक्षा में v चाल से परिक्रमा करता है तो इसकी गति के कारण उत्पन्न कक्षीय धारा ज्ञात करो।

Ans.



कक्षीय धारा $i = \frac{q}{T}$ → परिक्रमण आवर्तकाल

$i = \frac{q}{2\pi r/v}$

$$\Rightarrow \boxed{i = \frac{qv}{2\pi r} = \frac{q\omega}{2\pi} = qf}$$

; ω - rad/sec.
f - cycle/sec. or Hz

Q. Hydrogen परमाणु की प्रथम कक्षा में परिक्रमा करते e^- की गति के कारण उत्पन्न कक्षीय धारा ज्ञात करो।

Ans. $i = \frac{qv}{2\pi r} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times v_{1H}}{2 \times 3.14 \times r_{1}(H)}$, $v_{1H} = 2.2 \times 10^6$ m/s, $r_{1H} = 0.53 \times 10^{-10}$ m

$= \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2.2 \times 10^6}{2 \times 3.14 \times 0.53 \times 10^{-10}}$

$= \frac{1.6 \times 10^{-19+6+10} \times 2.2}{2 \times 3.14 \times .53}$

$\simeq 1$ mA

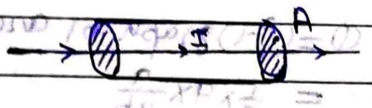
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक α-कण 6.25×10^{15} cycle/sec. से परिक्रमा करता है तो उसकी गति के कारण उत्पन्न धारा ज्ञात करो।

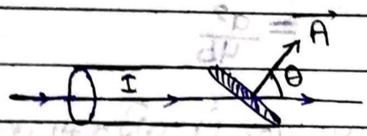
Ans:
$$i = \frac{q\omega}{2\pi} = qf$$
$$= 1.6\times10^{-19}\times2\times6.25\times10^{15}$$
$$= 2\times10^{-3}\,A$$
$$= 2mA$$

धारा घनत्व:-
Current density

चालक के काट क्षेत्र के लंबवत प्रति इकाई काट क्षेत्रफल से प्रवाहित धारा, धारा घनत्व (J) को दर्शाती है।



$$J = I/A \rightarrow amp/m^2$$



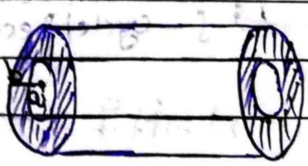
$$J = \frac{I}{A\cos\theta}$$

$$\Rightarrow I = JA\cos\theta = \vec{J}\cdot\vec{A}$$

→ धारा घनत्व एक सदिश है जिसकी दिशा धारा प्रवाह की दिशा में होती है।

Q. एक खोखले बेलनाकार चालक की काट क्षेत्र की आंतरिक व बाह्य त्रिज्याएं a तथा b है। इस चालक की लंबाई के अनुदिश प्रवाहित धारा I है। धारा घनत्व ज्ञात करो।

Ans:



$$J = \frac{I}{A} = \frac{I}{\pi b^2-\pi a^2}$$
$$= \frac{I}{\pi(b^2-a^2)}$$

तापीय चाल (V_T)-
Thermal speed

चालक के सिरों पर विभवांतर आरोपित नहीं हो तो चालक के अंदर मुक्त e तापीय चालक से यादृच्छिक गति करते हैं। यह

यह तापीय चाल चालक के अंदर e- की तापीय ऊर्जा के कारण होती है। इसे निम्नलिखित लिखा जाता है-

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ $v_T = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$

तापीय चाल —— कमरे के तापमान पर तापीय चाल 10^5 m/sec कोटि की होती है।

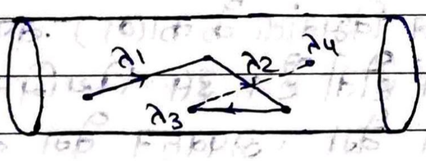
→ यादृच्छिक गति के दौरान मुक्त e^- चालक के जालक से टकराते हैं तथा जालक में स्थित स्थिर धनायनों से टकराते हैं। टक्कर के कारण e^-s की गति दिशा बारंबार परिवर्तित होती है। अतः यादृच्छिक गति के दौरान e^-s का वेग हर संभव दिशा में माना जाता है। इस कारण औसत तापीय वेग शून्य होता है।

→ यादृच्छिक गति के दौरान चालक के काटक्षेत्र से एक निश्चित दिशा में प्रवाहित कुल आवेश शून्य होता है। अतः चालक के सिरों पर विभवांतर की अनुपस्थिति में धारा प्रवाह नहीं होता।

माध्य मुक्त पथ : λ
Mean free path

e^- द्वारा दो क्रमागत टक्करों के मध्य तय औसत दूरी, माध्य मुक्त पथ कहलाती है।

→



$$\lambda = \frac{\text{कुल दूरी}}{\text{टक्करों की संख्या}}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_N}{N}$$

→ माध्य मुक्त पथ A° कोटि का होता है।

11/10/16

विश्रांति काल (τ):-
Time of Relaxation

दो क्रमागत टक्करों के मध्य e^- द्वारा व्यतीत औसत समय विश्रांति काल को दर्शाता है।

→
$$\tau = \frac{\text{कुल समय}}{\text{टक्करों की संख्या}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_N}{N}$$

$$= \frac{\frac{\lambda_1}{v_T} + \frac{\lambda_2}{v_T} + \frac{\lambda_3}{v_T} + \dots + \frac{\lambda_N}{v_T}}{N}$$

$$\boxed{\tau = \frac{\lambda}{v_T}}$$

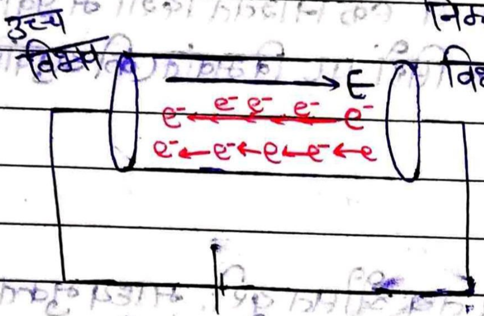
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ विश्रांति काल तापमान पर निर्भर है-

temp↑ → τ↓
temp↓ → τ↑

→ विश्रांतिकाल 10^{-15} sec. कोटि का होता है।

अपवहन वेग
drift Velocity - "V_d" → चालक के सिरों पर विभवांतर आरोपित करने पर धारा प्रवाह के दौरान चालक के अंदर e^- की गति अपवहन वेग से होती है।



→ चालक के सिरों पर विभवांतर आरोपित करने पर चालक के अंदर विद्युत क्षेत्र स्थापित होता है जिससे e^- पर विद्युत बल आरोपित होता है। इसके प्रभाव में e^- की यादृच्छिक गति नियमित गति में परिवर्तित हो जाती है।

→ उपरोक्त नियमित गति त्वरण (आरोपित विभवांतर के कारण) तथा मंदन (टक्करों के कारण) के संयुक्त प्रभाव में होती है। इस नियमित गति के दौरान e^- का औसत नियमित/नियत वेग, अपवहन वेग कहलाता है।

$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{a}t$$ (औसत तापीय वेग)

$$\Rightarrow \langle \vec{v} \rangle = \langle \vec{u} \rangle + \langle \vec{a}t \rangle$$

$$\Rightarrow \vec{V_d} = 0 + \vec{a}\langle t \rangle$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{V_d} = -\frac{e\vec{E}}{m}\tau} \; ; \; \boxed{V_d = \frac{eE\tau}{m}}$$

→ अपवहन वेग की दिशा, आरोपित विभवांतर के कारण स्थापित विद्युत क्षेत्र की दिशा से विपरीत होती है।

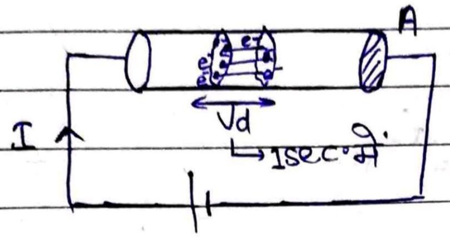
→ अपवहन वेग तापमान पर निर्भर है।

temp↑ → τ↓ → V_d↓
temp↓ → τ↑ → V_d↑

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ कमरे के तापमान पर अपवहन वेग mm/sec कोटि का होता है।

→ विद्युत धारा तथा अपवहन वेग में संबंध-



✓ चालक के इकाई आयतन में e^- की संख्या = n हो तो

✓ चालक के काट क्षेत्र से प्रति sec प्रवाहित e^- की संख्या $= n(V_d A)$

∴ चालक के काट क्षेत्र से प्रति sec प्रवाहित आवेश $= n(AV_d)e$

विद्युत धारा $I = neAV_d$

→ धारा घनत्व तथा विद्युत चालकता में संबंध -

$$I = neAV_d$$
$$\Rightarrow \frac{I}{A} = neV_d$$
$$\Rightarrow J = ne\left(\frac{eE\tau}{m}\right)$$
$$\Rightarrow J = \frac{ne^2\tau}{m}(E)$$
$$\Rightarrow J = \sigma E \; ; \quad \sigma = \frac{ne^2\tau}{m}$$
$$\Rightarrow \vec{J} = \sigma\vec{E}$$

σ → Conductivity (चालकता)

→ विद्युत चालकता तापमान तथा चालक पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करती है।

→ दिये गये तापमान पर विद्युत चालकता का क्रम निम्नानुसार है-

$$\sigma_{Ag} > \sigma_{Cu} > \sigma_{Au} > \sigma_{Al}$$

→ मुक्त e^- की गतिशीलता (μ):- Mobility

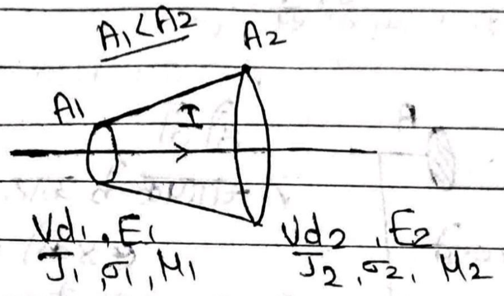
आरोपित प्रति इकाई विद्युत क्षेत्र के संगत e^- का अपवहन वेग गतिशीलता को दर्शाता है।

$$\mu = \frac{V_d}{E} \Rightarrow \mu = \left(\frac{eE\tau}{m}\right)\frac{1}{E}$$
$$\Rightarrow \mu = \frac{e\tau}{m}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. चित्रानुसार प्रदर्शित असमान काट क्षेत्र के चालक से नियत धारा प्रवाहित है। इसके दोनों सिरों पर निम्न भौतिक राशियों की तुलना कीजिये-

(i) अपवहन वेग
(ii) धारा घनत्व
(iii) चालकता
(iv) गतिशीलता
(v) विद्युत क्षेत्र



Ans. (i) $I = neAV_d$; $I \propto AV_d$ (I = const.)

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

$\Rightarrow V_{d_1} > V_{d_2}$

(ii) $J = I/A \Rightarrow J \propto 1/A$

$J_1 > J_2$

(iii) $\sigma = \frac{ne^2\tau}{m} = const.$ (T = const.) $\Rightarrow \sigma_1 = \sigma_2$

(iv) $\mu = \frac{e\tau}{m} = const. \Rightarrow \mu_1 = \mu_2$

(v) $J = \sigma E \Rightarrow J \propto E$

$\Rightarrow E_1 > E_2$

→ धारा प्रवाह के दौरान धारावाही चालक तार के e⁻ s की संख्या अपरिवर्तित रहती है अर्थात् धारावाही चालक तार विद्युत रूप से उदासीन होता है।

→ धारावाही चालक तार विद्युत क्षेत्र उत्पन्न नहीं करता। धारावाही चालक तार के बाहर विद्युत क्षेत्र शून्य होता है तथा धारावाही चालक तार के अंदर विद्युत क्षेत्र अशून्य होता है लेकिन इस अशून्य विद्युत क्षेत्र का स्त्रोत बैटरी द्वारा आरोपित विभवांतर है।

→ चालक के सिरों पर विभवांतर आरोपित करने पर चालक के अंदर विद्युत क्षेत्र का स्थापित होना तथा धारा प्रवाह का प्रारंभ होना, प्रभावी रूप से प्रकाश की चाल से होता है।

Ohm's Law: इसके अनुसार चालक की ज्यामिति तथा तापमान अपरिवर्तित हो तो चालक में प्रवाहित धारा, आरोपित विभवांतर के समानुपाती होती है।

$I \propto V$

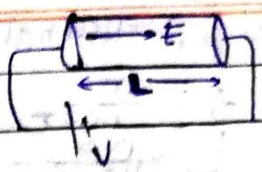
$\Rightarrow V \propto I \Rightarrow \boxed{V = IR}$ प्रतिरोध | समानुपातीनियतांक

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→

$I = neAV_d$

$\Rightarrow I = neA\left(\frac{eE\tau}{m}\right) = \frac{ne^2\tau}{m}A(E)$



$E = \frac{V}{L}$

$\Rightarrow I = \frac{ne^2\tau}{m}A\left(\frac{V}{L}\right)$

$\Rightarrow V = \left(\frac{m}{ne^2\tau}\left(\frac{L}{A}\right)\right)(I)$ ⟶ const.

$R = \left(\frac{m}{ne^2\tau}\right)\left(\frac{L}{A}\right)$

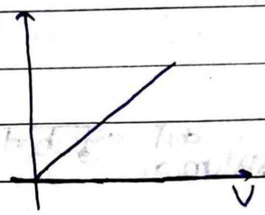
$\Rightarrow$ $\boxed{V \propto I}$ ohm's Law

→ ओम का नियम सार्वत्रिक नहीं है।

(i) ओमीय पदार्थ – जो पदार्थ ओम के नियम का पालन करते हैं, ओमीय पदार्थ कहलाते है। उनसे संबंधित परिपथ, ओमीय परिपथ कहलाता है।
ohmic substance

eg. metallic Conductor

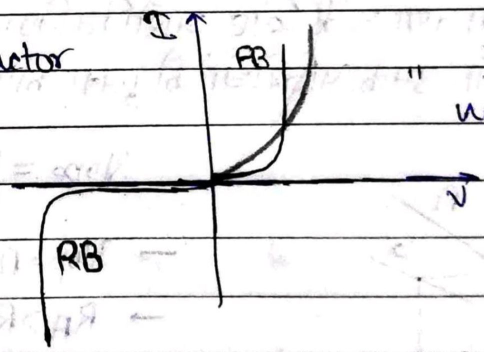
"रेखीय पदार्थ"



(ii) अनओमीय पदार्थ – जो पदार्थ ओम के नियम का पालन नहीं करते, अनओमीय पदार्थ कहलाते हैं। इनसे संबंधित परिपथ अनओमीय परिपथ होता है।
non-ohmic substance

eg. electrolyte, Semi Conductor

"non-linear substance"



12/10/16

प्रतिरोध (R) :-
Resistance

धारा प्रवाह का विरोध, प्रतिरोध कहलाता है।

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

$\left[R = \frac{m}{ne^2\tau}\left(\frac{L}{A}\right) = \frac{\rho L}{A}\right]$; $\rho = \frac{m}{ne^2\tau} = \frac{1}{\sigma}$

ρ → प्रतिरोधकता (Resistivity) or विशिष्ट प्रतिरोध (Specific Resistance)

σ → चालकता का व्युत्क्रम

$\left[R = \frac{L}{\sigma A}\right]$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ $\rho = \frac{1}{\sigma}$, चालकता का व्युत्क्रम, प्रतिरोधकता

$\rho = \frac{m}{ne^2\tau}$

└ प्रतिरोधकता चालक पदार्थ की प्रकृति (n) तथा तापमान (τ) पर निर्भर करती है। यह चालक की ज्यामिति पर निर्भर नहीं है।

→ प्रतिरोध चालक की ज्यामिति, तापमान एवं पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

प्रतिरोध चालक में प्रवाहित धारा तथा आरोपित विभवांतर पर निर्भर नहीं है।

R → $\frac{volt}{amp}$ = "Ω" (ohm)

→ $\frac{J}{Cb \cdot amp} = \frac{J}{amp^2 \cdot sec} = \frac{M^1L^2T^{-2}}{A^2T^2} = [M^1L^2T^{-3}A^{-2}]$

ρ → ohm×mt = Ω×mt

$[M^1L^3T^{-3}A^{-2}]$

चालकत्व (G) - प्रतिरोध (Resistance) का व्युत्क्रम, चालकत्व होता है।
Conductance

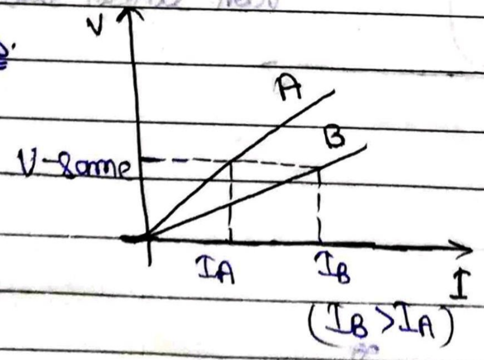
$G = \frac{1}{R}$

→ ohm^{-1} or mho | siemen

→ $[M^{-1}L^{-2}T^{3}A^{2}]$

Q. दो चालक तार A तथा B के लिए आरोपित विभवांतर तथा धारा के मध्य वक्र निम्न अनुसार है तो उनके प्रतिरोधों की तुलना कीजिए।

Ans.



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

→ Slope A > Slope B

→ $R_A > R_B$

Q. तांबे के तार का प्रतिरोध 10Ω है। २गुनी लंबाई तथा ५गुने काट क्षेत्रफल के दूसरे तार का प्रतिरोध ज्ञात करो।

Ans.

$R = \frac{\rho L}{A} = 10\Omega$ —(i)

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

$R' = \frac{\rho(2L)}{(4A)} = \frac{10}{2} = 5\Omega$

Q. तांबे के तीन तारों की लंबाइयों का अनुपात 1:2:3 है एवं उनके काट क्षेत्रफल का अनुपात 3:2:1 है तो उनके प्रतिरोधों का अनुपात होगा?

Ans. $R \propto \frac{l}{A}$ (ρ-same)

$R_1 : R_2 : R_3 = \frac{1}{3} : \frac{2}{2} : \frac{3}{1}$

$= 2 : 6 : 18$

$= 1 : 3 : 9$

Q. तांबे के तीन तारों की लंबाईयों का अनुपात 1:2:3 है। उनके द्रव्यमान का अनुपात 2:3:4 है तो उनके प्रतिरोधों का अनुपात ज्ञात करो।

Ans. $R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho L(Ld)}{m} = \frac{\rho L^2 d}{m}$

$m = d \times v$

$m = (AL)d$

$A = \frac{m}{Ld}$

$R \propto \frac{L^2}{m}$

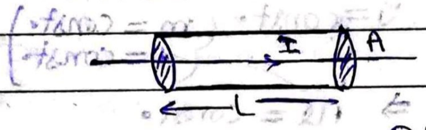
$R_1 : R_2 : R_3 = \left(\frac{L_1^2}{m_1}\right) : \left(\frac{L_2^2}{m_2}\right) : \left(\frac{L_3^2}{m_3}\right)$

$= \frac{1}{2} : \frac{4}{3} : \frac{9}{4}$

$= 6 : 16 : 27$

→ प्रतिरोध की चालक की ज्यामिति पर निर्भरता-

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



प्रतिरोध ज्ञात करने हेतु लंबाई धारा प्रवाह के अनुदिश प्रयुक्त होती है जबकि क्षेत्रफल धारा प्रवाह के लंबवत् काट क्षेत्र का प्रयुक्त होता है।

Q. एक गुटके की विमाएं 2:3:4 में है। गुटके के max. तथा min. R का ratio ज्ञात करो।
($L_{max.}$, $L_{min.}$)

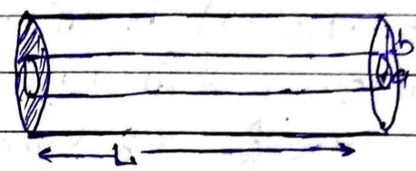
Ans. $R_{max.} = \frac{\rho L_{max}}{A} = \frac{\rho 4}{2 \times 3} = \frac{4\rho}{6}$ —(i)

$R_{min.} = \frac{\rho L_{min.}}{A} = \frac{2\rho}{12}$ —(ii)

$\frac{R_{max.}}{R_{min}} = 4:1$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. खोखले बेलनाकार चालक की आंतरिक एवं बाह्य त्रिज्या a तथा b है। लंबाई L तथा पदार्थ की प्रतिरोधकता ρ है तो इसकी वृत्ताकार सतहों के मध्य प्रतिरोध ज्ञात करें।

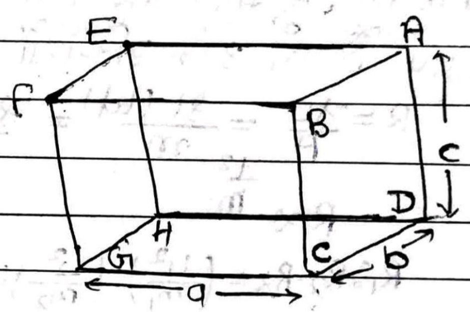


Ans. $R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho L}{A}$

$= \frac{\rho L}{\pi b^2 - \pi a^2}$

Q. घनाभ आकृति के गुटके के पदार्थ की प्रतिरोधकता ρ है। इसकी विमाएं चित्रानुसार प्रदर्शित है। निम्न सतहों के मध्य गुटके का प्रतिरोध ज्ञात करो-

(i) ABCD तथा EFGH के मध्य
(ii) BFGC एवं ADEH के मध्य
(iii) HGCD तथा EFBA के मध्य



Ans.
(i) $R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho a}{bc}$

(ii) $R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho b}{ac}$

(iii) $R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho c}{ab}$

→ चालक तार को खींचने पर प्रतिरोध पर प्रभाव -

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

दिये गये तार के लिए
$V = const.$ ($m = const.$, $d = const.$)

$\Rightarrow R \propto \frac{L}{A}$

$\Rightarrow Al = const.$

$\Rightarrow A \propto \frac{1}{l}$; $l \propto \frac{1}{A}$

$\Rightarrow$ $R \propto L^2 \propto \frac{1}{A^2} \propto \frac{1}{r^4}$ → काट क्षेत्र की त्रिज्या

Q. एक चालक तार का प्रतिरोध R है। इसे खींचकर लंबाई n गुनी कर दी जाये तो नया प्रतिरोध ज्ञात करो।

Ans. $R \propto L^2 \Rightarrow \frac{R}{R'} = \frac{L^2}{(nL)^2}$

$\Rightarrow R' = n^2 L$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक चालक तार का प्रतिरोध 10Ω है। इसे खींचकर लंबाई 50% बढ़ा दी जाये तो नया प्रतिरोध ज्ञात करो।

Ans. $R \propto l^2$

$l' = l + \frac{50}{100}l = 1.5l$

$\Rightarrow \frac{R}{R'} = \left(\frac{l}{\frac{3}{2}l}\right)^2$

$\Rightarrow R' = \frac{9R}{4} = \frac{90}{4}\Omega$

$= 22.5\Omega$

Q. तार को खींचकर उसकी लंबाई 30% बढ़ा दी जाये तो तार के प्रतिरोध में % परिवर्तन ज्ञात करो।

Ans. $R \propto l^2$

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2}$ ✓ $R_1 = 100$

$\Rightarrow \frac{100}{R_2} = \frac{100 \times 100}{130 \times 130} \Rightarrow R_2 = 169\Omega$

$\Rightarrow R_2$ में % परिवर्तन $= 169 - 100 = 69\%$

or

$l' = 1.3l$

$\frac{R'}{R} = \left(\frac{l'}{l}\right)^2 = \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{1.3l}{l}\right)^2$

$\Rightarrow R_2 = 1.69R$

% परिवर्तन $= \frac{(R'-R)}{R} \times 100 = 69\%$

→ अल्प परिवर्तन हेतु - (4 से 5% तक)

$y \propto x^n \Rightarrow \boxed{\frac{\Delta y}{y}\% = n\frac{\Delta x}{x}\%}$

→ $R \propto l^2 \propto A^{-2} \propto r^{-4}$ (तार को खींचने पर)

$\Rightarrow \frac{\Delta R}{R}\% = 2\left(\frac{\Delta L}{L}\%\right) = -2\left(\frac{\Delta A}{A}\right)\% = -4\left(\frac{\Delta r}{r}\%\right)$

Que: एक तार को खींचकर लंबाई 1.2% बढ़ायी जाये तो तार के प्रतिरोध में % परिवर्तन ज्ञात करो।

Ans. $R \propto l^2$

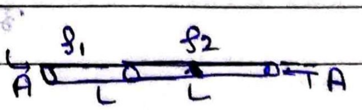
$\frac{\Delta R}{R}\% = 2\left(\frac{\Delta L}{L}\%\right) = 2 \times 1.2$

$= 2.4\%$

Q. दो चालक तारों की लंबाई तथा काट क्षेत्रफल समान हैं। उनकी प्रतिरोधकता ρ_1 तथा ρ_2 है। इनके श्रेणी तथा समांतर संयोजन की तुल्य प्रतिरोधकता ज्ञात करो।

Ans. (I) Series Combination

$R = \rho L/A$

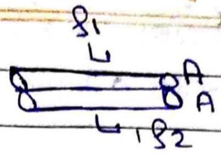


$R_{eq.} = R_1 + R_2$

$\frac{\rho_{eq.} 2L}{A} = \frac{\rho_1 L}{A} + \frac{\rho_2 L}{A} \Rightarrow \boxed{\rho_{eq.} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

(II) parallel combinatn



$$\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{2A}{\rho_{eq.} L} = \frac{A}{\rho_1 L} + \frac{A}{\rho_2 L}$$

$$\Rightarrow \boxed{\rho_{eq.} = \frac{2\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}}$$

Q. उपरोक्त प्रश्न में, यदि तारों की विद्युत्चालकताएं σ_1 तथा σ_2 हो तो श्रेणी व समांतर संयोजन की तुल्य चालकता ज्ञात करें।

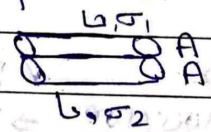
Ans. (I) Series

$$R_{eq.} = R_1 + R_2$$

$$\Rightarrow \frac{2L}{\sigma_{eq.} A} = \frac{L}{\sigma_1 A} + \frac{L}{\sigma_2 A}$$

$$\Rightarrow \boxed{\sigma_{eq.} = \frac{2\sigma_1 \sigma_2}{(\sigma_1 + \sigma_2)}}$$

(II) parallel



$$\frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma_{eq.}(2A)}{L} = \frac{\sigma_1 A}{L} + \frac{\sigma_2 A}{L}$$

$$\Rightarrow \boxed{\sigma_{eq.} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}}$$

13/10/16

→ प्रतिरोध की तापमान पर निर्भरता -

$$\rho_\theta = \rho_0(1+\alpha\theta)$$

$$R_\theta = \frac{\rho_0 L}{A} = \frac{\rho_0(1+\alpha\theta)L}{A}$$

$$\Rightarrow \boxed{R_\theta = R_0(1+\alpha\theta)}$$ → तापमान (°C) में

θ°C पर प्रतिरोध ← ; R_0 → 0°C पर प्रतिरोध।

α - प्రతిరోధ ताप गुणांक (1/°C)

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

$$\Rightarrow \alpha = \frac{R_\theta - R_0}{R_0 \theta}$$ → इकाई ताप परिवर्तन के संगत प्रतिरोध में परिवर्तन का अंश, प्रतिरोध ताप गुणांक को दर्शाता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

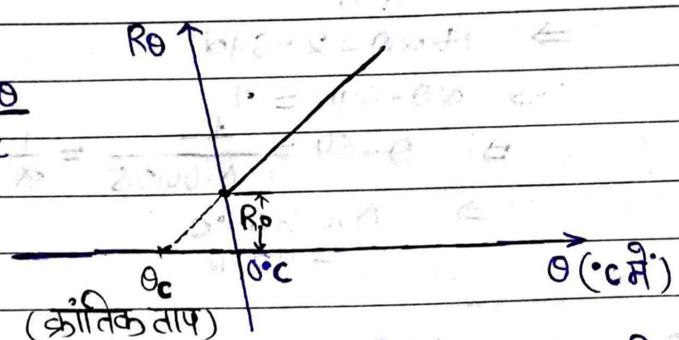
α →
- चालकों के लिए ⇒ +ive (T↑ → R↑) & (Temp.↓ ⇒ R↓)
- अर्द्धचालकों के लिए ⇒ −ive → Temp.↑ → R↓ ; Temp.↓ → R↑
- कुचालकों के लिए ⇒ −ive (नगण्य)

→ चालकों के लिए -

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

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

$\Rightarrow y = c + mx$



↳ चालकों का प्रतिरोध तापमान के साथ सरल रेखीय रूप से परिवर्तित होता है। चालकों का तापमान घटाने पर उनका प्रतिरोध सरल रेखीय रूप से घटता है। जिस ताप पर चालकों का प्रतिरोध एवं प्रतिरोधकता शून्य हो जाता है, उसे क्रांतिक ताप कहते हैं।

→ जब चालकों का प्रतिरोध शून्य हो जाता है तो चालक, अतिचालक में रूपान्तरित हो जाते हैं।

→ अतिचालकों का प्रतिरोध शून्य होता है। अतः अतिचालकों में धारा प्रवाह बनाये रखने हेतु विभवांतर की आवश्यकता नहीं होती।

→ अतिचालकता को सर्वप्रथम "Kammerlingh onnes" ने पारे में प्रेक्षित किया था।

$(\theta_c)_{Hg} = 3.2K$

$(\theta_c)_{Pb} = 7.2K$

$(\theta_c)_{Cu} = 38.5K$

Q. एक चालक तार का प्रतिरोध ताप गुणांक 0.004/°C है। इस चालक तार का R, किस तापमान पर शून्य °C पर प्रतिरोध का 2 गुना होगा?

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

$\Rightarrow 2R_0 = R_0(1+\alpha\theta) = R_0 + R_0\alpha\theta$

$\Rightarrow 2 = 1+\alpha\theta$

$\Rightarrow \alpha\theta = 1$

$\Rightarrow \theta = \frac{1}{0.004}$

$= 250°C$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक चालक तार का प्रतिरोध ताप गुणांक 0.00125 /°C है। इस ताप का 27°C पर प्रतिरोध 1 Ω है। किस ताप पर इसका प्रतिरोध 2 Ω होगा?

Ans.

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

$1\Omega = R_0(1+\alpha 27)$ — (i)

$2\Omega = R_0(1+\alpha\theta)$ — (ii)

$\frac{1}{2} = \frac{1+27\alpha}{1+\alpha\theta}$

$\Rightarrow 1+\alpha\theta = 2+54\alpha$

$\Rightarrow \alpha\theta - 54\alpha = 1$

$\Rightarrow \theta - 54 = \frac{1}{0.00125} = \frac{1}{\alpha}$

$\Rightarrow \theta = 854°C$

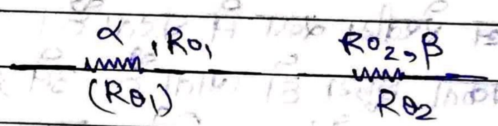
= उत्तर

Q. दो तारों के प्रतिरोध ताप गुणांक α तथा β हैं। इन तारों के श्रेणी संयोजन का तुल्य प्रतिरोध तापमान पर निर्भर नहीं हो तो 0°C पर इनके प्रतिरोधों का अनुपात ज्ञात करें।

Ans.

$R_{\theta_1} = R_{01}(1+\alpha\theta)$

$R_{\theta_2} = R_{02}(1+\beta\theta)$



in series comb.

$(R_{eq})_\theta = R_{\theta_1} + R_{\theta_2} = R_{01}+R_{02}$ (तुल्य ताप पर निर्भर नहीं करता)

$R_{\theta_1}+R_{\theta_2} = R_{01}(1+\alpha\theta) + R_{02}(1+\beta\theta)$

$\Rightarrow (R_\theta)_{eq} = R_{01}+R_{01}\alpha\theta + R_{02} + R_{02}\beta\theta$

$\Rightarrow R_{01}+R_{02} = (R_{01}+R_{02}) + R_1\alpha\theta + R_2\beta\theta$

$\Rightarrow R_{01}\alpha\theta = -R_{02}\beta\theta$

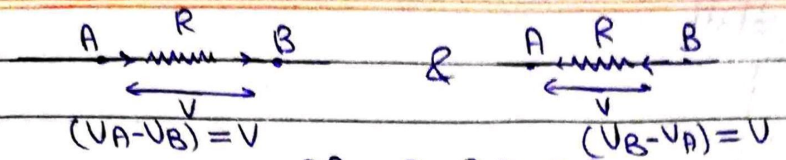
$\Rightarrow -\frac{\alpha}{\beta} = \frac{R_{02}}{R_{01}}$

★★ $\Rightarrow \boxed{\frac{R_{01}}{R_{02}} = -\frac{\beta}{\alpha}}$

→ प्रतिरोधों का संयोजन –

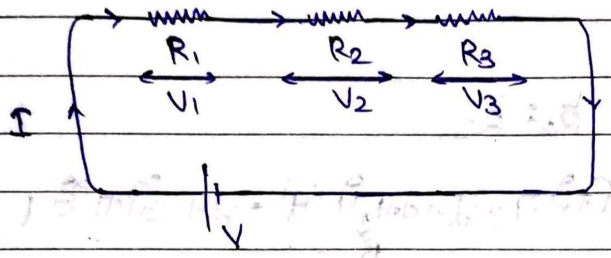
(i) **Series Combⁿ** – यदि परिपथ में धारा प्रवाह के लिए वैकल्पिक परिपथ उपलब्ध नहीं हो तो सभी प्रतिरोधों से समान धारा प्रवाहित होती है, तथा प्रतिरोध श्रेणीक्रम में होते हैं।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com



→ प्रतिरोध के दोनों सिरों के मध्य का विभवांतर प्रतिरोध के विभवपात को दर्शाता है।

→



$V = V_1 + V_2 + V_3$

$I R_{eq.} = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3$

⇒ in series combⁿ $I = I_1 = I_2 = I_3$

⇒ $R_{eq.} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$

→ n एक समान प्रतिरोध प्रत्येक R हो तो श्रेणीक्रम में $R_{eq.} = nR$

→ श्रेणीक्रम संयोजन में सभी प्रतिरोधों में समान धारा प्रवाहित होती है तथा विभवपतन प्रतिरोधों के अनुपात में होता है।

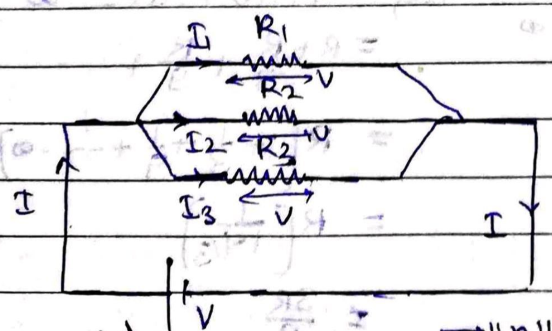
$V = IR$ (I same)

$V \propto R$

$V_1 : V_2 : V_3 = R_1 : R_2 : R_3$

→ श्रेणीसंयोजन से प्राप्त तुल्य प्रतिरोध, अधिकतम प्रतिरोध से भी अधिक होता है।

Parallel Combination – यदि परिपथ में धारा प्रवाह के लिए वैकल्पिक पथ उपलब्ध हो तो संधि पर जिन शाखाओं में धारा वितरित होती है, वे शाखाएं समांतर संयोजन में होती हैं।



$I = I_1 + I_2 + I_3$

⇒ $\frac{V}{R_{eq.}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \ldots$

⇒ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots$

in parallel $V_1 = V_2 = V_3 = V$

→ "n" एक समान प्रतिरोध, प्रत्येक को R प्रतिरोध हो तो समांतर क्रम में

$R_{eq.} = \frac{R}{n}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

6/11/16 DATE: / /

✓ **power rating** - विद्युतीय उपकरण की power rating से यह जानकारी प्राप्त होती है कि उपकरण को अधिकतम कितनी supply voltage दी जाती सकती है तथा उपकरण पर खर्च अधिकतम विद्युत शक्ति का मान कितना हो सकता है।

eg. power rating - [200W, 100Volt]

P_r = 200W, V_r = 100 Volt

$(V_s)_{max.} = 100\text{Volt} = V_r$

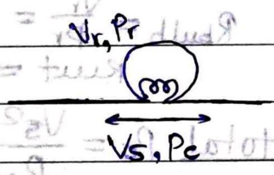
$(P_c)_{max.} = P_r = 200\text{Watt}$

→ विद्युतीय उपकरण की power rating से उपकरण के प्रतिरोध की जानकारी भी मिलती है।

$$R = \frac{V_r^2}{P_r} \quad ; \quad R = \frac{(\text{rated Voltage})^2}{(\text{rated power})}$$

→ power rating में यदि rated voltage की जानकारी नहीं दी जाये तो rated वोल्टता 220 Volt मानी जाती है।

Bulb -



यहां
V_r - Rated Voltage
P_r - Rated Power
V_s - Supply Voltage
P_c - consumed power

→ बल्ब का प्रतिरोध -

$$R_B = \frac{V_r^2}{P_r} \quad ; V_r\text{-same}$$

$$R_{Bulb} \propto \frac{1}{P_r}$$

eg. $R_{60W} > R_{100Watt}$

→ बल्ब द्वारा खर्च शक्ति -

$$P_c = \frac{V_s^2}{R_{bulb}} = \frac{V_s^2 P_r}{V_r^2} \Rightarrow P_c = \left(\frac{V_s}{V_r}\right)^2 \times P_r$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

→ बल्ब की चमक $\propto P_c$

✓ यदि $V_s < V_r$ हो तो $P_c < P_r \Rightarrow$ बल्ब की चमक कम होगी।

✓ यदि $V_s = V_r$ हो तो $P_c = P_r \Rightarrow$ बल्ब की चमक अधिकतम होगी।

✓ यदि $V_s > V_r$ हो तो $(P_c > P_r) \Rightarrow$ बल्ब fuse हो जायेगा।

Q. एक बल्ब की power rating 220V, 100W है। इस Bulb को 110 Volt की supply दी जाये तो बल्ब द्वारा खर्च शक्ति ज्ञात करें।

Ans.

$$P_c = \frac{V_s^2}{R_{bulb}} = \frac{V_s^2}{V_r^2} \times P_r = \frac{110 \times 110 \times 100}{220 \times 220}$$

$$= \frac{100}{4} = 25\text{ Watt}$$

Q. उपरोक्त प्रश्न में, बल्ब के तंतु पर 1 min. में उत्पन्न ऊष्मा ज्ञात करें-

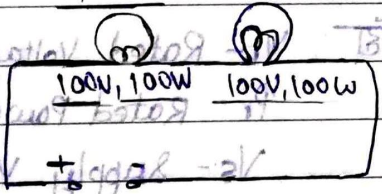
Ans.

$$H = P \times t = 25 \times 60$$

$$= 1500\text{ Joule}$$

Que: दिये गये संयोजन में कुल खर्च शक्ति ज्ञात करें-

Ans.



$R_1 : R_2 = 1:1 = V_1 : V_2$

200V → 100V

$P_{c1} = P_{c2} = \frac{100 \times 100}{100} = 100\text{ Watt}$

$(P_c)_{total} = P_{c1} + P_{c2} = 100 + 100$

$= 200\text{ Watt}$

$R_{bulb} = \frac{V_r^2}{P_r} = \frac{100 \times 100}{100} = 100\,\Omega$

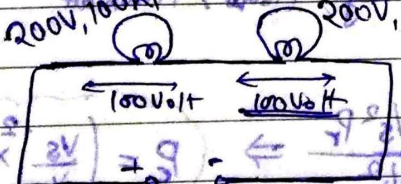
$R_{net} = 200\,\Omega$ (series)

$$\text{total } P_c = \frac{V_s^2}{R_{net}} = \frac{200 \times 200}{200}$$

$$= 200\text{ watt}$$

Que: दिये गये संयोजन की कुल खर्च शक्ति ज्ञात करें-

Ans.



$P_{c1} = P_{c2} = \frac{100 \times 100}{400} = 25\text{ watt}$

$(P_c)_{total} = 25 + 25 = 50\text{ watt}$

$R_1 = R_2 = \frac{V_r^2}{P_r} = \frac{200 \times 200}{100} = 400\,\Omega$

$R_{total} = R_1 + R_2 = 800\,\Omega$

$$(P_c)_{total} = \frac{V_s^2}{R_t} = \frac{200 \times 200}{800} = 50\text{ Watt}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

Q. दिये गये संयोजन में कुल खर्च शक्ति ज्ञात करें-

100V, 100W — 100V, 200W

Ans.

100Ω — 50Ω

$\frac{2}{3}\times 200$ — $\frac{1}{3}\times 200$

200 Volt

$R_1 = \frac{V_r^2}{P_r} = \frac{100\times100}{100} = 100\,\Omega$

$R_2 = \frac{100\times100}{200} = 50\,\Omega$

$R_T = 150\,\Omega$

$(P_c)_{total} = \frac{V_s^2}{R_T} = \frac{200\times200}{150} = \frac{800}{3}$ Watt ✗✗✗

$P_{C_1} = \frac{400\times400}{3\times3\times100} = \frac{400}{9}$ W ✗✗

$P_{C_2} = \frac{\frac{1}{3}\times200\times\frac{1}{3}\times200}{50}$ ✗✗

Bulb ① fuse हो जायेगा अत: $(P_c)_t$ = zero

↳ $\frac{400}{3}$ Volt > 100 Volt
(V_S) (V_r)

(∵ परिपथ में धारा प्रवाहित नहीं होगी)

→ **बल्बो का संयोजन -**

① श्रेणी संयोजन -

खर्च शक्ति $(P_C) = \frac{V_S^2}{R} = I_S^2 R$

series Combⁿ में I_S → Same

$$P_C \propto R \propto \frac{1}{P_r}$$

✓ $\text{चमक} \propto P_C \propto \frac{1}{P_r}$

→ भिन्न-2 rated power लेकिन समान rated voltage के बल्ब rated voltage के बराबर supply वोल्टेज के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित हो तो -

V, P_1 — V, P_2 — V, P_3

$R_1 = \frac{V^2}{P_1}$ — $R_2 = \frac{V^2}{P_2}$ — $R_3 = \frac{V^2}{P_3}$

V

→ $(P_C)_{total} = \frac{V^2}{R_{total}}$

✓ Series Combⁿ

$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3$

$\frac{V^2}{(P_C)_{total}} = \frac{V^2}{P_1} + \frac{V^2}{P_2} + \frac{V^2}{P_3}$

$$\frac{1}{(P_C)_{total}} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} + \frac{1}{P_3} +$$

↳ rated

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

PAGE :
DATE : / /

→ यदि P_1 & P_2 श्रेणीक्रम में हो तो

$$(P_C)_{total} = \frac{P_1 \times P_2}{P_1 + P_2}$$ → Rated Power

→ यदि उपरोक्त संयोजन में n एकसमान बल्ब हो तथा प्रत्येक की Rated Power P हो तो

$$(P_C)_{total} = \frac{P}{n}$$; इस स्थिति में प्रत्येक बल्ब की खर्च शक्ति $(P_C)_{each} = \frac{P}{n^2}$

② parallel Comb^n -

खर्च शक्ति $P_C = \frac{V_S^2}{R}$ | parallel comb^n V_S - समान

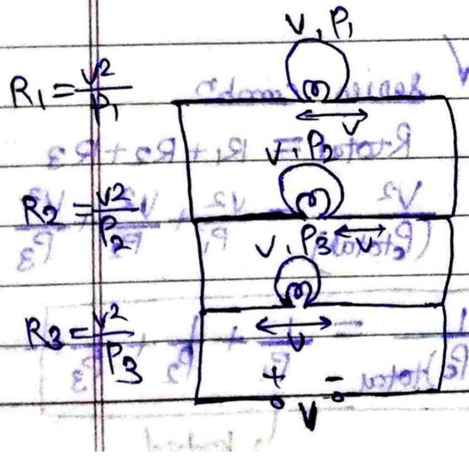
$$P_C \propto \frac{1}{R} \propto P_r$$

→ चमक $\propto P_r$

→ बल्बों के समांतर संयोजन में अधिक Rated शक्ति के बल्ब की चमक भी अधिक होती है।

→ समान rated voltage लेकिन भिन्न-2 rated power के बल्बों को rated voltage के बराबर supply voltage के साथ समांतर क्रम में प्रयुक्त किया जाये तो -

$(P_C)_t = \frac{V_S^2}{R_t}$



$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\Rightarrow \frac{(P_C)_{total}}{V^2} = \frac{P_1}{V^2} + \frac{P_2}{V^2} + \frac{P_3}{V^2}$$

$$\Rightarrow (P_C)_{total} = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots$$

Consumed / Rated

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

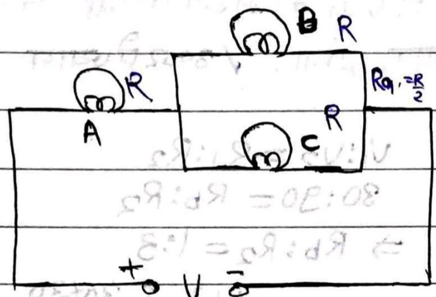
→ उपरोक्त संयोजन में n एक समान बल्ब संयोजित हो, तथा प्रत्येक की Rated शक्ति P हो तो

$$\boxed{(P_c)_{total} = nP}$$; इस स्थिति में, प्रत्येक बल्ब की खर्च शक्ति $\boxed{(P_c)_{each} = P}$

7/11/16

Q. → बल्बों के दिये गये संयोजन में सभी बल्ब एक समान हैं। यदि B को fuse कर दिया जाये तो बल्ब A तथा C की चमक पर प्रभाव ज्ञात करें।

Ans:



fuse होने से पहले ($R_{eq.} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$)

$R_A : R_{B=C} = 2:1$

$V \longrightarrow V_A = \frac{2V}{3}, \quad V_B = V_C = V/3$

fuse होने के बाद

$R_A : R_C = 1:1$

$V_A = \frac{V}{2}, \quad V_C = \frac{V}{2}$

✓ A की चमक घट जायेगी तथा B की चमक बढ़ जायेगी।

or प्रारंभ में ("B" को fuse करने से पहले)

$R_{eq.} = \frac{3R}{2}, \Rightarrow I = \frac{2V}{3R}$

$I_A = \frac{2V}{3R}, \quad I_B = I_C = \frac{V}{3R}$

"B" को fuse करने के बाद -

$R_{eq.} = 2R$

$I = \frac{V}{2R}$

$I_A' = \frac{V}{2R}$; $I_C' = \frac{V}{2R}$ $[I_C' > I_C]$

$[I_A' < I_A]$ Bulb (A) चमक ↓ ; चमक (↑) ← Bulb (B) $\boxed{P = I^2R}$

अंत में $I_A' = I_C'$

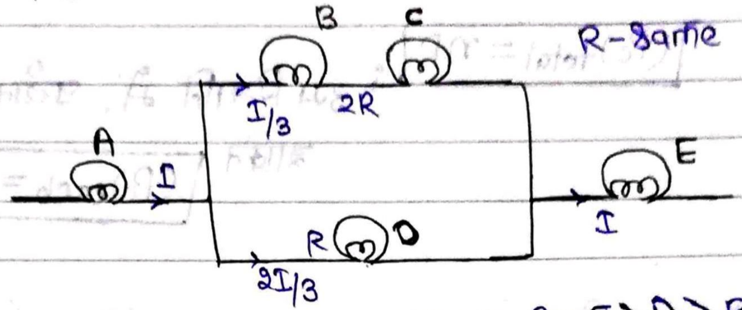
Bulb (A) की (C) की चमक बराबर।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

Q. दिये गये संयोजन में सभी बल्ब एक समान है तो बल्बों की चमक की तुलना कीजिए।

Ans:



$I_A = I_E = I$

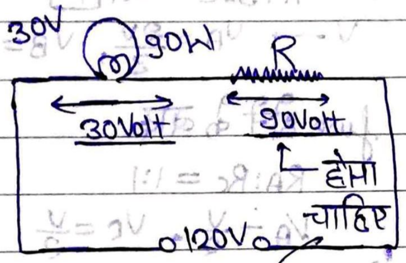
$I_D = 2I/3$

$I_B = I_C = I/3$

चमक → $A = E > D > B = C$

Que: एक 90W, 30V अंकित बल्ब को 120Volt की मुख्य सप्लाई से जोड़ने पर उसके श्रेणीक्रम में प्रतिरोध लगाना होगा? ✓30Ω से ज्यादा

Ans.



ताकि Bulb fuse ना हो।

$V_1 : V_2 = R_1 : R_2$

$30 : 90 = R_b : R_2$

$\Rightarrow R_b : R_2 = 1 : 3$

$R_b = \frac{V_r^2}{P_r} = \frac{30 \times 30}{90} = 10\Omega$

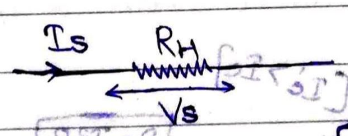
$\frac{R_b}{R} = \frac{1}{3}$

$\Rightarrow \frac{10}{R} = \frac{1}{3}$

$\Rightarrow R = 30\Omega$

Heater -

Basic Concept -



आवश्यक ऊष्मा = हीटर द्वारा उत्पन्न ऊष्मा

$ms\Delta\theta$ And mL $= \frac{V_s^2}{R_H} t$ or $I_s^2 R_H t$ or $V_s I_s t$

for water - $S = \frac{1\,cal}{gm\,°C} = \frac{1000\,cal}{kg\,°C}$

$= \frac{4.18\,J}{gm\,°C}$

$= \frac{4.2\,J}{gm\,°C}$

$= 4200\,J/kg\,°C$ (4180)

1 Lt ≡ 1kg
1 ml. ≡ 1 gm
only for water

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

→ समान आवश्यक ऊष्मा उत्पन्न करने मे अलग-२ हीटर द्वारा लिया गया समय उनके प्रतिरोध के समानुपाती होता है ($V_s \rightarrow$ same) (& कुछ ना कहने पर)

$t \propto R_H$; $ms\Delta\theta = \frac{V_s^2}{R_H} t$ (ms∆θ → same; V_s → same)

$\left[\frac{t}{R_H} = const.\right]$

$t \propto R_H \propto$ Heater की कुण्डली की लंबाई

→ समान आवश्यक ऊष्मा उत्पन्न करने के लिए अलग-२ प्रयुक्त किये गये हीटरों द्वारा लिया गया समय t_1 तथा t_2 है। समान आवश्यक ऊष्मा उत्पन्न करने हेतु दोनों हीटर एक साथ प्रयुक्त किये जाये तो-

- series में → $t_s = t_1 + t_2$
- parallel में → $t_p = \frac{t_1 t_2}{(t_1 + t_2)}$

Que: निश्चित आवश्यक ऊष्मा उत्पन्न करने हेतु एक हीटर द्वारा लिया गया समय 20min है। यदि Heater की कुण्डली की लंबाई 20% घटा दी जाये तो उतनी ही आवश्यक ऊष्मा उत्पन्न करने हेतु हीटर द्वारा लिया गया समय ज्ञात करें।

Ans. V_s - same

$t \propto R_H \propto$ Heater की कुण्डली की लंबाई

$\frac{t_2}{t_1} = \frac{l_2}{l_1} \Rightarrow \frac{t_2}{20min} = \frac{0.8l}{l}$

$\Rightarrow t_2 = 16 min.$

Q. एक हीटर द्वारा t समय में उत्पन्न ऊष्मा H है। हीटर की कुण्डली को n एक समान भागों में काटकर सभी भागों को समांतर क्रम में संयोजित करके समान Voltage Supply के साथ प्रयुक्त किया जाये तो t समय में उत्पन्न ऊष्मा ज्ञात करें।

Ans. $H = \frac{V_s^2}{R_H} t \Rightarrow H \propto \frac{1}{R_H}$

$\left.\frac{R}{n}\right\}^n$ समान्तर क्रम में

$\Rightarrow \frac{H'}{H} = \frac{\left(\frac{R}{n^2}\right)^{-1}}{R^{-1}}$

$\Rightarrow H' = n^2 H$

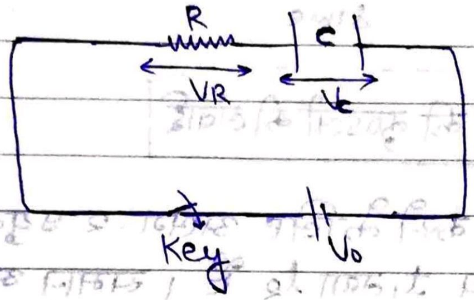
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

PAGE :
DATE :

capacitor -

→ RC-DC ckt -

(A) → संधारित्र के आवेशन के दौरान -



→ $t = 0$ पर $q = 0 \Rightarrow V_C = \text{zero}$
↳ $V_R = V_0 = I_0 R$

→ $t = \infty$ पर $q = Q_0 = CV_0 \Rightarrow V_C = V_0 = \frac{Q_0}{C}$
↳ $V_R = \text{zero}$

→ किसी क्षण पर परिपथ में धारा "I" एवं cap. का आवेश q हो तो -

$$\boxed{V_R + V_C = V_0}$$

$$\Rightarrow IR + q/C = V_0$$

$$\Rightarrow IR = V_0 - \frac{q}{C}$$

$$\Rightarrow IR = \frac{CV_0 - q}{C}$$

$$\Rightarrow I = \frac{Q_0 - Q}{RC}$$

$$\Rightarrow \frac{dQ}{dt} = \frac{(Q_0 - Q)}{RC}$$

$$\Rightarrow \int_0^q \frac{dQ}{(Q_0 - Q)} = \int_0^t \frac{dt}{RC}$$

$$\Rightarrow \int_0^q \frac{dq}{(Q_0 - Q)} = \int_0^t \frac{dt}{RC}$$

$$\boxed{q = Q_0 (1 - e^{-t/RC})}$$

$$\boxed{q = Q_0 (1 - e^{-t/\tau})}$$ → चरघातांकी वृद्धि

; e → चरघातांकी नियतांक
↳ 2.73
$\Rightarrow \frac{1}{e} = 0.37$

$\tau = RC$
↳ धारितीय समय नियतांक
↳ वो समय जिस पर cap. का आवेशन / निरावेशन 63% पूर्ण हो जाता है)

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

→ $t = \tau$ पर

$$q = Q_0(1-e^{-t/\tau}) = Q_0(1-e^{-\tau/\tau})$$ → $e^{-1} = \frac{1}{e}$

$\Rightarrow q = Q_0(1-e^{-1})$

$\Rightarrow q = Q_0(1-0.37)$

$\Rightarrow$ $\boxed{q = 0.63 Q_0 = 0.63 CV_0}$; $t = \tau$ पर

अर्थात् धारितीय समय नियतांक वह समय है जिसमें संधारित्र के आवेशन या निरावेशन की प्रक्रिया 63% पूर्ण हो जाये। इसे RC-DC ckt. का माध्य आयुकाल भी कहते हैं।

अर्द्धआयुकाल - वह समय जिसमें संधारित्र के आवेशन या निरावेशन की प्रक्रिया 50% पूर्ण हो जाये। अर्द्धआयुकाल कहलाता है।

$$q = Q_0(1-e^{-t/\tau})$$

$\Rightarrow \frac{Q_0}{2} = Q_0(1-e^{-t/\tau})$

$\Rightarrow e^{-t/\tau} = 1/2$

$\Rightarrow e^{+t/\tau} = 2$

$\Rightarrow t/\tau = \log_e 2$

$\Rightarrow$ $t_{1/2} = \tau \ln 2$; $\boxed{t_{1/2} = 0.693 \times \tau = 0.693 \times RC}$

9/11/16

→ संधारित्र के आवेशन के दौरान -

(a) संधारित्र के विभव का परिवर्तन -

किसी क्षण पर

$$V_C = \frac{q}{C} = \frac{Q_0}{C}(1-e^{-t/\tau})$$

$\boxed{V_C = V_0(1-e^{-t/\tau})}$ → चरघातांकी वृद्धि

(b) प्रतिरोध पर विभवपतन -

किसी क्षणपर, $V_R + V_C = V_0$

$\Rightarrow V_R = V_0 - V_C = V_0 - V_0(1-e^{-t/\tau})$

$\boxed{V_R = +V_0(e^{-t/\tau})}$ चरघातांकी कमी

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

(c) परिपथ में धारा-

किसी क्षण पर

$V_R = IR$

$\Rightarrow I = \frac{V_R}{R} = \frac{V_0 e^{-t/\tau}}{R}$

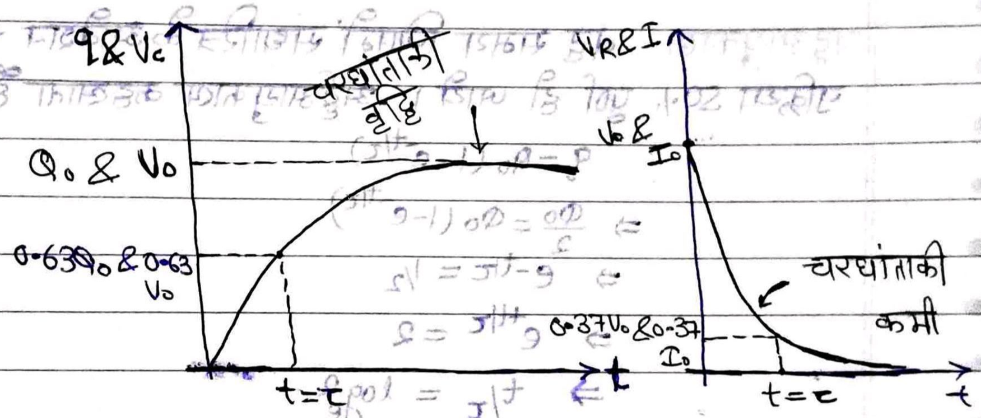
$\Rightarrow \boxed{I = I_0 e^{-t/\tau}}$ → चरघांताकी कमी

↳ $t = \tau$ पर

$I = I_0 e^{-\tau/\tau}$

$\Rightarrow \boxed{I = \frac{I_0}{e} = 0.37 I_0}$

graph-

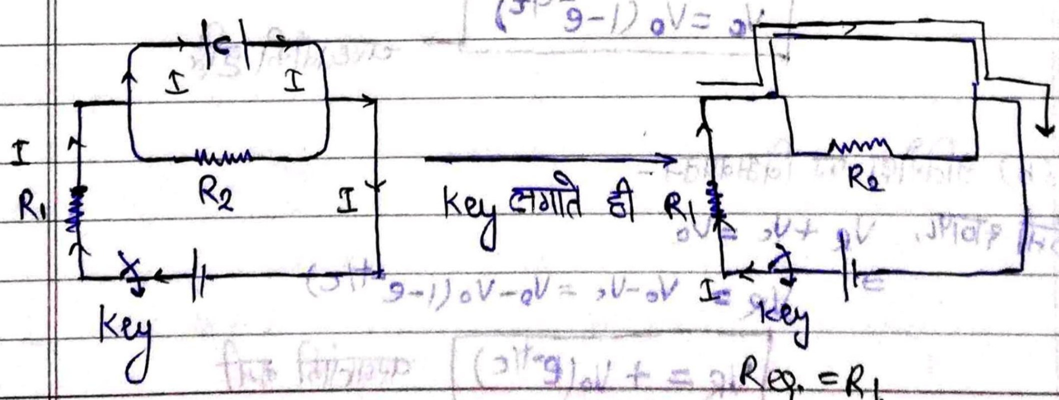


→ संधारित्र का दिष्ट परिपथ में व्यवहार-

Case-I

t = 0 पर (प्रारंभ में, कुंजी लगाते ही)

$I = I_0 e^{-t/\tau} = I_0 e^{-0} = I_0$ अर्थात् प्रारंभ में, संधारित्र धाराप्रवाह का विरोध नहीं करता अर्थात् लघुपथित की तरह व्यवहार करता है।



For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

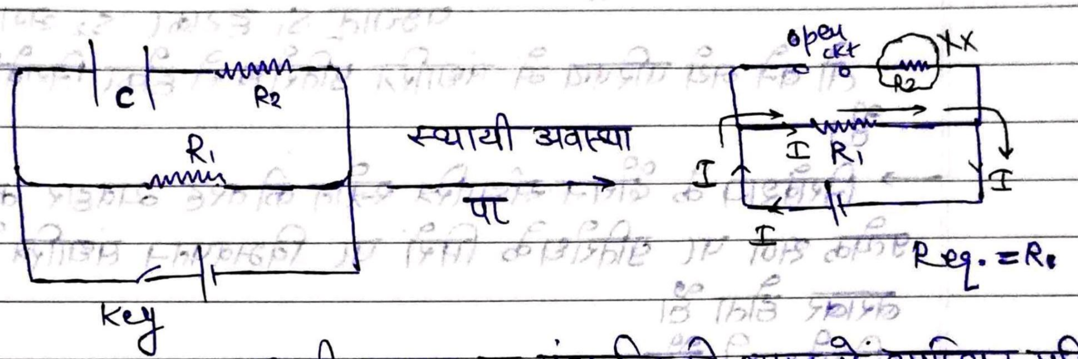
DATE : / /

Case-II $t = \infty$ पर (प्रयोगिक रूप से, कुंजी लगाने के कुछ समय पश्चात)

$$I = I_0 e^{-t/\tau} = I_0 e^{-\infty/\tau} = \text{zero}$$

अर्थात् प्रायोगिक रूप से कुंजी लगाने के कुछ समय पश्चात् संधारित्र को पूर्ण आवेशित मान लिया जाता है। (स्थायी अवस्था)

→ स्थायी अवस्था प्राप्त होने के पश्चात् संधारित्र धारा प्रवाहित नहीं होने देता अर्थात् खुले परिपथ की तरह व्यवहार करता है।



स्थायी अवस्था पर संधारित्र की शाखा में उपस्थित प्रतिरोध महत्वहीन होते हैं।

→ कुछ नहीं कहने पर स्थायी अवस्था मानी जाती है।

✓ तुल्य समय नियतांक ज्ञात करना :-

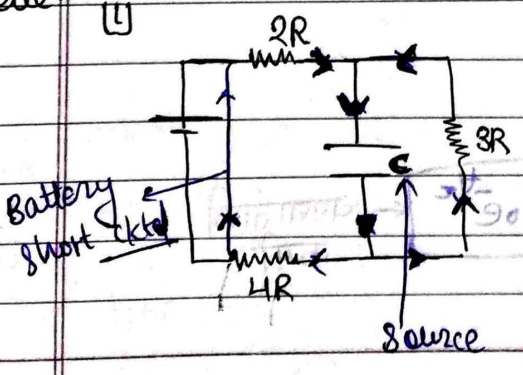
Step-I सर्वप्रथम बैटरी को लघुपथित माना जाये।

Step-II तुल्य प्रतिरोध एवं तुल्य धारिता ज्ञात करके तुल्य समय नियतांक ज्ञात किया जाये।

$$\tau_{eq.} = R_{eq.} C_{eq.}$$

Que: दिये गये परिपथ में तुल्य समय नियतांक ज्ञात करें-

(i)

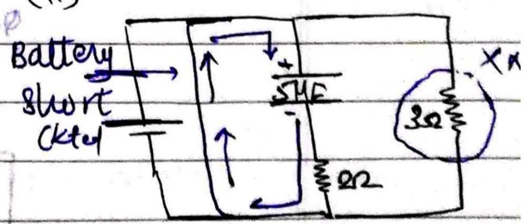


$R_{eq.} = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2R$

$C_{eq.} = C$

$\tau_{eq.} = 2RC$

(ii)



$R_{eq.} = 2\Omega$

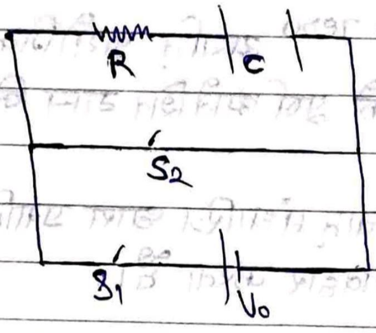
$C_{eq.} = 5\mu F$

$\tau = 2 \times 5\ \mu sec.$
$= 10\ \mu sec.$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

(B) → संधारित्र के निरावेशन के दौरान-



इस दौरान प्रतिरोध पर उत्पन्न ऊष्मा = संधारित्र मे संचित ऊष्मा

→ स्विच S_2 को खुला रखते हुए S_1 लगाया जाये तो बैटरी द्वारा संधारित्र को आवेशित किया जाता है।

→ संधारित्र के पूर्ण आवेशित होने के पश्चात् S_1 हटाकर S_2 लगाया जाये तो बने नये परिपथ में संधारित्र प्रतिरोध से होकर निरावेशित होता है।

→ निरावेशन के दौरान संधारित्र स्त्रोत की तरह व्यवहार करता है अतः प्रत्येक क्षण पर प्रतिरोध के सिरों पर विभवपतन संधारित्र के विभव के बराबर होता है।

✓ निरावेशन के दौरान,

$t = 0$ पर, $\Rightarrow V_C = V_0 = \frac{q_0}{C}$

$V_R = V_0 = I_0 R$

$t = \infty$ पर $\Rightarrow V_C = 0 ; q = 0$

$V_R = 0 ; I = 0$

✓ किसी क्षण पर, परिपथ में धारा I है cap. का आवेश q हो तो

$V_R = V_C$

$\Rightarrow IR = q/C$

$\Rightarrow I = \frac{q}{RC}$

$\Rightarrow -\frac{dq}{dt} = \frac{q}{RC}$

$\Rightarrow \int_{q_0}^{q} -\frac{dq}{q} = \int_0^t \frac{dt}{RC}$

$$q = q_0 e^{-t/RC} = q_0 e^{-t/\tau_c}$$ ← चरघातांकी कमी

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ $t = \tau$ पर

$$q = Q_0 e^{-t/\tau} = Q_0 e^{-\tau/\tau} = \frac{Q_0}{e}$$

$$\boxed{q = \frac{Q_0}{e} = 0.37 Q_0}$$

संधारित्र के निरावेशन के दौरान -

(a) संधारित्र का विभव -

$$V_C = \frac{q}{C} = \frac{Q_0 e^{-t/\tau}}{C}$$

$$\boxed{V_C = V_0 e^{-t/\tau}}$$ → चरघातांकी कमी

(b) → निरावेशन के दौरान प्रतिरोध पर विभवपतन -

$$V_C = V_R$$

$$\Rightarrow \boxed{V_R = V_0 e^{-t/\tau}}$$ → चरघातांकी कमी

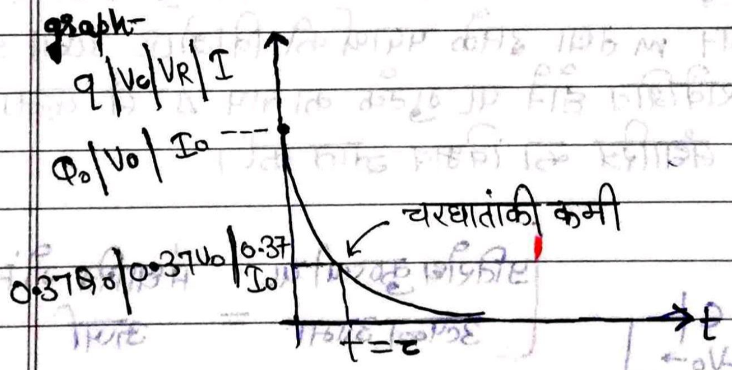
(c) परिपथ में धारा -

$$V_R = IR$$

$$\Rightarrow I = \frac{V_R}{R} = \frac{V_0 e^{-t/\tau}}{R}$$

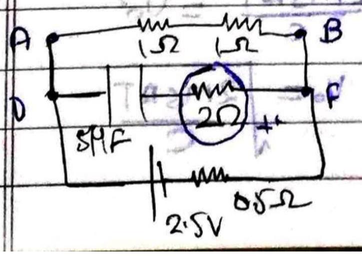
$$\Rightarrow \boxed{I = I_0 e^{-t/\tau}}$$ → चरघातांकी कमी

graph -



Que: संधारित्र की प्लेटों पर आवेश -

Ans:



parallel $V_{AB} = V_{DF}$

स्थायी अवस्था पर $R_{eq.} = (1+1+0.5) = 2.5\,\Omega$

$$I = 1\,amp. \left(\frac{2.5}{2.5}\right)$$

$$V_C = V_0 - Ir = 2.5 - 1 \times 0.5 = \underline{2\,Volt}$$

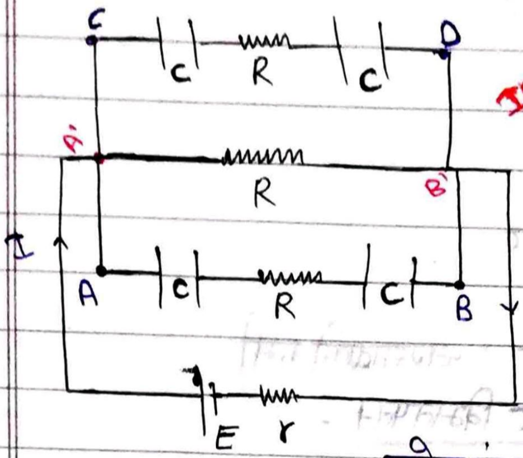
$$q = CV = 5\mu F \times 2 = 10\,\mu C$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Q. चार समरूप संधारित्र तथा तीन समरूप प्रतिरोधों को E, धारिता r आंतरिक प्रतिरोध की बैटरी मे चित्रानुसार जोड़ा जाता है, तो प्रत्येक संधारित्र का आवेश होगा-

Ans:



स्थायी अवस्था पर

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

$IR_{A'B'} = \frac{ER}{(R+r)}$

$$V_{AB} = V_{CD} = E - V_r = E - \left(\frac{E}{R+r}\right)r$$

$$= E\left[1 - \frac{r}{R+r}\right]$$

$$= E\left(\frac{R+r-r}{R+r}\right)$$

$$= \frac{ER}{(R+r)}$$

प्रत्येक संधारित्र पर आवेश $= \frac{V_{AB}}{2}$ or $\frac{V_{CD}}{2}$

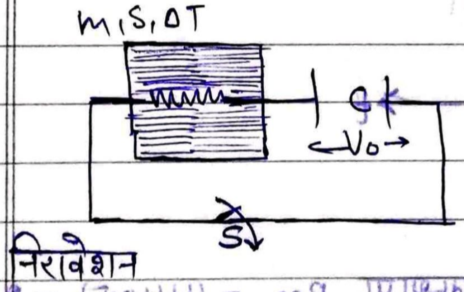
$$= \frac{ER}{2(R+r)}$$

$\therefore$ संधारित्र का आवेश $= CV$

$$= \frac{ECR}{2(R+r)}$$

Que: C धारिता के संधारित्र को पूर्ण आवेशित किया जाता है। उस पूर्ण आवेशित संधारित्र को एक प्रतिरोध कुण्डली से जोड़कर निरावेशित किया जाता है। यह प्रतिरोध कुण्डली तापीय रूप से विलगित गुटके में धंसी है। इस गुटके का द्रव्यमान m तथा इसके पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा s है और संधारित्र के निरावेशित होने पर गुटके का ताप ΔT से बढ़ता है तो पूर्ण आवेशित संधारित्र का विभव ज्ञात करो।

Ans.



[प्रतिरोध कुण्डली पर उत्पन्न ऊष्मा = संधारित्र में संचित ऊर्जा]

$$\Rightarrow msΔθ = \frac{1}{2}CV_0^2$$

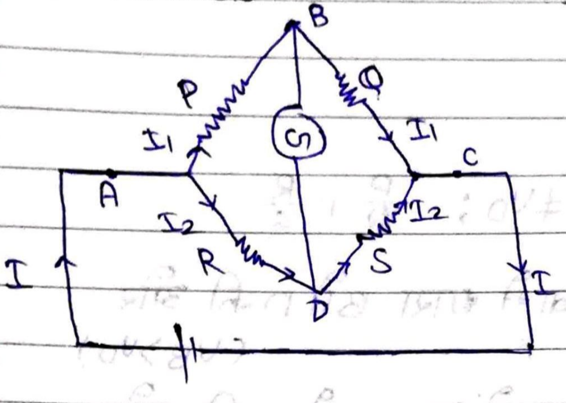
$$\Rightarrow \frac{2msΔT}{C} = V_0^2$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2msΔT}{C}}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Current Electricity

Balanced WSB-



→ WSB की प्रायोगिक व्यवस्था में P तथा Q आनुपातिक भुजाएं हैं। R प्रतिरोध बॉक्स की शाखा तथा S अज्ञात प्रतिरोध है।

→ WSB को संतुलित करके अज्ञात प्रतिरोध ज्ञात किया जाता है तथा कोई भी दो प्रतिरोधों की गणना की जाती है।

→ संतुलित WSB में सेतु शाखा में प्रयुक्त धारामापी में धारा प्रवाहित नहीं होती अर्थात् WSB का संतुलन "शून्य विक्षेप विधि" पर आधारित है।

Balanced WSB में

$$[I_g = 0];\ [V_B = V_D];\ \left[\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}\right]$$

बंद लूप "ABDA" में

$$-I_1P + I_2R = 0$$

$$I_1P = I_2R \quad \text{(i)}$$

बंद लूप "BCDB" में

$$-I_1Q + I_2S = 0$$

$$\Rightarrow I_1Q = I_2S \quad \text{(ii)}$$

By eq. (i)/(ii) $\boxed{\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}}$

✓ WSB का संतुलन केवल P, Q, R तथा S पर निर्भर करता है। यह धारामापी के प्रतिरोध तथा सेल के विद्युतवाहक बल पर निर्भर नहीं करता।

✓ संतुलित WSB में धारामापी तथा सेल को अन्तर्परिवर्तित किया जा सकता है। (इससे WSB के संतुलन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता) (परिपथ ✓)

✓ WSB के सर्वाधिक सुग्राही होने के लिए P, Q, R & S समान कोटि के होने चाहिए।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ संतुलित WSB में सेतु शाखा में प्रयुक्त अवयव को हटाया जा सकता है।

→ Unbalanced WSB -

$I_g \neq 0$; $V_B \neq V_D$; $\frac{P}{Q} \neq \frac{R}{S}$

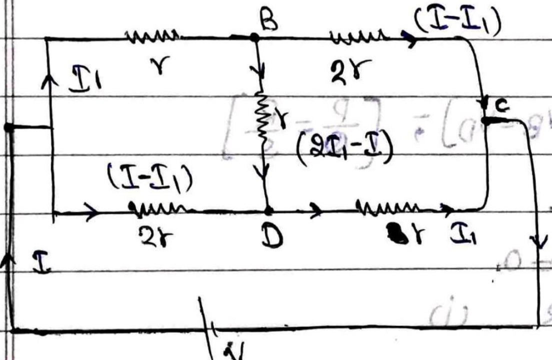
→ यदि $\frac{P}{Q} < \frac{R}{S}$ → सेतु शाखा में धारा B से D की ओर $(V_B > V_D)$

→ यदि $\frac{P}{Q} > \frac{R}{S}$ → सेतु शाखा में धारा D से B की ओर $(V_D > V_B)$

→ unbalanced WSB में सेतु शाखा में प्रयुक्त प्रतिरोध व संधारित्र को नही हटाया जा सकता।

25/10/16

Q.



$R_{eq.} = ?$

Unbalanced WSB

बंद लूप "ABDA" में KVL

$-I_1 R - (2I_1 - I) r + (I - I_1) 2r = 0$

$\Rightarrow -I_1 r - 2I_1 r + Ir + 2Ir - 2I_1 r = 0$

$\Rightarrow 3Ir = 5I_1 r$

$\Rightarrow I_1 = 3I/5$

I - Short ckt → Req.
II - open ckt → Req.
Req. [illegible]

✓ बंद लूप "ABCA" में KVL (Via Battery)

$-I_1 r - (I - I_1) 2r + V = 0$

$\Rightarrow -I_1 r - 2Ir + 2I_1 r + V = 0$

$\Rightarrow I_1 r - 2Ir + V = 0$

$\Rightarrow \frac{3I}{5} r - 2Ir + V = 0$

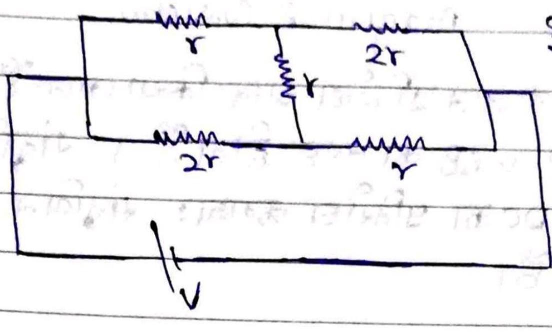
$\Rightarrow \frac{7I}{5} r = V$

$\Rightarrow \frac{V}{I} = \frac{7r}{5}$ $(R_{eq.}) = 1.4r$

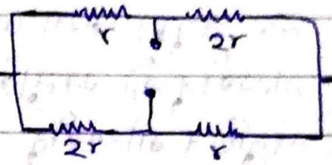
$V = IR$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

or **direct Method** -

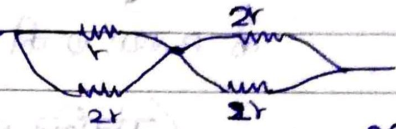


मेतु शाखा open



$R_{eq.} = 1.5r$

मेतु शाखा short ckt



$R_{SC} = \frac{2R}{3} + \frac{2r}{3}$
$= \frac{4r}{3} = 1.33r$

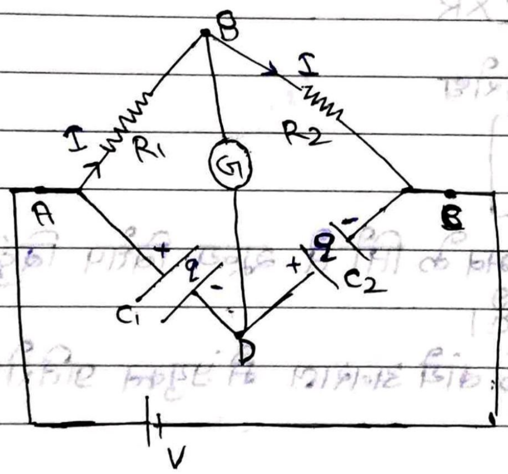
वास्तविक तुल्य - इनके बीच में

$R_{OC} > R_{eq.} > R_{SC}$
$1.5r \quad 1.4r \quad 1.33r$

Q दिये गये परिपथ में धारामापी का विक्षेप शून्य हो तो सही संबंध -

(i) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_1}{C_2}$ ✓(ii) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_2}{C_1}$ (iii) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_2^2}{C_1^2}$ (iv) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_1^2}{C_2^2}$

Ans:



बंद लूप "ABDA" में KVL

$-IR_1 + \frac{q}{C_1} = 0$

$\Rightarrow IR_1 = q/C_1$ — (i)

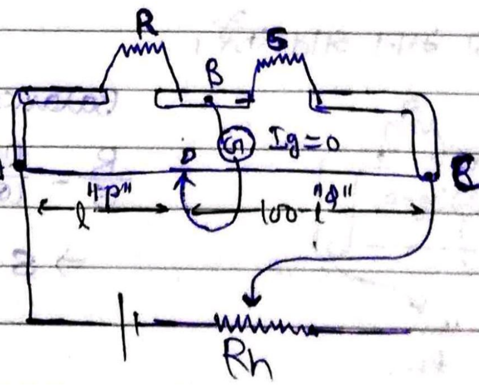
बंद लूप BCDB में KVL

$-IR_2 + q/C_2 = 0$

$\Rightarrow IR_2 = q/C_2$ — (ii)

eq.(i)/(ii) $\Rightarrow$ $\boxed{\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_2}{C_1}}$

→ **Meter Bridge** -



उच्च विभव का सिरा

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ मीटरसेतु की प्रायोगिक व्यवस्था में दी गई स्थिति के अनुसार बिंदु A तथा C के मध्य 1mt. लंबाई का मैंगनीन तथा कॉन्स्टेंटन से निर्मित तार प्रयुक्त किया जाता है। Magnin & Constetan

→ मीटरसेतु को संतुलित करके अज्ञात प्रतिरोध ज्ञात किया जाता है।

→ संतुलित मीटरसेतु, संतुलित WSB की तरह होता है। संतुलित मीटरसेतु में तार AD तथा DC का प्रतिरोध क्रमशः, संतुलित WSB के P तथा Q की तरह होता है।

✓ संतुलित meterbridge में $(I_g = 0)$

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

$$\Rightarrow \frac{R_{AC}}{R_{DC}} = \frac{R}{S}$$

$$\Rightarrow \frac{(\rho l/A)}{\left[\rho\frac{(100-l)}{A}\right]} = \frac{R}{S}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{R}{S} = \frac{l}{(100-l)}}$$

$$\Rightarrow S = \frac{(100-l)}{l} \times R$$

→ अज्ञात प्रतिरोध

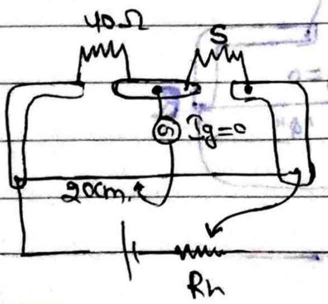
$$\Rightarrow \boxed{\frac{R}{l} = \frac{S}{(100-l)}}$$

→ मीटरसेतु के तार के उच्च विभव के सिरे से शून्य विक्षेप बिंदु की दूरी संतुलन लंबाई होती है।

→ कुछ नहीं कहने पर संतुलन लंबाई बांये अंतराल में प्रयुक्त प्रतिरोध के लिए मानी जाती है।

Que: मीटरसेतु की दी गई व्यवस्था में धारामापी शून्य विक्षेप दर्शाता है तो प्रतिरोध S का मान ज्ञात करें।

Ans.



Balanced Meter Bridge $(I_g=0)$

$$\frac{R}{S} = \frac{l}{100-l} \Rightarrow \frac{40}{S} = \frac{20}{(100-20)}$$

$$\Rightarrow S = 160\,\Omega$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक मीटरसेतु के बांयें तथा दांये अंतरालमें क्रमशः R_1 एवं R_2 प्रतिरोध प्रयुक्त किये जाते हैं तो संतुलन लंबाई $1/3$ mt प्राप्त होती है। यदि छोटे प्रतिरोध के श्रेणीक्रम में 6 Ω प्रतिरोध प्रयुक्त किया जाये तो संतुलन लंबाई $2/3$ mt. हो जाती है। R_1 व R_2 ज्ञात करें।

Ans. Ist

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1/3}{(1-1/3)} = \frac{1}{2} \quad \text{—(i)} \quad (R_1 < R_2)$$

IInd case

$$\frac{R_1+6}{R_2} = \frac{2/3}{(1-2/3)} = \frac{2}{1}$$

$$\Rightarrow 2R_2 = R_1 + 6$$

$$\Rightarrow 2(2R_1) = R_1 + 6$$

$$\Rightarrow 3R_1 = 6$$

$$\Rightarrow R_1 = 2\,\Omega$$

$$\& \; R_2 = 4\,\Omega$$

Q. एक मीटरसेतु में प्रतिरोध x तथा y प्रयुक्त किये जाये तो शून्य विक्षेप बिंदु एक सिरे से 25 cm. दूरी पर प्राप्त होता है। यदि $y > x$ तो x के स्थान पर प्रतिरोध 2x प्रयुक्त करने पर उसी सिरे से कितनी दूरी पर शून्य विक्षेप बिंदु प्राप्त होगा?

Ans. Ist case

$$\frac{x}{y} = \frac{25}{(100-25)}$$

$$\Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{1}{3} \quad \text{—(i)}$$

IInd case

$$\frac{2x}{y} = \frac{l}{(100-l)}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{l}{100-l}$$

$$\Rightarrow 200 - 2l = 3l$$

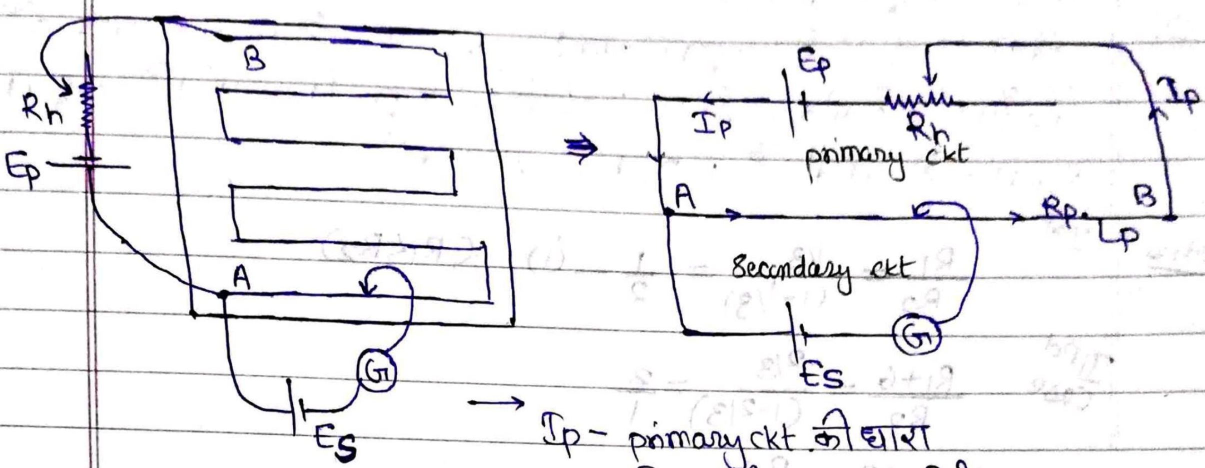
$$\Rightarrow l = \underline{40\text{cm}}.$$

26/10/16

विभवमापी – potentiometer

प्रायोगिक रूप से संभव वोल्टमीटर समान्तर शाखा से धारा ग्रहण करता है तथा वास्तविक विभवांतर से कम मापता है। वोल्टमीटर की इस कमी को दूर करने हेतु विभवमापी की व्यवस्था बनायी गयी।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com



→ Ip – primary ckt की धारा
Rp – विभवमापी तार का प्रतिरोध
Lp – विभवमापी तार की लंबाई
Rh – धारानियंत्रक (Rheostate)
↳ परिवर्ती प्रतिरोध जिसे प्रयुक्त करके परिपथ में धारा नियंत्रित की जाती है।

→ ज्ञात विद्युतवाहक बल का सेल (Ep), विभवमापी तार तथा धारा नियंत्रक श्रेणीक्रम में प्रयुक्त किये जाते हैं। इसे प्राथमिक परिपथ कहते हैं।

→ अज्ञात विभवांतर का स्त्रोत (Es), धारामापी द्वारा विभवमापी तार से संबंधित होता है। इसे द्वितीयक परिपथ कहते हैं।

→ विभवमापी तार पर समरुप वितरित ज्ञात विभवांतर से द्वितीयक sec ckt में प्रयुक्त अज्ञात विभवांतर की तुलना करके संतुलन अवस्था पर अज्ञात विभवांतर का मापन किया जाता है।

→ संतुलन अवस्था पर sec. ckt. के धारामापी में शून्य विक्षेप होता है अर्थात संतुलन अवस्था पर sec. ckt के स्त्रोत से विभवमापी का pri. ckt धारा ग्रहण नहीं करता। अतः संतुलन अवस्था पर sec. ckt के अज्ञात विभवांतर का मापन करते समय विभवमापी आदर्श वोल्टमीटर की तरह व्यवहार करता है।

विभवप्रवणता (x)
potential gradient – विभवमापी तार की प्रति इकाई लंबाई पर विभवपतन विभव प्रवणता को दर्शाता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

→ $$x = \frac{V_{AB}}{L_p}$$

$$x = \frac{V_{AB}}{L_p} = \frac{I_p R_p}{L_p} = \frac{I_p \rho}{A}$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \Rightarrow \frac{R_p}{L_p} = \frac{\rho}{A}$$

$$x = \frac{I_p R_p}{L_p} = \frac{E_p}{(R_p + R_h)} \frac{R_p}{L_p}$$

$R_h = 0 \Rightarrow x \to max.$

$R_h \to max. \Rightarrow x \to min.$

→ विभव प्रवणता Pri. ckt का अवयव है। अतः sec. ckt पर निर्भर नहीं करती।

✓ विभवमापी की सामर्थ्य-

विभवमापी द्वारा मापा जा सकने वाला अधिकतम विभवांतर, विभवमापी की सामर्थ्य को दर्शाता है।

→ विभवमापी तार की संपूर्ण लंबाई पर विभवपतन, विभवमापी की सामर्थ्य को दर्शाता है।

विभवमापी की सामर्थ्य $V_{AB} = x L_p$

✓ विभवमापी की सुग्राहिता-

प्रति इकाई विभवांतर के लिए प्राप्त संतुलन लंबाई सुग्राहिता को दर्शाती है।

→ $$\text{सुग्राहिता} = \frac{\text{संतुलन लंबाई}}{\text{विभवांतर}} = \frac{l}{V} = \frac{1}{x}$$

$\downarrow x = \frac{V_{AB} \leftrightarrow}{L_p \uparrow}$

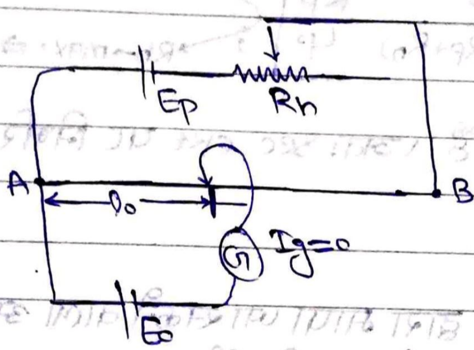
↳ सुग्राहिता ↑

✓ विभवमापी की सामर्थ्य अपरिवर्तित रखते हुए सुग्राहिता बढ़ाने के लिए विभवमापी तार अधिक लंबाई का प्रयुक्त किया जाता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ विभवमापी का मानकीकरण-

विभवमापी के द्वितीयक परिपथ में ज्ञात विद्युतवाहक बल का मानक सेल प्रयुक्त करके विभवप्रवणता का यथार्थ मान ज्ञात करने की प्रक्रिया, विभवमापी का मानकीकरण कहलाता है।



∵ l_0 लंबाई पर विभवपतन $= E_0$

∴ इकाई लंबाई पर विभवपतन $= \frac{E_0}{l_0}$

$$x = \frac{E_0}{l_0}$$

→ संतुलन लंबाई हमेशा उच्च विभव के सिरे से मापी जाती है।

→ प्राथमिक तथा द्वितीयक परिपथ के उच्च विभव के सिरे एक साथ जुड़े होने चाहिए।

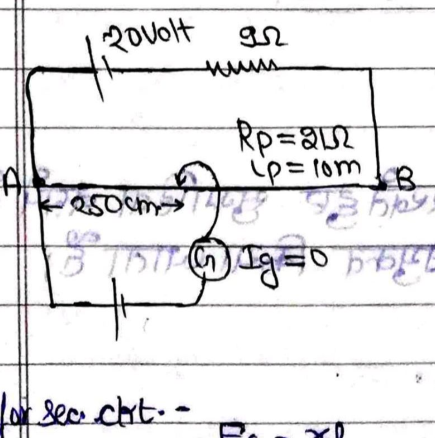
→ E_0 or $E_S \leq E_P$

→ विभवमापी तार की विभवप्रवणता x हो तथा द्वितीयक परिपथ में प्रयुक्त अज्ञात विभवांतर के लिए विभवमापी तार पर प्राप्त संतुलन लंबाई l हो तो

$$E_S = xl$$

Q. विभवमापी की दी गई व्यवस्था में sec ckt के अज्ञात विभवांतर का मान ज्ञात करें-

Ans.



$$x = \frac{V_{AB}}{L_P} = \frac{I_P R_P}{L_P} = \frac{E_P}{(R_P+R_h)} \times \frac{R_P}{L_P}$$

$$= \frac{20 \times 21}{(9+21) \times 10}$$

$$= \frac{20 \times 21}{30 \times 10}$$

$= 1.4$ Volt/mt

for sec. ckt.-

$E_S = xl$

$= 1.4 \times 2.5$

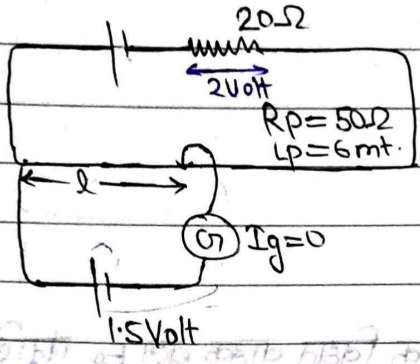
$= 3.5$ Volt

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Q. विभवमापी के दिये गये परिपथ में 20Ω प्रतिरोध पर विभवपतन 2Volt है तो sec. ckt के अज्ञात विभवांतर के लिए संतुलन लंबाई ज्ञात करें-

Ans.



$x = \frac{V_{AB}}{L_P} = \frac{I_P R_P}{L_P}$

$I_P = \frac{V}{R_h}$

$\Rightarrow I_P = \frac{2}{20} = 1/10 \text{ amp}$

$x = \frac{1 \times 50}{10 \times 6}$

$x = \frac{5}{6} V/mt.$

$E_S = xl$

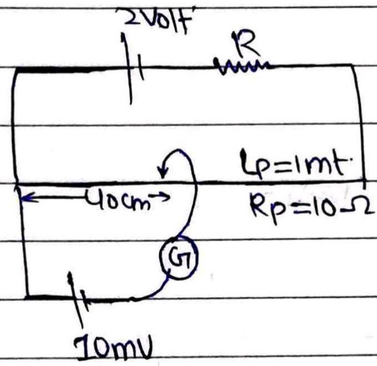
$\Rightarrow l = \frac{E_S}{x} = \frac{1.5 \times 6}{5}$

$= 1.8 \text{ mt.}$

4/11/16

Q. विभवमापी तार की लंबाई 1mt. तथा प्रतिरोध 10Ω है। इसे 2Volt विद्युतवाहकबल बल की बैटरी & प्रतिरोध R के साथ श्रेणीक्रम में प्रयुक्त किया जाता है। 10mVolt अज्ञात विभवांतर के लिए विभवमापी तार पर प्राप्त संतुलन लंबाई 40cm. हो तो प्रतिरोध R का मान ज्ञात करें।

Ans.



sec. ckt. के लिए

$E_S = xl$

$\Rightarrow 10 \times 10^{-3} = x \times 40 \times 10^{-2}$

$\Rightarrow x = \left(\frac{1}{40}\right) \frac{volt}{mt.}$

pri. ckt के लिए

$x = \frac{E_P}{(R_P + R_h)} \frac{R_P}{L_P}$

$\Rightarrow \frac{1}{40} = \frac{2}{(10+R)} \times \frac{10}{1}$

$\Rightarrow R = 790\Omega$

→ विभवमापी के अनुप्रयोग-

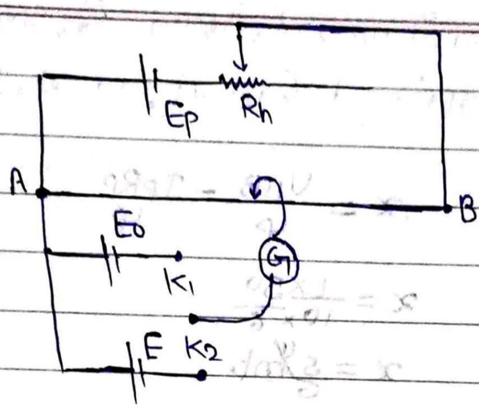
① किसी सेल का विद्युतवाहक बल ज्ञात करना-

विभवप्रवणता की यथार्थता → मानकीकरण का पद।

EMF / विभवांतर की यथार्थता के लिए

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

PAGE :
DATE : / /



✓ कुंजी K_1 प्रयुक्त करने पर मानक विद्युत वाहक बल E_0 संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l_0 हो तो -

$$E_0 = x l_0$$

$$\Rightarrow x = \frac{E_0}{l_0} \quad (\text{मानकीकरण})$$

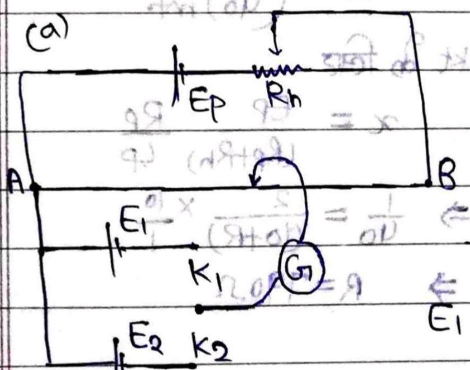
कुंजी K_1 हटाकर K_2 प्रयुक्त की जाये तो अज्ञात विद्युतवाहक बल E संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l हो तो -

$$E = x l$$

$$\Rightarrow \boxed{E = \left(\frac{E_0}{l_0}\right) l}$$

② दो सेलो के विद्युतवाहक बलों की तुलना करना -

(a)



→ कुंजी K_1 प्रयुक्त करने पर विद्युतवाहक बल E_1 संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l_1 हो तो

$$E_1 = x l_1 \quad \text{—— (i)}$$

→ कुंजी K_1 हटाकर K_2 प्रयुक्त की जाये तो विद्युतवाहक बल E_2 संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l_2 हो तो. $E_2 = x l_2$ —— (ii)

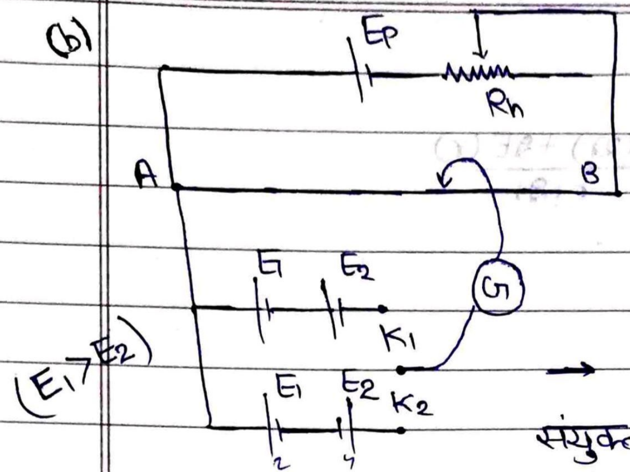
By eq. $\frac{(i)}{(ii)}$ -

$$\boxed{\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

(b)



→ कुंजी K_1 प्रयुक्त करने पर संयुक्त सेल से (E_1+E_2) संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l_1 हो तो

$$(E_1+E_2) = x l_1 \quad \text{—(i)}$$

→ कुंजी K_1 को हटाकर K_2 प्रयुक्त की जाये तो संयुक्त सेल से (E_1-E_2) संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l_2 हो तो

$$(E_1-E_2) = x l_2 \quad \text{—(ii)}$$

eq. $\frac{(i)}{(ii)}$ → $\frac{E_1+E_2}{E_1-E_2} = \frac{l_1}{l_2}$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1+l_2}{l_1-l_2}}$$

Que: E_1 तथा E_2 विद्युतवाहक बल $(E_1>E_2)$ के दो सेल विभवमापी के sec ckt में समान ध्रुवता से श्रेणीक्रम में संयोजित हो तो संयोजन के लिए प्राप्त संतुलन लंबाई 150 cm. है। इन्हीं सेलों को विपरीत ध्रुवता से श्रेणीक्रम में संयोजित किया जाये तो संयोजन के लिए प्राप्त संतुलन लंबाई 50 cm. है। E_1/E_2 ज्ञात करें।

Ans.

$$E_1+E_2 = x\,150 \quad \text{—(i)}$$
$$E_1-E_2 = x\,50 \quad \text{—(ii)}$$

eq. $\frac{(i)}{(ii)} \Rightarrow \frac{E_1+E_2}{E_1-E_2} = \frac{3}{1}$

$$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{2}{1}$$

or

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1+l_2}{l_1-l_2} = \frac{150+50}{150-50} = \frac{2}{1}$$

Q. एक सेल का विद्युतवाहक बल E तथा आंतरिक प्रतिरोध r है। इस सेल को विभवमापी के sec ckt में प्रयुक्त किया जाये तो प्राप्त संतुलन लंबाई l है। इस सेल के समांतर क्रम में 2E विद्युतवाहक बल व 2r आंतरिक प्रतिरोध का सेल प्रयुक्त किया जाये तो संयोजन के लिए प्राप्त संतुलन लंबाई ज्ञात करें।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

PAGE :
DATE : / /

Ans: 1st case में

$E = xl$ —(i)

2nd case में

$E_{net} = \frac{E_1 r_2 + E_2 r_1}{r_1 + r_2} = \frac{E(2r) + 2E(r)}{r + 2r}$

$E_{net} = 4E/3$

↳ संतुलन लंबाई = l'

$E_{net} = xl'$

$\Rightarrow \frac{4E}{3} = \frac{E}{l} l'$

$\Rightarrow l' = \frac{4l}{3}$

Q. दो सेलों के विद्युतवाहक बलों में अंतर 0.5 Volt है। इन सेलों को विभवमापी तार पर अलग-2 संतुलित किया जाये तो प्राप्त संतुलन लंबाईयों में अंतर 20 cm. है तो विभवमापी की विभवप्रवणता ज्ञात करो। (यदि विभवमापी तार की कुल लंबाई 10 mt हो तो विभवमापी की सामर्थ्य भी ज्ञात करो।

Ans. ✓ $E_1 = xl_1$ —(i)

$E_2 = xl_2$ —(ii)

$\Rightarrow E_1 - E_2 = x(l_1 - l_2)$

$\Rightarrow 0.5 = x(20 \times 10^{-2})$

$\Rightarrow x = 2.5$ Volt/mt.

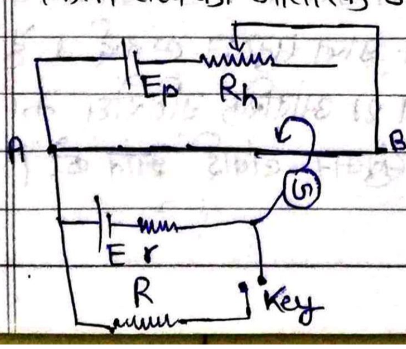
विभवमापी सामर्थ्य = विभवमापी तार की पूरी लंबाई पर विभवपतन

$(V_{AB}) = xl_e$

$= 2.5 \times 10$

$= 25$ Volt

③ किसी सेल का आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात करना -



For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ द्वितीयक परिपथ के उपपरिपथ में कुंजी को खुला रखते हुए संतुलन बनाया जाये तो सेल का विद्युतवाहक बल संतुलित होता है। इसके लिए संतुलन लंबाई l_0 हो तो

$$E = x l_0 \quad \text{— (i)}$$

sec. ckt. के उप-परिपथ में कुंजी लगाकर संतुलन स्थिति बनायी जाये तो सेल की टर्मिनल वोल्टता संतुलित होती है। यदि संतुलन लंबाई l_c हो तो

$$V = x l_c \quad \text{— (ii)}$$

✓ सेल से धारा लेने पर

टर्मिनल वोल्टता $V = \frac{ER}{(R+r)}$

$$\Rightarrow r = \frac{(E-V)R}{V} \quad \text{— (iii)}$$

समी. (i), (ii) व (iii) से

$$r = \frac{(l_0 - l_c)}{l_c} \times R$$

($l_0 > l_c$)

Que: एक सेल का आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात करने हेतु सेल को विभवमापी के sec. ckt. में प्रयुक्त किया जाये तो प्राप्त संतुलन लंबाई 500 cm. है। इस सेल के सिरों पर 5Ω बाह्य प्रतिरोध जोड़ा जाये तो संतुलन लंबाई 400cm. रह जाती है। सेल का आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात करो।

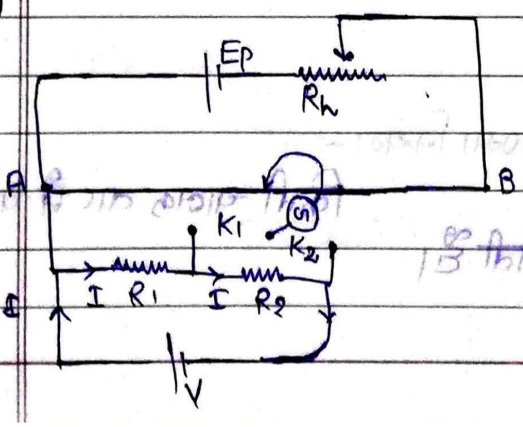
Ans. $r = \frac{(l_0 - l_c)}{l_c} \times R$

$= \frac{500-400}{400} \times 5$

$= 1.25\,\Omega$

5/11/16

④ दो प्रतिरोधों की तुलना करना-



✓ कुंजी K_1 प्रयुक्त करने पर R_1 के सिरों का विभवपतन संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l_1 हो तो

$$IR_1 = x l_1 \quad \text{— (i)}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

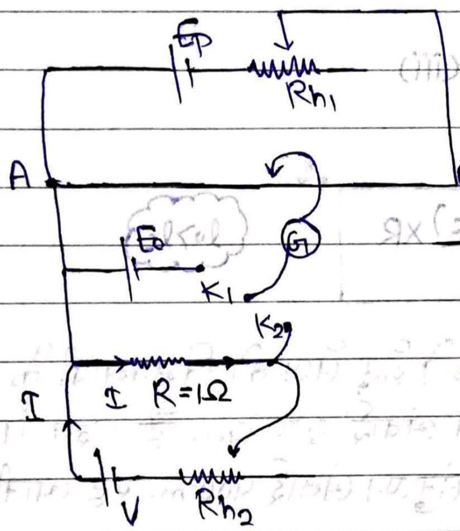
→ कुंजी K_1 हटाकर K_2 प्रयुक्त की जाये तो संयुक्त रूप से (R_1+R_2) का विभवांतर संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l_2 हो तो

$$I(R_1+R_2) = x l_2 \quad -(ii)$$

eq. $\frac{(i)}{(ii)}$ → $\frac{R_1}{R_1+R_2} = \frac{l_1}{l_2}$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2 - l_1}}$$

(5) किसी परिपथ में प्रवाहित धारा ज्ञात करना –



→ कुंजी K_1 प्रयुक्त करने पर मानक विद्युत वाहक बल E_0 संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l_0 हो तो

$$E_0 = x l_0$$

$$x = \frac{E_0}{l_0} \quad (\text{मानकीकरण})$$

→ कुंजी K_1 हटाकर K_2 प्रयुक्त की जाये तो प्रतिरोध 1Ω के सिरों का विभवांतर संतुलित होता है। यदि संतुलन लंबाई l हो तो

$$IR = xl$$

$$\Rightarrow I(1) = \frac{E_0}{l_0} l$$

$$\Rightarrow \boxed{I = \left(\frac{E_0}{l_0}\right) l}$$

→ धारा का ऊष्मीय प्रभाव / जूल का ऊष्मा नियम – किसी चालक तार में धारा प्रवाहित हो तो उष्मा उत्पन्न होती है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

→ धारा प्रवाह के दौरान चालक तार के अंदर e^- जालक से टकराते हैं तथा जालक में स्थित स्थिर धनायनों से टकराते हैं। टक्कर के कारण e^-s की गतिज ऊर्जा में कमी होती है जो ऊष्मा के रूप में उत्पन्न होती है।

→ धारा का ऊष्मीय प्रभाव अनुत्क्रमणीय है। यह धारा की दिशा पर निर्भर नहीं है।

उत्पन्न ऊष्मा (H):-

I, R, V

$$H = I^2Rt = \frac{V^2}{R}t = VIt$$

; I – amp, R – Ω, t – sec, V – volt में → H Joule में

$$1\,Cal = 4.18\,J = 4.2\,Joule$$

विद्युत शक्ति (P) -

विद्युत परिपथ में ऊष्मा उत्पन्न होने की दर / प्रति इकाई समय में उत्पन्न ऊष्मा, विद्युत शक्ति को दर्शाती है।

$$P = \frac{dH}{dt} \; ; \; P = \frac{H}{t}$$

$$P = I^2R = \frac{V^2}{R} = VI$$; watt या J/sec.

→ $1\,KWhr = 10^3 \times 3600$ watt × sec.

$1\,KWhr = 3.6 \times 10^6$ Joule
(1 unit)

→ यदि विद्युतशक्ति P नियत हो तो उत्पन्न ऊष्मा -

$$H = P \times t$$

→ यदि धारा $I = f(t)$
⇓
विद्युत शक्ति $P = f(t)$
⇓
उत्पन्न ऊष्मा $H = \int_{t_1}^{t_2} P\,dt$

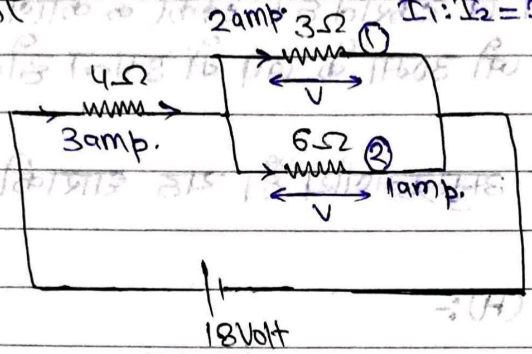
विद्युत शक्ति का समय के साथ समाकलन या विद्युत शक्ति-समय graph का area दिये गये समयांतराल में उत्पन्न ऊष्मा को दर्शाता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

Q. दिये गये परिपथ में प्रत्येक प्रतिरोध में 1sec. में ऊष्मा उत्पन्न ज्ञात करें।

Ans.



$I_1 : I_2 = 2:1$

Req. = 6Ω

$I = \frac{V}{R} = 3amp.$

"4Ω" में 1sec. में

उत्पन्न ऊष्मा $= I^2Rt$
$= 3 \times 3 \times 4 \times 1$
$= 36 watt \times sec$

"3Ω" में

$H = I^2Rt$
$= 2 \times 2 \times 3 \times 1$
$= 12 watt \times sec.$
$= 12 Joule$

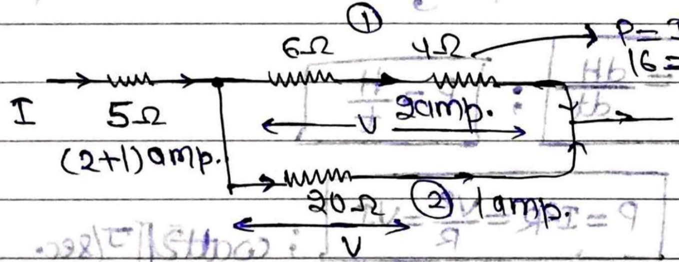
"6Ω" में 1sec. में

उत्पन्न ऊष्मा $= I^2Rt$
$= 1 \times 1 \times 6 \times 1$
$= 6 watt \times sec.$
$= 6 Joule$

total = 54 Joule

Q. दिये गये संयोजन में 4Ω प्रतिरोध पर खर्च शक्ति 16watt है तो 5Ω प्रतिरोध पर खर्च शक्ति ज्ञात करें।

Ans.



$P = I^2R$

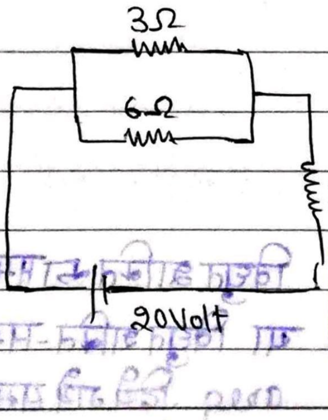
$16 = I^2 4 \Rightarrow I = 2amp.$

$I_1 : I_2 = R_2 : R_1$
$= 20:10 = 2:1$

"5Ω" पर खर्च शक्ति $= I^2R$
$= 3 \times 3 \times 5$
$= 45 watt$

Q. दिये गये परिपथ में कुल खर्च शक्ति 40watt है तो प्रतिरोध R का मान ज्ञात करें।

Ans.



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

$\Rightarrow 40 = \frac{20 \times 20}{R_{eq}}$

$\Rightarrow R_{eq} = 10$

$\Rightarrow 10 = \frac{6 \times 3}{6+3} + R$

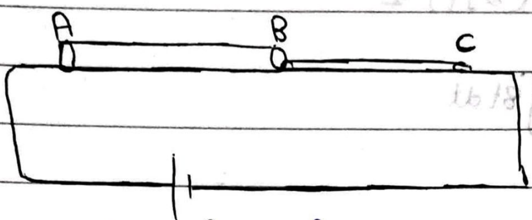
$\Rightarrow R = 8\,\Omega$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Q. दिये गये संयोजन मे प्रयुक्त तांबे के तार AB तथा BC की लंबाई समान है। AB के काट क्षेत्र की त्रिज्या, BC के काट क्षेत्र की त्रिज्या से 2 गुनी है तो, AB तथा BC पर खर्च विद्युत शक्ति का अनुपात = ?

Ans.



$P = I^2R$

$\Rightarrow P \propto R$

$\Rightarrow \frac{P_{AB}}{P_{BC}} = \frac{R_{AB}}{R_{BC}} = \frac{1}{4}$

$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho L}{\pi r^2}$

$R \propto \frac{1}{r^2}$

$\frac{R_{AB}}{R_{BC}} = \left(\frac{r_{BC}}{r_{AB}}\right)^2 = \frac{1}{4}$

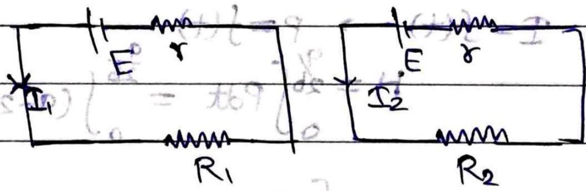
Q. एक सेल का आंतरिक प्रतिरोध r है। इसे बाह्य प्रतिरोध R_1 के साथ संयोजित किया जाये। इसी सेल को बाह्य प्रतिरोध R_2 के साथ संयोजित किया जाये। यदि दोनों पर खर्च विद्युत शक्ति समान है तो सही संबंध-

(i) $r = (R_1+R_2)$

(ii) $r = \sqrt{R_1R_2}$

(iii) $r = \frac{R_1+R_2}{2}$

(iv) $r = \frac{R_1R_2}{(R_1+R_2)}$



$I_1 = \frac{E}{(R_1+r)}$ $\quad I_2 = \frac{E}{(R_2+r)}$

$P_1 = I_1^2R_1$ $\quad P_2 = I_2^2R_1$

$P_1 = P_2$

$\Rightarrow \frac{E^2}{(R_1+r)^2}R_1 = \frac{E^2}{(R_2+r)^2}R_2$

$\Rightarrow R_1(R_2+r)^2 = R_2(R_1+r)^2$

$\Rightarrow R_1(R_2^2+r^2+2R_2r) = R_2(R_1^2+r^2+2R_1r)$

$\Rightarrow R_1R_2^2+R_1r^2+\cancel{2R_1R_2r} = R_2R_1^2+R_2r^2+\cancel{2R_1R_2r}$

$\Rightarrow R_1r^2-R_2r^2 = R_2R_1^2-R_1R_2^2$

$\Rightarrow r^2(R_1-R_2) = R_1R_2(R_1-R_2)$

$\Rightarrow \boxed{r = \sqrt{R_1R_2}}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

PAGE :
DATE : / /

Q. 2Ω प्रतिरोध के तार मे प्रवाहित धारा $I = 2\sqrt{t}$ amp. है तो इस तार में प्रथम पांच sec. में उत्पन्न ऊष्मा ज्ञात करो।

Ans.

$P = I^2R = (2\sqrt{t})^2 2$

$= 8t$

$H = \int_{t_1}^{t_2} P\,dt = \int_0^5 8t\,dt$

$= 4t^2 |_0^5$

$= 100$ Joule

Que: किसी प्रतिरोध R मे प्रवाहित आवेश का समय के साथ विचलन $Q = at - bt^2$ के रूप में होता है, जहां a & b धनात्मक नियतांक तो R मे उत्पन्न कुल ऊष्मा-

(कुल → जब तक धारा बहेगी)

Ans.

$Q = at - bt^2$

$I = \frac{dQ}{dt} = (a - 2bt)$

$I = 0 = a - 2bt$

$\Rightarrow t = \frac{a}{2b}$

$I = f(t) \longrightarrow P = f(t)$

$H = \int_0^{a/2b} P\,dt = \int_0^{a/2b} (a - 2bt)^2\,dt = \int_0^{a/2b} (a^2 + 4b^2t^2 - 4abt)\,dt$

$H = R\left[a^2t + \frac{4b^2t^3}{3} - \frac{4abt^2}{2}\right]_0^{a/2b}$

$= R\left[\frac{a^3}{2b} + \frac{a^3}{6b} - \frac{4ba}{2}\left(\frac{a^2}{4b^2}\right)\right]$

$= R\frac{a^3}{6b}$

Q. एक चालक तार के पदार्थ की प्रतिरोधकता ρ है। इसके सिरों पर विभवांतर आरोपित किया जाये तो तार में स्थापित विद्युत क्षेत्र E है। तार के प्रति एकांक आयतन में उत्पन्न ऊष्मा की दर ज्ञात करो।

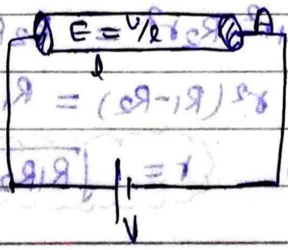
Ans.

(i) $E\rho$

(ii) E/ρ

(iii) $\frac{E^2}{\rho}$ ✓

(iv) $E^2\rho$



ऊष्मा उत्पन्न होने की दर / P

$P = V^2/R = (El)^2 / \frac{\rho l}{A}$

$= \frac{E^2l^2A}{\rho l} = \frac{E^2(Al)}{\rho}$ (Al → V)

$\frac{P}{V} = \frac{E^2}{\rho}$