PHYSICS

for G.C.E. Advanced Level Examination

Current Electricity

ධාරා විද්‍යුතය

Unit-07

සමිත රත්නායක

B.Sc.(Phy.Sp.) Colombo

Science Edu.TM

Scanned with CamScanner

පටුන

විදුලි ධාරාව -- 1 - 4

විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය ------------------------------ 4 - 6

සමක ප්‍රතිරෝධය --------------------------------- 6 - 10

ඕම් නියමය -- 11 - 12

උෂ්ණත්වය සමඟ ප්‍රතිරෝධයේ විචලනය ----- 12 - 15

විද්‍යුත් ශක්තිය ---------------------------------- 16

විද්‍යුත් ගාමක බල ප්‍රභව ----------------------- 17 - 19

කර්චොෆ් නියම ------------------------------------ 19 - 23

ඇමීටර, වෝල්ට්මීටර, ඕම්මීටර, බහුමීටර ----- 23 - 29

මීටර සේතුව -------------------------------------- 30 - 35

විභව මානය -------------------------------------- 35 - 43

සැකසුම:

සමිත රත්නායක

B.sc. (Phy. Sp.) - Colombo

Science Edu.TM

Scanned with CamScanner

සැකසුම:-
සමිත රත්නායක

Unit - 07

Advanced Level

PHYSICS

ධාරා විද්‍යුතය

ධාරා විද්‍යුතය
(CURRENT ELECTRICITY)

විදුලි ධාරාව :- (Electric current)

නිශ්චිත (වක්‍රීය) දිශාවක් ඔස්සේ සිදුවන ආරෝපණ ගැලීමකි. මේ සඳහා අවශ්‍යතා දෙකක් තෘප්ත විය යුතු.

1. ආරෝපණ මත බලයක් යෙදීම
   (විභව අන්තරයක් මගින් මෙය සිදුකෙරේ.)
2. ආරෝපණ නිදහස් (සචල) තත්වයේ පැවතීම

බොහෝ අවස්ථාවලදී විදුලි ධාරාවක් ලෙස ගලා යන්නේ යම් මාධ්‍යයක ඇති නිදහස් e යි.

- යම් මාධ්‍යයක් තුළ නිදහස් e බිහි වන්නේ අයණීකරණය(ionization) මගිනි.

විද්‍යුත් සන්නායක (Electrical conductors) :- කාමර උෂ්ණත්වය යටතේදීම සියළුම පරමාණු පාහේ අයණීකරණය වු ද්‍රව්‍ය

විද්‍යුත් පරිවාරක (Electrical insulators) :- කාමර උෂ්ණත්වය යටතේදී පරමාණු, අයණීකරණය නොවු (හෝ ඉතා අල්ප වශයෙන් අයණීකරණය වු) ද්‍රව්‍ය

විද්‍යුත් අර්ධ සන්නායක (Electrical semiconductors) :- කාමර උෂ්ණත්වයේදී යම් ප්‍රමාණයක් පරමාණු අයණීකරණය වු ද්‍රව්‍ය. මේවා විදුලිය ගැලීමේදී සන්නායක වලටත් පරිවාරක වලටත් අතරමැදි ගුණ පෙන්වයි.

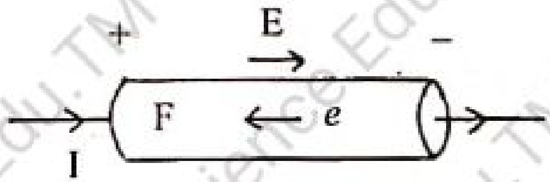
■ ඕනෑම ඝන ද්‍රව්‍යයක පරමාණුක සාන්ද්‍රණය $10^{23}\ cm^{-3}$ ගනයේ පවතී.

❶ කාමර උෂ්ණත්වයේ දී තඹ වල නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය $10^{22}\ cm^{-3}$ පමණ වේ. - තඹ හොඳ විද්‍යුත් සන්නායකයකි.
❷ කාමර උෂ්ණත්වයේ දී සිලිකන් වල නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය $10^{10}\ cm^{-3}$ පමණ වේ. - සිලිකන් අර්ධ සන්නායකයකි.
❸ කාමර උෂ්ණත්වයේ දී ක්වාට්ස් වල නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන සාන්ද්‍රණය $1\ cm^{-3}$ ත් වඩා අඩුය. - ක්වාට්ස් විද්‍යුත් පරිවාරකයකි.

උෂ්ණත්වය සමග විදුලිය ගැලීමේ හැකියාවේ සිදු වන වෙනස :-
(Variation of conduction with temperature)

උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීමේදී (රත් කිරීමේදී) සන්නායක වල විදුලිය ගැලීමේ හැකියාව අඩු වන්නේ නිදහස් e වල චලිත තීව්‍ර වී ඒවා එක් දිශාවකට යොමු කරවා ගැනීම අපහසු වන බැවිනි.
උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීමේදී අර්ධ සන්නායකවල (හා පරිවාරක වල ඉතා සුළු වශයෙන්) විදුලිය ගැලීමේ හැකියාව වැඩි වන්නේ තව තවත් පරමාණු අයනීකරණය වන බැවිනි.

සන්නායකයක් හරහා විභව අන්තරයක් යෙදීම :-
(Setting up a potential difference across a conductor)



සන්නායකයක් හරහා විභව අන්තරයක් යොදා එය පවත්වා ගත් විට විභව අනුක්‍රමණයක්ද එනයින් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවක්ද හටගනී. එම ක්ෂේත්‍රය නිසා ආරෝපණ මත බලයෙදේ. සචල e , මෙම බල යටතේ ක්ෂේත්‍රයට විරුද්ධ දිශාවට චලනය වේ. මෙය ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවට සිදුවන ධන ආරෝපණ ගැලීමකට සමකය. සම්මත විදුලි ධාරාවේ දිශාව ලෙස සැලකෙන්නේ මෙම ධන ආරෝපණ ගලා යන දිශාවයි.

■ සන්නායකයක් තුළ සම්මත ධාරාව (conventional current) ගලන්නේ සෑම විටම විභවය වැඩි තැන සිට අඩු තැන දක්වාය.

Scanned with CamScanner

ධාරාව අර්ථ දැක්වීම (I) :-
(Definition of current)

යම් හරස්කඩක් හරහා ආරෝපණ ගැලීමේ සීඝ්‍රතාව, එම හරස්කඩ හරහා පවතින විදුලි ධාරාව ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

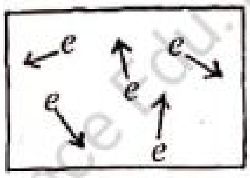
Δt කාලයක් තුළ ගලා ගිය ආරෝපණ ප්‍රමාණය ΔQ නම්,

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

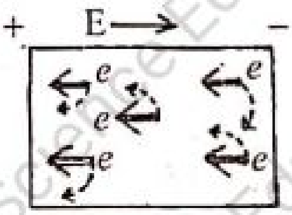
(ΔQ → C, Δt → s, I → Cs^{-1} (A))

- විදුලි ධාරාව අදිශ රාශියකි.

මධ්‍යන්‍ය ප්ලාවිත ප්‍රවේගය (V_d) :- (Mean drift velocity)



විභව අන්තරය යෙදීමට පෙර

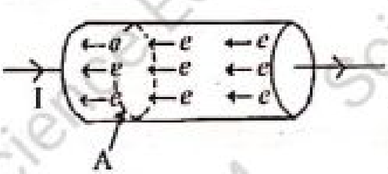


විභව අන්තරය යෙදූ පසු

සන්නායකයක ඇති සචල e අහඹු චලිතයක පවතී. විභව අන්තරයක් යෙදූ විට සෑම e ක් මතම සමාන බලයක් යෙදුනද, ඒවා ක්ෂේත්‍රයට විරුද්ධ දිශාව ඔස්සේ ගමන් ගන්නේ එකිනෙකට වෙනස් ප්‍රවේගවලිනි.

මෙම ප්‍රවේගයන්ගේ සාමාන්‍ය අගය මධ්‍යන්‍ය ප්ලාවිත ප්‍රවේගයයි.

ප්ලාවිත ප්‍රවේගය හා ධාරාව අතර සම්බන්ධය :-
(Relationship between drift velocity and current)



A හරස්කඩ හරහා 1 s කදී ගලායන e පැතිර පවතින දුර $= V_d$

A හරස්කඩ හරහා 1 s කදී ගලා යන e පැතිර පවතින පරිමාව $= A V_d$

ඒකක පරිමාවක ඇති සචල e ගණන $= n$

A හරස්කඩ හරහා 1 s කදී ගලා යන e ගණන $= A V_d n$

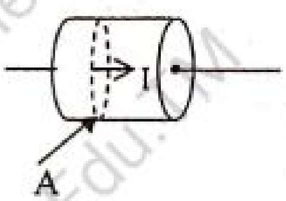
එක් ඉලෙක්ට්‍රෝනයක ආරෝපණය $= e$

$\therefore$ A හරස්කඩ හරහා 1 s කදී ගලා යන ආරෝපණය $= A V_d n e$

$$I = A V_d n e$$

ධාරා ඝනත්වය :- (Current density)

ඒකක වර්ගඵලයක් හරහා ගලන ධාරාවයි.

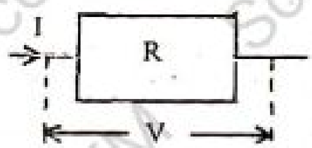


$$J = \frac{I}{A}$$ (Am^{-2})

$$J = \frac{Av_d ne}{A} \Rightarrow J = v_d ne$$

- ධාරා ඝනත්වය දෛශික රාශියකි.

විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය (R) :- (Electrical resistance)



ධාරාවක් ලෙස ගලායන e, පරමාණු සමඟ නිරන්තරයෙන් සිදුකරන ගැටුම් නිසා ඒවායේ ගැලීමට එරෙහිව ඇති වන බාධාවයි.

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

(V – V, I – A, R – Ω)

- සන්නායකයක දෙකෙළවරට 1 V ක විභව අන්තරයක් යෙදූවිට එය ඇද ගන්නා ධාරාව 1 A ක් නම් එම කොටසේ විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය 1 Ω ලෙස "ඕමය" අර්ථ දැක්වේ.

- නිශ්චිත ප්‍රතිරෝධයක් පරිපථයකට ඇතුළු කිරීම සඳහා සකසා ඇති සන්නායක "ප්‍රතිරෝධක" (resistors) ලෙස හැඳින්වේ.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

ප්‍රතිරෝධය රඳා පවතින සාධක :-
(Factors on which the resistance depends)

1. සන්නායකයේ දිග (l)
2. සන්නායකයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය (A)
3. උෂ්ණත්වය
4. සාදා ඇති ද්‍රව්‍ය

- දෙන ලද උෂ්ණත්වයේදී දෙනලද ද්‍රව්‍යයකින් සාදා ඇති සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධය,

$$\left.\begin{aligned} R &\propto l \\ R &\propto \frac{1}{A} \end{aligned}\right\} \quad R \propto \frac{l}{A} \quad \Rightarrow \quad \boxed{R = \frac{\rho l}{A}}$$

සමානුපාතිකත්වයේ නියතය වන ρ දෙන ලද උෂ්ණත්වයේදී දෙන ලද ද්‍රව්‍යයෙහි ප්‍රතිරෝධකතාව හෙවත් විශිෂ්ඨ ප්‍රතිරෝධය, ලෙස හැඳින්වේ.

ප්‍රතිරෝධකතාව :-
(Resistivity)

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

ρ → Ωm

ඒකක හරස්කඩ වර්ගඵලයක් ඇති සන්නායකයක, ඒකක දිගක ප්‍රතිරෝධයයි.

- ප්‍රතිරෝධය යම් වස්තුවකටද, ප්‍රතිරෝධකතාව යම් ද්‍රව්‍යයකටද අයත් ගුණාංග වේ.

Scanned with CamScanner

සන්නායකතාව (σ) :-(Conductivity)

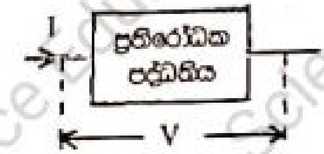
$$\sigma = \frac{1}{\rho} \leftarrow \Omega m$$

σ : $\Omega^{-1}m^{-1}$ / Sm^{-1}

ප්‍රතිරෝධකතාවයේ පරස්පරයයි.

- ප්‍රතිරෝධකතාව, යම් ද්‍රව්‍යයක් තුළින් විදුලිය ගැලීමට ඇති බාධාවද සන්නායකතාව යම් ද්‍රව්‍යයක් තුළින් විදුලිය ගැලීමට ඇති හැකියාවද නිරූපණය කරයි.

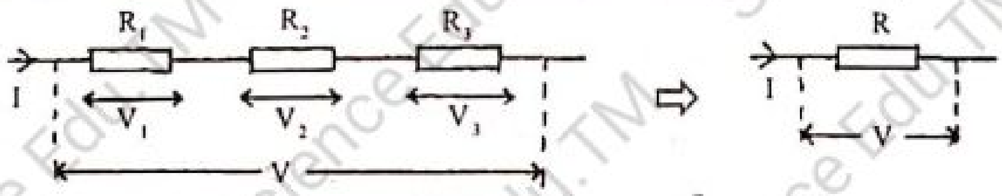
සමක ප්‍රතිරෝධය :-[Equivalent (effective) resistance]



ප්‍රතිරෝධ පද්ධතියක දෙකෙළවරට යෙදූ විභව අන්තරය, එතුළින් ගලන ධාරාවට දරණ අනුපාතය සමක ප්‍රතිරෝධයයි.

ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධක පද්ධතියක සමක ප්‍රතිරෝධය
(Equivalent resitance of resistors in series)

එකක කෙළවරට අනෙක හා අනෙක පමණක් සිටින ආකාරයට වෝල්ටීයතා ප්‍රභවයක දෙකෙලවරට සම්බන්ධිත ප්‍රතිරෝධක ශ්‍රේණිගත වේ.



ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධ පද්ධතියක,

1. සෑම ප්‍රතිරෝධයක් හරහාම ඇති ධාරාව සමක ප්‍රතිරෝධය හරහා ඇති ධාරාවම වේ.
2. එක් එක් ප්‍රතිරෝධය හරහා ඇති විභව අන්තරවල එකතුව සමක ප්‍රතිරෝධය හරහා ඇති විභව අන්තරයට සමාන වේ.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \Rightarrow IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$\boxed{R = R_1 + R_2 + R_3 + ...}$$

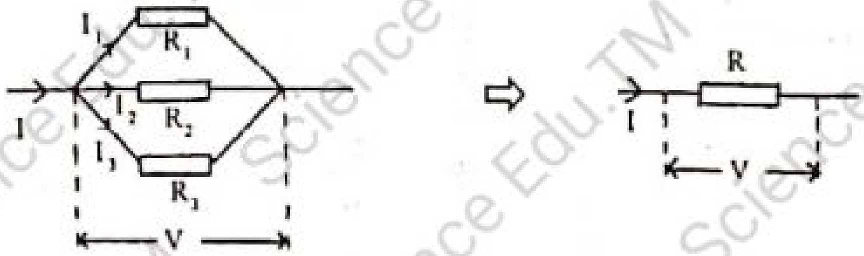
Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

- ශ්‍රේණිගත ප්‍රතිරෝධ පද්ධතියක සමක ප්‍රතිරෝධය, පද්ධතියේ ඇති විශාලම ප්‍රතිරෝධයටත් වඩා විශාල වේ.

- $V_1 : V_2 : V_3$
  $IR_1 : IR_2 : IR_3$
  $R_1 : R_2 : R_3$

සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධ පද්ධතියක සමක ප්‍රතිරෝධය
(Equivalent resistance of resistors in parallel)

පොදු අග්‍ර පවතින ලෙස වෝල්ටීයතා ප්‍රභවයක දෙකෙලවරට සම්බන්ධ කළ ප්‍රතිරෝධක සමාන්තරගත වේ.



සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධ පද්ධතියක,

❶ සෑම ප්‍රතිරෝධයක් හරහාම ඇති විභව අන්තරය, සමක ප්‍රතිරෝධය හරහා ඇති විභව අන්තරයම වේ.

❷ එක් එක් ප්‍රතිරෝධය හරහා ඇති ධාරාවල එකතුව, සමක ප්‍රතිරෝධය හරහා ඇති ධාරාවට සමාන වේ.

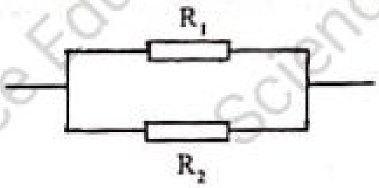
$$I = I_1 + I_2 + I_3 \Rightarrow \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\boxed{\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

- සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධ පද්ධතියක සමක ප්‍රතිරෝධය, පද්ධතියේ ඇති කුඩාම ප්‍රතිරෝධයටත් වඩා කුඩා වේ.

- $I_1 : I_2 : I_3$
  $V/R_1 : V/R_2 : V/R_3$
  $1/R_1 : 1/R_2 : 1/R_3$

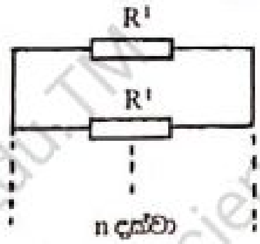
Scanned with CamScanner



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

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\text{ගුණිතය}}{\text{එකතුව}}$$

- සමාන සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධ



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R'} + \ldots\ldots\ n \text{ දක්වා}$$

$$\frac{1}{R} = n \times \frac{1}{R'}$$

$$R = \frac{R'}{n} = \frac{\text{එක් ප්‍රතිරෝධයක අගය}}{\text{ප්‍රතිරෝධ ගණන}}$$

ප්‍රතිරෝධ පද්ධතියක සමක ප්‍රතිරෝධය සෙවීම :-
(Finding the equivalent resistance of a network)

❶ සමක ප්‍රතිරෝධය සොයනුයේ කවර ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතරදැයි සැලකිලිමත් වන්න. කිසිදු සුළු කිරීමකින් එම ලක්ෂ්‍ය ඉවත් නොවිය යුතුය.

❷ ශ්‍රේණිගත හෝ සමාන්තරගත ප්‍රතිරෝධක ඇතොත් ඒවා සුළු කර ගන්න.

❸ පරිපථයක එක් ලක්ෂ්‍යයකින් ඇරඹී නැවත එම ලක්ෂ්‍යයටම සම්බන්ධ වන (වෙනත් කිසිදු ස්ථානයකට සම්බන්ධ නැති) පරිපථ කොටස් [මේවා පුඩු (loops) නමින් හැඳින්වේ] හරහා ධාරා නොගලයි. එවැනි පුඩු ඉවත් කල හැකිය.

❹ පරිපථයක විභව සමාන ලක්ෂ්‍ය හඳුනා ගත් විට,

a) එම ලක්ෂ්‍ය අතර පමණක් ඇති (වෙනත් කිසිදු ස්ථානයකට සම්බන්ධ නැති) ප්‍රතිරෝධ ඉවත් කිරීම

හෝ

b) එම ලක්ෂ්‍ය එකට ඇඳීම හෝ කල හැකිය.

පරිපථයක විභව සමාන ලක්ෂ්‍ය හඳුනා ගැනීමට පහත උපක්‍රම භාවිත කල හැකිය.

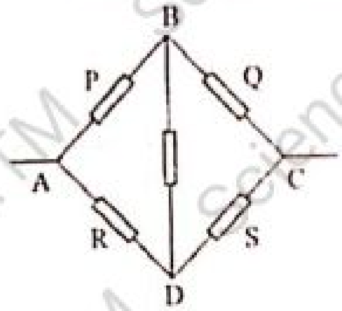
Scanned with CamScanner

i. විශේෂයෙන් සඳහන් කර නොමැති විට සියළු පරිපථ සබැඳුම් ශුන්‍ය ප්‍රතිරෝධ කම්බි මගින් සිදු කර ඇතැයි සැලකේ. ශුන්‍ය ප්‍රතිරෝධ කම්බියක සෑම ලක්ෂ්‍යයකම එකම විභවයක් පවතී.

ii. සමක ප්‍රතිරෝධය සෙවිය යුතු ලක්ෂ්‍ය දෙක යා කරන රේඛාව (හෝ එම රේඛාවද ඇතුලත් තලයක්) දෙපසට ප්‍රතිරෝධ පද්ධතිය සමමිතිකදැයි බලන්න. එවැනි සමමිතිකත්වයක් ඇත්නම් එම රේඛාව (හෝ තලය) දෙපස පිහිටි සමමිතික ලක්ෂ්‍යවල විභව සමාන වේ.

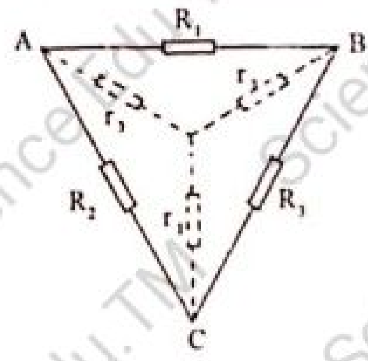
iii. සමක ප්‍රතිරෝධය සෙවිය යුතු ලක්ෂ්‍ය දෙක යා කරන රේඛාවේ ලම්බ සමච්ඡේදකය දෙපසට ප්‍රතිරෝධ පද්ධතිය සමමිතික දැයි බලන්න. එවැනි සමමිතිකත්වයක් ඇත්නම් එම ලම්බ සමච්ඡේදක මත පිහිටි පරිපථ ලක්ෂ්‍යවල විභව සමාන වේ.

iv. විට්ස්ටන් සේතු මූල ධර්මය. (Principle of Wheatstone bridge)



$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \text{ නම්, } V_B = V_D \text{ වේ.}$$

5 Δ − Y පරිවර්තනය



Δ වෙනුවට Y යෙදීමේදී,

$$r_1 = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad r_2 = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$r_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Y වෙනුවට Δ යෙදීමේදී,

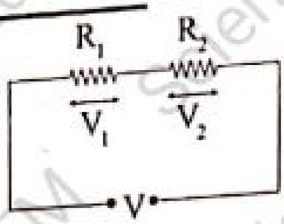
$$R_1 = \frac{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_3 r_1}{r_1} \qquad R_2 = \frac{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_3 r_1}{r_2}$$

$$R_3 = \frac{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_3 r_1}{r_3}$$

Scanned with CamScanner

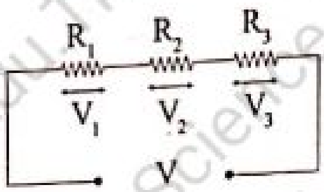
විභව බෙදනය :- (Potential divider)

i.



$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V \qquad V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V$$

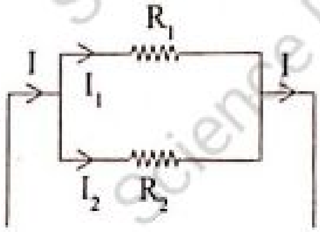
ii.



$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \times V, \qquad V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \times V,$$

$$V_3 = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \times V$$

ධාරා බෙදනය :- (Current divider)



$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I \qquad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I$$

Scanned with CamScanner

" ඕම් " නියමය :- (Ohm's law)

- 1826 දී ජී. එස්. ඕම් (G. S. Ohm) විසින් ඉදිරිපත් කෙරුණි.

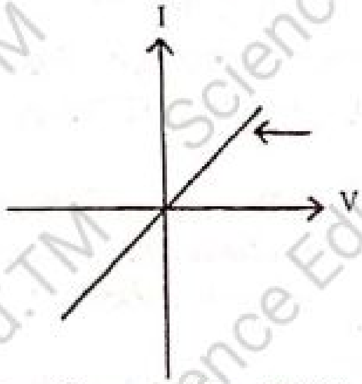
"උෂ්ණත්වය ආදී භෞතික තත්ව නියතව පවතින විට ඇතැම් ද්‍රව්‍යයන් තුළින් ගලා යන ධාරාව (I), යෙදූ විභව අන්තරයට (V) අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

$$V \propto I \Rightarrow V = RI$$

- "ඕම් නියමය" ඇතැම් ද්‍රව්‍ය ඇතැම් තත්ව යටතේ පෙන්නුම් කරන ලක්ෂණයක් පිළිබඳ ප්‍රකාශනයකි.

- ඕම් නියමය පිළිපදින ද්‍රව්‍ය, ඕමික (ohmic) හෙවත් රේඛීය(linear) සන්නායක ලෙස හැඳින්වේ.
  ඒවායේ R නියතයක් බැවින් V හා I අතර ප්‍රස්තාරය මූල ලක්ෂ්‍යය හරහා යන සරල රේඛාවකි.

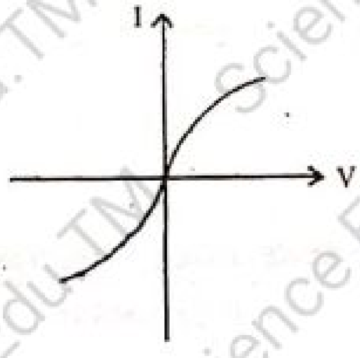
උදා :- සියළු ලෝහ, කාබන් වැනි ඇතැම් අලෝහ සන්නායක



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

- ලෝහ වුවද අවශ්‍ය තත්ව සම්පූර්ණ නොවුවහොත් ඕමික සන්නායක ලෙස නොහැසිරේ.

උදා :- සූත්‍රිකා බල්බයක සූත්‍රිකාව



ධාරාව ගලා සූත්‍රිකාව රත් වන විට එහි ප්‍රතිරෝධය ඉහළ යයි.

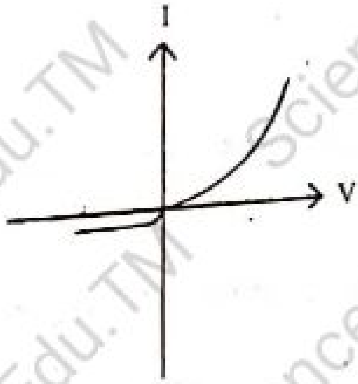
අනුක්‍රමණය (m) $= \frac{\Delta I}{\Delta V} = \frac{1}{R}$

$$\downarrow m = \frac{1}{R\uparrow}$$

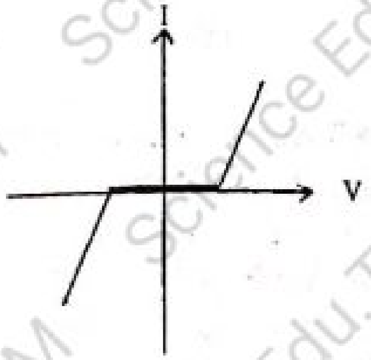
Scanned with CamScanner

- ඕම් නියමයට අනුකූලව නොහැසිරෙන ද්‍රව්‍ය අනෝමික (nonohmic) හෙවත් රේඛීය නොවන (nonlinear) සන්නායක ලෙස හැඳින්වේ. ඒවායේ V – I ප්‍රස්ථාරය මූල ලක්ෂ්‍යය හරහා යන සරල රේඛාවක් නොවේ.

උදා :- සන්ධි දියෝඩය



ප්ලැටිනම් ඉලෙක්ට්‍රෝඩ යෙදූ H_2SO_4 ද්‍රාවණය



උෂ්ණත්වය සමඟ සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධයේ විචලනය :-

(Variation of resistance with temperature)

උෂ්ණත්ව පරාසය එතරම් අධික නොවන විට ලෝහ සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධකතාව උෂ්ණත්වය සමඟ ආසන්න වශයෙන් රේඛීයව වැඩිවේ. θ_0 උෂ්ණත්වයකදී ප්‍රතිරෝධකතාව ρ_0 ද θ උෂ්ණත්වයකදී එය ρ_θ ද නම්,

$$\rho_\theta = \rho_0 \; [\, 1 + \alpha\,(\,\theta - \theta_0\,)\,]$$

මෙහි α ප්‍රතිරෝධකතාවයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකයයි. (temperature coefficient of resistivity) (ඒකක ${}^0C^{-1}$ / K^{-1})

- ලෝහ සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධය, ප්‍රතිරෝධකතාවට සමානුපාතික බැවින්,

$$R_\theta = R_0 \; [\, 1 + \alpha\,(\,\theta - \theta_0\,)\,]$$

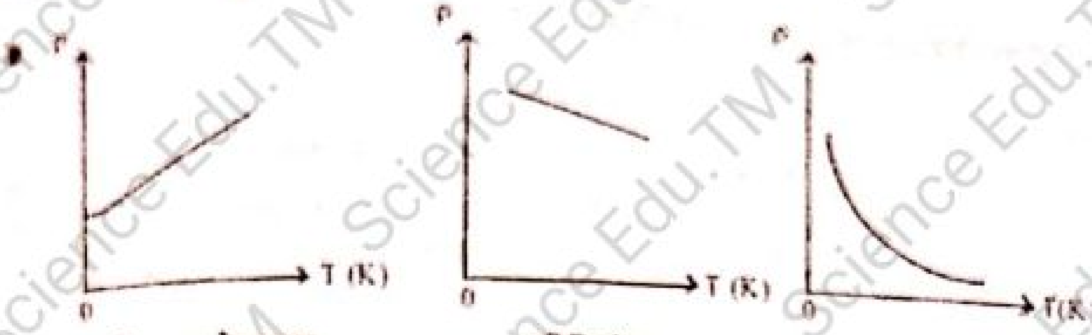
මෙහි α ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකයයි. (temperature coefficient of resistance)

- θ_0 ලෙස බොහෝ විට භාවිත වන්නේ $0\,{}^0C$ බැවින් R_0 යනු $0\,{}^0C$ දී ප්‍රතිරෝධයයි.

- $\theta_0 = 0\,{}^0C$ විට, $R_\theta = R_0\;(\,1 + \alpha\,\theta\,)$

- $\alpha = \dfrac{1}{R_0}\left(\dfrac{R_\theta - R_0}{\theta}\right) = \dfrac{\text{ඒකක උෂ්ණත්ව වෙනසකට ප්‍රතිරෝධයේ වෙනස}}{0\,{}^0C \text{ දී ප්‍රතිරෝධය}}$

Scanned with CamScanner

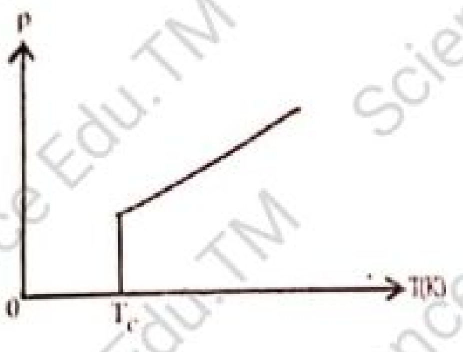


ලෝහ සන්නායක පරිවාරක සංශුද්ධ අර්ධ සන්නායක

සුපිරි සන්නායක :- (Super conductors)

- 1911 දී කැමර්ලින් ඕනස් (Kamerlingh Onnes) විසින් සොයා ගැනුනි.

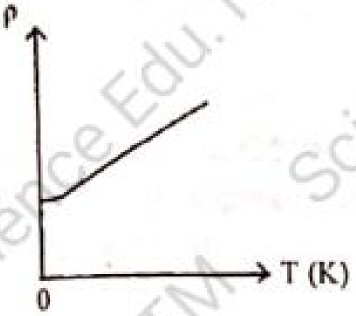
උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධකතාව වැඩිවන්නා සේම උෂ්ණත්වය අඩු වන විට එය අඩුවේ.



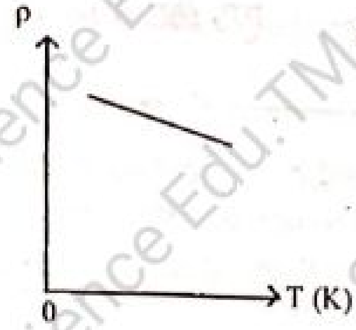
0 K ට ආසන්න පහත් උෂ්ණත්ව වලදී ඇතැම් ද්‍රව්‍ය වල ප්‍රතිරෝධකතාව මුළුමනින්ම නැති වීමේ සංසිද්ධිය සුපිරි සන්නායකතාව (superconductivity) ලෙස හැඳින්වේ. සුපිරිසන්නායකතාව ඇරඹෙන උෂ්ණත්වය සංක්‍රමණ උෂ්ණත්වය (T_c) [critical transition temperature] නම් වේ. T_c හිදී අදාල ද්‍රව්‍ය සාමාන්‍ය අවස්ථාවේ සිට සුපිරි සන්නායක අවස්ථාව දක්වා " අවස්ථා විපර්යාසයකට " භාජනය වන්නේ යැයි කියනු ලැබේ.

ද්‍රව්‍යය	සංක්‍රමණ උෂ්ණත්වය (K)
Al	1.19
Hg	4.15
Pb	7.18
YBa_2Cu_2O	100
$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$	125
$HgBa_2Ca_2Cu_3O_8$	138

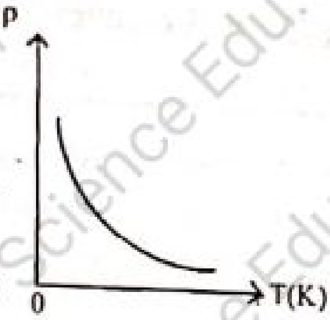
Scanned with CamScanner



ලෝහ සන්නායක



පරිවාරක

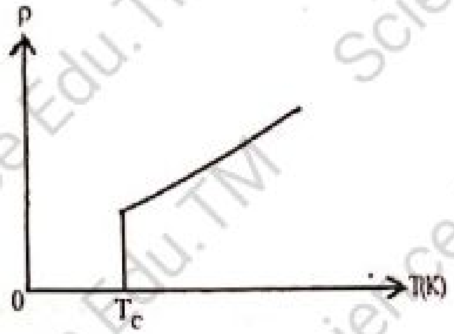


සංශුද්ධ අර්ධ සන්නායක

සුපිරි සන්නායක :- (Super conductors)

- 1911 දී කැමර්ලින් ඔනස් (Kamerlingh Onnes) විසින් සොයා ගැනුනි.

උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට සන්නායකයක ප්‍රතිරෝධකතාව වැඩිවන්නා සේම උෂ්ණත්වය අඩු වන විට එය අඩුවේ.



0 K ට ආසන්න පහත් උෂ්ණත්ව වලදී ඇතැම් ද්‍රව්‍ය වල ප්‍රතිරෝධකතාව මුළුමනින්ම නැති වීමේ සංසිද්ධිය සුපිරි සන්නායකතාව (superconductivity) ලෙස හැඳින්වේ. සුපිරිසන්නායකතාව ඇරඹෙන උෂ්ණත්වය සංක්‍රමණ උෂ්ණත්වය (T_C) [critical transition temperature] නම් වේ. T_Cහිදී අදාල ද්‍රව්‍ය සාමාන්‍ය අවස්ථාවේ සිට සුපිරි සන්නායක අවස්ථාව දක්වා " අවස්ථා විපර්යාසයකට " භාජනය වන්නේ යැයි කියනු ලැබේ.

ද්‍රව්‍යය	සංක්‍රමණ උෂ්ණත්වය (K)
Al	1.19
Hg	4.15
Pb	7.18
YBa_2Cu_2O	100
$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$	125
$HgBa_2Ca_2Cu_3O_8$	138

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

සුපිරි සන්නායකතාව පැහැදිලි කිරීම :-
(Explanation of superconductivity)

සුපිරි සන්නායකතාව පිළිබඳ යාන්ත්‍රණය මුල්වරට සාර්ථකව පැහැදිලි කරනු ලැබුවේ ඇමරිකානු ජාතික භෞතික විද්‍යාඥයින් තිදෙනෙකු වූ ජෝන් බාර්ඩීන්, ලියොන් කූපර් හා රොබට් ෂරීපර් [Bardeen - Cooper - Schriefer (BCS වාදය)] විසින් 1957 දීය.

BCS වාදයට අනුව සුපිරි සන්නායක අවස්ථාවේදී ක්වොන්ටම් යාන්ත්‍රික අන්තර් ක්‍රියාවක් යටතේ කූලෝම් විකර්ෂණ බලද මැඩපවත්වා සන්නායක ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට යුගල වශයෙන් පැවතිය හැකි වේ. බාහිර විභව අන්තරයක් යටතේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගමන් ගන්නේද යුගල වශයෙනි. මෙම ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගලවලට පරමාණුක මද සමඟ නොගැටී ශක්ති හානියකින් තොරව, සාමූහිකව, එකම ප්‍රවේගයකින් ගමන් කළ හැකි වේ. ප්‍රතිරෝධකතාව ශූන්‍ය වන්නේ එබැවිනි. [මෙවැනි ඉලෙක්ට්‍රෝන යුගල " කූපර් යුගල " (Cooper pairs) ලෙස හැඳින්වේ]

සුපිරි සන්නායකවල ගුණ :-
(Properties of superconductors)

1. ශූන්‍ය ප්‍රතිරෝධකතාව.
2. චුම්බක ක්ෂේත්‍ර විකර්ණය කිරීම.
   - මෙය මයිස්නර් ආවරණය (Meissner effect) ලෙස හැඳින්වේ.
   - සාමාන්‍ය ලෝහ සාම්පලයක් තුලින් ($T > T_C$ විට) චුම්බක ස්‍රාව රේඛා ගමන් කලද සුපිරි සන්නායක අවස්ථාවිදී ($T < T_C$ විට) ඒවා තුළින් චුම්බක ස්‍රාව රේඛා ගමන් නොකරයි.

Scanned with CamScanner

3 නොනවතින විද්‍යුත් ධාරාවක් (persistent current) දරාගෙන සිටිය හැකි වීම.

- මෙය ශක්තිය ගබඩා කර තැබීමේ උපක්‍රමයක් ලෙස භාවිත කල හැකිය.

සුපිරි සන්නායකවල භාවිත :- (Uses of superconductors)

1. විදුලි බල සම්ප්‍රේෂණ රැහැන් තැනීම
2. අධි බලැති විදුලි මෝටර හා ටර්බයින
3. අධිවේගී පරිගණක යන්ත්‍ර
4. මිනිස් මොළයේ ඡායා දැකගත හැකි MRI (Magnetic Resonance Imaging) යන්ත්‍ර
5. ඉතා සියුම් චුම්බක ක්ෂේත්‍ර අනාවරණය කරගත හැකි (SQUID - superconducting quantum interference devices) උපකරණ.

Scanned with CamScanner

විද්‍යුත් ශක්තිය හා ක්ෂමතාව :-
(Electrical energy and power)

V විභව අන්තරයක් හරහා I ධාරාවක් t කාලයක් තුළ ගලා යාමේදී නිදහස් වන මුළු විද්‍යුත් ශක්තිය W නම්,

$$W = V\,I\,t$$

(W → J, V → V, I → A, t → S)

විද්‍යුත් ශක්තිය නිදහස් වීමේ සීඝ්‍රතාව (විද්‍යුත් ක්ෂමතාව) P නම්,

$$P = V\,I$$

(P → W, V → V, I → A)

- ඉහත සමීකරණ ඕනෑම උපක්‍රමයක් (මෝටර , තාපන දඟර , සූත්‍රිකා බල්බ,..) සඳහා යෙදිය හැකි අතර එම උපක්‍රමය පරිභෝජනය කළ <u>මුළු විද්‍යුත් ශක්තිය</u> හා <u>මුළු විද්‍යුත් ක්ෂමතාව</u> එම සමීකරණ වලින් ලැබේ.

ධාරාවේ තාපන ඵලය :- (Heating effect of a current)

සන්නායකයක් තුළින් විදුලි ධාරාවක් ලෙස ගලා යන නිදහස් ඉලෙක්ට්‍රෝන පරමාණු (අයන) සමඟ සිදු කරන ගැටුම්වලදී ස්වකීය චාලක ශක්තියෙන් කොටසක් ඒවාට ප්‍රදානය කරයි. මෙයින් පරමාණුවල කම්පන චාලක ශක්තිය වැඩි වී සන්නායකය තුළ උෂ්ණත්වය ඉහළ යයි.

$$W = VIt \xrightarrow{V=IR} W = I^2Rt \qquad W = VIt \xrightarrow{I=V/R} W = \frac{V^2}{R}t$$

$$P = VI \xrightarrow{V=IR} P = I^2R \qquad P = VI \xrightarrow{I=V/R} P = \frac{V^2}{R}$$

- මුළු විද්‍යුත් ශක්තියම තාපය බවට පමණක් පරිවර්තනය කරන ප්‍රතිරෝධක "අකර්මණ්‍ය ප්‍රතිරෝධක" (passive resistors) ලෙස හැඳින්වේ.

- $V = IR$ ඇසුරින් සකස් කල සමීකරණ භාවිත කල හැක්කේ යම් උපක්‍රමයක ජනනය වන තාපය සෙවීම සඳහා පමණි.

Scanned with CamScanner

විද්‍යුත් ගාමක බල ප්‍රභව :-
(Sources of electromotive force)

සන්නායකයක් තුළ ධාරාවක් ගැලීමට අවශ්‍ය විභව අන්තරය ඇති කොට පවත්වා ගෙන යනු ලබන උපකරණ

උදා :- කෝෂ , විද්‍යුත් ජනක

විද්‍යුත් ගාමක බල ප්‍රභවයක ක්‍රියාව :-
(Action of a source of emf)

වි.ගා. බල ප්‍රභවයක ක්‍රියාව ජල පොම්පයක ක්‍රියාවට සමකය. ජල පොම්පය සිය ශක්තිය වැය කොට අඩු ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තියක ඇති ජලය වැඩි ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තියකට ගෙන එන්නා සේම වි.ගා.බ. ප්‍රභවයද සිය අභ්‍යන්තර ශක්තිය වැය කොට අඩු විද්‍යුත් විභව ශක්තියක ඇති ආරෝපණ වැඩි විද්‍යුත් විභව ශක්තියකට ගෙන එයි. ආරෝපණ වැඩි ශක්තියක සිට අඩු ශක්තියකට ගලා යාමේදී ශක්තිය නිදහස් කරන අතර එම ශක්තිය ප්‍රයෝජනවත් කාර්යයකට යොදවා ගත හැකිය.

- ජල පොම්පය ජලය නුපදවනවා සේම වි.ගා.බ. ප්‍රභවයද ආරෝපණ නුපදවයි.

විද්‍යුත් ගාමක බල ප්‍රභව වල ශක්ති පරිණාමන :-
(Transformation of different forms of energy in sources of emf)

1. වියළි කෝෂය - රසායනික ශක්තිය → විද්‍යුත් ශක්තිය
2. විද්‍යුත් ජනක / ඩයිනමෝව - යාන්ත්‍රික ශක්තිය → විද්‍යුත් ශක්තිය
3. සූර්ය කෝෂ - ආලෝක ශක්තිය → විද්‍යුත් ශක්තිය
4. ඉන්ධන කෝෂ - රසායනික ශක්තිය → විද්‍යුත් ශක්තිය
5. තාප විද්‍යුත් පුංජය - තාප ශක්තිය → විද්‍යුත් ශක්තිය

විද්‍යුත් ගාමක බලය අර්ථ දැක්වීම (E) :-
(Definition of electromotive force)

ප්‍රභවය තමා ද ඇතුලත් සංවෘත පරිපථය වටා ඒකක ආරෝපණයක් එක් වරක් ගමන් කරවීමේදී ඊට ලබා දෙන ශක්තියයි.

(මෙය ප්‍රභවයද ඇතුළත් සංවෘත පරිපථය වටා ඒකක ආරෝපණයක් එක් වරක් ගමන් කිරීමේදී නිදහස් වන විද්‍යුත් ශක්තියට සමාන වේ.)

Scanned with CamScanner

ප්‍රභවය ඒකක ආරෝපණයකට ලබා දෙන ශක්තිය $= E$

$\therefore$ ප්‍රභවය Q ආරෝපණයකට ලබා දෙන ශක්තිය (W) $= EQ$

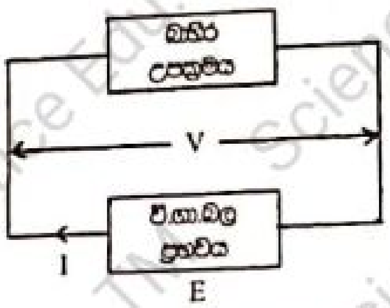
$Q = It$ බැවින්,

$$W = E\,I\,t$$
(E යටතේ: V)

ප්‍රභවයේ ක්ෂමතාව P නම්,

$$P = E\,I$$

සරල පූර්ණ පරිපථ :- [Simple complete (closed) circuits]



r (අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය - මෙය ඇති වන්නේ ප්‍රභවය තුළින් ධාරාව ගැලීමට ඇතිවන බාධාව නිසාය)

t කාලයකදී ප්‍රභවය පරිපථයට ලබාදුන් ශක්තිය $= EIt$

t කාලයකදී බාහිර උපක්‍රමය තුළ උත්සර්ජනය වූ ශක්තිය $= VIt$

t කාලයකදී ප්‍රභවයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයේ උත්සර්ජනය වූ තාපය $= I^2rt$

ශක්ති සංස්ථිතියට අනුව,

$$EIt = VIt + I^2rt$$

$$EI = VI + I^2r$$

- EI — ප්‍රභවය සැපයූ ක්ෂමතාව
- VI — බාහිර උපක්‍රමය තුළ උත්සර්ජනය වූ ක්ෂමතාව
- I^2r — අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයේදී තාපය ලෙස අපතේ ගිය ක්ෂමතාව

$$E = V + Ir$$

- $I = 0$ නම්, $E = V$ බැවින් "ප්‍රභවයෙන් ධාරාවක් ලබා නොගන්නා විට [එනම් එය විවෘත පරිපථ තත්වයේ (open circuit) ඇති විට] එහි දෙකෙළවර විභව අන්තරය" ලෙසද වි.ගා. බලය හඳුන්වා දිය හැකිය.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

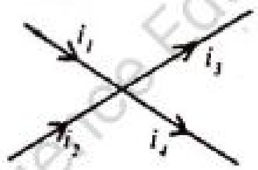
- බාහිර උපක්‍රමය ප්‍රතිරෝධයක් නම් හා එහි අගය R නම්, $V = IR$ බැවින්,

$$E = IR + Ir \qquad \boxed{I = \frac{E}{R + r}}$$

- ප්‍රභවය මගින් බාහිර ප්‍රතිරෝධකයකට සපයන ක්ෂමතාව උපරිම වන්නේ $R = r$ වූ විටය.

කර්චොෆ් නියම :- (Kirchhoff's rules)

1 වන නියමය :- පරිපථ සන්ධියකට පැමිණෙන ධාරාවල වීජ ඓක්‍ය ශුන්‍ය වේ. ($\Sigma i = 0$)
(Junction rule)



$$i_1 + i_2 + (-i_3) + (-i_4) = 0$$

$$\underbrace{i_1 + i_2}_{\text{සන්ධියට පැමිණෙන ධාරාවල එකතුව}} = \underbrace{i_3 + i_4}_{\text{සන්ධියෙන් පිටවන ධාරාවල එකතුව}}$$

- ධාරාව යනු ආරෝපණ ගැලීමේ සීඝ්‍රතාවයි. කර්චොෆ්ගේ පළමු නියමය අනුව සන්ධියට පැමිණෙන ධාරාවල එකතුව, ඉන් පිටවන ධාරාවල එකතුවට සමාන වීමෙන් පෙනී යන්නේ තත්පරයකදී සන්ධියට පැමිණි ආරෝපණ වල එකතුව තත්පරයකදී ඉන් පිටවන ආරෝපණවල එකතුවට සමාන බවයි. ඒ අනුව මෙම නියමය *ආරෝපණ සංස්ථිතිය* (conservation of electric charge) නිරූපණය කරයි.

2 වන නියමය :- සංවෘත පරිපථයක යම් චක්‍රිය දිශාවක් ඔස්සේ ගත් ධාරාවන්ගේත්, ප්‍රතිරෝධයන්ගේත් ගුණිතවල (එනම් විභව බැස්මවල) වීජ ඓක්‍යය, එම චක්‍රිය දිශාව ඔස්සේම ගත් වි.ගා.බලවල වීජ ඓක්‍යයට සමාන වේ. ($\Sigma i r = \Sigma E$)
(Loop rule)

- විභව බැස්මවල වීජ ඓක්‍ය, ඒකක ආරෝපණයක් පරිපථය වටා එක් වරක් ගමන් කිරීමේදී නිදහස් වන ශක්තියද වි.ගා.බලවල වීජ ඓක්‍ය, ඒකක ආරෝපණයක් පරිපථය වටා එක් වරක් ගමන් කරවීමට කෝෂ ලබාදුන් ශක්තියද නිරූපණය කරයි. කර්චොෆ්ගේ දෙවන නියමයට අනුව ඉහත ශක්ති ප්‍රමාණ දෙක සමානය. ඒ අනුව මෙම නියමය *ශක්ති සංස්ථිතිය* (conservation of energy) නිරූපණය කරයි.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

කර්චොෆ් නියම භාවිත කිරීම :- (Applying Kirchhoff's rules)

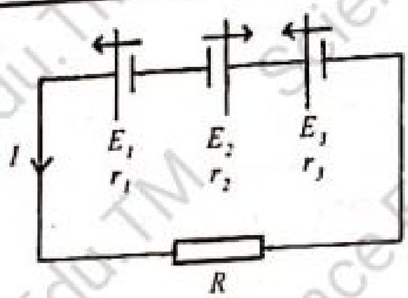
❶ සෑම සන්ධියකදීම 1 වන නියමය තෘප්ත වන පරිදි ධාරා ලකුණු කරන්න.

උදා :-

❷ දෙවන නියමය භාවිත කිරීමට සංවෘත පරිපථයක් හා යම් චක්‍රිය දිශාවක් තෝරා ගන්න.

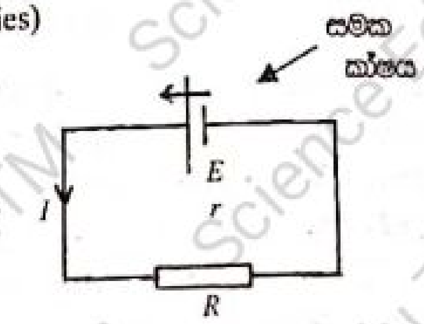
❸ එම චක්‍රිය දිශාව ඔස්සේ ඇති ධාරා හා වි.ගා.බල (+) ලෙසත් ඊට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාව ඔස්සේ ඇති ධාරා හා වි.ගා.බල (−) ලෙසත් සලකා දෙවන නියමය යොදන්න. (මෙහිදී වි.ගා.බල වල දිශාව කෝෂවල ධන අග්‍රයෙන් ඉවතට පිහිටන්නේ යැයි සැලකිය යුතු අතර ඒවායේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධද සැලකිල්ලට ගත යුතුය.)

ශ්‍රේණිගත කෝෂ පද්ධති :- (Cells in series)



I රූපය

⇨

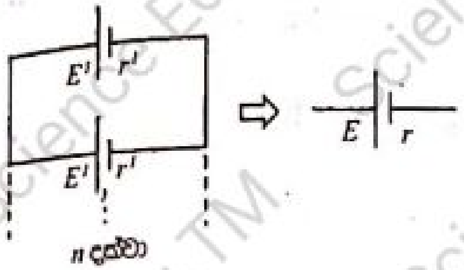


II රූපය

$$E = E_1 - E_2 + E_3 + \ldots$$

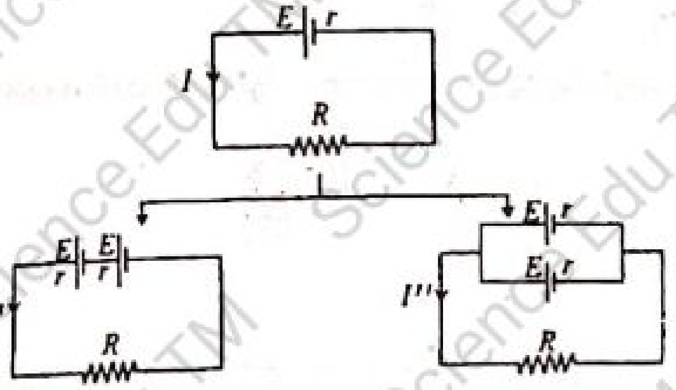
$$r = r_1 + r_2 + r_3 + \ldots$$

සර්වසම සමාන්තරගත කෝෂ පද්ධති :- (Identical cells in parallel)



$$E = E^{1}$$

$$r = r^{1}/n$$



$$I = \frac{E}{R+r} \quad \text{----------} \ (1)$$

$$I^{1} = \frac{2E}{R+2r} \quad \text{----------} \ (2)$$

$$I^{11} = \frac{E}{R+r/2} \quad \text{----------} \ (3)$$

(1) හා (2) සැසඳීමෙන් පෙනී යන්නේ තනි කෝෂයක් වෙනුවට එවැනි කෝෂ කිහිපයක් ශ්‍රේණිගතව යෙදීමෙන් ධාරාවේ සැලකිය යුතු වැඩිවීමක් සිදුවන බවයි. එහෙත් මෙහිදී කෝෂවල ආයු කාලය දීර්ඝ නොවේ.

(1) හා (3) සැසඳීමෙන් පෙනී යන්නේ තනි කෝෂයක් වෙනුවට එවැනි කෝෂ කිහිපයක් සමාන්තරගතව යෙදීමෙන් ධාරාවේ සුළු වැඩි වීමක් සිදු වන බවයි. (කෙසේ වුවද අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය නම් ධාරාව වැඩි නොවේ) එහෙත් මෙහිදී කෝෂවල ආයු කාලය දීර්ඝ වේ.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

ප්‍රභවයක අග්‍ර අතර විභව අන්තරය :-
(Potential difference between terminals of a source)

❶ ධන අග්‍රයෙන් ඉවතට ධාරාව ගලන විට (විසර්ජනය වන විට)

$$V_A - V_B = E - Ir$$

❷ ධන අග්‍රයෙන් ඇතුලට ධාරාව ගලන විට
(ආරෝපණය වන විට / වි.ගා.බ. ට එරෙහිව කාර්ය කරන විට)

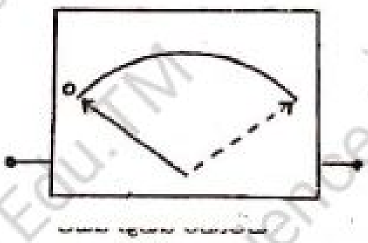
$$V_A - V_B = E + Ir$$

❸ ධාරාවක් නොගලන විට හෝ කෝෂයට අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයක් නොමැති විට

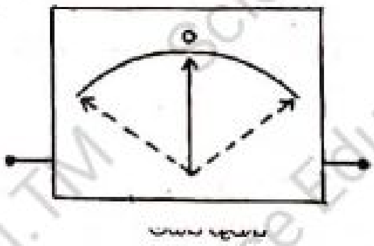
$$V_A - V_B = E$$

ගැල්වනෝමීටර :-
(Galvanometers)

ඇමීටරයකත්, වෝල්ට් මීටරයකත් ඕම් මීටරයකත් මූලික පදනම වන්නේ ගැල්වනෝමීටරයයි.



වර්ගය



වර්ගය

- මධ්‍ය ශූන්‍ය නොවන වර්ගයේදී අග්‍ර සදොස් ලෙස සම්බන්ධ කල විට දර්ශකය උත්ක්‍රමණය නොවේ. මධ්‍ය ශූන්‍ය වර්ගයේදී අග්‍ර මාරුකර සම්බන්ධ කල විටද දර්ශකය ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවට උත්ක්‍රමණය වේ.

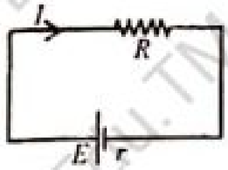
- දර්ශකය පරිමාණයේ කෙලවරට පැමිණි විට, උපකරණය පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය දක්වන්නේ යැයි කියනු ලැබේ. මෙවිට ගැල්වනෝමීටරය තුලින් ගලන ධාරාව ''පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය ලබා දෙන ධාරාව'' (current of full deflection) ලෙස ද ගැල්වනෝමීටරයේ දෙකෙලවර විභව අන්තරය

Scanned with CamScanner

"පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය ලබා දෙන විභව අන්තරය" (voltage of full deflection)ලෙස ද හැඳින්වේ. ධාරාව හෝ වෝල්ටීයතාව ඉහත අගයන් ඉක්මවූ විට දඟරය පිළිස්සී යා හැකිය.

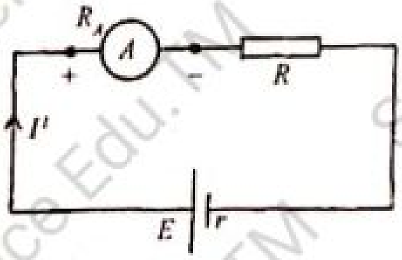
ඇමීටර (A) :- (Ammeters)

ධාරාව මැනීම සඳහා ක්‍රමාංකනය කල ගැල්වනෝමීටරයකි.



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

R ප්‍රතිරෝධය තුළින් ගලා යන I ධාරාව මැනීම සඳහා එම ධාරාවම ඇමීටරය තුලින් ද ගලා යන පරිදි R සමග ශ්‍රේණිගතව ඇමීටරය යෙදිය යුතුය.



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

ඇමීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය වන R_A හි බලපෑම නිසා පරිපථයේ සමක ප්‍රතිරෝධය වැඩිවී මැනිය යුතුව තිබූ ධාරාව අඩුවේ. මෙම අඩුවීම අවම කර ගැනීමට නම් ඇමීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය හැකිතාක් කුඩා විය යුතුය.

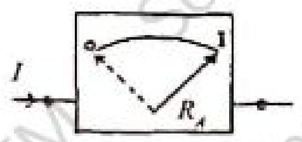
- අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය ශූන්‍ය වන ඇමීටරයක් පරිපූර්ණ ඇමීටරයක් (Ideal ammeter) ලෙස හැඳින්වේ.

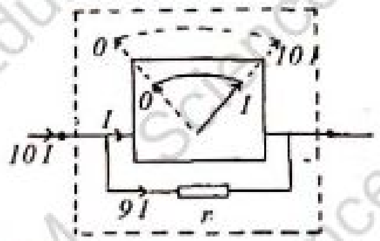
ඇමීටරයක පරිමාණ පරිවර්තනය :-
(Changing the range of an ammeter)

යම් ධාරාවකට පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය පෙන්වන ඇමීටරයක් සමග සමාන්තරගතව කුඩා ප්‍රතිරෝධයක් යෙදීමෙන් එය ඊට වඩා වැඩි ධාරාවක් මැනීම සඳහා සකස් කර ගත හැකිය. මෙවිට ඇමීටරයේ පරිමාණය ද සුදුසු පරිදි වෙනස් කල යුතුය.

Scanned with CamScanner

උදා:- I ධාරාවකට පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය ලබා දෙන ඇමීටරයක් 10 I උපරිම ධාරාවක් මැනීම සඳහා විකරණය කරන ආකාරය සලකන්න.





නව ඇමීටරයට 10 I ඇතුළු වන විට මුල් ඇමීටරය තුලින් I ද ඉතිරි 9 I , r තුලින් ද ගලා යා යුතුය.

R_A හි හා r හි විභව අන්තර සමාන බැවින් ,

$$IR_A = 9I\,r$$

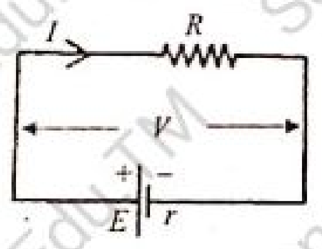
$$r = R_A/9$$

දැන් නව ඇමීටරයට කවර ධාරාවක් ඇතුළු වුව ද මුල් ඇමීටරය තුලින් ගලා යන්නේ ඉන් 1/10 ක් පමණි. එනිසා නව ඇමීටරයේ පාඨාංකය ලබා ගැනීමට මුල් ඇමීටරයේ පාඨාංකය 10 න් ගුණ කල යුතුය.

- ඇමීටර සමඟ සමාන්තරගතව යොදන කුඩා ප්‍රතිරෝධ "උපපථ" (shunts) ලෙස හැඳින්වේ.
- පරිමාණය 10 න් ගුණ කිරීම සඳහා $R_A/9$ ක් ද 20 න් ගුණ කිරීම සඳහා $R_A/19$ ක් ද ... n වලින් ගුණ කිරීම සඳහා $R_A/(n-1)$ ක් ද බැගින් වූ උපපථ යෙදිය යුතුය.
- උපපථ යෙදීම නිසා ඇමීටරවල සංවේදීතාව (sensitivity) අඩුවේ.

වෝල්ට්මීටර (V) :- (Voltmeters)

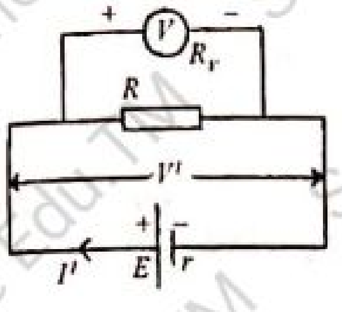
විභව අන්තර මැනීම සඳහා ක්‍රමාංකනය කල ගැල්වනෝ මීටරයකි.



$$V = IR = E - Ir$$

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

R ප්‍රතිරෝධය හරහා ඇති විභව අන්තරය වන V මැනීම සඳහා එම විභව අන්තරය වෝල්ට්මීටරය හරහා ද පවතින පරිදි R සමග සමාන්තරගතව වෝල්ට්මීටරය යෙදිය යුතුය.



$$V' = E - I'r \quad (I' > I)$$

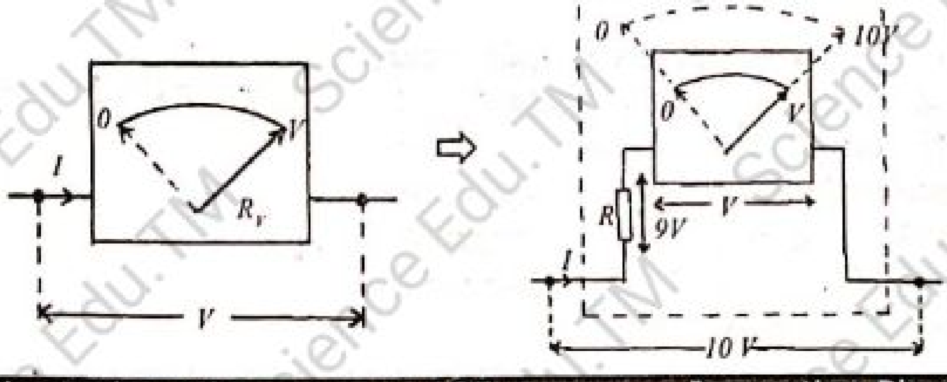
වෝල්ට් මීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය වන R_V හි බලපෑම නිසා පරිපථයේ සමක ප්‍රතිරෝධය අඩු වී ධාරාව වැඩිවේ. මෙවිට මැනිය යුතුව තිබූ විභව අන්තරය V, V' දක්වා අඩු වේ. මෙම අඩුවීම අවම කර ගැනීමට නම් වොල්ට්මීටරයේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය හැකිතාක් වැඩි විය යුතුය.

- අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය අපරිමිත වන වෝල්ට්මීටරයක් පරිපූර්ණ වෝල්ට්මීටරයක් (ideal voltmeter) ලෙස හැඳින්වේ.

වෝල්ට්මීටරයක පරිමාණ පරිවර්තනය :-
(Changing the range of a voltmeter)

යම් විභව අන්තරයකට පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය පෙන්වන වෝල්ට්මීටරයක් සමග ශ්‍රේණිගතව විශාල ප්‍රතිරෝධ යෙදීමෙන් එය ඊට වඩා වැඩි විභව අන්තර මැනීම සඳහා සකස් කර ගත හැකිය. මෙවිට වෝල්ට්මීටරයේ පරිමාණය ද සුදුසු පරිදි වෙනස් කල යුතුය.

උදා :- V විභව අන්තරයකට පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය පෙන්වන වෝල්ට්මීටරයක් 10V උපරිම විභව අන්තරයක් මැනීම සඳහා විකරණය කරන ආකාරය සලකන්න.



Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

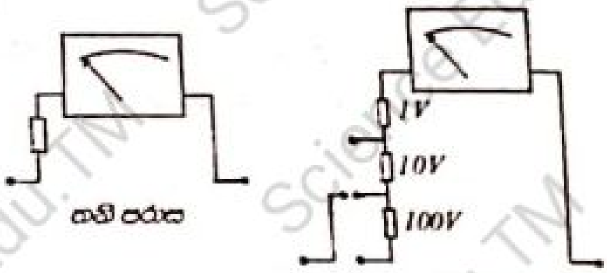
නව වෝල්ට්මීටරයේ අග්‍ර අතර 10V පවතින විට මුල් වෝල්ට්මීටරයේ අග්‍ර අතර V ද ඉතිරි 9V , R හරහා ද පැවතිය යුතුය.

R_v හි හා R හි ධාරා සමාන බැවින් ,

$$\frac{V}{R_v} = \frac{9V}{R} \Rightarrow R = 9R_v$$

දැන් නව වෝල්ට්මීටරයේ අග්‍ර අතර කවර විභව අන්තරයක් පැවතිය ද මුල් වෝල්ට්මීටරය හරහා පවතින්නේ ඉන් 1/10 ක් පමණි. එනිසා නව වෝල්ට්මීටරයේ පාඨාංකය ලබා ගැනීමට මුල් වෝල්ට්මීටරයේ පාඨාංකය 10 න් ගුණ කල යුතුය.

- වෝල්ට්මීටර සමඟ ශ්‍රේණිගතව යොදන විශාල ප්‍රතිරෝධ "<u>ගුණක</u>" (multipliers) ලෙස හැඳින්වේ.
- පරිමාණය 10 න් ගුණ කිරීම සඳහා 9Rv ද 20 න් ගුණ කිරීම සඳහා 19 Rv ද ... n වලින් ගුණ කිරීම සඳහා (n – 1) Rv ද බැගින් වූ ගුණක යෙදිය යුතු ය.
- එක් ගුණකයක් පමණක් ඇති වෝල්ට්මීටර තනි පරාස වෝල්ට්මීටර ලෙසද ගුණක කිහිපයක් ඇති වෝල්ට්මීටර බහු පරාස වෝල්ට්මීටර ලෙස ද හැඳින්වේ.



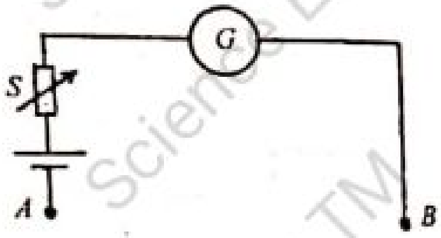
තනි පරාස

බහු පරාස

ඕම් මීටර :-
(Ohmmeter)

ප්‍රතිරෝධය මැනීම සඳහා සකස් කල ගැල්වනෝමීටරයකි. ඕම් මීටරයක ක්‍රියාකාරිත්වය පහත උදාහරණ තුලින් වටහා ගනිමු.

පූර්ණ පරිමාණ උත්ක්‍රමණය ලබා දෙන ධාරාව 1A ක් හා අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය 1 Ω වූ ගැල්වනෝමීටරයක් S විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධයක් හා කෝෂයක් සමඟ ශ්‍රේණිගතව සම්බන්ධ කර ඇති ආකාරය රූපයේ දැක්වේ. කෝෂයේ වි.ගා.බ 3V හා අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය 1 Ω වේ.



Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

A, B අග්‍රලුහුවත් කල විට [කෙටි මහත සන්නායක කම්බියකින් ($R \approx 0$) සම්බන්ධ කල විට] පරිපථයේ ධාරාව I නම්,

$$I = \frac{E}{R + r} \text{ මගින්, } \qquad I = \frac{3}{1 + 1 + S} = \frac{3}{2 + S}$$

දැන් $I = 1\,A$ වන තෙක් S සීරු මාරු කරමු.

$$1 = \frac{3}{2 + S} \quad \Rightarrow \quad S = 1\,\Omega$$

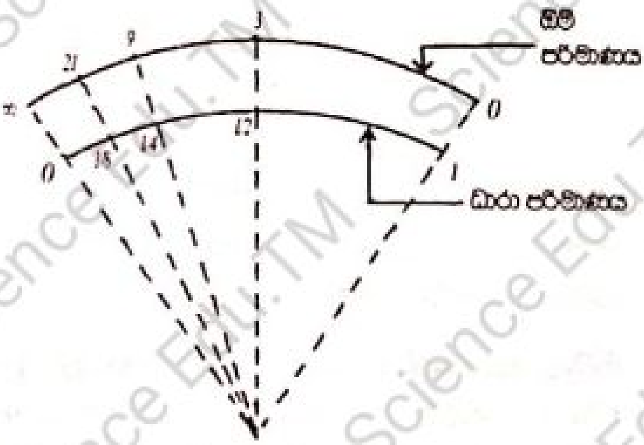
මින් පසු S වෙනස් නොකල යුතුය.

දැන් A, B අග්‍ර ලුහුවත් කල කම්බිය ඉවත් කොට A, B අතරට R ප්‍රතිරෝධයක් යෙදූ විට.

$$I = \frac{3}{1 + 1 + 1 + R} = \frac{3}{3 + R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{3}{I} - 3$$

මෙමගින් විවිධ I අගයන්ට අනුරූප R අගයන් සොයමු.

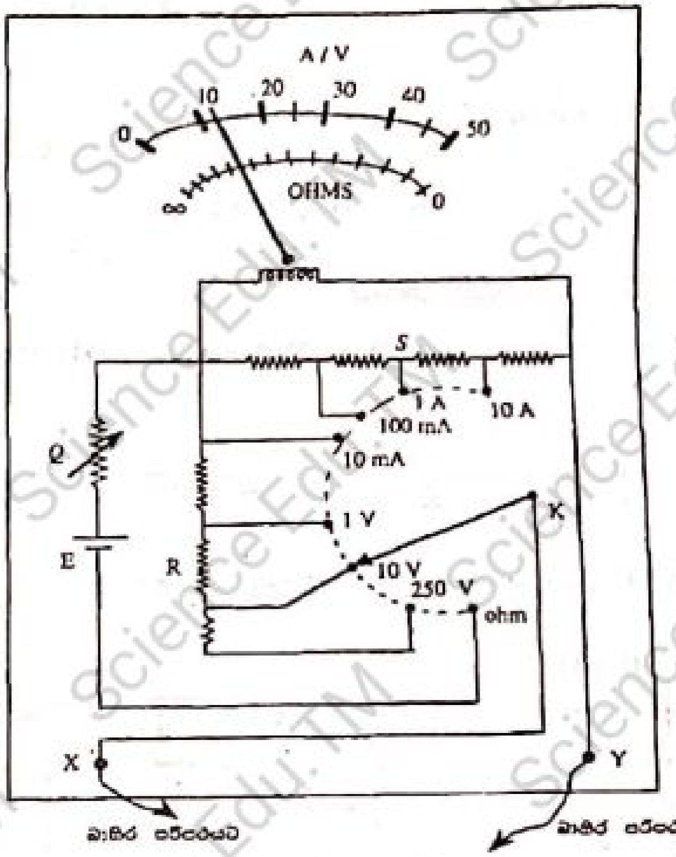
I (A)	R(Ω)
1	0
1/2	3
1/4	9
1/8	21
.	.
.	.
.	.
0	∞



- ඕම් පරිමාණය රේඛීය එකක් නොවන අතර එය කියැවිය යුත්තේ දකුණේ සිට වමටය.

බහු මීටරය :-
(Multimeter/ AVO meter)

ධාරාව, වෝල්ටීයතාව හා ප්‍රතිරෝධය යන රාශි තුනම මැනිය හැකි උපකරණයයි.



❶ පළමුව මනිනු ලබන ධාරා (හෝ වෝල්ටීයතා) වර්ගය (සරල -DC / ප්‍රත්‍යාවර්ත-AC) තෝරා ගන්න.

❷ මනිනු ලබන්නේ ධාරාවක් ද නැතහොත් වෝල්ටීයතාවක් ද යන්න මත හා එහි දළ උපරිම අගය කවරක්ද යන්න මත උපරිම සංවේදීතාවයකින් පාඨාංක කියවිය හැකි පරාසය k යතුර භාවිතයෙන් තෝරා ගන්න.

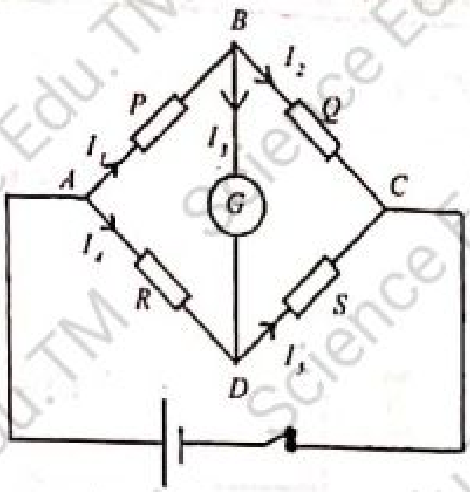
❸ පරිමාණයෙන් පාඨාංක කියවීමේ දී තෝරාගත් පරාසය පිළිබඳ නිතරම සැලකිලිමත් වන්න.

❹ ප්‍රතිරෝධ මැනීමේ දී පළමුව k යතුර "Ohm" ලෙස සලකුණු කල පිහිටුමට ගෙන ගොස් x , y අග්‍ර ලුහුවත් කර Ohm පරිමාණයේ ශූන්‍ය පෙන්වන තෙක් Q විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධය සීරුමාරු කරන්න. ඉන්පසු x,y අග්‍ර අතරට මැනිය යුතු ප්‍රතිරෝධය යොදා Ohm පරිමාණයෙන් එහි අගය කියවා ගන්න.

Scanned with CamScanner

විට්ස්ටන් සේතු මූල ධර්මය :-
(Principle of Wheatstone bridge)

රූපයේ දැක්වෙන්නේ විට්ස්ටන් සේතු පරිපථයකි. ගැල්වනෝමීටරය හරහා ධාරාවක් නොගලන අවස්ථාව, සේතුවේ සංතුලන අවස්ථාව (balance state) ලෙස හැඳින්වේ.



මෙවිට, $V_B = V_D$ බැවින්,

$V_{AB} = V_{AD}$ සහ $V_{BC} = V_{DC}$ වේ.

$\therefore I_1 P = I_4 R$ සහ $I_2 Q = I_5 S$

ඉහත සමීකරණ එකිනෙක බෙදීමෙන් $\dfrac{I_1 P}{I_2 Q} = \dfrac{I_4 R}{I_5 S}$

එහෙත් සංතුලන අවස්ථාවේ දී $I_3 = 0$ බැවින් $I_1 = I_2$ හා $I_4 = I_5$ වේ.

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

- $\dfrac{P}{Q} = \dfrac{R}{S} \Rightarrow V_B = V_D$

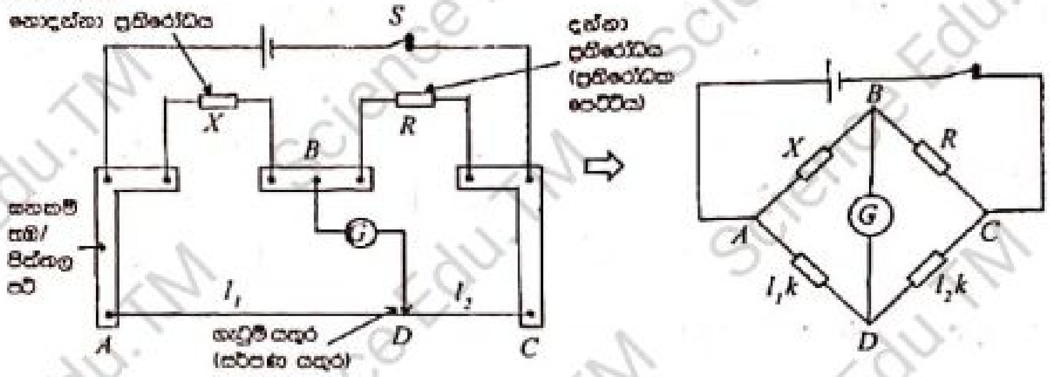
  $\dfrac{P}{Q} > \dfrac{R}{S} \Rightarrow V_B < V_D$

  $\dfrac{P}{Q} < \dfrac{R}{S} \Rightarrow V_B > V_D$

- සංතුලන අවස්ථාවේදී ගැල්වනෝමීටරය හා කෝෂය අතුරු මාරු (intrerchange) කලද ප්‍රතිඵල වල වෙනසක් සිදුනොවේ.

මීටර සේතුව (සර්පණ කම්බි සේතුව) :- (Meter bridge / Slide wire bridge)

වීට්ස්ටන් සේතු මූලධර්මය පදනම් කරගත් ප්‍රතිරෝධය මැනීම සඳහා සකස් කල උපකරණයකි.



ගැටුම් යතුර AC කම්බිය මත තැන තැන තබා සංතුලන අවස්ථාව උදාකර ගනු ලැබේ. සංතුලන අවස්ථාවේදී

$$\frac{X}{R} = \frac{l_1 k}{l_2 k} \Rightarrow X = \frac{l_1}{l_2} \times R \text{ -------- } (1)$$

❶ ඉහත (1) සමීකරණය ලබාගැනීම සඳහා k අගය කැපී යා යුතුය. මේ සඳහා කම්බියේ දිග ඔස්සේ සෑම ස්ථානයකම ඒකක දිගක ප්‍රතිරෝධය එකම විය යුතුය.

$$R = \frac{\rho l}{A} \Rightarrow = \frac{R}{l} = \frac{\rho}{A} \Rightarrow k = \frac{\rho}{A}$$

කම්බියේ දිග ඔස්සේ ρ වෙනස් නොවන අතර වෙනස් විය හැක්කේ A ය. එබැවින් AC කම්බිය ඒකාකාර හරස්කඩක් ඇති එකක් විය යුතුය.

❷ ගැල්වනෝමීටරය මගින් ධාරාවේ අගය ලබා නොගන්නා බැවින් එහි නිරවද්‍යතාවය පරීක්ෂණයට බලනොපායි. එහෙත් එය ඉතා සංවේදී එකක් විය යුතුය. තවද එය මධ්‍යශූන්‍ය එකක් වීම පහසුවකි.

❸ පළමුව සංතුලන ලක්ෂයක් තිබේදැයි පරීක්ෂා කල යුතුය. මේ සඳහා ගැටුම් යතුර පළමුව A කෙලවරේ ද දෙවනුව C කෙලවරේ ද තබා ගැල්වනෝමීටරයෙහි උත්ක්‍රමණ දිශාව පරීක්ෂා කල යුතුය. අවස්ථා දෙකේදී උත්ක්‍රමණ ප්‍රතිවිරුද්ධ අතට වේ නම් සංතුලන ලක්ෂයක් පවතී. නොඑසේනම් පරිපථ සැකසුමේ දෝෂ (විසන්ධි වීම් හෝ නියමිත ආකෘතියට අනුව පරිපථය අටවා නොතිබීම වැනි) පවතී.

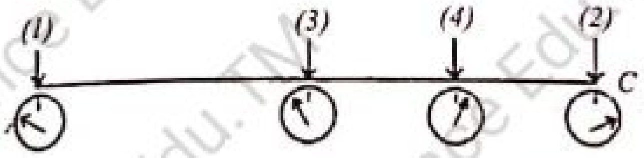
❹ සංතුලන ලක්ෂය සෙවීමේ දී ගැටුම් යතුර කම්බිය දිගේ සර්පණය කිරීම හෝ ඒ මත තදින් තෙරපීම නොකල යුතුය. එහි ඒකාකාර හරස්කඩට හානි සිදු වන බැවිනි.

Scanned with CamScanner

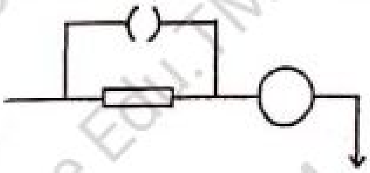
5. ගැටුම් යතුර කම්බිය ස්පර්ශ කරන සුළු කාලය තුල පමණක් S ස්විච්චය වසා තැබිය හැකි වන සේ S සඳහා ටකන යතුරක් යෙදීම උචිතය.

6. සංතුලන ලක්ෂ්‍යයක් ලැබේයැයි දැනගත් පසු ගැටුම් යතුර කම්බියේ හරිමැද තබා ගැල්වනෝ මීටරයේ උත්ක්‍රමණ දිශාව පරීක්ෂා කරන්න. එමගින් සංතුලන ලක්ෂය කම්බියේ කුමන අර්ධයේ පවතීදැයි හඳුනාගත හැකිය. ඉන්පසු එම අර්ධයේ හරි මැද ගැටුම් යතුර තබන්න. මෙම ක්‍රමයෙන් පහසුවෙන් සංතුලන ලක්ෂය කරා ලඟාවිය හැකිය.

අනුපිළිවෙල 1 , 2 , 3 , 4, ...



7. ගැල්වනෝමීටරය සංවේදී එකක් බැවින් සංතුලන ලක්ෂ්‍යයට ආසන්න වන තෙක් එය අධික ධාරා වලින් ආරක්ෂා කර ගැනීම සඳහා ගැල්වනෝමීටරය සමඟ ශ්‍රේණිගතව විශාල ප්‍රතිරෝධයක් යොදනු ලැබේ.



සංතුලන ලක්ෂ්‍යයට ආසන්න වන තෙක් P ජේනුව විවෘතව තබා සංතුලන ලක්ෂය සමීපයේ දී ගැල්වනෝමීටරය නැවත පූර්ණ සංවේදී තාවයට පත් කිරීම සඳහා ජේනුව වසා R^1 ලුහුවත් කල යුතුය.

8. සංතුලන ලක්ෂය කම්බිය මැදට ආසන්නව (සෙ.මී 30 - 70 අතර) ලැබීම උචිතය. එවිට

a) l_1 හා l_2 දිග ප්‍රමාණ මැනීමේ දී සිදුවන දෝෂ වල බලපෑම හා
b) ආන්ත දෝෂ වල බලපෑම අවම වන බැවිනි.

සංතුලන ලක්ෂය කම්බියේ මැදට ආසන්නව ලබා ගැනීම සඳහා පළමුව ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටියේ අහිමත අගයකට දළ සංතුලන ලක්ෂයක් සොයා එමගින් දළ වශයෙන් x නිර්ණය කරන්න. දැන් ප්‍රතිරෝධපෙට්ටියේ අගය, x හි මෙම අගයට සමාන වන ලෙස යෙදූ විට සංතුලන ලක්ෂය කම්බියේ මැදට ආසන්නව ලැබේ.

Scanned with CamScanner

9. x හා R හි එක් පිහිටුමකට සංතුලන ලක්ෂ්‍යය සොයා ගත් පසු x හා R අතුරු මාරු කොට නැවත සංතුලන ලක්ෂ්‍යයක් සොයා එමගින් x සඳහා මධ්‍යන්‍ය අගයක් ලබා ගැනීම වඩා උචිතය. AC කම්බිය ඒකාකාර නොවීමෙන් ඇති වන දෝෂ මෙමගින් මග හරවා ගත හැකි බැවිනි.

10. 1 සමීකරණය ලබා ගැනීමේ දී ඝනකම් තඹ/ පිත්තල පටි වල ප්‍රතිරෝධ හා ආන්ත ප්‍රතිරෝධ නොසලකා හරින ලදී. මෙම නොසලකා හැරීම සාධාරණ වන්නේ x හි අගය සාපේක්ෂව විශාල විටය. එබැවින් කුඩා ප්‍රතිරෝධ මැනීමට (1 Ω ට අඩු) මීටර සේතුව යෝග්‍ය නොවේ.

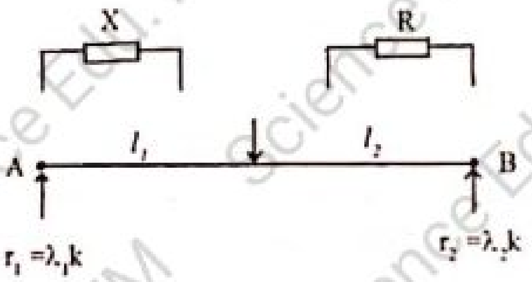
මීටර සේතුවේ ආන්ත දෝෂ :- (End errors of meter bridge)

මීටර සේතු කම්බිය A හා C දෙකෙලවරදී ඝනකම් තඹ / පිත්තල පටි වලට සවි කරන විට (පෑස්සීමෙන් හෝ ඇණ මගින් සවි කිරීමෙන්) හරස් කඩ වෙනස් වීම, ලෝහ වර්ග මිශ්‍ර වීම ආදී හේතු මගින් A හා C දෙකෙලවර හට ගන්නා නව ප්‍රතිරෝධ ආන්ත ප්‍රතිරෝධ ලෙස හැඳින්වේ. නිවැරදි ගණනය කිරීමක දී මෙම ප්‍රතිරෝධ සැලකිල්ලට ගත යුතුය. ඒවා නොසැලකීමෙන් සිදු වන දෝෂය ආන්ත දෝෂයයි.

ආන්ත ශෝධන ඉදිරිපත් කරනු ලබන්නේ A C කම්බියේම දිග ප්‍රමාණ ලෙසය.

r_1, r_2 – ආන්ත ප්‍රතිරෝධ

λ_1, λ_2 – ආන්ත ශෝධන



$$\frac{X}{R} = \frac{l_1 k + r_1}{l_2 k + r_2} = \frac{l_1 k + \lambda_1 k}{l_2 k + \lambda_2 k} = \frac{l_1 + \lambda_1}{l_2 + \lambda_2}$$

$$X = \left(\frac{l_1 + \lambda_1}{l_2 + \lambda_2} \right) R$$

Scanned with CamScanner

අන්ත දෝෂ සෙවීමේදී අගයන් දන්නා R_1 හා R_2 ප්‍රතිරෝධ දෙකක්, යොදා මීටර සේතුව සංතුලනය කොට ඉන්පසු R_1 හා R_2 අතුරු මාරු කර නැවත සේතුව සංතුලනය කරනු ලැබේ.

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 + \lambda_1}{l_2 + \lambda_2} \quad \text{----- (1)} \qquad\qquad \frac{R_2}{R_1} = \frac{l'_1 + \lambda_1}{l'_2 + \lambda_2} \quad \text{----- (2)}$$

R_1, R_2, l_1, l_2, l_1^1, l_2^1 දන්නා බැවින් ඉහත සමීකරණ විසඳා λ_1 හා λ_2 සෙවිය හැකිය.

මීටර සේතුවේ භාවිත :- (Uses of meter bridge)

① ප්‍රතිරෝධ දෙකක් සැසඳීම

සැසඳිය යුතු ප්‍රතිරෝධ දෙක මීටර සේතුවේ අනුපාත බාහුවලට යොදා සංතුලන දිග ප්‍රමාණ සොයා ගත් විට පහත සමීකරණය මගින් R_1 හා R_2 සැසඳිය හැකිය.

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

② ප්‍රස්ථාරික ක්‍රමයකින් නොදන්නා ප්‍රතිරෝධයක් සෙවීම

$$\frac{X}{R} = \frac{l}{l^1} \quad \text{නමුත්,} \quad l^1 = 1 - l$$

$$\frac{X}{R} = \frac{l}{1-l} \;\Rightarrow\; \frac{R}{X} = \frac{1-l}{l}$$

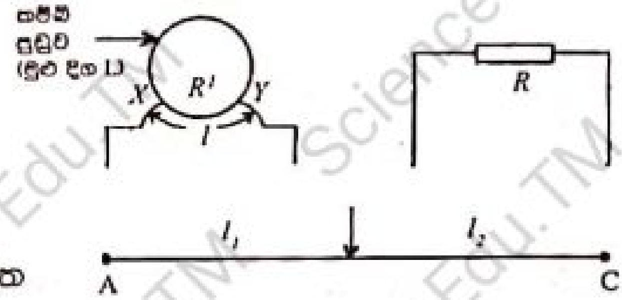
$$\left(\frac{1}{l}\right) = \left(\frac{1}{x}\right) R + 1$$

$$y = m\,x + C$$

Scanned with CamScanner

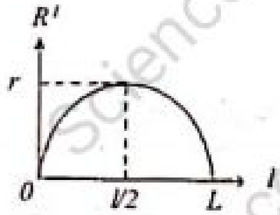
R හි අගය වෙනස් කරමින් අනුරූප l අගයන් සොයා R එදිරියෙන් $1/l$ ප්‍රස්ථාරය අඳින්න. ප්‍රස්ථාරයේ අනුක්‍රමණය මගින් නොදන්නා ප්‍රතිරෝධයේ අගය (x) සොයා ගන්න.

❸ ඒකාකාර කම්බි පුඩුවක ප්‍රතිරෝධකතාව සෙවීම.



$R^1 / R = l_1 / l_2$ මගින් කම්බි පුඩුවේ x y ලක්ෂ්‍ය අතර සමක ප්‍රතිරෝධය වන R^1 සොයා ගන්න. l හි අගය වෙනස් කරමින් අනුරූප R^1 අගයන් සොයා ඒවා අතර පහත ප්‍රස්ථාරය අඳින්න.

R^1 හි අගය උපරිම වන්නේ හරි මැද හරහා ප්‍රතිරෝධය මනින විටය.



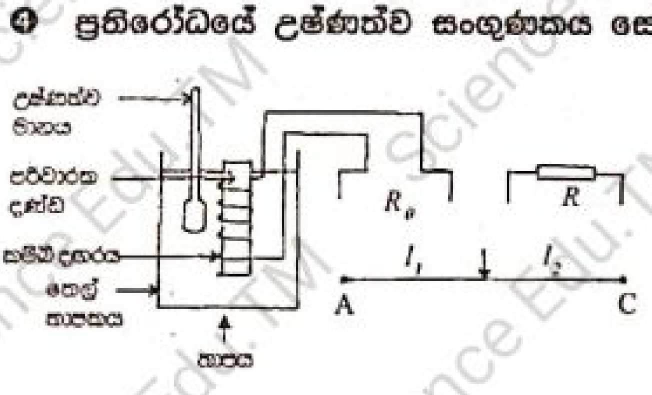
පුඩුවේ මුළු ප්‍රතිරෝධය = 4r = 4 × ප්‍රස්ථාරයේ උපරිම අගය

කම්බියේ ස්ථාන කිහිපයක විෂ්කම්භ මැන එමගින් එහි හරස්කඩ වර්ගඵලය (A) සොයාගත් විට,

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

සමීකරණය මගින් කම්බි පුඩුවේ ප්‍රතිරෝධකතාව (ρ) සොයාගත හැකිය.

❹ ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය සෙවීම



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

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

$$y = m\,x + C$$

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

කම්බි දඟරය විවිධ θ උෂ්ණත්වයන්හි පවත්වා ඒ ඒ උෂ්ණත්වයට අනුරූප ප්‍රතිරෝධ අගයන්

$$\frac{R_\theta}{R} = \frac{l_1}{l_2}$$ මගින් සොයා ගන්න. R_θ හා θ අතර ඇඳි ප්‍රස්තාරයේ අනුක්‍රමණය අන්තඃඛණ්ඩයෙන් බෙදීමෙන් කම්බි දඟරයේ ප්‍රතිරෝධයේ උෂ්ණත්ව සංගුණකය වන α සොයා ගත හැකිය.

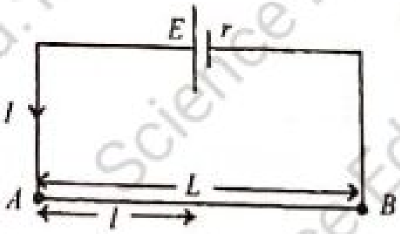
ඕම් මීටරය හා මීටර සේතුව සැසඳීම :-

(Comparison of ohmmeter and meter bridge)

	වාසි	අවාසි
ඕම් මීටරය	▪ උපකරණය සරලය. භාවිතය පහසුය. ▪ පාඨාංක කෙලින්ම කියවා ගත හැකිය.	▪ පාඨාංකවල නිරවද්‍යතාව අඩුය.
මීටර සේතුව	▪ ප්‍රතිරෝධ සඳහා වඩා නිවැරදි අගයක් ලබාගත හැකිය.	▪ උපකරණ තරමක් සංකීර්ණය ▪ පාඨාංක ගණනය කල යුතුය. ▪ කුඩා ප්‍රතිරෝධ මැනීමට යෝග්‍ය නොවේ.

විභව මානය :-

(Potentiometer)



රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයේ පරිපථයක් විභව මාන පරිපථයක් ලෙස හැඳින්වේ. AB විභව මාන කම්බියේ මුළු දිග L හා මුළු ප්‍රතිරෝධය R නම්,

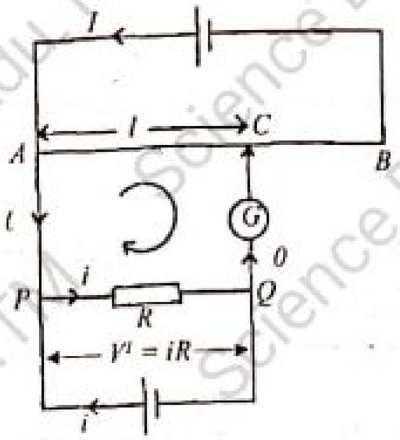
L දිග හරහා ඇති මුළු විභව අන්තරය $= IR$

$\therefore$ l දිගක් හරහා ඇති විභව අන්තරය (V) $= \frac{IR}{L} \times l$

මෙහි $\frac{IR}{L} = k$ යනු විභව මාන කම්බියේ ඒකක දිගක විභව අන්තරය හෙවත් විභව අනුක්‍රමණයයි. $V = k\,l$

Scanned with CamScanner

විභව මානය මගින් විභව අන්තරයක් මැනීම :-
(Measuring a potential difference by using potentiometer)



බාහිර පරිපථයේ PQ ලක්ෂ්‍ය අතර විභව අන්තරය වන V' මැනීමේ දී රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට පරිපථය අටවා ගැටුම් යතුර AB කම්බියේ තැන තැන තැබීමෙන් ගැල්වනෝමීටරය තුලින් ධාරාවක් නොගලන අවස්ථාව (සංතුලන අවස්ථාව) උදා කර ගනු ලැබේ. මීට අනුරූප l දිග "සංතුලන දිග" (balance length) ලෙස හැඳින්වේ.

සංතුලන අවස්ථාවේදී විභව මාන පරිපථය හා බාහිර පරිපථය අතර ධාරා හුවමාරුවක් නොමැත.

$\Sigma i r = \Sigma E \quad \xrightarrow{ACOPA} \quad V - V' = 0 \qquad V' = V$ නමුත්, $\quad V = kl$

$$\therefore V' = kl$$

මින් පෙනී යන්නේ මැනිය යුතු විභව අන්තරය සංතුලන දිගෙහි ඇති විභව අන්තරයට සමාන බවයි.

❶ AB විභවමාන කම්බිය 6m ක් පමණ දිගැති (අක් -වක් හැඩයට නමන ලද) ඒකාකාර ප්‍රතිරෝධයක් ඇති එකක් විය යුතුය.

❷ $V' = kl$ මගින් V' නිවැරදිව සෙවීම සඳහා

i) කම්බියේ දිග ඔස්සේ හා

ii) කාලය සමඟ

k නියතව පැවතීම අවශ්‍ය වේ.

i) $k = \dfrac{IR}{L} = \dfrac{I\rho}{A}$

කම්බියේ දිග ඔස්සේ I හෝ ρ වෙනස නොවේ. වෙනස් විය හැක්කේ A ය. මෙනිසා විභව මාන කම්බිය නියත හරස්කඩක් සහිත එකක් වීම අත්‍යාවශ්‍ය වේ.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

ii) $k = \frac{IR}{L} = \frac{I\rho}{A}$

කාලය සමඟ ρ හෝ A වෙනස් නොවේ. කාලය සමඟ වෙනස් විය හැක්කේ I ය.

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

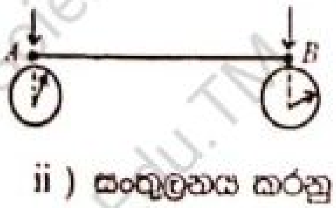
කාලය සමඟ I නියත වීමට නියත විද්‍යුත් ගාමක බලයක් වැඩි කාලයක් තුළ සැපයිය හැකි අඩු අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධයකින් යුතු ඇකියුම්ලේටරයක් (E = 2 V පමණ) විභවමාන පරිපථයට යෙදිය යුතුය. එය අලුතින් ආරෝපණය කල එකක් හෝ බොහෝ දුරට බැස වූ එකක් නොවිය යුත්තේ එම තත්ව දෙක යටතේම එහි විද්‍යුත් ගාමක බලය කාලය සමඟ වෙනස් විය හැකි බැවිනි.

3. විභව මාන පරිපථයට ස්විච්චයක් අත්‍යවශ්‍ය නොවේ. ස්විච්චයක් භාවිත කරන්නේ නම් එය ටැප් යතුරක් නොව ප්ලග් යතුරක් විම අවශ්‍යය. ටැප් යතුරක් භාවිත කලහොත් විභවමාන කම්බිය අනවරත අවස්ථාවට (I නියත තත්වයට) පත් නොවේ.

4. විභව මාන කම්බිය සහකම් එකක් නොවිය යුත්තේ එවිට එහි ප්‍රතිරෝධය අඩු බැවින් වැඩි ධාරාවක් ඇදීගොස් ඇකියුම්ලේටරය ඉක්මනින් විසර්ජනය වන බැවිනි.

5. පළමුව සංතුලන ලක්ෂයක් ලැබේදැයි පරීක්ෂා කල යුතුය. පරිපථ විසන්ධි වීමකට අමතරව සංතුලන ලක්ෂයක් නොලැබීමට බලපෑ හැකි ප්‍රධාන කරුණු දෙකකි.

i) විභව මාන පරිපථයේ හා බාහිර පරිපථයේ ඇති කෝෂවල සමාන අග්‍ර විභව මාන කම්බියේ එකම ලක්ෂයකට සම්බන්ධ වී නොපැවතීම.



A කෙලවරට වඩා B කෙලවරේදී උත්ක්‍රමණය විශාල වීමෙන් හා සංතුලන ලක්ෂයක් නොලැබීමෙන් මෙම දෝෂය හඳුනා ගත හැකිය.

ii) සංතුලනය කරනු ලබන විභව අන්තරය විභවමාන කම්බියේ මුළු විභව අන්තරයටත් වඩා වැඩිවීම.

A කෙලවරට වඩා B කෙලවරේදී උත්ක්‍රමණය කුඩා වීමෙන් හා සංතුලන ලක්ෂයක් නොලැබීමෙන් මෙම දෝෂය හඳුනාගත හැකිය.

6. සංතුලන දිග හැකිතාක් විශාල වීම සඳහා සංතුලන ලක්ෂ්‍ය කම්බියේ දකුණු කෙලවරට ආසන්නව ලැබීම උචිතය. එවිට,

   i) සංතුලන දිග මැනීමේ දී සිදුවන දෝෂවල බලපෑම හා

   ii) A කෙලවරේ ආන්ත දෝෂයේ බලපෑම අවම වන බැවිනි.

$V = kl$ අනුව පෙනී යන්නේ දෙන ලද විභව අන්තරයක් සඳහා l වැඩිවීමට k අඩුවිය යුතු බවයි.

$$k = \frac{IR}{L} = \frac{I\rho}{A}$$

k අඩු කිරීම සඳහා උචිතම ක්‍රමය වන්නේ, I අඩු කිරීමයි.

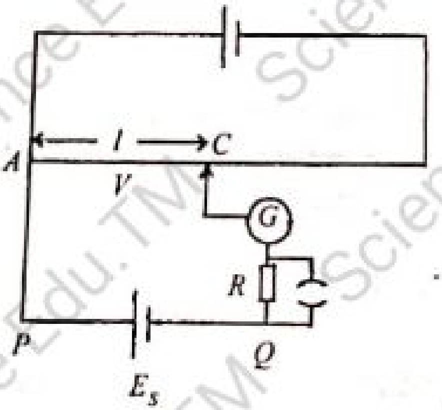
$$I = \frac{E}{R + r}$$

I අඩු කිරීම සඳහා විභව මාන පරිපථයේ ප්‍රතිරෝධය වැඩි කල යුතුය. මේ සඳහා විභව මාන කම්බිය සමග ශ්‍රේණිගතව විශාල ප්‍රතිරෝධ යොදනු ලැබේ.

7. ගැල්වනෝමීටරයේ ස්වභාවය, එහි ආරක්ෂාව, සංතුලන ලක්ෂ්‍ය කරා ලඟා වීම ආදී කරුණු මීටර සේතුවේදී සාකච්ඡා කල පරිදිම වේ.

විභව මානය ක්‍රමාංකනය කිරීම :-
(Calibration of potentiometer)

මින් අදහස් කෙරෙනුයේ විභව මාන කම්බියේ විභව අනුක්‍රමණය (k) සොයා ගැනීමයි. මේ සඳහා සම්මත කෝෂයක (වෙස්ටන්/ඩැනියල්) වි.ගා.බ. (E_s) විභව මානය මගින් සංතුලනය කරනු ලැබේ.



$$\underset{ACQPA}{\longrightarrow} \quad \Sigma i r = \Sigma E$$

$$V = E_S \Rightarrow kl = E_S$$

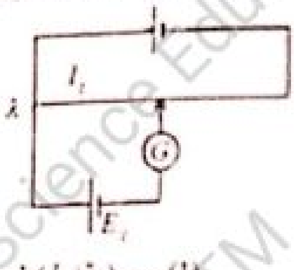
$$\therefore k = \frac{E_S}{l}$$

E_S දන්නා බැවින් k සෙවිය හැක.

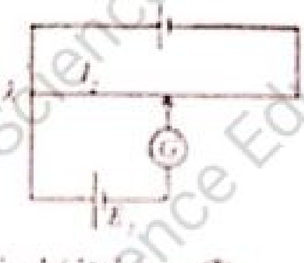
- මෙහි දී R මගින් මෙහෙයන් දෙකක් ඉටුවේ.
  i) අධික ධාරාවලින් ගැල්වනෝමීටරය ආරක්ෂා කර ගැනීම.
  ii) අධික ධාරාවලින් සම්මත කෝෂය ආරක්ෂා කර ගැනීම (සංතුලන ලක්ෂ්‍ය සොයා ගන්නා තෙක් E_s තුලින් විශාල ධාරා ගලා ගියහොත් E_s වෙනස් විය හැකිය)

විභවමාන කම්බියේ ආන්ත දෝෂය සෙවීම :-
(Finding the end error of a potentiometer)

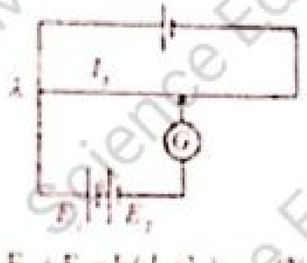
විභවමාන කම්බියේ ආන්ත දෝෂය හට ගන්නේ ද මීටර සේතුවේ පරිදිමය. එයද ඉදිරිපත් කරනු ලබන්නේ AB කම්බියේම දිගක් ලෙසය. තව ද ගණනයට බලපාන්නේ A කෙලවරෙහි දෝෂය පමණි.



$E_1 = k(l_1 + \lambda)$ ----- (1)



$E_2 = k(l_2 + \lambda)$ ----- (2)



$E_1 + E_2 = k(l_3 + \lambda)$ ----- (3)

(1) + (2) = (3).

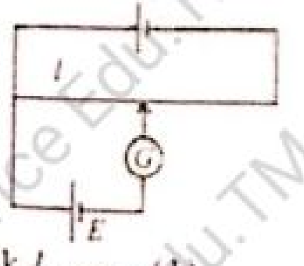
$$k(l_1 + \lambda) + k(l_2 + \lambda) = k(l_3 + \lambda)$$

$$\lambda = l_3 - l_1 - l_2$$

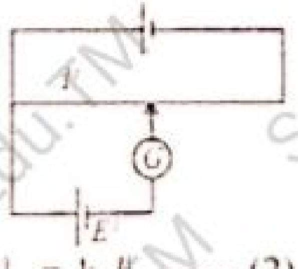
l_1, l_2 හා l_3 දන්නා බැවින් ඉහත සමීකරණයෙන් λ සෙවිය හැකිය.

විභවමානයේ භාවිත :-
(Uses of potentiometer)

0 කෝෂයක වි.ගා.බ මැනීම හා කෝෂ දෙකක වි.ගා.බ සැසඳීම



$E = k\,l$ ----- (1)

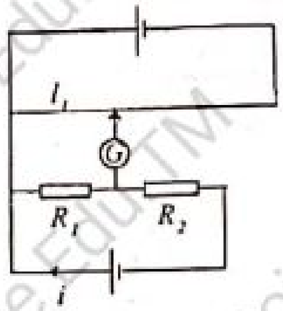


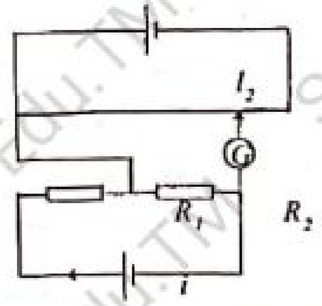
$E^1 = k\,l^1$ ----- (2)

$$\frac{(1)}{(2)} \quad \frac{E}{E^1} = \frac{l}{l^1} \quad \text{-----} (3)$$

k හා l දන්නා විට (1) මගින් වි.ගා.බ සෙවිය හැකිය. l හා l^1 දන්නා විට (3) මගින් කෝෂ දෙකක වි.ගා.බ සැසඳිය හැකිය.

❷ ප්‍රතිරෝධ දෙකක් සැසඳීම.





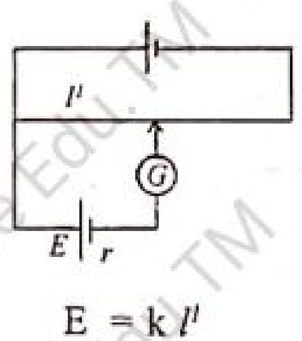
$$i R_1 = k\, l_1 \quad \text{-----} (1) \qquad\qquad i R_2 = k\, l_2 \quad \text{-----} (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2} \quad \text{-----} (3)$$

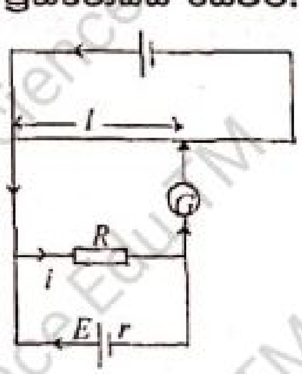
l_1 හා l_2 දන්නා විට R_1 හා R_2 සැසඳීම ද එක් ප්‍රතිරෝධයක අගය දන්නා විට අනෙක සෙවීම ද කල හැකිය.

- මීටර සේතුව මෙන් නොව විභවමානය භාවිතයෙන් කුඩා ප්‍රතිරෝධ මැනීම හෝ සැසඳීම කල හැකිය. මීට හේතුව මිනිනු ලබන ප්‍රතිරෝධ විභවමානයට සම්බන්ධ කෙරෙන කම්බි හරහා සංතුලන අවස්ථාවේදී ධාරාවක් නොගැලීමයි.

❸ කෝෂයක අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය සෙවීම.



$$E = k\, l^1$$



$$i R = k\, l$$

$$\frac{E}{R + r} R = k\, l$$

$$\frac{k\, l^1}{R + r} R = k\, l$$

$$r = R \left(\frac{l^1 - l}{l} \right) \quad \text{----} (1)$$

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

R , l' හා l දන්නා විට (1) මගින් r සෙවිය හැකි ය.

■ (1) න්, $r = R\left(\frac{l'}{l} - 1\right)$

$$\frac{r}{R} = \frac{l'}{l} - 1$$

$$\frac{1}{l} = \left(\frac{r}{l'}\right)\frac{1}{R} + \frac{1}{l'}$$

$$y = m\,x + C$$

R වෙනුවට ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටියක් යොදා R හි විවිධ අගයන්ට අනුරූප සංතුලන දිග (l) මැන 1/R හා 1/l අතර ප්‍රස්ථාරයක් ඇඳ එහි අන්තඃඛණ්ඩය හා අනුක්‍රමණය සොයා ගනු ලැබේ.

$$r = \frac{\text{අනුක්‍රමණය}}{\text{අන්තඃඛණ්ඩය}}$$

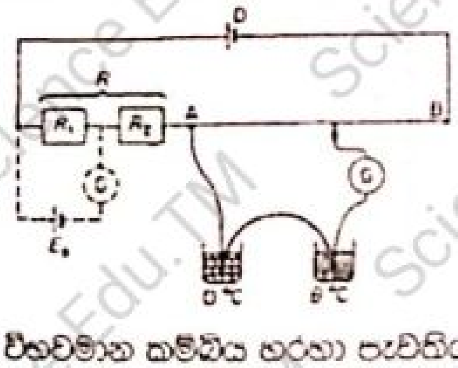
● කුඩා විභව අන්තර මැනීම.

$V = k\,l$ අනුව පෙනී යන්නේ V බොහෝ සෙයින් කුඩා නම් සංතුලන දිග වැඩි කර ගැනීම සඳහා k අඩු කළ යුතු බවයි.

$k = \frac{IR}{L}$ k අඩු කළ හැකි වඩාත්ම පහසු ක්‍රමය විභව මාන පරිපථයේ ධාරාව I අඩු කිරීමයි.

$I = \frac{E}{R+r}$ I අඩු කිරීමට විභව මාන පරිපථයේ ප්‍රතිරෝධය වැඩි කළ යුතුය. එබැවින් කුඩා විභව අන්තර මැනීමේ දී විභව මාන කම්බිය සමග ශ්‍රේණිගතව විශාල ප්‍රතිරෝධ යොදනු ලැබේ.

■ තාප විද්‍යුත් යුග්මයක වි.ගා.බලය මැනීම



විභව මාන කම්බියේ මුළු දිග (L) මුළු ප්‍රතිරෝධය (R) හා D කෝෂය මගින් පරිපථයට ලබා දෙන විභව අන්තරය (V) දන්නේ යැයි සිතමු.

i) විභවමාන කම්බිය හරහා පැවතිය යුතු උපරිම විභව අන්තරය (තාප විද්‍යුත් යුග්මයේ උපරිම වි.ගා.බ) සැලකිල්ලට ගෙන $R_1 + R_2$ සඳහා පැවතිය යුතු අගය සොයන්න.

ii) R_1 හරහා සම්මත කෝෂය (E_s) හා ගැල්වනෝමීටරය සම්බන්ධ කොට ගැල්වනෝමීටර පාඨාංකය ශුන්‍ය වන තෙක් $R_1 + R_2$ හි අගය නියතව පවතින සේ R_1 වෙනස් කරන්න.
අදාල අවස්ථාවේදී $I R_1 = E_s$ භාවිත කොට I සොයා ගන්න.

iii) $k = \frac{I R}{L}$ යොදා I , R හා L දන්නා බැවින් k සොයා ගන්න.

iv) පරිපථයේ දැක්වෙන පරිදි තාප විද්‍යුත් යුග්මයට අනුරූප සංතුලන දිග l සොයා ගන්න.
$E = k l$ මගින් තාප විද්‍යුත් යුග්මයේ වි.ගා.බ E සෙවිය හැකි ය.

වෝල්ට්මීටරය හා විභවමානය සැසඳීම
(Comparison of voltmeter and potentiometer)

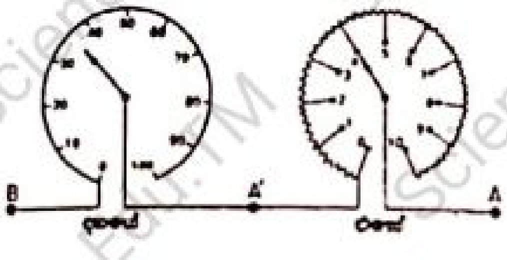
	වාසි	අවාසි
වෝල්ට් මීටරය	▪ උපකරණය සරලය භාවිතය පහසුය ▪ පාඨාංක කෙළින්ම කියවා ගත හැකිය. ▪ කාලය සමඟ වෙනස්වන විභව අන්තර වුව ද මැනිය හැකිය.	▪ මනිනු ලබන විභව අන්තරයට වඩා අඩු පාඨාංකයක් පෙන්වයි.
විභව මානය	▪ මනිනු ලබන විභව අන්තරයට බල පෑමක් සිදු නොවන බැවින් පරිපූර්ණ වෝල්ට්මීටරයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. ▪ ගැල්වනෝමීටරයේ නිරවද්‍යතාව ප්‍රතිඵල කෙරෙහි බලපෑමක් නොකරයි.	▪ උපකරණය තරමක් සංකීර්ණය. ▪ පාඨාංක ගණනය කල යුතුය. ▪ කාලය සමග වෙනස් වන විභව අන්තර මැනීමට යෝග්‍ය නොවේ.

Scanned with CamScanner

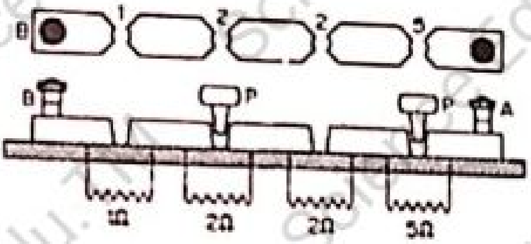
ප්‍රතිරෝධ පෙට්ටි :- (Resister box)

දන්නා අගයකින් යුත් පූර්ණ සංඛ්‍යාත්මක විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධයක් පරිපථයකට සැපයීම සඳහා යොදා ගනු ලැබේ.

• දශක වර්ගය (decimal type)



• ජේනු වර්ගය (plug type)



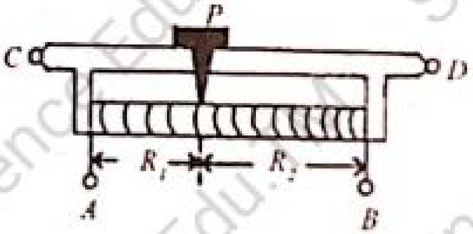
ජේනු වර්ගයේදී,

i. පරිපථයට ඇතුළු වූ ප්‍රතිරෝධයේ අගය ඉවත් කල ජේනුවල සඳහන් ප්‍රතිරෝධ අගයන්ගේ එකතුවට සමාන වේ.

ii. "∞" ලෙස සඳහන්ව ඇති ජේනුව ඉවත් කල හොත් පරිපථය විසන්ධි වේ.

ධාරා නියාමක :-
(Rheostats)

අගය කියැවිය නොහැකි එහෙත් සන්තතිකව විචලනය කල හැකි විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධයක් පරිපථයකට සැපයීම සඳහා යොදා ගනු ලැබේ.



C හා D අග්‍ර දෙකම P සර්පණ හිසට සම්බන්ධය.පරිපථයකට A හා C (හෝ D) අග්‍ර ඇඳා සර්පණය හිස D දෙසට චලනය කරන විට R_1 වැඩිවීමත් C දෙසට චලනය කරන විට R_1 අඩු වීමත් සිදුවේ.

යතුරු :-(Switches / Keys)

ටකන යතුර (Tap key)

ස්පර්ශක හිස පහලට තෙරපීමෙන් පරිපථය සම්පූර්ණ කෙරේ. පරිපථයක් ඉක්මනින් සම්පූර්ණ කර බිඳ දැමිය යුතු අවස්ථාවක් සඳහා උචිතය

ජේනු යතුර (plug key)

හිඩැසට ජේනුව ඇතුළු කිරීමෙන් පරිපථය සම්පූර්ණ වේ. දීර්ඝ කාලයක් පරිපථයක් සම්පූර්ණ කර තැබීම සඳහා උචිත වේ.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner