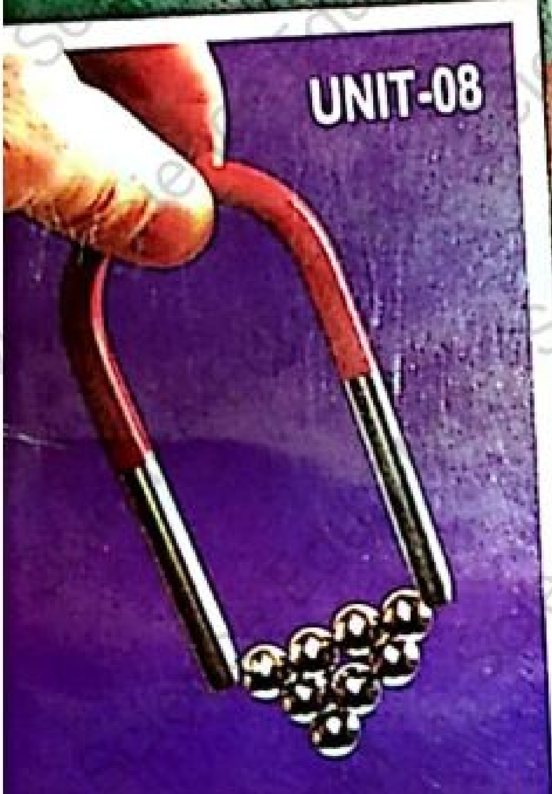
කාලයට අභියෝග කරන්නන්ට සැපයෙන අත්වැල...

Physics

for G.C.E. Advanced Level Examination

UNIT-08



Electromagnetism

INNOVATIVE PHYSICS

සමිත රත්නායක

B.Sc(Phy.Sp.) Colombo

Science Edu.TM

Scanned with CamScanner

පටුන

ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් මත බලය	1 - 6
චලනය වන ආරෝපණයක් මත බලය	7 - 12
බයෝ-සාවා නියමය	12 - 17
සන්නායක දඟරයක් මත ඇතිවන ව්‍යවර්තය	18 - 23
විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය	23-39

සැකසුම:

සමිත රත්නායක

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

Science Edu.TM

Scanned with CamScanner

සැකසුම:-
සමිත රත්නායක

Unit - 08

Advanced Level

PHYSICS

විද්‍යුත් චුම්බකත්වය

විද්‍යුත් චුම්බකත්වය
ELECTROMAGNETISM

චුම්බක ක්ෂේත්‍රය :- (Magnetic field)

චුම්බක ධ්‍රැවයක් (ධාරා අංශුමාත්‍රයක්) මත බලයක් ඇති කළ හැකි ප්‍රදේශය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ලෙස හැඳින්වේ. සෑම චුම්බක ධ්‍රැවයක් (ධාරා අංශුමාත්‍රයක්) අසලම මෙබඳු චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් පවතී.

චුම්බකයක චුම්බක ගුණ කේන්ද්‍රගත වී ඇති ස්ථාන චුම්බක ධ්‍රැව ලෙස හැඳින්වේ. උත්තර (N) හා දක්ෂිණ (S) ලෙස චුම්බක ධ්‍රැව වර්ග දෙකකි. සෑම චුම්බකයකම මෙම ධ්‍රැව වර්ග දෙකම පවතී.

යම් චුම්බකයක් කුඩා කොටස්වලට වෙන් කළ විට ලැබෙන සෑම කුඩා කොටසක්ම ධ්‍රැව දෙකක් සහිත නව චුම්බකයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි.

- චුම්බක ඒක ධ්‍රැව (magnetic monopoles) මේ දක්වා කිසිවකු විසින් පරීක්ෂණාත්මකව සොයා ගෙන නොමැත.

චුම්බක ගුණ ස්ථිරව රැඳී පවතින ද්‍රව්‍ය "ස්ථිර චුම්බක" ලෙසත් කෙටි කාලයක් සඳහා චුම්බක ගුණ අත්පත් කර ගන්නා ද්‍රව්‍ය "තාවකාලික චුම්බක" ලෙසත් හැඳින්වේ.

මාලිමාව :- [Compass]

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ප්‍රතිචාර දක්වන සරලම උපකරණය මාලිමාවයි. මාලිමාවක දර්ශකය නිතරම යොමු වන්නේ එය තබා ඇති ස්ථානයේ සම්ප්‍රයුක්ත චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයේ දිශාවටයි.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

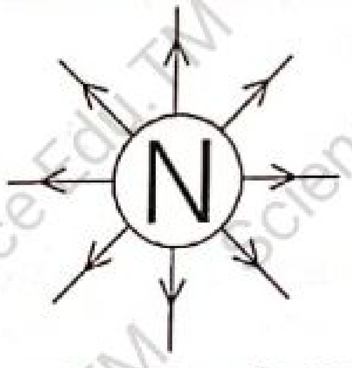
- යම් ස්ථානයකදී විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක ප්‍රබලතාව "විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව" මගින් නිරූපණය වන්නා සේම යම් ස්ථානයකදී චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක ප්‍රබලතාව නිරූපණය වන්නේ චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය නැමැති රාශියෙනි. මේ පිළිබඳව පසුව සාකච්ඡා කෙරේ.

- 1819 දී ඔස්ටෙඩ් (Hans Christian Oersted) විසින් ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් සමීපයේ තැබූ මාලිමාවක උත්ක්‍රමණය වෙනස් වන බව නිරීක්ෂණය කිරීමෙන් පසුව විද්‍යුතය හා චුම්බකත්වය අතර සමීප සබඳතාවක් ඇති බව අනාවරණය විය. සියළු චුම්බක ප්‍රතිඵල විදුලි ධාරා මගින් ඇතිවන බව මේ වන විට සොයා ගෙන තිබේ.

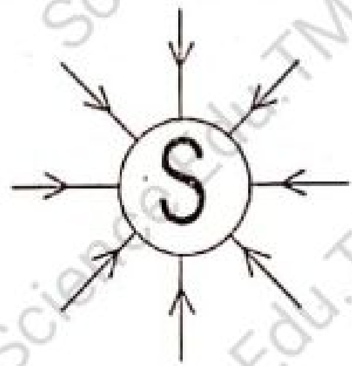
චුම්බක ක්ෂේත්‍ර රේඛා (බල රේඛා) :- [Magnetic field lines (lines of force)]

යම් ලක්ෂ්‍යයකදී ඊට අඳිනු ලබන ස්පර්ශකයේ දිශාව, එම ලක්ෂ්‍යයේදී චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයේ දිශාවම වන පරිදි පවතින කල්පිත රේඛා චුම්බක ක්ෂේත්‍ර රේඛා ලෙස හැඳින්වේ.

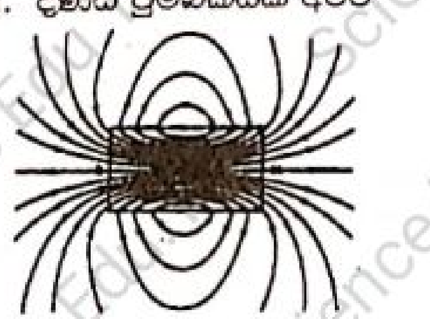
i. උත්තර ධ්‍රැවයක් අවට



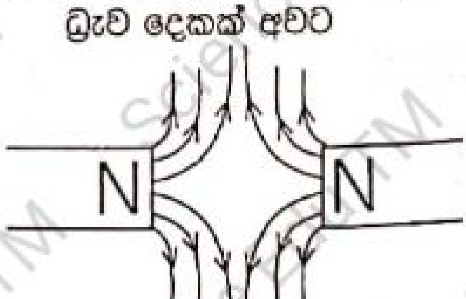
ii. දක්ෂිණ ධ්‍රැවයක් අවට



iii. දණ්ඩ චුම්බකයක් අවට

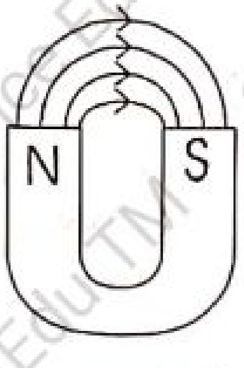


iv. සමාන ප්‍රබලතා ඇති උත්තර ධ්‍රැව දෙකක් අවට

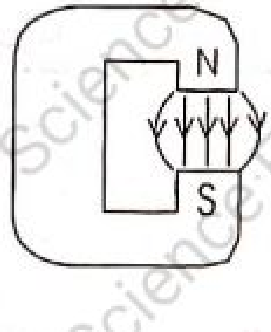


Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

v. බුරුප චුම්බකයක් අවට

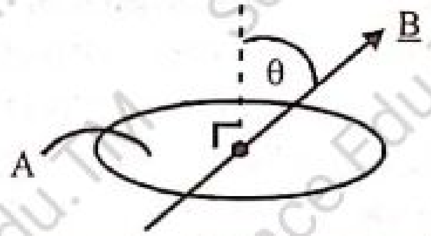


vi. C - හැඩැති චුම්බකයක් අවට



චුම්බක ස්‍රාවය (ϕ) [Magnetic flux]

යම් වර්ගඵලයක් හරහා පවතින චුම්බක ස්‍රාවය ලබා ගැනීමට එම වර්ගඵලය, ඊට ලම්බක චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්ව සංරචකයෙන් ගුණ කළ යුතුය.

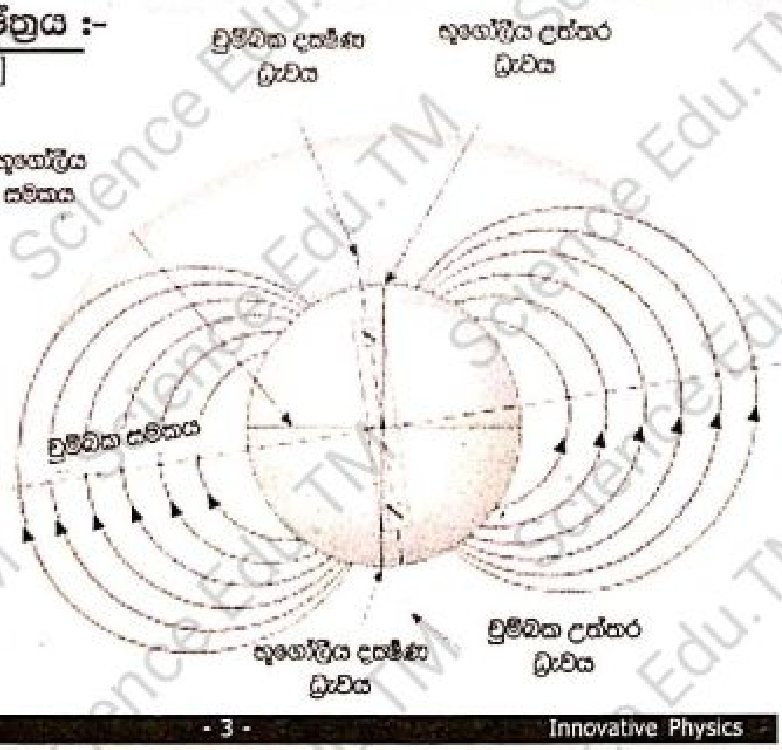


$$\phi = A \times B \cos\theta$$

ϕ → Wb, A → m^2, B → $Wb\ m^{-2}$ (T)

පෘථිවි චුම්බක ක්ෂේත්‍රය :-

[Earth's magnetic field]



Scanned with CamScanner

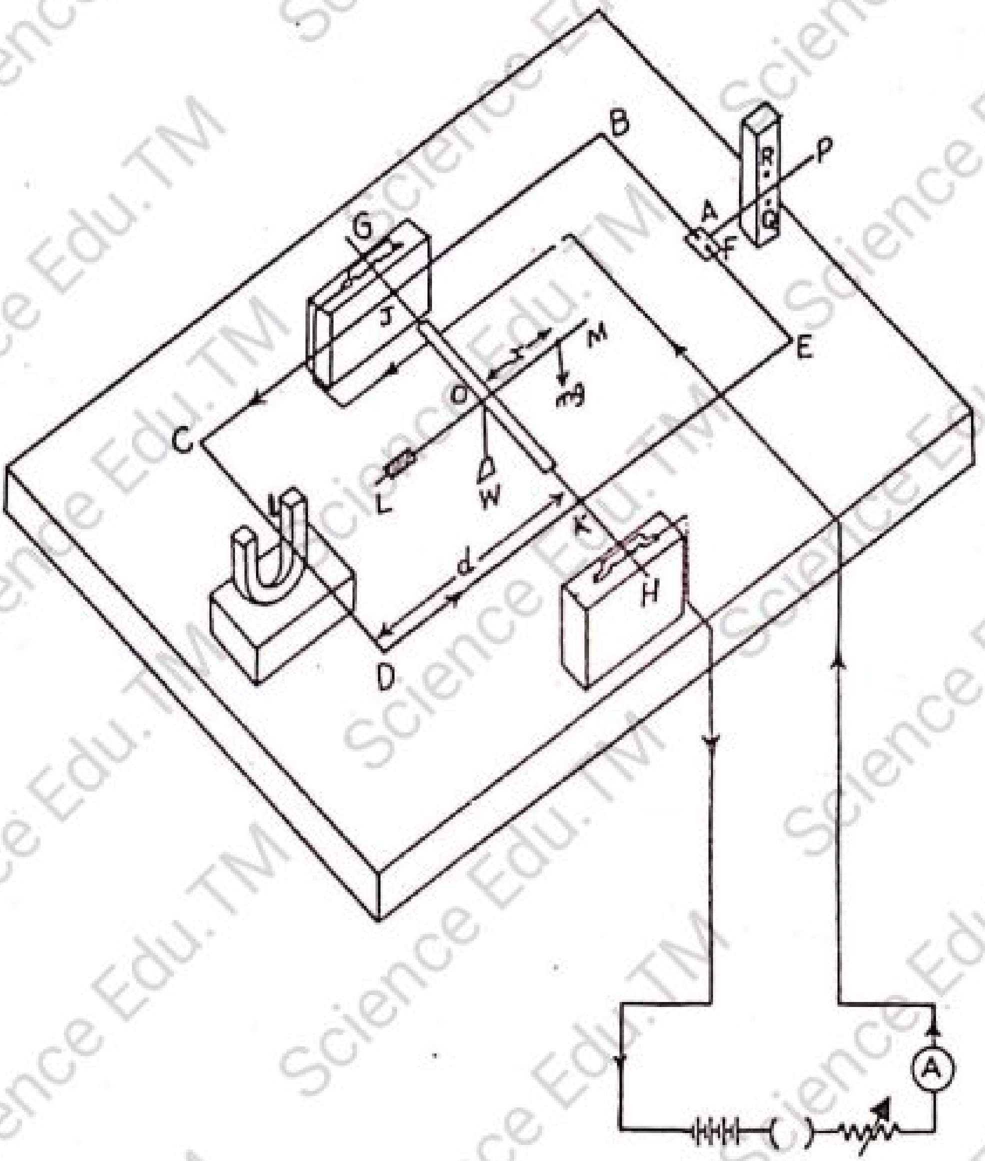
චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් මත ඇතිවන චුම්බක බලය :-

(Magnetic force acting on a current carrying conductor placed in a magnetic field)

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් මත බලයක් ඇතිවන බව හා ඒ බලය විවිධ සාධක මත රඳා පවතින ආකාරය ආදර්ශනය කිරීම සඳහා සරල ධාරා තුලාවක් යොදා ගත හැකිය.

ABCDEF යනු සෘජුකෝණාස්‍රයක හැඩයට නැමූ නග්න තඹ කම්බියකි. GH යනු දෙකොනට එවැනිම තඹ කම්බි කැබලි දෙකක් එබ්බවූ සිහින් ලී පතුරකි. මේ කම්බි කැබලි දෙක රාමුවේ CB හා DE කම්බි කොටස්වල මැදට පිළිවෙලින් J හා K හිදී පාස්සා ඇත. BE හි මැද පෙදෙසේ පිහිටි A, F කම්බි කොන් එකිනෙක නොගෑවෙන සේ ඒවා සැහැල්ලු ලී කැබැල්ලක දෙකොනට ඔබ්බා තිබේ. මේ ලී කැබැල්ලට P කම්බි දර්ශකයක් CB ට සමාන්තරව සවි කර ඇත. P අසලින් සවි කල ලී කණුවකට එබ්බ වූ අල්පෙනිති මගින් P හි චලිතය සීමා කෙරෙයි. LM යනු GH ලී කූර මැදින් O හරහා රිංග වූ දෘඪ තඹ කූරකි. ABCDEF සෘජුකෝණාස්‍රයද LM කම්බියද තනි දෘඪ වස්තුවක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. GH කූරේ දෙකොනෙහි ඇති කම්බි කැබලි දෙක පිහිතල මත රඳවා තිබේ. එබැවින් ABCDEF රාමුවට LM දණ්ඩද සමඟ GH වටා තුලාවක් මෙන් පැද්දිය හැකිය.

Scanned with CamScanner



Scanned with CamScanner

LM හි L කොන සීරුමාරු කල හැකි භාරයක්ද M කොන අසල (අවශ්‍ය නම් සීරුමාරු කළ හැකි) තුලා තැටියක්ද තිබේ. O හරහා JK ට ලම්බව දෘඪ ලෙස සවි කල W භාරයක් මගින් පද්ධතියේ ස්ථායිතාව රැක ගනී.

පළමුව O සිට දන්නා දුරකින් නිදහස් තුලා තැටිය රඳවා සීරුමාරු කල හැකි ආධාරකය මගින් රාමුව තිරස්ව සංතුලනය කර ගන්න.

රූපයේ පරිදි පරිපථය අටවා ස්විච්චය වැසූ විට CD හරහා ධාරාව ගලා යන අතර එවිට CD පහත් වන බව නිරීක්ෂණය කල හැක. (CD එසවුනහොත් කෝෂයේ අග්‍ර මාරු කර ධාරාවේ දිශාව ප්‍රතිවිරුද්ධ කරන්න.)

රාමුව නැවත තිරස්ව සංතුලනය වන තෙක් තුලා තැටියට භාර යොදන්න. (මේ සඳහා එකම කම්බියකින් කපා ගත් සමාන දිගැති කුඩා කම්බි කැබලි යොදා ගත හැකිය)

යෙදූ භාරය, CD සන්නායකය මත ඇති වූ බලයට සමානුපාතික වේ.
CD හරහා විවිධ ධාරා (I) යවා බලය (F) සොයා ගත් විට

$F \propto I$ බව පෙනේ.

තවද චුම්බක ගණන වැඩි කරමින් චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුල පවතින සන්නායකයේ දිග (l) වෙනස් කර F සොයා ගත් විට

$F \propto l$ බවද පෙනේ.

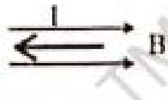
මෙලෙසම $F \propto \sin\theta$ වන අතර මෙහි θ යනු සන්නායකය තුල ධාරාවේ දිශාවත් චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ (B හි) දිශාවත් අතර කෝණයයි.

$\therefore F \propto I\,l\,\mathrm{Sin}\,\theta \Rightarrow \boxed{F = B\,I\,l\,\mathrm{Sin}\,\theta}$ $\quad 0^0 \leq Q \leq 180^0$

- $F_{max} = B I l$ මෙවිට $(\mathrm{Sin}\,\theta)_{max} = 1, \theta = 90^0$

- $F_{min} = 0$ මෙවිට $(\mathrm{Sin}\,\theta)_{min} = 0, \theta = 0^0$

හෝ
$\theta = 180^0$



- $I\,l$ ගුණිතය කුඩා වූ විට එය "ධාරා අංශු මාත්‍රයක්" (current element) ලෙස හැඳින් වේ.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය අර්ථ දැක්වීම :-
(Definition of magnetic flux density)

$$F = BIl \Rightarrow B = \frac{F}{Il}$$

''චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බකව තැබූ ඒකක ධාරා අංශු මාත්‍රයක් මත ක්‍රියා කරන බලය චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වයයි''

'ටෙස්ලා' අර්ථ දැක්වීම :-
(Definition of 'Tesla')

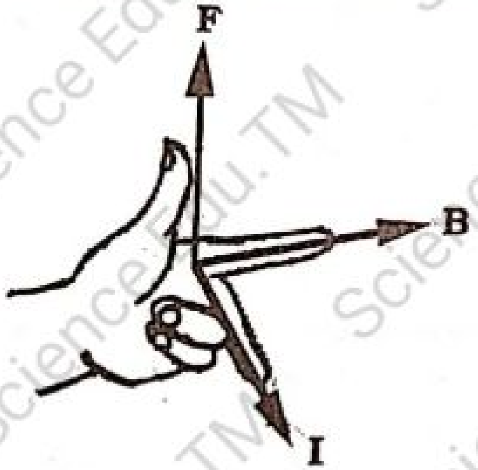
$$B = \frac{F}{Il}$$

F ← N; I ← A; l ← m; B ← $NA^{-1}\,m^{-1}$ (T)

''චුම්බක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්බකව තැබූ 1m දිගැති සෘජු සන්නායකයක් තුලින් 1 A ක ධාරාවක් ගලා යන විට ඒ මත හට ගන්නා චුම්බක බලය 1 N ක් නම් එය තබා ඇති ක්ෂේත්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය ටෙස්ලා 1 කි.''

චුම්බක බලයෙහි දිශාව සෙවීම :-
(Finding the direction of magnetic force)

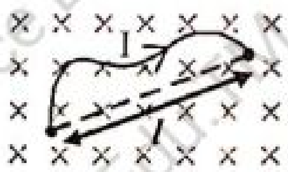
මේ සඳහා ෆ්ලෙමිං ගේ වමත් නියමය යොදා ගැනේ.



වමතේ පළමු ඇඟිලි තුන එකිනෙකට ලම්බකව තබා දබර ඇඟිල්ල ස්‍රාව ඝනත්වයේ දිශාවටත් මැද ඇඟිල්ල ධාරාවේ දිශාවටත් යොමු කල විට මහපට ඇඟිල්ලේ දිශාවෙන් චුම්බක බලයේ දිශාව ලැබේ.

- B හා I එකිනෙකට ලම්බක නොවන අවස්ථාවක් සඳහා ඉහත නීතිය යොදන විට B හි දිශාව ලෙස ගත යුත්තේ I ට ලම්බක B හි සංරචකයේ දිශාවයි.

චක්‍ර සන්නායකයක් මත බලය :- (Magnetic force acting on a curved conductor)

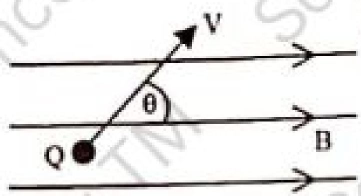


මෙවැනි අවස්ථාවකදී $F = BIl \sin\theta$ ලියන විට l ලෙස සැලකිය යුත්තේ සන්නායකයේ අග්‍ර අතර ඇති සෘජු දිගයි.

Scanned with CamScanner

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක චලනය වන ආරෝපණයක් මත යෙදෙන බලය :-

(Force acting on a moving charge in a magnetic field)



F = B Q V Sin θ

θ යනු ස්‍රාව ඝනත්වය හා ප්‍රවේගය අතර කෝණයයි.
$0^0 \le \theta \le 180^0$

- $F_{max} = BQV$ මෙවිට $\theta = 90^0$
- $F_{min} = 0$ මෙවිට $\theta = 0^0$ හෝ 180^0
- ඉහත බලයේ දිශාවද ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නියමය මගින් සෙවිය හැකිය.

"වම් අතේ පළමු ඇඟිලි තුන එකිනෙකට ලම්බකව තබා දබර ඇඟිල්ල B හි දිශාවටත් මැද ඇඟිල්ල V හි දිශාවටත් යොමු කල විට මහපට ඇඟිල්ල යොමු වී ඇති දිශාවෙන් F හි දිශාව ලැබේ."

- ආරෝපණය (+) වුවද (–) වුවද එය නොසලකා ඉහත ආකාරයට නියමය යොදන්න. ආරෝපණය (+) නම් F හි දිශාව මහපට ඇඟිල්ල යොමු වී ඇති දිශාවයි. ආරෝපණය (–) නම් F හි දිශාව මහපට ඇඟිල්ල යොමුවී ඇති දිශාවට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවයි.

F = B q V Sin θ හි භාවිත :- (Uses of F = B q V Sin θ)

01. B හා V එකිනෙකට ලම්බක විට (when V is perpendicular to B)

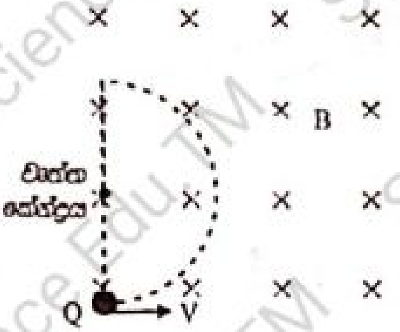
මෙවිට ආරෝපිත අංශුව වෘත්තාකාර පථයක ගමන් ගන්නා අතර චුම්බක බලය මගින් කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සැපයේ.
වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසට F = ma යෙදීමෙන්,

$$B\,Q\,V \sin 90^0 = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{BQ}$$

Scanned with CamScanner

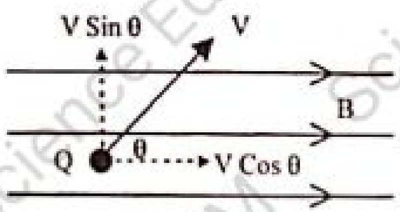
ආවර්ත කාලය $T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi}{V} \times \frac{mv}{BQ} = \frac{2\pi m}{BQ}$

සංඛ්‍යාතය $f = \frac{1}{T} = \frac{BQ}{2\pi m}$

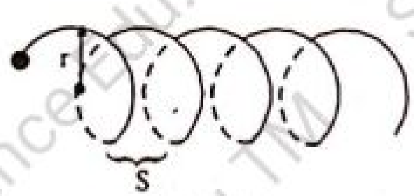


- ආවර්ත කාලය හා සංඛ්‍යාතය ප්‍රවේගයෙන් ස්වායත්ත වේ.
- ආරෝපිත අංශුව පිටත සිට දක්වා ඇති පරිදි ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළු වන්නේ නම් එය ගමන් කරනු ඇත්තේ අර්ධ වෘත්තාකාර පථයකය.

02. B හා V එකිනෙකට ලම්බක නොවන විට (when V is not perpendicular to B)



V Sin θ මගින් අංශුව වෘත්තයක ගමන් කරවන අතර V Cos θ ට මගින් අංශුව ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවට චලනය කෙරේ. මෙහි සමස්ථ ප්‍රතිඵලය පහත දැක්වෙන ආකාරයේ හෙලික්සීය පථයක (helical path) අංශුව ගමන් කිරීමයි.



වෘත්ත කේන්ද්‍රය දෙසට F = ma යෙදීමෙන්,

$$B Q V \sin\theta = m \frac{(V\sin\theta)^2}{r}$$

$$r = \frac{m V\sin\theta}{BQ}$$

අවර්ත කාලය $T = \frac{2\pi r}{V\sin\theta} = \frac{2\pi}{V\sin\theta} \times \frac{mV\sin\theta}{BQ} = \frac{2\pi m}{BQ}$

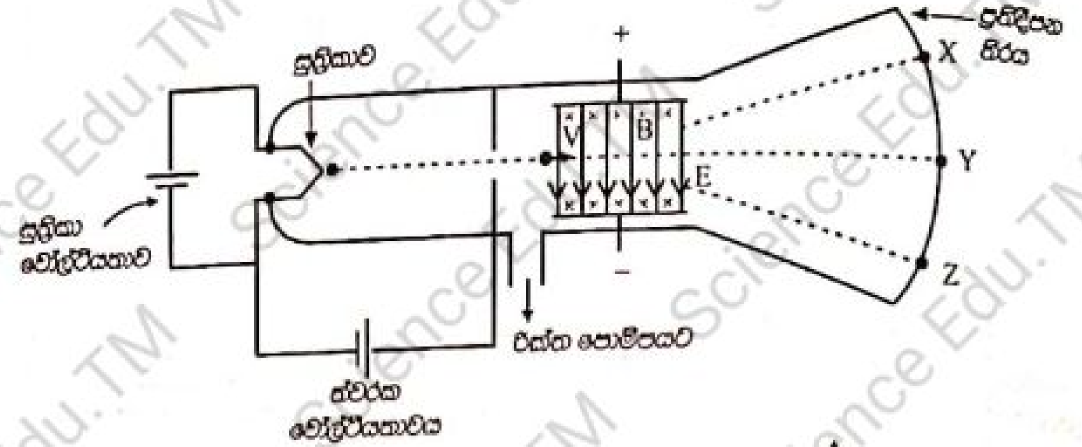
එක් ආවර්ත කාලයක් තුලදී අංශුව , ක්ෂේත්‍රයේ දිශාවට ගමන් කල දුර S නම්,

$$S = V\cos\theta \times T = V\cos\theta \times \frac{2\pi m}{BQ}$$

03. කැතෝඩ කිරණ බටය (Cathode ray tube)

රත් වූ සූත්‍රිකාවෙන් පිට වන ඉලෙක්ට්‍රෝන ත්වරක විභව අන්තරය හරහා ත්වරණය වී එකිනෙකට ලම්බකව සකසා ඇති විද්‍යුත් හා චුම්බක ක්ෂේත්‍ර දෙකක් සහිත පෙදෙසකට ඊට ලම්බකව v ප්‍රවේගයෙන් ඇතුළු වේ.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner



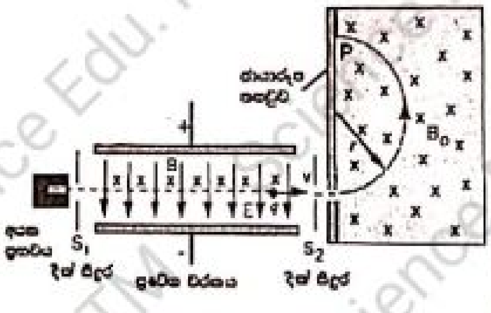
ඉලෙක්ට්‍රෝනය ලක්වන විද්‍යුත් බලය $F_E = Ee$ ↑

ඉලෙක්ට්‍රෝනය ලක්වන චුම්බක බලය $F_B = Bev$ ↓

$F_E > F_B$ වන විට e ය ඉහලට උත්ක්‍රමණය වී X වැනි ලක්ෂයකට පැමිණේ
$F_E = F_B$ වන විට e ය උත්ක්‍රමණය නොවී Y වැනි ලක්ෂයකට පැමිණේ
$F_E < F_B$ වන විට e ය පහලට උත්ක්‍රමණය වී Z වැනි ලක්ෂයකට පැමිණේ

- ඉහත ආකාරයේ සැකසුමකින් e යේ සිරස් චලිතය පාලනය කල හැකිය. මෙවැනිම සැකසුමක් මුල් සැකසුමට ලම්බකව යෙදීමෙන් e යේ තිරස් චලිතයද පාලනය කොට ප්‍රතිදීපන තිරය මත අභිමත ලක්ෂයකට e ය යොමු කරවිය හැක.

04. ස්කන්ධ වර්ණාවලීමානය (Mass spectrometer)



අයනීකෘත පරමාණු හා අණු ඒවායේ "ස්කන්ධය/ආරෝපණය" අනුපාතවලට අනුව වෙන් කර ගැනීම සඳහා මෙය මූලික වශයෙන් යොදා ගැනේ.
අයන ප්‍රභවයෙන් පිටවන ස්කන්ධය m හා ආරෝපණය Q වන අයන යම් විභව අන්තරයක් හරහා ත්වරණය වී ප්‍රවේග වරකයට ඇතුළු වේ. ප්‍රවේග වරකය තුලදී අයනය ලක්වන විද්‍යුත් හා චුම්බක බල පිළිවෙලින් F_E හා F_B නම්,

$F_E = EQ$, $F_B = BQV$

$F_E = F_B$ විට

$$EQ = BQV \Rightarrow V = \frac{E}{B}$$

Scanned with CamScanner

මේ අනුව විද්‍යුත් හා චුම්බක ක්ෂේත්‍රවල අනුපාතය සුදුසු පරිදි තෝරා ගැනීමෙන්, නියමිත v ප්‍රවේගයකින් යුත් අයන පමණක් තෝරා ගත හැකි වේ. v = E/B මගින් තීරණය වූ ප්‍රවේගය රහිත අයන මත යෙදෙන F_E හා F_B බල අසමාන බැවින් ඒවා ඉහලට හෝ පහලට උත්ක්‍රමණය වී ප්‍රවේග වරකය තුලම රැඳේ.

නියමිත v ප්‍රවේගයක් සහිතව ප්‍රවේග වරකයෙන් පිටවන අයන ඉන් පසු දෙවන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුල අරය r වූ අර්ධ වෘත්තාකාර පථයක් ගෙවා ඡායාරූප තහඩුව මත P වැනි ලක්ෂයක් මත පතිත වේ.

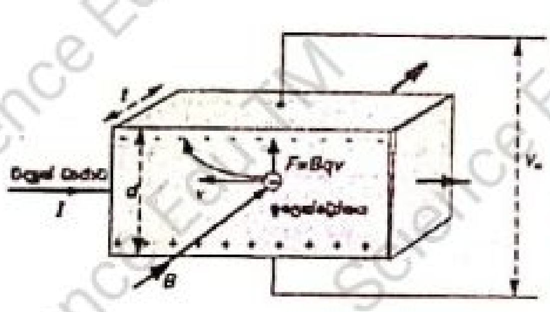
වෘත්ත චලිතය සඳහා F = ma යෙදීමෙන්,

$$B_0QV = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow B_0Q = \frac{m}{r} \times \frac{E}{B} \Rightarrow \frac{m}{Q} = \frac{rBB_0}{E}$$

r මැන ගත් විට B, B_0 හා E දන්නා බැවින් $\frac{m}{Q}$ නිර්ණය කල හැක.

05. හෝල් ආවරණය (Hall effect)

ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයකට ලම්බ ලෙස චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් යෙදූ විට එම සන්නායකයට තීර්යක් ලෙස හෙවත් හරස් අතර විද්‍යුත් ගාමක බලයක් ගොඩ නැගීමේ සංසිද්ධියයි.



සම්මත ධාරාවට විරුද්ධ දිශාවට e චලනය වේ. එවිට ඒවා මත චුම්බක බල හට ගැනීම නිසා සන්නායකයේ ඉහල දාරය දෙසට e ගමන් කොට එම දාරය (–) ලෙසත් ඊට සාපේක්ෂව පහල දාරය (+) ලෙසත් ආරෝපණය වේ. + හා – ලෙස ආරෝපණය වෙන්වීම නිසා සිරස් අතට විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් ගොඩ නැගෙන අතර එමගින් ඉලෙක්ට්‍රෝන මත පහලට විද්‍යුත් බලයක් ක්‍රියා කරයි. එනිසා ඉහල දාරය දෙසට e ගමන් කිරීම ක්‍රමයෙන් අඩාල වේ. යම් අවස්ථාවකදී විද්‍යුත් බලය චුම්බක බලයට සමාන වූ විට තව දුරටත් ආරෝපණය බෙදී වෙන් වීම නතර වේ. මේ වන තෙක් ක්‍රමයෙන් ඉහල ගිය ඉහල හා පහල දාර අතර විභව අන්තරය මේ වන විට සිය උපරිම අගයට එළඹ ඇති අතර එය හෝල් වෝල්ටීයතාව (Hall voltage - V_H) ලෙස හැඳින්වේ.

Scanned with CamScanner

හෝල් වෝල්ටීයතාව එළඹ ඇති විට,

$$F_E = F_B$$

$$Ee = BeV$$

මෙහි V යනු ඉලෙක්ට්‍රෝනවල මධ්‍යන්‍ය ප්ලාවිත ප්‍රවේගයයි.

$$E = \frac{V_H}{d} \quad \text{හා} \quad I = AVNe$$

මෙහි A - සන්නායකයේ ධාරාවට ලම්බක හරස්කඩ ක්ෂේත්‍රඵලය

N - ඒකක පරිමාවක සචල e ප්‍රමාණය

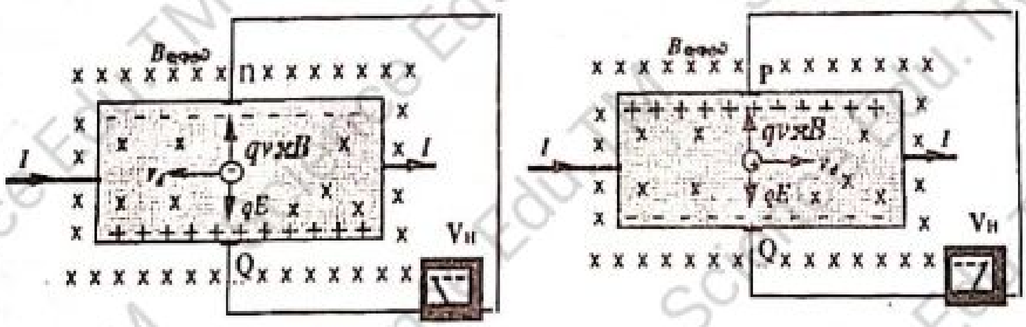
$$\frac{V_H}{d} = B \times \frac{I}{ANe}$$

තවද A = dt බැවින්

$$\frac{V_H}{d} = \frac{BI}{dtNe} \Rightarrow V_H = \frac{BI}{Net}$$

- සන්නායකවල N, අර්ධ සන්නායක වලට වඩා බොහෝ සෙයින් විශාල බැවින් සන්නායක වල v_H අගය μV ප්‍රමාණයේද අර්ධ සන්නායකවල එය mV ප්‍රමාණයේද වේ.

- දී ඇති අර්ධ සන්නායකයක් n වර්ගයේද නැතහොත් p වර්ගයේද යන්න හෝල් වෝල්ටීයතාවයේ ධ්‍රැවීයතාව (polarity) පරීක්ෂා කිරීමෙන් නිගමනය කල හැක.



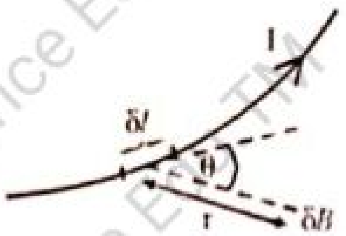
සමාන තත්ව යටතේදී n හා p වර්ගවල v_H හි ධ්‍රැවීයතාව ප්‍රතිවිරුද්ධ බැවින් පළමුව දන්නා වර්ගයේ අර්ධ සන්නායකයක් යොදා v_H හි ධ්‍රැවීයතාව පරීක්ෂා කරන්න. ඉන් පසු නොදන්නා අර්ධ සන්නායකය සමාන තත්ව යටතේ යොදා v_H හි ධ්‍රැවීයතාව පරීක්ෂා කරන්න. ධ්‍රැවීයතාව වෙනස් නොවේ නම් නොදන්නා අර්ධ සන්නායකය මුලින් යෙදූ වර්ගයේම වන අතර ධ්‍රැවීයතාව ප්‍රතිවිරුද්ධ වේ නම් එය මුලින් යෙදූ වර්ගයට ප්‍රතිවිරුද්ධ වර්ගයේ වේ.

Scanned with CamScanner

- නොදන්නා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක ස්‍රාව ඝනත්වය සෙවීමටද හෝල් ආචරණය (හෝල් විකෂිය / Hall probe) යොදා ගත හැක.

බයෝ - සාවා නියමය :- (Biot - Savart law)

ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් සමීපයේ , චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලතාව (B) සෙවීම සඳහා ඉදිරිපත් කර තිබේ.



I ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක δl අංශු මාත්‍රය දිගක් නිසා එහි සිට r දුරකින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක චුම්බක ස්‍රාව ඝනත්වය δB නම්,

$\delta B \propto I\,\delta l$

$\delta B \propto \sin\theta$

$\delta B \propto \frac{1}{r^2}$ බව බයෝ - සාවා නියමයෙන් කියැවේ.

මෙහි $I\delta l$ – ධාරා අංශු මාත්‍රය

θ – ධාරා අංශු මාත්‍රය තුළ ධාරාවේ දිශාවත්, ධාරා අංශු මාත්‍රය අදාළ ලක්ෂ්‍යයට යා කරන රේඛාවත් අතර කෝණය

r – ධාරා අංශු මාත්‍රයේ සිට අදාළ ලක්ෂ්‍යයට දුර .

$$\delta B \propto \frac{I\,\delta l \sin\theta}{r^2} \Rightarrow \boxed{\delta B = \frac{\mu}{4\pi}\frac{I\,\delta l \sin\theta}{r^2}}$$

- μ, සලකා බලන මාධ්‍යයේ චුම්බක පාරගම්‍යතාව (permeability) ලෙස හැඳින්වේ. μ හි ඒකක $T\,m\,A^{-1}$ හෝ Hm^{-1} වේ. (H- හෙන්රි)

- රික්තයක චුම්බක පාරගම්‍යතාව $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ Hm^{-1}$
(permeability of free space)

- සාපේක්ෂ පාරගම්‍යතාව $(\mu_r) = \dfrac{\text{මාධ්‍යයේ පාරගම්‍යතාව } (\mu)}{\text{රික්තයක පාරගම්‍යතාව } (\mu_0)}$
(relative permeability)

- ගුරුත්වාකර්ෂණ , ස්ථිති විද්‍යුත් හා චුම්බක යන ක්ෂේත්‍ර වර්ග තුනම ප්‍රතිලෝම වර්ග නියම(inverse square law : $\frac{1}{r^2}$) පිළිපදී.

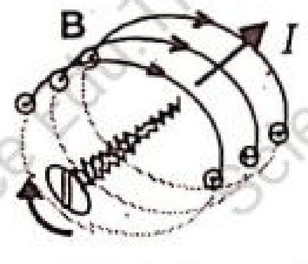
Scanned with CamScanner

δB හි දිශාව සෙවීම :-
(Finding the direction of δB)

01. සුරත් නියමය :- (Right hand rule)

සුරතේ මහපට ඇඟිල්ල අනෙක් ඇඟිලිවලට ලම්බකව තබා මහපට ඇඟිල්ල ධාරාවේ දිශාවට යොමු කල විට අනෙක් ඇඟිලි භ්‍රමණය වන දිශාවෙන් චුම්බක බල රේඛාවල දිශාව ලැබේ.

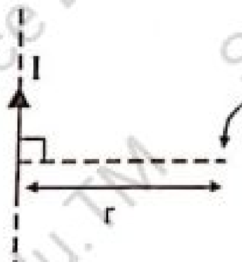
02. මැක්ස්වෙල්ගේ (සුරත්) කස්කුරුප්පු නියමය :-
[Maxwell's (right) corkscrew rule]



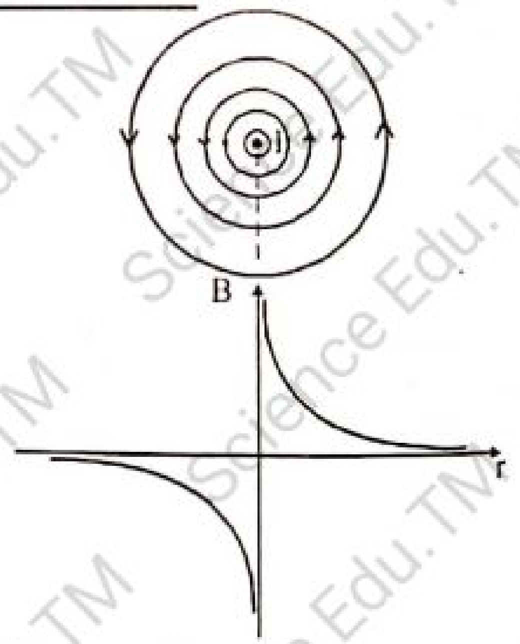
සුරත් කස්කුරුප්පුවක (හෝ ඉස්කුරුප්පු ඇණයක) තුඩ ගමන් ගන්නා දිශාවට ධාරාව පවතින විට එහි හිස භ්‍රමණය වන දිශාවට බල රේඛා පවතී.

- ඉහත නියම දෙක මගින්ම ලබා දෙන්නේ බල රේඛාවල දිශාවයි. අභිමත ලක්ෂයකදී බල රේඛාවලට ඇඳි ස්පර්ශකයේ දිශාවෙන් B හි දිශාව සොයා ගත හැක.

අපරිමිත දිගැති සෘජු සන්නායකයක් අවට B :-
(B around a infinitely long current carrying straight wire)

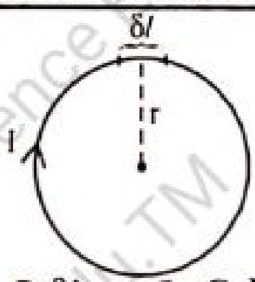


$$B = \frac{\mu I}{2\pi r}$$



Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

වෘත්තාකාර සන්නායකයක කේන්ද්‍රයේ B :-
(B at the centre of a current carrying circular coil)



δl අංශු මාත්‍රය නිසා කේන්ද්‍රයේ ස්‍රාව ඝනත්වය $= \frac{\mu}{4\pi} \frac{I\,\delta l \,\mathrm{Sin}\, 90^0}{r^2}$

$= \frac{\mu}{4\pi} \frac{I\,\delta l}{r^2}$

සෑම δl කොටසකින්ම කේන්ද්‍රයේ ඇති වන ස්‍රාව ඝනත්වය එකම දිශාවට ඇති බැවින් , කේන්ද්‍රයේ සම්ප්‍රයුක්ත ස්‍රාව ඝනත්වය B නම් ,

$$B = \sum \frac{\mu}{4\pi} \frac{I\,\delta l}{r^2} = \frac{\mu}{4\pi} \frac{I}{r^2} \sum \delta l \quad \text{මෙහි } \sum \delta l = 2\pi r$$

$$\boxed{B = \frac{\mu I}{2r}}$$

වට N සංඛ්‍යාවක් ඇති විට , $\boxed{B = \frac{\mu N I}{2r}}$

- මෙවැනි වෘත්තාකාර සන්නායකයක කේන්ද්‍රයේ B හි දිශාව සෙවීමට සුරත් නියමය යොදන විට නියමයේ ඒ ඒ ඇඟිලිවලින් පෙන්වන රාශි මාරු කර යෙදීම පහසු වේ.

- ඉහත සූත්‍ර $2\pi_{rad}$ (360^0) සඳහා බැවින් θ කෝණයක් සහිත චාපයක් සඳහා

$$2\pi \Rightarrow \frac{\mu I}{2r}$$

$$\theta \Rightarrow \frac{\mu I}{2r \times 2\pi} \times \theta$$

- ඉහත සූත්‍ර 2πr දිගක් සඳහා බැවින් S දිගැති චාපයක් සඳහා

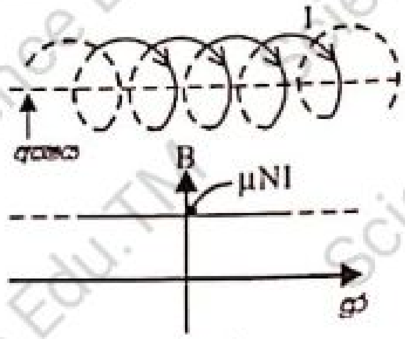
$$2\pi r \Rightarrow \frac{\mu I}{2r}$$

$$S \Rightarrow \frac{\mu I}{2r \times 2\pi r} \times S$$

Scanned with CamScanner

දිගු පරිනාලිකාවක අක්ෂය ඔස්සේ B :-

(B along the axis of a long current carrying solenoid)

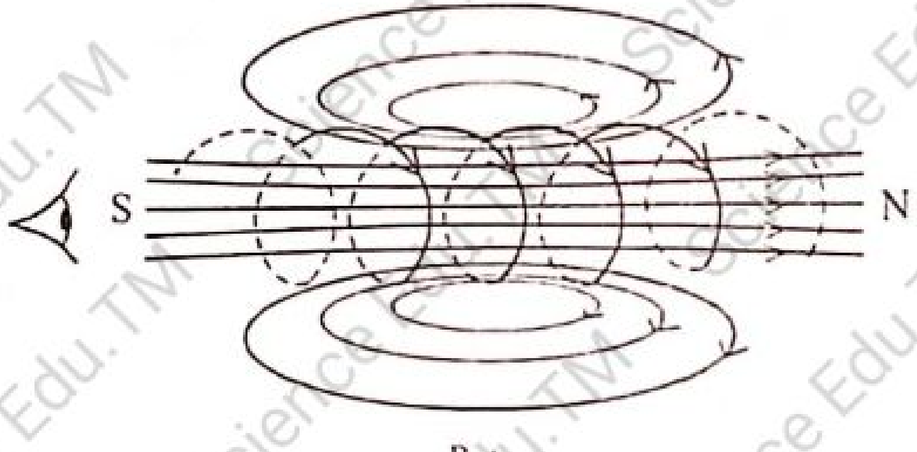


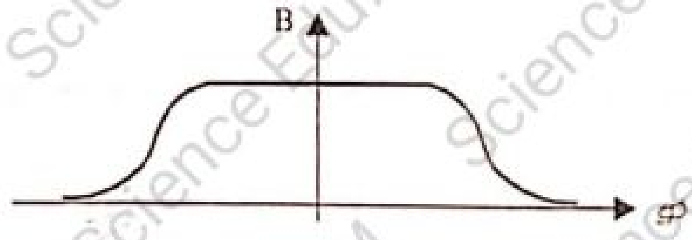
1 m ක දිගක වට N ප්‍රමාණයක් ඇති අපරිමිත දිගැති සෘජු පරිනාලිකාවක අක්ෂය මත වූ ලක්ෂයක ස්‍රාව ඝනත්වය B නම්,

$$B = \mu N I$$

- කෙටි පරිනාලිකාවක අක්ෂය අසල ස්‍රාව ඝනත්වය සෙවීමටද ඉහත සූත්‍රය ආසන්න වශයෙන් යොදා ගනු ලැබේ.

- කෙටි පරිනාලිකාවකින් උපදින චුම්බක ක්ෂේත්‍රය , දණ්ඩ චුම්බකයකින් උපදින චුම්බක ක්ෂේත්‍රය පරිදිම වේ.

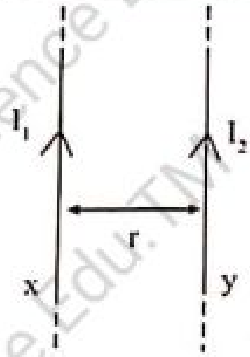




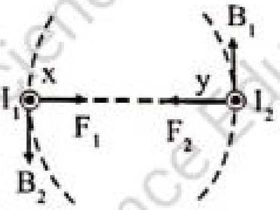
කෙටි පරිනාලිකාවකින් උපදින චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ධ්‍රැව සොයා ගැනීමේදී එක් කෙලවරකින් නිරීක්ෂණය කරන්න. නිරීක්ෂණය කරන කෙලවරේදී ධාරාව දක්ෂිණාවර්ත නම් එම කෙළවරෙහි හටගන්නේ දක්ෂිණ ධ්‍රැවයකි. වාමාවර්ත නම් උත්තර ධ්‍රැවයකි.

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

ධාරා - ධාරා අන්තර් ක්‍රියාව :-
(Current - current interaction)



එක් එක් සන්නායකය අනෙක මගින් බිහි කරන චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුල ඇති ධාරා ගෙන යන සන්නායක ලෙස ක්‍රියා කරන බැවින් ඒවා මත බල හට ගනී.



x මගින් y හි ඇති කරන ස්‍රාව ඝනත්වය $B_1 = \dfrac{\mu I_1}{2\pi r}$

y හි ඒකක දිගක් මත බලය $F_2 = B_1 I_2 \times 1 \text{ Sin } 90^0$

$$= \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi r}$$

y මගින් x හි ඇති කරන ස්‍රාව ඝනත්වය $B_2 = \dfrac{\mu I_2}{2\pi r}$

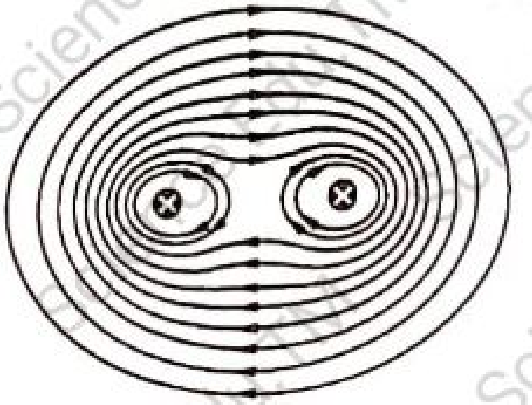
x හි ඒකක දිගක් මත බලය $F_1 = B_2 I_1 \times 1 \times \text{Sin } \theta$

$$= \frac{\mu I_2 I_1}{2\pi r}$$

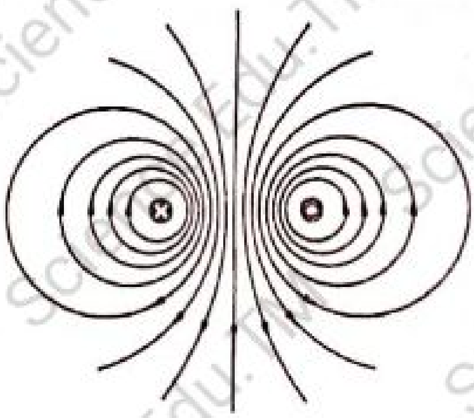
$F_1 = F_2$ වන අතර ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නියමය යෙදූ විට පෙනී යන්නේ ධාරා එකම දිශාවට නම් බලය ආකර්ෂණයක් බවත් ධාරා **විරුද්ධ** දිශාවට නම් බලය **විකර්ෂණයක්** බවත්ය.

Scanned with CamScanner

- සමාන ධාරා එකම දිශාවට ගලන විට



- සමාන ධාරා විරුද්ධ දිශාවට ගලන විට



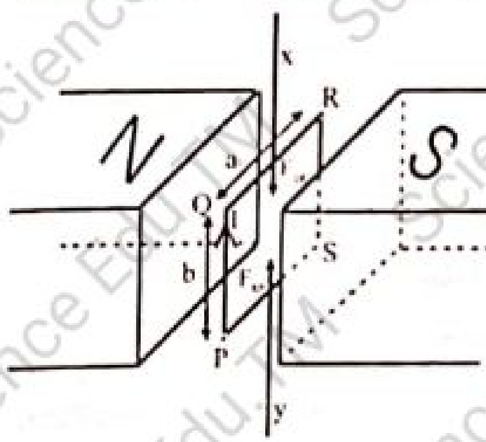
ඇම්පියරය අර්ථ දැක්වීම :-
(Definition of Ampere)

රික්තකයක 1 m ක පරතරයකින් තබා ඇති අපරිමිත දිගැති සෘජු සන්නායක දෙකක් හරහා සමාන ධාරා යැවූ විට එක් එක් සන්නායකයේ ඒකක දිගක් මත යෙදෙන බලය 2×10^{-7} N නම් එක් එක් සන්නායකය තුල ධාරාව 1 A කි.

Science Edu.TM

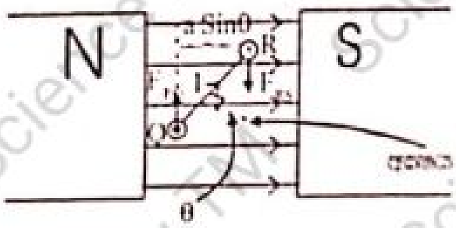
ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායක දඟරයක් මත ඇතිවන ව්‍යාවර්තය :-

(Torque acting on a current carrying conductor coil placed in a uniform magnetic field)



ස්‍රාව ඝනත්වය B වූ ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක අවලම්බනය කල දිග හා පළල a හා b වූ වට N සංඛ්‍යාවකින් යුත් I ධාරාවක් ගෙන යන සෘජුකෝණාස්‍රාකාර සන්නායක දඟරයක් රූපයේ දැක්වේ.

දඟරයේ තලයට ඇඳි ලම්බකය (දඟරයේ අක්ෂය) චුම්බක ක්ෂේත්‍රය සමඟ θ කෝණයක් සාදන අවස්ථාවකදී පද්ධතිය ඉදිරිපසින් බැලූ විට පෙනෙන ආකාරය පහත දැක්වේ.



PQ, QR, RS හා SP සන්නායක කොටස් , චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ ධාරා ගෙන යන සන්නායක බැවින් ඒවා මත බල හට ගනී.

QR මත බලය $F_{QR} = B\,I\,a\,Sin\,(90-\theta)$

$= B\,I\,a\,Cos\,\theta$

SP මත බලය $F_{SP} = B\,I\,a\,Sin\,(90+\theta)$

$= B\,I\,a\,Cos\,\theta$

$F_{QR} = F_{SP}$ වන අතර ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නියමය යෙදූ විට පෙනී යන්නේ එම බල ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවලට (ඒකරේඛීයව) ක්‍රියා කරන බවයි. ඒවා දඟරයේ දෘඪතාව මගින් සංතුලනය වේ.

PQ මත බලය $F_{PQ} = B\,I\,b\,Sin\,90^0 = B\,I\,b$

RS මත බලය $F_{RS} = B\,I\,b\,Sin\,90^0 = B\,I\,b$

$F_{PQ} = F_{RS}$ වන අතර ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නියමය යෙදූ විට එම බල වල දිශා රූපයේ දක්වා ඇත. ඒවා ඒකරේඛීය නොවන බැවින් බල යුග්මයක් හට ගනී.

එම බල යුග්මයේ ව්‍යාවර්තය $= B\,I\,b \times a\,Sin\theta$ $ab = A$ යනු දඟරයේ වර්ගඵලයයි.

$= B\,I\,A\,Sin\,\theta$

දඟරයේ වට N සංඛ්‍යාවක් ඇති බැවින්, දඟරය මත ක්‍රියා කරන මුළු ව්‍යාවර්තය τ නම්,

$$\boxed{\tau = B\,I\,N\,A\,Sin\,\theta}$$

Scanned with CamScanner

- $\tau_{max} = BINA$ මෙවිට $\theta = 90^0$ (දඟරයේ අක්ෂය ක්ෂේත්‍රයට ලම්බකය/ දඟරයේ තලය ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තරය)
- $\tau_{min} = 0$ මෙවිට $\theta = 0$ (දඟරයේ අක්ෂය ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තරය/දඟරයේ තලය ක්ෂේත්‍රයට ලම්බකය)
- දඟරයේ තලය ක්ෂේත්‍රය සමඟ සාදන කෝණය θ වනවිට,
  $\tau = BINA\, Cos\theta$

දඟරය මත ක්‍රියා කරන ප්‍රතිපාදන ව්‍යාවර්තය :-
(Restoring torque acting on the coil)

දඟරය, චුම්බක ක්ෂේත්‍රය තුල අවලම්බනය කර ඇත්තේ x හා y හරහා යන ප්‍රත්‍යස්ථ කෙඳි හෝ සර්පිල දුනු ආධාරයෙනි. දඟරය මත ක්‍රියා කරන ව්‍යාවර්තය හේතුවෙන් දඟරය භ්‍රමණය වන විට මෙම දුනු ඇඹරේ. එම ඇඹරීමට එරෙහිව දුනු තුල ප්‍රතිපාදන ව්‍යාවර්තයක් (G) හට ගනී. ප්‍රතිපාදන ව්‍යාවර්තය , දුනු ඇඹරුනු කෝණයට (ϕ) සමානුපාතික වේ.

$$G \propto \phi \Rightarrow G = k\phi ,$$

k - අවලම්බනයේ ව්‍යාවර්තන නියතය (torsion constant)

$$k = \frac{G}{\phi} \quad \begin{matrix} \leftarrow Nm \\ \leftarrow rad \end{matrix}$$

k ← $Nm\ rad^{-1}$

දුනු ඒකක කෝණයකින් ඇඹරීමේදී හට ගන්නා ප්‍රතිපාදන ව්‍යාවර්තය , ව්‍යාවර්තන නියතය ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

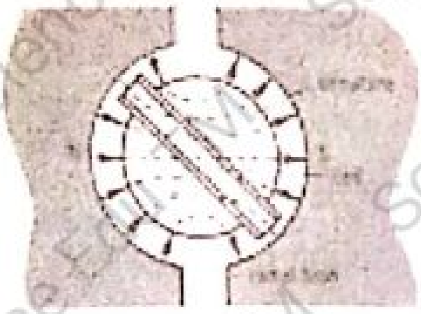
- දුනු ඇඹරුනු කෝණය , දඟරය භ්‍රමණය වූ කෝණයට සමාන වේ.
- දඟරය සමතුලිත වූ විට $\tau = G$

$$\boxed{BINA\, Sin\,\theta = k\,\phi} \quad \text{—— (1)}$$

සල දඟර ගැල්වනෝමීටරය :-

සමතුලිත පිහිටුමේදී දඟරය තුලින් ගලන ධාරාව (I), දඟරය භ්‍රමණය වූ කෝණයට (ϕ) සමානුපාතික වන පරිදි සල දඟර ගැල්වනෝමීටරය නිපදවා තිබේ.මේ සඳහා ඉහත (1) ප්‍රකාශනයෙහි $Sin\,\theta = 1$ එනම් $\theta = 90^0$ විය යුතුය. එය තෘප්ත කර ගනු ලබන්නේ පහත ආකාරයේ අරීය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් (radial magnetic field) මගිනි.

චුම්බක ධ්‍රැව , සිලින්ඩරාකාරව තනා ඒවා සමඟ ඒකාක්ෂික වන සේ අතර මැදට මෘදු යකඩ සිලින්ඩරයක් (cylindrical soft iron core) යෙදීමෙන් අරීය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ලබා ගත හැකිය.

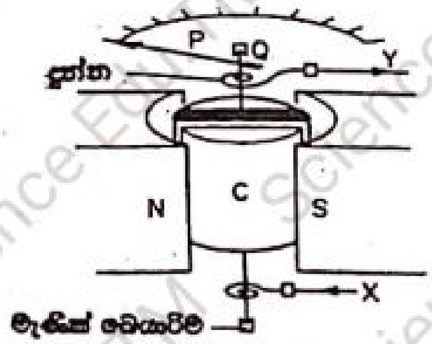


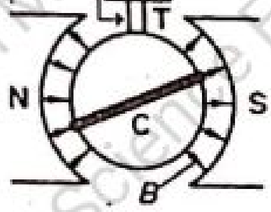
දැන් දඟරයේ ඕනෑම පිහිටුමකදී එහි තලය ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තර බැවින් (1) හි $\theta = 90^0$ වේ. මෙවිට,

$$\boxed{BINA = k\phi} \quad \text{— (2)}$$

ϕ - දඟරය භ්‍රමණය වූ කෝණය

$$I \propto \phi$$





ධාරා සංවේදිතාව :- (Current sensitivity)

ඒකක ධාරාවකට උත්ක්‍රමණයයි.
I ධාරාවකට උත්ක්‍රමණය ϕ නම්,

$$\text{ධාරා සංවේදිතාව} = \frac{\phi}{I}$$

(2) න්, $$\frac{\phi}{I} = \frac{BNA}{k}$$

$$\therefore \text{ධාරා සංවේදිතාව} = \frac{BNA}{k}$$

වෝල්ටීයතා සංවේදිතාව :- (Voltage sensitivity)

ඒකක විභව අන්තරයකට උත්ක්‍රමණයයි.
V විභව අන්තරයකට උත්ක්‍රමණය ϕ නම්,

$$\text{වෝල්ටීයතා සංවේදිතාව} = \frac{\phi}{V}$$

Scanned with CamScanner

(2) හි $\quad V = IR, \qquad$ R - දඟරයේ ප්‍රතිරෝධය

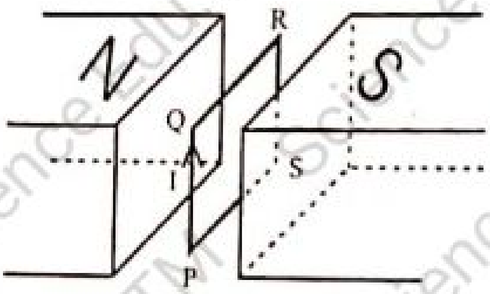
$$B\frac{V}{R}NA = k\phi \Rightarrow \frac{\phi}{V} = \frac{BNA}{Rk}$$

$\therefore$ වෝල්ටීයතා සංවේදීතාව $= \dfrac{BNA}{Rk}$

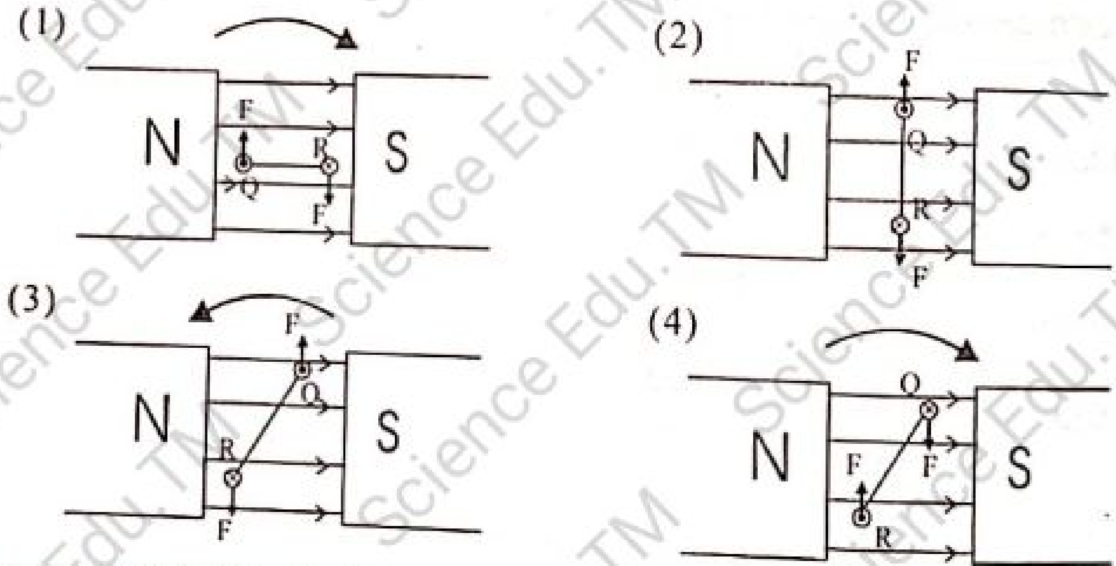
සරල ධාරා මෝටරය :-

(Direct current motor)

සරල ධාරා මෝටරයද මූලික වශයෙන් සමන්විත වන්නේ චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක ඇති ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායක දඟරයකිනි.



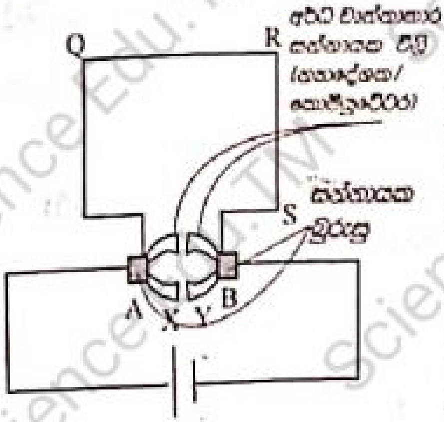
QR හා SP පාද මත ඇතිවන චුම්බක බල දඟරයේ දෘඪතාව මගින් සංතුලනය වන අතර PQ හා RS මත හට ගන්නා බල මගින් බල යුග්මයක් හට ගනී. දඟරයේ තලය ක්ෂේත්‍රයට සමාන්තර විට පද්ධතිය දෙස ඉහලින් බැලූ විට පෙනෙන ආකාරය පහත (1) රූපයේ දැක්වේ.



දඟරය දක්ෂිණාවර්තව භ්‍රමණය වන අතර (2) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි එහි තලය ක්ෂේත්‍රයට ලම්බක පිහිටීමට පැමිණි විට දඟරය මත ව්‍යාවර්තයක් ක්‍රියා නොකරයි. එහෙත් දඟරය සතු ගම්‍යතාව නිසා එය තවත් ස්වල්පයක් දක්ෂිණාවර්තව භ්‍රමණය වී (3) රූපයේ දැක්වෙන පිහිටුම පත් වේ. මෙවිට දඟරය තුල ධාරාව මුල් දිශාවටම නම් එවිට ඇතිවන ව්‍යාවර්තය , දඟරය වාමාවර්තව භ්‍රමණය වන

පරිදි සැකසේ. එහෙත් දඟරයේ තලය ක්ෂේත්‍රයට ලම්බක පිහිටුම පසු කරන විටම 4 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි දඟරය තුල ධාරාවේ දිශාව ප්‍රතිවිරුද්ධ කල හොත් එවිට ඇතිවන ව්‍යාවර්තය දඟරය දක්ෂිණාවර්තවම භ්‍රමණය කරවනු ඇත.

මෙසේ සෑම අර්ධ වටයකදීම දඟරය තුල ධාරාව ප්‍රතිවර්තය කිරීම මගින් එය අඛණ්ඩව එකම දිශාවකට භ්‍රමණය කරවා ගැනීම සරල ධාරා මෝටරයේ මූලධර්මයයි. දඟරය තුල ධාරාව ප්‍රතිවර්තය කරනුයේ පහත පරිදිය.

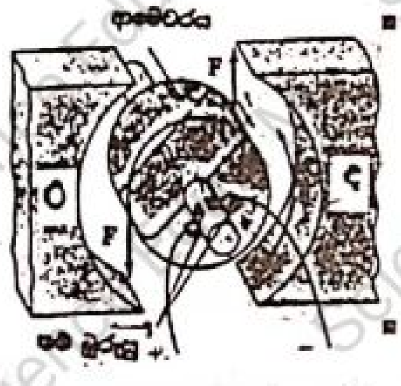


දඟරයට ධාරාව ඇතුලු වන්නේත් පිට වන්නේත් අචල සන්නායක බුරුසු (brushes) දෙක හරහාය. දඟරය සමඟ භ්‍රමණය වන සන්නායක වළලු (commutator) ,මෙම බුරුසු සමඟ ස්පර්ශව පවතී.

X ⇨ A
Y ⇨ B
දඟරය තුල ධාරාව $\overrightarrow{PQRS}$

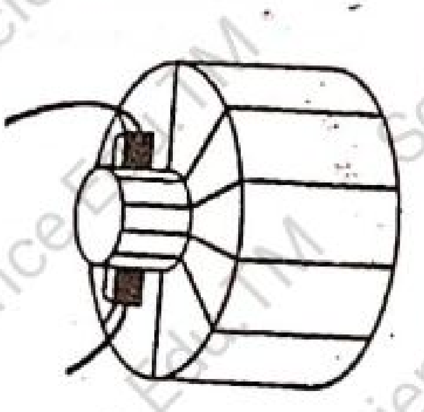
වට භාගයකට පසු,

X ⇨ B
Y ⇨ A
දඟරය තුල ධාරාව $\overrightarrow{SRQP}$



- සරල ධාරා මෝටරයක කම්බි දඟරය, ආමේචරය (armature)නමින් හැඳින්වෙන අක්ෂ දණ්ඩක් සහිත මෘදු යකඩ සිලින්ඩරයක් මත සවි කර තිබේ. තවද සල දඟර ගැල්වනෝමීටරයක මෙන් අරීය චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් යෙදීමෙන් වඩා හොඳ ව්‍යාවර්තයක් ලබා ගනු ලැබේ.

- බොහෝ මෝටරවල , ආමේචරය වටා වෙනස් තැන්වල එතූ කම්බි දඟර කිහිපයක් හා ඒවායේ අග්‍රවලට සම්බන්ධිත සන්නායක වළලු යුගල කිහිපයක් ඇත. ආමේචරය කැරකීමේදී ඕනෑම එක් අවස්ථාවකදී සන්නායක බුරුසු දෙක සමඟ ස්පර්ශ වන්නේ සන්නායක වළලුවලින් එක් යුගලයක් පමණි. එවිට එම අවස්ථාවේදී එක් කම්බි දඟරයක් හරහා පමණක් ධාරාව ගලා යන අතර එමගින් වටයකින් කුඩා කොටසක් හරහා පමණක් ආමේචරය භ්‍රමණය වේ. මේ අනුව පූර්ණ වටයක් භ්‍රමණය වීම සඳහා අනුයාත කම්බි



දඟරවල ඇතිවන ව්‍යාවර්ත පිළිවෙලින් උපයෝගී වේ. මෙමගින් තනි දඟරයක් සහිත මෝටරයකට වඩා අනවරත වූ භ්‍රමණ ව්‍යාවර්තයක් ලබා ගත හැකි වේ.

- මෝටර පිළිබඳ වැඩි දුර කරුණු විද්‍යුත් චුම්බක ප්‍රේරණය යටතේ හදාරනු ලැබේ.

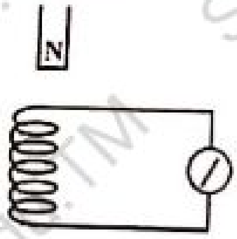
විද්‍යුත් චුම්භක ප්‍රේරණය
ELECTROMAGNETIC INDUCTION

සන්නායකයක් හා බද්ධ වී ඇති චුම්භක ස්‍රාවය කාලය සමඟ වෙනස් වන විට එම සන්නායකයේ වි.ගා.බ ක් ජනනය වීමේ ක්‍රියාවලියයි.

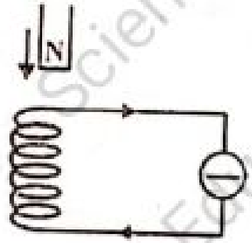
- මෙහි දී හට ගන්නා වි.ගා.බ ප්‍රේරිත වි.ගා.බ (induced emf) ලෙසද ධාරා "ප්‍රේරිත ධාරා" (induced current) ලෙස ද හැඳින්වේ.
- 1831 දී මයිකල් ෆැරඩේ විසින් අනාවරණය කර ගන්නා ලදී.

විද්‍යුත් චුම්භක ප්‍රේරණය ආදර්ශනය කිරීම :-
(Demonstration of electromagnetic induction)

❶ සන්නායකය අචලව තබා චුම්භකය චලනය කිරීම.
(moving magnet with stationary conductor)



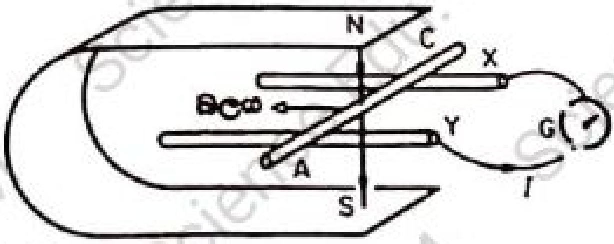
- චුම්භකය අචලය.
- සන්නායකය හා බද්ධ වූ ස්‍රාවයක් පැවතිය ද එය කාලයසමඟ වෙනස් නොවේ.
- එනිසා ප්‍රේරිත වි.ගා.බ නොමැත.
- ධාරාවක් නොගලයි.



- චුම්භකය චලනය වේ.
- සන්නායකය හා බද්ධ වී ඇති ස්‍රාවය කාලය සමඟ වෙනස් වේ.
- එනිසා ප්‍රේරිත වි.ගා.බ ක් ඇති වේ.
- ධාරාවක් ගලා යයි.

Science Edu.TM

❷ චුම්භකය අචලව තබා සන්නායකය චලනය කිරීම.
(moving conductor with stationary magnet)



- චුම්භක ක්ෂේත්‍රය අචලය
- චුම්භක ස්‍රාව රේඛා ඡේදනය වන පරිදි AC සන්නායක දණ්ඩ චලනය කෙරේ.
- සන්නායකය හා බද්ධ වූ ස්‍රාවය වෙනස් වේ.
- එනිසා ප්‍රේරිත වි.ගා.බ ක් හට ගනී
- ධාරාවක් ගලා යයි.

විද්‍යුත් චුම්භක ප්‍රේරණය පිළිබඳ ෆැරඩේ නියමය :-
(Faraday's law of eletromagnetic induction)

"සන්නායකයක් හා බද්ධ වී ඇති චුම්බක ස්‍රාවය කාලය සමග වෙනස් වන විට සන්නායකයේ ප්‍රේරණය වන වි.ගා.බ *(E)*, ස්‍රාවය වෙනස් වීමේ සීඝ්‍රතාවට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ"

δt කාලයක් තුල ස්‍රාවයෙහි සිදු වූ වෙනස $\delta\phi$ නම්,

$$E \propto \frac{\delta\phi}{\delta t} \quad \Rightarrow \quad \boxed{E = -\frac{\delta\phi}{\delta t}}$$

(V ← E; $\delta\phi$ ← wb; δt ← s)

- $(-)$ ලකුණේ භෞතික අර්ථය ලෙන්ස් නියමය යටතේ සාකච්ඡා කෙරේ.

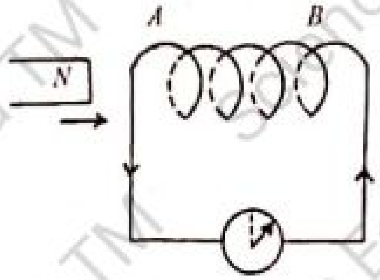
විද්‍යුත් චුම්භක ප්‍රේරණය පිළිබඳ ලෙන්ස් නියමය :-
(Lenz's law of electromagnetic induction)

"ප්‍රේරිත ධාරාව සෑම විටම සිය දිශාව පිළියෙල කර ගන්නේ ප්‍රේරණ ක්‍රියාවලියට පටහැනි වන අයුරිනි"

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

- ලෙන්ස් නියමය යෙදෙනුයේ ප්‍රේරිත වි.ගා.බ හේතුවෙන් ප්‍රේරිත ධාරා ඇති වුවහොත් පමණි.

උදා :- (1)



- N ධ්‍රැවය A දෙසට චලනය කරන විට පරිනාලිකාව හා බැඳුනු චුම්භක ස්‍රාවය කාලය සමඟ වෙනස් වී වි.ගා.බ. ක් ප්‍රේරණය වේ.
- පරිපථය සංවෘත බැවින් ප්‍රේරිත ධාරාවක් හට ගනී.
- ප්‍රේරිත ධාරාව හේතුවෙන් පරිනාලිකාවද චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඇති කරයි.
- එම චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ A කෙලවරෙහි N ධ්‍රැවයක් බිහි වන පරිදි A කෙලවරේ දී ධාරාව වාමාවර්තව ගලා යනු ඇත.

- ප්‍රේරිත ධාරාව නිසා A කෙලවර හටගත් N ධ්‍රැවය, දඟරය දෙසට එන N ධ්‍රැවය විකර්ෂණය කරන බැවින් N ධ්‍රැවය චලනය කරන්නාට කාර්ය කිරීමට සිදුවේ.
- පරිපථයේ විද්‍යුත් ශක්තිය ලෙස ජනනය වන්නේ මෙම කාර්ය කිරීමේදී වැයවන ශක්තියයි.

- N ධ්‍රැවය A වෙතින් ඉවතට චලනය කලහොත් ප්‍රේරිත ධරාව නිසා A කෙලවරෙහි S ධ්‍රැවයක් බිහිවන පරිදි A කෙලවරේ දී ප්‍රේරිත ධාරාව දක්ෂිණාවර්තව ගලා යනු ඇත.

උදා :-

(2)

(3)

(2)

* ප්‍රේරණයට දායක වන ක්‍රියාව
  $+x$ දෙසට ඇති ස්‍රාවය ප්‍රබල වීම
* ඊට විරුද්ධ ක්‍රියාව
  $+x$ දෙසට ඇති ස්‍රාවය දුර්වල කිරීම
* ප්‍රේරිත ධාරාව මගින් සිදුවන දෙය
  $-x$ දෙසට ස්‍රාවයක් බිහි කිරීම.

(3)

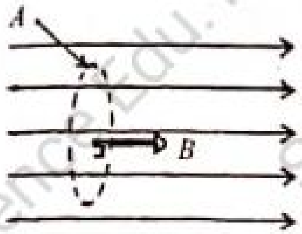
* ප්‍රේරණයට දායක වන ක්‍රියාව
  $+x$ දෙසට ඇති ස්‍රාවය දුර්වල වීම
* ඊට විරුද්ධ ක්‍රියාව
  $+x$ දෙසට ඇති ස්‍රාවය ප්‍රබල වීම
* ප්‍රේරිත ධාරාව මගින් සිදුවන දෙය
  $+x$ දෙසට ස්‍රාවයක් බිහි කිරීම.

Scanned with CamScanner

- ලෙන්ස් නියමය ශක්ති සංස්ථිතිය නිරූපණය කරන්නකි.
- ප්‍රේරිත ධාරාව, ප්‍රේරණ ක්‍රියාවලියට පටහැනි වීම "සෑම ක්‍රියාවකටම සමානවූත් ප්‍රතිවිරුද්ධ වූත් ක්‍රියාවක් පවතී'' යන නිව්ටන්ගේ තෙවන නියමයේ ආකාරයම ගනී.
- $E = -\delta\phi / \delta t$ හි ඇති (-) ලකුණ, ප්‍රේරිත ධාරාව, ප්‍රේරණ ක්‍රියාවලියට විරුද්ධ බව හඟවයි.

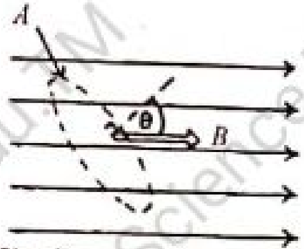
වර්ගඵලයක් හරහා ඇති චුම්භක ස්‍රාවය :-

(Magnetic flux associated with an area)



A වර්ගඵලය හරහා ඇති ස්‍රාවය ϕ නම්,

$$\phi = B \times A$$



A වර්ගඵලය හරහා ඇති ස්‍රාවය ϕ නම්,

$$\phi = B \cos\theta \times A$$

චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක චලනය වන දණ්ඩක ප්‍රේරිත වි.ගා.බ :

(Induced emf in a rod moving in a magnetic field)

ස්‍රාව ඝනත්වය B වූ ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්භකව නියත V ප්‍රවේගයෙන් ගමන් ගන්නා සෘජු දිග L වූ සන්නායක දණ්ඩක් සලකන්න.

δt කාලයක දී දණ්ඩ ගමන් කරන දුර $= V\delta t$

δt කාලයක දී දණ්ඩ මගින් පිස දැමෙන වර්ගඵලය $= V\delta t L$

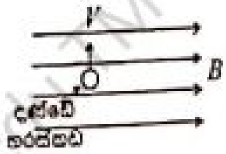
එම වර්ගඵලය තුල ඇති ස්‍රාවය $(\delta\phi)$ $= V\delta t L B$

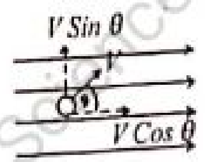
දණ්ඩේ දෙකෙලවර ප්‍රේරිත වි.ගා.බ. E නම්,

$$E = \frac{\delta\phi}{\delta t} = \frac{V\delta\phi L B}{\delta t} \Rightarrow \boxed{E = B L V}$$

Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

- ප්‍රේරිත වි.ගා.බ. යේ දිශාව සොයා ගන්නේ ෆ්ලෙමිංගේ සුරත් නියමය මගිනි. ඉන් කියැවෙන්නේ දකුණු අතේ පළමු ඇඟිලි තුන එකිනෙකට ලම්භකව තබා දබර ඇඟිල්ල B හි දිශාවටත් මහපට ඇඟිල්ල V දිශාවටත් යොමු කල විට මැද ඇඟිල්ලේ දිශාවෙන් ප්‍රේරිත වි.ගා.බ යේ දිශාව ලැබෙන බවයි.

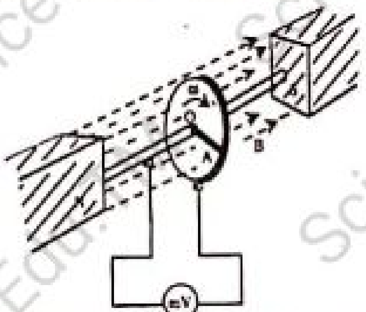
- 



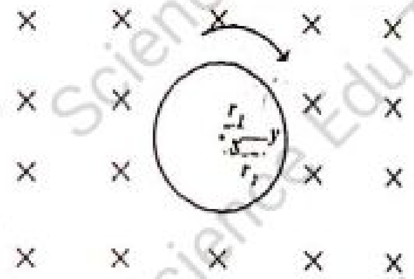
B හා V ලම්භක නොවන අවස්ථාවකට සුරත් නියමය යොදන විට B හි V ට ලම්බක සංරචකය හෝ V හි B ට ලම්බක සංරචකය හෝ යොදා ගත හැකිය.

$E = BLV$ $\qquad$ $E = BLV\, Sin\theta$

චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක භ්‍රමණය වන ලෝහ තැටියක ප්‍රේරිත වි.ගා.බ. :-
(Induced emf in a disc rotating in a magnetic field)



⇨



ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්භකව සිය තලය පවතින පරිදි f සංඛ්‍යාතයකින් භ්‍රමණය වන ලෝහ තැටියක් සලකන්න. දෙකෙලවර, කේන්ද්‍රයේ සිට r_1 හා r_2 දුරින් පිහිටි අරීය xy කොටසක් සලකන්න.

xy මගින් එක් වටයක දී පිස දැමෙන වර්ගඵලය $= \pi r_2^2 - \pi r_1^2$

$= \pi (r_2^2 - r_1^2)$

එම වර්ගඵලය තුල ඇති ස්‍රාවය $= \pi (r_2^2 - r_1^2) B$

තත්පරයක දී තැටිය භ්‍රමණය වන වාර ගණන $= f$

∴ තත්පරයක දී xy මගින් කපා හැරෙන ස්‍රාවය $= \pi (r_2^2 - r_1^2) B f$

x y හි දෙකෙලවර ප්‍රේරිත වි.ගා.බලය E නම්,

$$E = \frac{\delta\phi}{\delta t} = \frac{\pi (r_2^2 - r_1^2) B f}{1} \Rightarrow E = \pi (r_2^2 - r_1^2) Bf$$

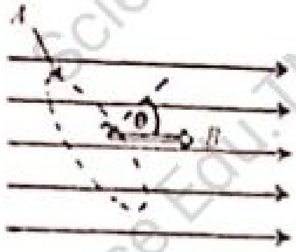
Scanned with CamScanner

- ඉහත සමීකරණයට අනුව පෙනී යන්නේ උපරිම වි.ගා. බලයක් ඇති වන්නේ අක්ෂය හා පරිධිය අතර බවයි. එකම අරයක් ඇති වෘත්තයක පරිධිය මත පිහිටි ලක්ෂ්‍ය දෙකක් ($r_2 = r_1$) අතර වි.ගා.බ ප්‍රේරණය නොවේ.
- දණ්ඩක් භ්‍රමණය කිරීමෙන්ද ඉහත ආකාරයේ වි.ගා.බ. ක් ඉපදවිය හැකි නමුත් එහි අභ්‍යන්තරය ප්‍රතිරෝධය වැඩිය.

චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක තැබූ අචල සන්නායක පුඩුවක වි.ගා.බ. ක් ප්‍රේරණය වීම :-

(Induction of an emf in a stationary coil placed in a magnetic field)

පුඩුව හරහා ඇති චුම්භක ස්‍රාවය (ϕ) = B Co. θ × A



$$E = \frac{\delta\phi}{\delta t} = \frac{\delta(B \cos\theta \times A)}{\delta t}$$

ඉහත සමීකරණයට අනුව පුඩුවේ වි.ගා.බා. ක් ප්‍රේරණය විය හැකි ක්‍රම කිහිපයකි.

❶ B කාලය සමග වෙනස් වීම $E = A \cos\theta \frac{\delta B}{\delta t}$

❷ A කාලය සමග වෙනස් වීම $E = A \cos\theta \frac{\delta A}{\delta t}$

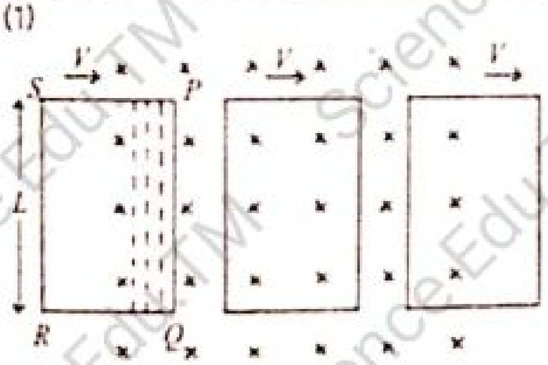
❸ θ කාලය සමග වෙනස් වීම $E = AB \frac{\delta(\cos\theta)}{\delta t}$

* දඟරයෙහි වට N ප්‍රමාණයක් තිබුනි නම් $E = N\frac{\delta\phi}{\delta t}$

චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් හරහා චලනය කරන සන්නායක පුඩුවක ප්‍රේරිත වි.ගා.බ :-

(Induced emf in a moving coil across a magnetic field)

උදා:- (1)



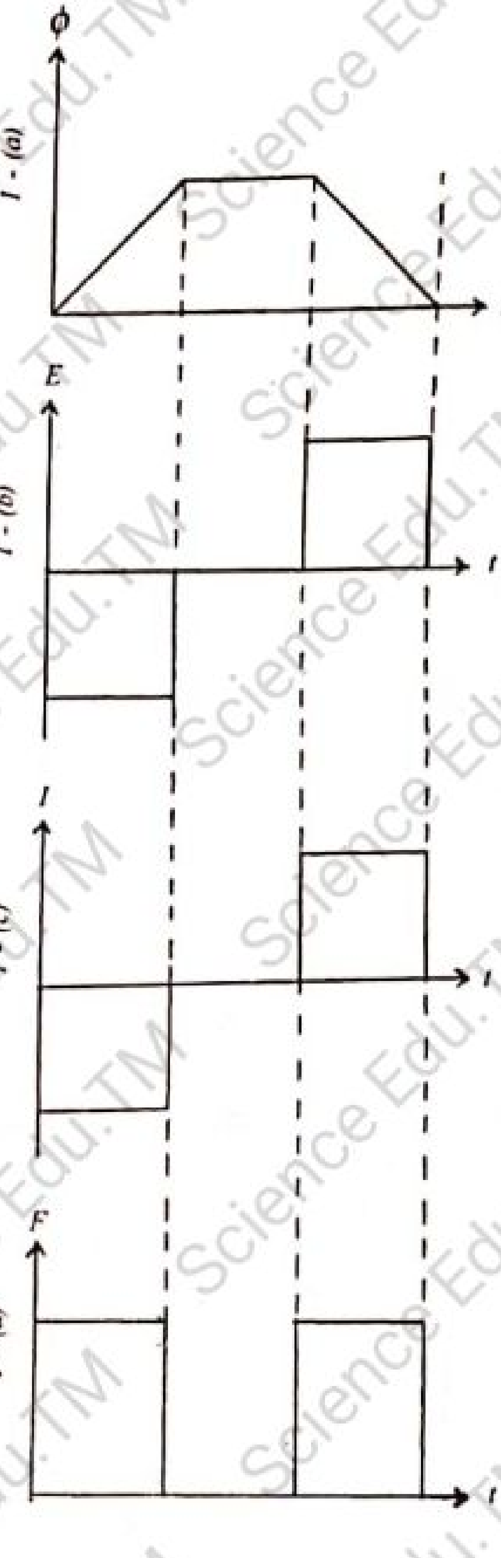
පිය තලය ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්භක වන පරිදි නියත V වේගයෙන් ගමන් කරවන සෘජුකෝණාස්‍රාකාර සන්නායක පුඩුවක් රූපයේ දැක්වේ. t = 0 දී PQ දාරය චුම්භක ක්ෂේත්‍ර සීමාවේ පැවතුනි යැයි සලකන්න.

$\phi = B \times A$, A - ක්ෂේත්‍රය හා බැඳුනු පුඩුව සතු වර්ගඵලය

$$\delta\phi = B\,\delta A \Rightarrow \frac{\delta\phi}{\delta t} = B\,\frac{\delta A}{\delta t}$$

$\dfrac{\delta A}{\delta t}$ – ක්ෂේත්‍රය හා බැඳුනු පුඩුව සතු වර්ගඵලය වෙනස් වීමේ සීඝ්‍රතාව

$\dfrac{\delta\phi}{\delta t}$ – $\phi - t$ ප්‍රස්ථාරයේ අනුක්‍රමණය



පුඩුව ක්ෂේත්‍රයට ඇතුළු වන විට ක්ෂේත්‍රය හා බැඳුනු පුඩුව සතු වර්ගඵලය නියත සීඝ්‍රතාවයකින් වැඩිවේ. මෙවිට $\theta A/\theta t$ නියත ධන අගයක් බැවින් $\theta\phi/\theta t$ ද, නියත ධන අගයකි. පුඩුව මුළුමනින්ම ක්ෂේත්‍රය තුල පවතින විට ක්ෂේත්‍රය හා බැඳුනු පුඩුව සතු වර්ගඵලය වෙනස් නොවන බැවින් $\theta A/\theta t$ ශූන්‍ය වේ. මෙවිට $\theta\phi/\theta t$ ද ශූන්‍ය වේ. පුඩුව ක්ෂේත්‍රයෙන් ඉවත් වන විට ක්ෂේත්‍රය හා බැඳුනු පුඩුව සතු වර්ගඵලය නියත සීඝ්‍රතාවයකින් අඩුවන බැවින් $\theta A/\theta t$ ද එනයින් $\theta\phi/\theta t$ ද ද නියත ඍණ අගයන් ගනී. මීට අනුරූප $\phi - t$ විචලනය *I - (a)* රූපයෙන් දැක්වේ.

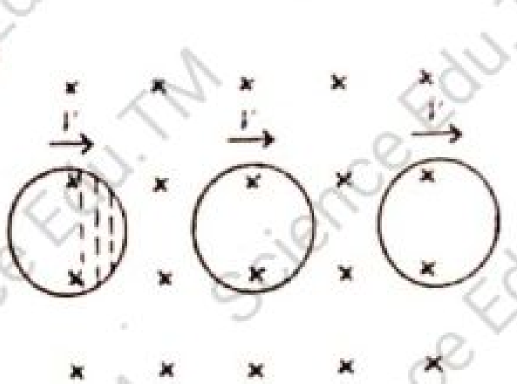
$E = -\theta\phi/\theta t$ බැවින් $f - \phi$ ප්‍රස්ථාරයේ අනුක්‍රමණය ලකුණින් ප්‍රතිවිරුද්ධ කර ප්‍රේරිත වි.ගා.බ *(E)* ලබාගත හැකිය. මීට අනුරූප $E - t$ විචලනය *I - (b)* හි දැක්වේ.

$I = E/R$ පුඩුවේ ප්‍රතිරෝධය නියත බැවින් ප්‍රේරිත ධාරාව (I) විචලනය වන්නේ ද E පරිදිමය. ඊට අනුරූප $I - t$ විචලනය $I-(c)$ හි දැක්වේ.

පුඩුව ක්ෂේත්‍රය තුලට පිවිසෙන විට ප්‍රේරිත ධාරාවක් ගලා යන බැවින් PQ පාදය, චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක ඇති ධාරාවක් ගෙන යන සන්නායකයක් බවට පත්වේ. එවිට ඒ මත බලයක් හටගනී. ප්‍රේරිත වි.ගා.බ යේ දිශාව ෆ්ලෙමිංගේ සුරත් නියමයෙන් සොයා ඉන්පසු ෆ්ලෙමිංගේ වමත් නියමය මගින් ඉහත බලයේ දිශාව සෙවූ විට එය පුඩුව ක්ෂේත්‍රයෙන් බැහැරට තල්ලු වන ආකාරයට ක්‍රියාකරන බව පෙනේ. (ලෙන්ස් නියමයෙන් ද අපේක්ෂා කල හැකි ප්‍රතිඵලයකි) මෙම බලයේ විශාලත්වය, $F = BIL$ මගින් ලබා දේ. B, I හා L නියත බැවින් F නියත වේ. පුඩුවේ වේගය නියතව පවත්වා ගැනීමට නම් ඉහත බලයට සමාන ප්‍රතිවිරුද්ධ බාහිර බලයක් යෙදිය යුතුය.

පුඩුව මුළුමනින්ම ක්ෂේත්‍රය තුළ පවතින විට ප්‍රේරිත ධාරාවක් නොගලන බැවින් ඉහත ආකාරයේ බලයක් ඇති නොවේ. පුඩුව ක්ෂේත්‍රයෙන ඉවත් වන විට එය ක්ෂේත්‍රය තුලට ඇදගන්නා ආකාරයට බලයක් හට ගනී. එය ද නියත වන අතර ඊට සමාන ප්‍රතිවිරුද්ධ බලයක් යෙදීමෙන් පුඩුවේ වේගය නියතව පවත්වා ගත හැකිය. ඊට අනුරූපව පුඩුවේ වේගය නියතව තබා ගැනීමට අවශ්‍ය බාහිර බලය, කාලය සමග වෙනස් වන්නේ I -(d) හි පරිදිය.

උදා:- (2)



පිය තලය, ස්‍රාව ඝනත්වය B වන ඒකාකාර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයකට ලම්භක වන පරිදි නියත V වේගයෙන් ගමන් කරවන වෘත්තාකාර සන්නායක පුඩුවක් රූපයේ දැක්වේ. $t = 0$ දී වෘත්ත පරිධිය චුම්භක ක්ෂේත්‍ර සීමාවේ පැවතුනි යැයි සලකන්න.

පුඩුව මුළුමනින්ම ක්ෂේත්‍රය තුලට පිවිසෙන තෙක්ම ක්ෂේත්‍රය හා බැඳුනු පුඩුව සතු වර්ගඵලය වැඩිවන බැවින් $\partial A/\partial t$ ද එනයින් $\partial \phi/\partial t$ ද ධන අගයක් ගනී. එහෙත් 1 වන උදාහරණයේ දී මෙන් නොව මෙහිදී ක්ෂේත්‍රය හා බැඳුනු පුඩුව සතු වර්ගඵලය වැඩි වන්නේ නියත සීඝ්‍රතාවයකින් නොවේ. විෂ්කම්භය දක්වා $\partial A / \partial t$ ද එනයින් $\partial \phi / \partial t$ ද වැඩිවේ. විෂ්කම්භයෙන් පසු ඒවා අඩු වේ.

පුඩුව මුළුමනින්ම ක්ෂේත්‍රය තුළ පවතින විට $\theta A/\theta t$ ද එනයින් $\theta\phi/\theta t$ ද ශූන්‍ය වේ.

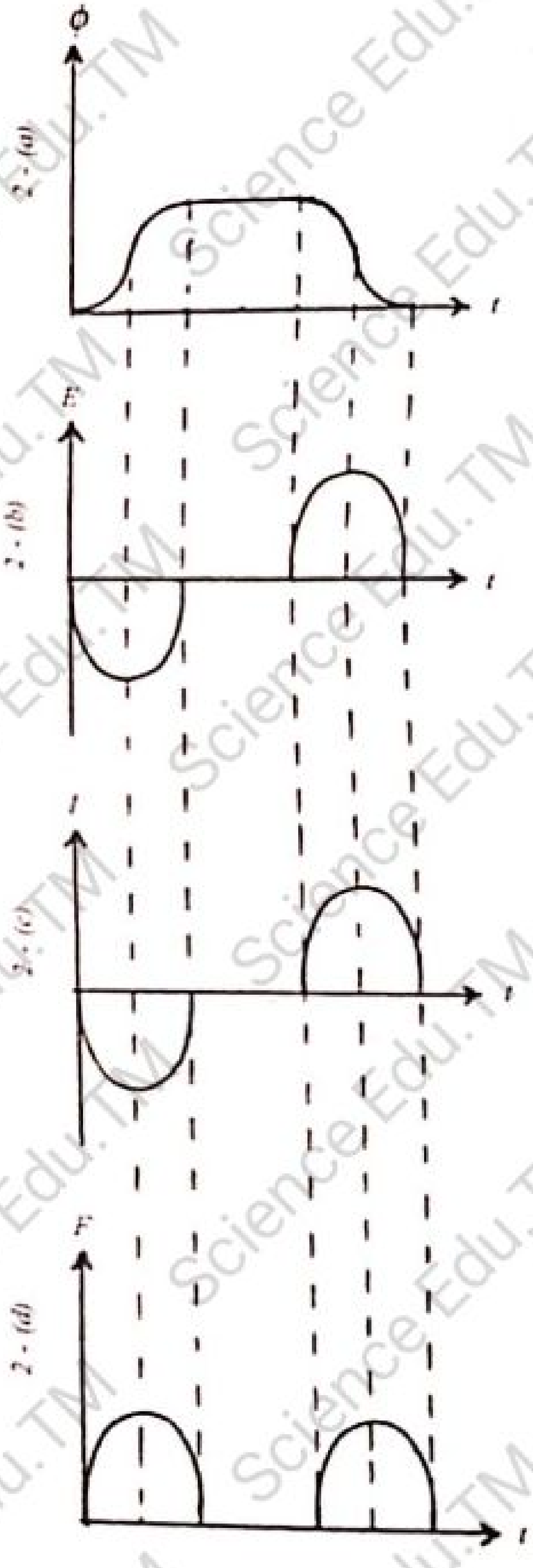
පුඩුව ක්ෂේත්‍රයෙන් ඉවත් වන විට ක්ෂේත්‍රය හා බැඳුනු පුඩුව සතු වර්ගඵලය දිගටම අඩුවන බැවින් $\theta A/\theta t$ ද එනයින් $\theta\phi/\theta t$ ද සෘණ අගයක් ගනී. නැවත විශාලත්වය දක්වා වැඩිවන $\theta A/\theta t$ හා $\theta\phi/\theta t$ ඉන්පසු අඩු වේ. ඊට අනුරූප ϕ - t විචලනය 2 - (a) පරිදිය.

$E = -\theta\phi/\theta t$ ට අනුව ලබාගත් E - t විචලනය 2 - (b) හි දැක්වේ.

$I = E/R$ ට අනුව ලබාගත I - t විචලනය 2 - (c) හි දැක්වේ.

පළමු උදාහරණයේ දී පරිදිම පුඩුව ක්ෂේත්‍රයට පිවිසෙන විටත් එය ඉන් බැහැර වන විටත් ඊට එරෙහිව බල ඇති වේ. පුඩුවේ වේගය නියතව තබා ගැනීමට මෙම බලවලට සමාන ප්‍රතිවිරුද්ධ බල යෙදිය යුතුය.

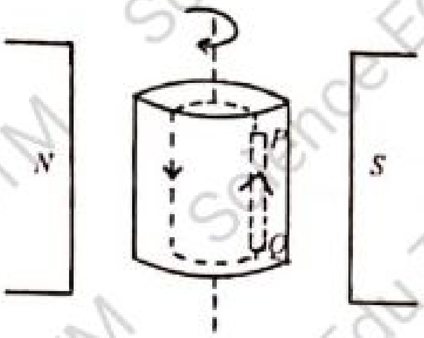
පුඩුව ක්ෂේත්‍රය තුළට ඇතුළු වන විට හා එය ඉන් පිටවන විට විශාලත්වය දක්වා I හා L (ක්ෂේත්‍රය තුළ ඇති පුඩු කොටසේ සෘජු දිග) වැඩි වී ඉන්පසු ඒවා අඩු වේ. මෙවිට $F = BIL$ අනුව පෙනී යන්නේ විශාලත්වය දක්වා වැඩිවන F ඉන්පසු අඩුවිය යුතු බවයි. තව ද I හි හා L හි විචලන රේඛීය නොවන බැවින් F ද රේඛීයව නොහැසිරේ. ඊට අනුරූපව පුඩුවේ



Scanned with CamScanner

වේගය නියතව තබා ගැනීමට යෙදිය යුතු බාහිර බලය (*F*) කාලය සමග විචලනය වන්නේ 2 - (*d*) හි දැක්වෙන පරිදිය.

සුළි ධාරා :-
(Eddy currents)



චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක චලනය වන සන්නායක කුට්ටියක් සලකන්න. *PQ* වැනි කොටසකින් ස්‍රාවය ඡේදනය වීම නිසා ප්‍රේරිත වි.ගා.බ ක් ඇති වේ. එහි බලපෑම යටතේ සන්නායකය තුල ඇති සචල ඉලෙක්ට්‍රෝන කුඩා ධාරා පුඩු ලෙස ගමන් කිරීමට පෙළඹේ. සුළි ධාරා ඇති වීම යනු මෙම සංසිද්ධියයි.

සුළි ධාරා වල ප්‍රයෝජන (Advantages of eddy currents) - ගැල්වනෝමීටර වල දඟරය ඉක්මනින් පරිමන්දනය කොට නිශ්චල වීමට සැලසීම, රික්තයක් තුල දී (දහනය සිදු කල නොහැකි විට) ලෝහ වර්ග ද්‍රව කර ගැනීම.

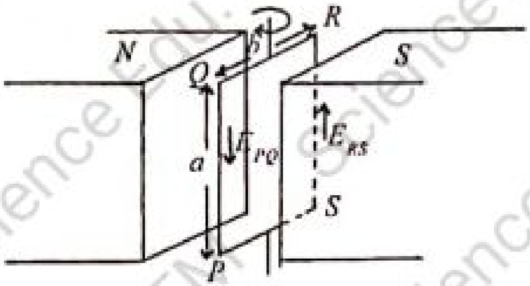
සුළි ධාරාවල හානි (Disadvantages of eddy currents) - මෝටර වල හා පරිනාමකවල තාපය ලෙස ශක්තිය අපතේ යාම. මෝටර් වල හා පරිනාමකවල සුළි ධාරා නිසා දඟර මධ්‍ය රත් වී දඟරයේ පරිවරනයට හානි සිදු වීම.

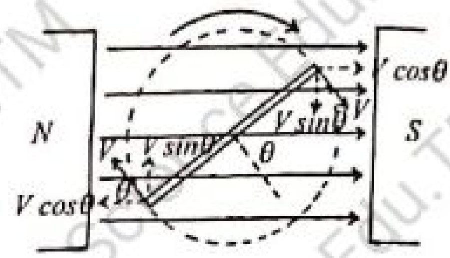
සුළි ධාරා වලක්වා ගැනීම සඳහා සුළි ධාරාවලට ලම්භක තල ඔස්සේ සන්නායක කුට්ටිය කැබලි කොට එම කැබලි අතරට පරිවාරක ද්‍රව්‍යයක් යොදනු ලැබේ. මෙය ආස්තරණය කිරීම (laminating) ලෙස හැඳින්වේ.

ඩයිනමෝවක ක්‍රියාකාරිත්වය :-
(Action of a dynamo / electrical generator)

අප භාවිතයට ගන්නා විදුලි බලය මුළුමනින්ම පාහේ ජනනය කරනු ලබන්නේ විද්‍යුත් චුම්භක ප්‍රේරණය මගිනි. මේ සඳහා යොදා ගන්නා උපකරණය ඩයිනමෝවයි. ඩයිනමෝවක් මූලික වශයෙන් සමන්විත වන්නේ චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක භ්‍රමණය කරවනු ලබන සන්නායක දඟරයකිනි.

Scanned with CamScanner





PQ හා RS සන්නායක කොටස් මගින් චුම්භක ස්‍රාවය ඡේදනය වන බැවින් එම කොටස් මත වි.ගා.බ ප්‍රේරණය වේ.

$E_{PQ} = Ba\, V \,Sin\, \theta$ $\qquad$ $E_{Rs} = Ba\, V\, Sin\, \theta$

ෆ්ලෙමිංගේ සුරත් නියමය යෙදූ විට පෙනී යන්නේ ඉහත වි.ගා.බල එකඟව ක්‍රියා කරන බවයි.

දඟරයේ එක් වටයක ප්‍රේරිත වි.ගා.බ $= 2\, Ba\, V \sin \theta$

දඟරයේ වට N ප්‍රමාණයක් තිබේ නම් හා එහි ප්‍රේරිත මුළු වි.ගා.බල E නම්

$E = 2BNaV\, Sin\, \theta$

$V = r\omega$ මගින් $\qquad V = \frac{b}{2}\, \omega$ (ω - දඟරයේ කෝණික ප්‍රවේගය)

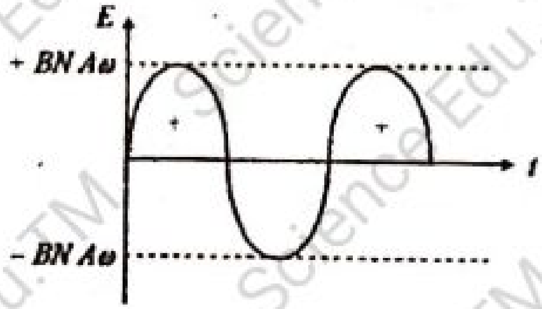
$\therefore\; E = 2B\, N\, a \frac{b}{2}\, \omega\, Sin\, \theta$

$= B\, N\, (ab)\, \omega\, Sin\, \theta$ $\qquad$ $ab = A$ යනු දඟරයේ වර්ගඵලයයි.

$E = BNA\, \omega\, Sin\, \theta$

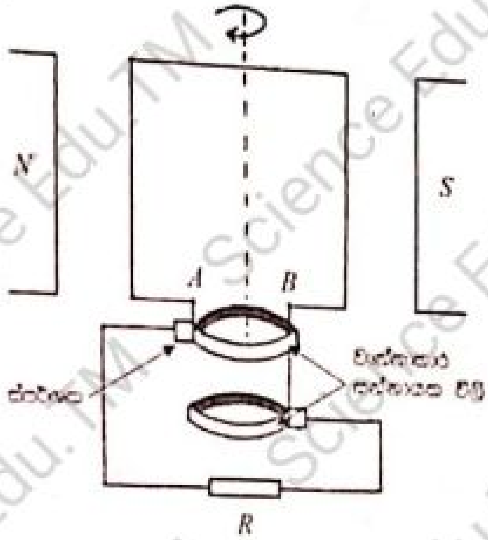
$\omega = \frac{\theta}{t} \Rightarrow \theta = \omega t$

$$E = B\, N\, A\, \omega\, Sin\, (\omega t)$$



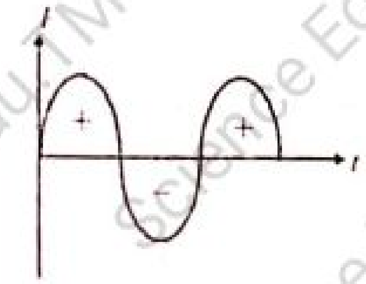
- මේ අනුව පෙනී යන්නේ
  ඩයිනමෝවක නිපදවෙන වි.ගා.බ ය ප්‍රත්‍යාවර්ත ස්වභාවයක් ගන්නා බවයි.

ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා ඩයිනමෝව :-
(Alternating current generator)

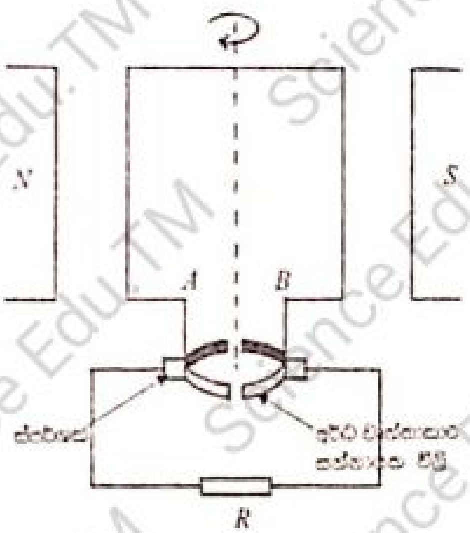


ඩයිනමෝවක නිපදවන ප්‍රත්‍යාවර්ත වි.ගා.බ ය එම ප්‍රත්‍යාවර්ත ස්වභාවයෙන් යුතුවම බාහිර පරිපථයකට සැපයිය හැකි ඩයිනමෝවකි.

A,*B* අග්‍ර අතර ප්‍රේරණය වන ප්‍රත්‍යාවර්ත වි.ගා.බ වළලු හරහා ස්පර්ශකවලට ලැබේ. වළලු, ස්පර්ශක මාරු නොකරන බැවින් බාහිර ප්‍රතිරෝධය හරහා ධාරාව ද ප්‍රත්‍යාවර්ත ස්වභාවය ගනී.

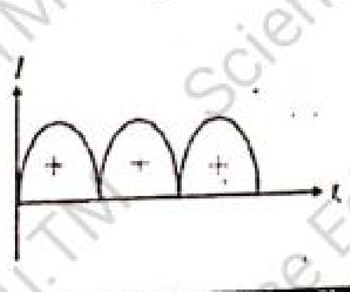


සරල ධාරා ඩයිනමෝව :-
(Direct current generator)

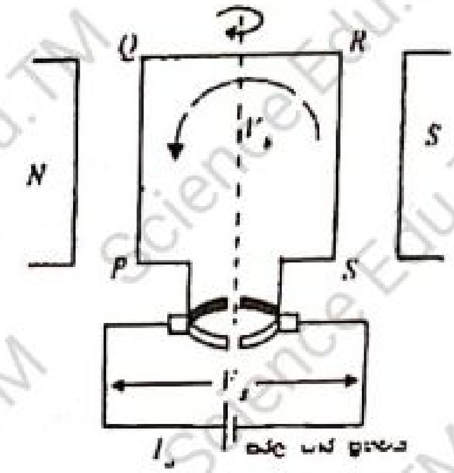


ඩයිනමෝවක නිපදවන ප්‍රත්‍යාවර්ත වි.ගා.බ ය සරල තත්ත්වයට පත් කොට බාහිර පරිපථයකට සැපයිය හැකි ඩයිනමෝවකි

A,*B* අග්‍ර අතර ප්‍රේරණය වන ප්‍රත්‍යාවර්ත වි.ගා.බ යේ ධ්‍රැවියතාව ප්‍රතිවිරුද්ධ වන විටම වළලු, ස්පර්ශක මාරු කරන බැවින් බාහිර ප්‍රතිරෝධය හරහා ධාරාව සරල තත්ත්වයට පත් වේ.



සරල ධාරා මෝටරය :-
(Direct current motor)



සරල ධාරා ප්‍රභවය මගින් ලබා දෙන සරල ධාරාව අර්ධ වෘත්තාකාර විලි මගින් ප්‍රත්‍යාවර්ත කර *PQRS* සන්නායක දඟරයට ලබා දීම මගින් එය නොකඩවා එකම දිශාවකට භ්‍රමණය වන ආකාරය "චුම්භක ක්ෂේත්‍ර" කොටසේ දී හදාරන ලදී.

මෙසේ දඟරය භ්‍රමණය වත්ම *PQ* හා *RS* පාද මගින් චුම්භක ස්‍රාවය ඡේදනය වන බැවින් එම පාද මත ප්‍රේරිත වි.ගා.බ හටගනී. ලෙන්ස් නියමයට අනුව (හෝ ෆ්ලෙමිංගේ සුරත් නියමය යෙදූ විට) පෙනී යන්නේ මෙම ප්‍රේරිත වි.ගා.බ. සැපයුම් විභවයට (V_s) එරෙහිව ක්‍රියා කරන බවයි. එබැවින් ඒවා විද්‍යුත් ප්‍රතිගාමක බල (back emf - V_b) ලෙස හැඳින්වේ.

මෝටරයක දඟරය ආමේචරය නමින් හැඳින්වෙන මෘදු යකඩ සිලින්ඩරයක් මත ඔතා ඇති බැවින් ඒ තුළ ධාරාව ආමේචර ධාරාව (I_a) ලෙස ද ප්‍රතිරෝධය ආමේචර ප්‍රතිරෝධය (R_a) ලෙස ද හැඳින්වේ.

දඟරයට $V = IR$ යෙදීමෙන් $$I_a = \frac{V_s - V_b}{R_a}$$

- විද්‍යුත් ප්‍රතිගාමක බලය, දඟරයේ භ්‍රමණ වේගයටත් චුම්භක ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලතාවටත් සමානුපාතික වේ.

- ආරම්භයේ දී මෝටරයේ ස්විච්චය සංවෘත කරන විට විද්‍යුත් ප්‍රතිගාමක බලයක් (තවම) ගොඩනැගී නැති බැවින් ආමේචර ධාරාව විශාල වී දඟරයට හානි පැමිණිය හැකි ය. එබැවින් දඟරය සමඟ ශ්‍රේණිගතව විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධයක් යොදනු ලැබේ. ආරම්භයේ දී ඉහළ අගයක තබා ගන්නා මෙම ප්‍රතිරෝධය දඟරය භ්‍රමණය වී විද්‍යුත් ප්‍රතිගාමක බලය ගොඩ නැඟීමත් සමඟ ක්‍රමයෙන් අඩු කරනු ලැබේ.

- $I_a = \frac{V_s - V_b}{R_a}$ ⇨ $V_s = V_b + I_a R_a$ ⇨ $V_s I_a = V_b I_a + I_a^2 R_a$

Scanned with CamScanner

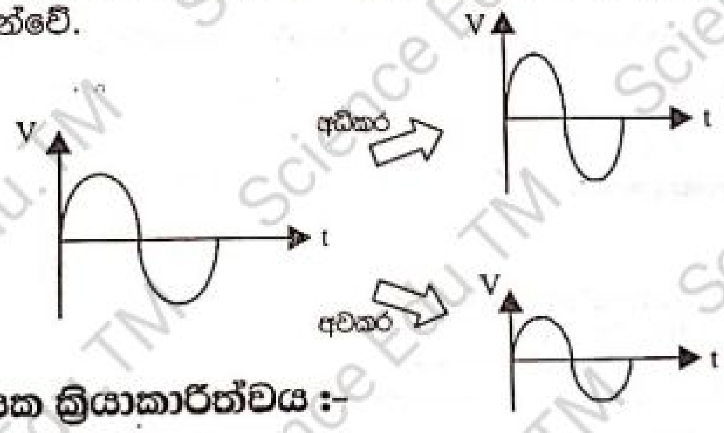
$V_s I_a$ - සැපයුම් ක්ෂමතාව
$I_a^2 R_a$ - තාපය ලෙස අපතේ ගිය ක්ෂමතාව
$V_b I_a$ - ප්‍රයෝජනවත් ක්ෂමතාව

$$\text{මෝටරයේ කාර්යක්ෂමතාව} = \frac{\text{ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව}}{\text{ප්‍රදාන ක්ෂමතාව}} \times 100\%$$

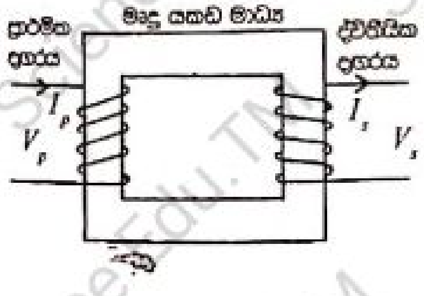
$$= \frac{V_b I_a}{V_s I_a} \times 100\% = \frac{V_b}{V_s} \times 100\%$$

පරිණාමක :-
(Transformers)

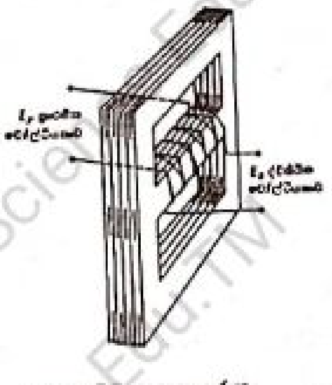
සංඛ්‍යාතයෙහි වෙනසකින් තොරව ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් ඉහළ නැංවීමට හෝ පහළ බැස්වීමට යොදා ගන්නා උපකරණය.
වෝල්ටීයතාව ඉහළ නංවන පරිණාමක ''අධිකර පරිණාමක''(step-up transformer) ලෙස ද පහළ බස්වන පරිණාමක ''අවකර පරිණාමක''(step-down transformer) ලෙස ද හැඳින්වේ.



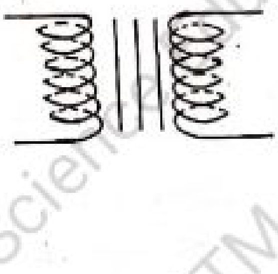
පරිණාමකයක ක්‍රියාකාරිත්වය :-
(Action of a transformer)



සරල ආකාරය



ප්‍රායෝගික ආකාරය



පරිපථ සංකේතය

ප්‍රාථමික දඟරයෙහි (primary coil) අග්‍ර අතරට V_p ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක් සැපයූ විට ඒ තුළ ගලා යන ධාරාව ද (I_p) ප්‍රත්‍යාවර්ත ස්වභාවය ගනී. එමගින් බිහි වන චුම්භක ක්ෂේත්‍රය ද ප්‍රත්‍යාවර්තව විචලනය වේ. මේ අනුව ප්‍රාථමිකය අසල චුම්භක ස්‍රාවය ද ප්‍රත්‍යාවර්තව විචලනය වන අතර යකඩ මධ්‍ය මගින් මෙම ස්‍රාව විචලනය ද්විතියික (secondary coil) හා බන්ධනය කෙරේ. මේ අනුව ද්විතීකයෙහි ප්‍රත්‍යාවර්තව විචලනය වන වෝල්ටීයතාවයක් ප්‍රේරණය වේ.

ප්‍රාථමිකයේ හා ද්විතියිකයේ වට සංඛ්‍යා පිළිවෙලින් N_p හා N_s නම් හා පරිණාමකය පරිපූර්ණ නම්,

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

ප්‍රාථමිකයේ ක්ෂමතාව = $V_p I_p$
ද්විතියිකයේ ක්ෂමතාව = $V_s I_s$

සියළු ක්ෂමතා හානි නොසැලකූ විට (එනම් පරිණාමකය පරිපූර්ණ විට)

$$V_p I_p = V_s I_s$$

පරිණාමකයක සිදුවන ශක්ති හානි :-
(Energy loss in a transformer)

1. ප්‍රාථමික හා ද්විතියික දඟරවල ඇති ප්‍රතිරෝධය හේතුවෙන් ඒවා රත් වී තාපය ලෙස ශක්තිය අපතේ යයි. (මහතින් වැඩි කම්බි යොදා ප්‍රතිරෝධය අඩු කර මෙම හානිය අඩු කරගත හැකිය.)
2. දඟර ඔතා ඇති මෘදු යකඩ මධ්‍ය අසල සිදුවන ස්‍රාව වෙනස්වීම් හේතුවෙන් ඒ තුල සුළි ධාරා ඇති වී තාපය ලෙස ශක්තිය අපතේ යයි. (මෘදු යකඩ මධ්‍ය ආස්තරණය කිරීමෙන් මෙය අවම කර ගත හැකි ය.)
3. ප්‍රාථමිකය අසල සිදු වන ස්‍රාව වෙනස්වීම මුළුමනින්ම ද්විතියිකය හා බන්ධනය නොවීමෙන් ද යම් ශක්ති හානියක් සිදු වේ. (ප්‍රාථමිකය මතම ද්විතියිකය එතීමෙන් මෙය අවම කර ගත හැකිය.)
4. මෘදු යකඩ මධ්‍ය (soft iron core) නැවත නැවතත් චුම්බකිත වීම (magnetizing) හා විචුම්බකිත (demagnetizing) වීම නිසා සිදුවන ශක්ති හානිය [මෙය හිස්ටරීය හානිය (hysterisis loss) ලෙස හැඳින්වේ.]

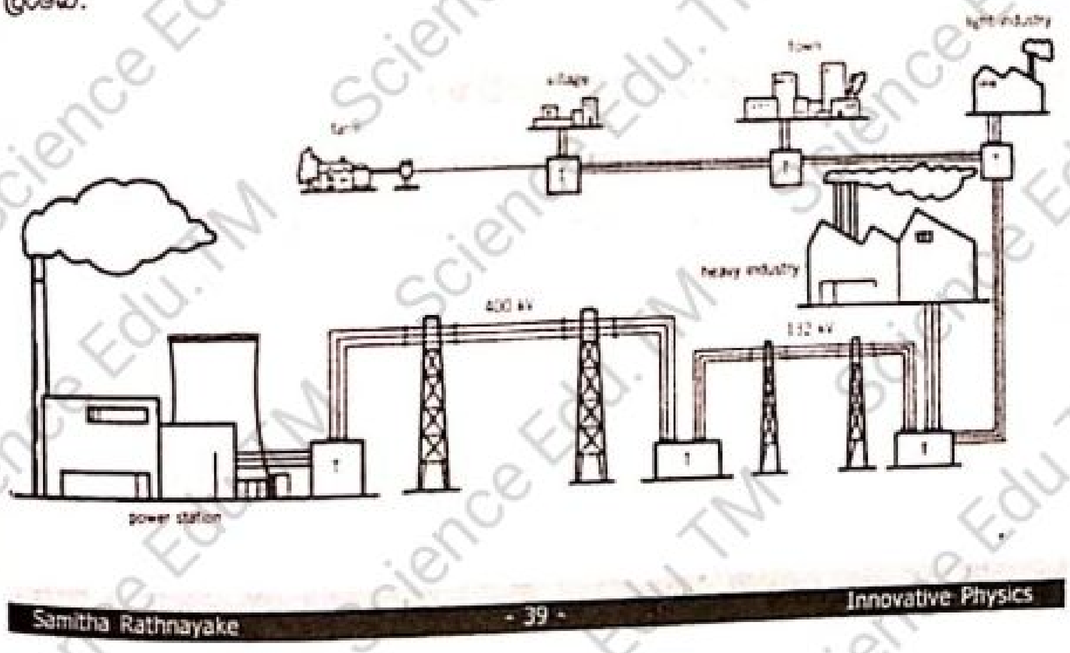
Science Edu.TM
Scanned with CamScanner

- දඟර වල නිපදවන තාපය කාර්යක්ෂමව ඒවායින් බැහැර කිරීම සඳහා සාමාන්‍යයෙන් පරිණාමක දඟර තෙලෙහි ගිල්වා තබනු ලැබේ. මේ සඳහා යොදා ගන්නා තෙල් වර්ගයට පහත ගුණාංග පැවතිය යුතුය.

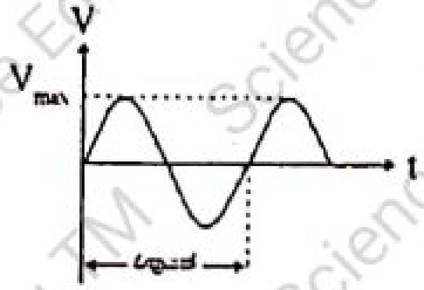
    1. විද්‍යුත් පරිවාරකයක් වීම
    2. තාප සන්නායකයක් වීම
    3 ඉහළ තාපාංකයක් තිබීම
    4. ඉහළ වි.තා.ධා අගයක් තිබීම.

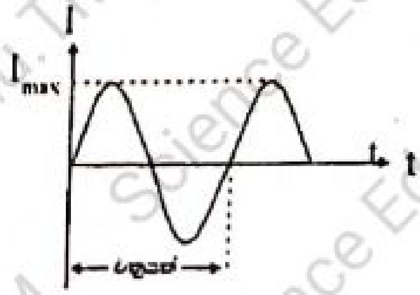
විදුලි බල සම්ප්‍රේෂණය :-
(Transmission of electric power)

බලාගාරයක නිපදවනු ලබන විදුලිය දුර බැහැර පෙදෙස්වලට සම්ප්‍රේෂණය කිරීම සඳහා අති විශාල දිගකින් යුත් රැහැන් භාවිත කිරීමට සිදුවේ. මෙම රැහැන් වල ඇති විද්‍යුත් ප්‍රතිරෝධය හේතුවෙන් ශක්තිය අපතේ යයි. $P = I^2R$ අනුව පෙනී යන්නේ R අඩු කිරීමෙන් ක්ෂමතා හානිය අඩු කල හැකි බවයි. එහෙත් $R = \rho l/A$ අනුව පෙනී යනුයේ R අඩු කිරීමට නම් මහතින් වැඩි ඉතා හොඳ සන්නායක කම්බි භාවිත කල යුතු බවයි. මෙය ආර්ථික වශයෙන් අවාසිදායකය. තව ද $P = I^2R$ අනුව පෙනී යන්නේ ක්ෂමතා හානිය විශාල වශයෙන් අඩු කිරීමේ හැකියාවක් ධාරාවට ඇති බවයි. මේ සඳහා ධාරාව අඩු කල යුතුය. මෙය සිදු කරනුයේ අධිකර පරිණාමක යොදා වෝල්ටීයතාව ඉහළ නැංවීම මගිනි. (මෙවිට ධාරාව අඩුවේ) මෙසේ ඉහළ වෝල්ටීයතාවක් හා කුඩා ධාරාවක් සහිතව දුර බැහැර ප්‍රදේශවලට සම්ප්‍රේෂණය කරන විදුලිය ඉන්පසු අවකර පරිණාමක යොදා පියවරෙන් පියවර වෝල්ටීයතාව අඩු කොට පරිභෝජනය සඳහා බෙදා හරිනු ලැබේ.



වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගය :- (Root mean square value)





ප්‍රත්‍යාවර්ත වෝල්ටීයතාවක හෝ ධාරාවක අගය කාලය සමඟ නිරන්තරයෙන් උච්චාවචනය වේ. එබැවින් යම් ආකාරයක මධ්‍යන්‍ය අගයක් සැලකීමට අපට සිදුවේ. කෙසෙ වුව ද එක් චක්‍රයක් තුල වෝල්ටීයතාවයේ හෝ ධාරාවේ සාමාන්‍ය අගය ශුන්‍ය බව පෙනී යයි. එබැවින් ශුන්‍ය නොවන අගයක් ලබා ගැනීම සඳහා (වායු අණු සඳහා වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල ප්‍රවේගයක් භාවිත කරන සේ) වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල අගයක් යොදා ගනු ලැබේ.

වර්ග මාධ්‍යන්‍ය මූල අගය (r.m.s), උච්ච අගයට (max) පහත පරිදි සම්බන්ධ වේ.

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} \qquad I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරා හා වෝල්ටීයතා සම්බන්ධ සමීකරණ වලදී යොදා ගැනෙන්නේ rms අගයයි.

වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල ධාරාව අර්ථ දැක්වීම :-

(Definition of root mean square current)

යම් ප්‍රතිරෝධයක් තුලින් ප්‍රත්‍යාවර්ත ධාරාවක් ගලා යන විට සිදුවන ක්‍ෂමතා උත්සර්ජණයට සමාන ක්‍ෂමතා උත්සර්ජනයක් එම ප්‍රතිරෝධය තුල සිදුකල හැකි සරල ධාරාව මුල් ප්‍රත්‍යවර්ත ධාරාවේ වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල ධාරාව ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

Scanned with CamScanner