

க.பொ.த (உயர்தரம்)

# பௌதிகவியல் தரம் - 13

வளநூல்

அலகு - 07

காந்தப் புலம்

ஏளைய அலகுகளுக்குரிய வளநூல்களை தரவிறக்கம் செய்ய **இங்கு** அழுத்தவும்



இன்னும் பல பயனுள்ள தகவல்களைப் Telegram இல் பெற்றுக் கொள்ள எமது Channel இல் இணைந்திடுங்கள்



/ ScienceEagle

[CLICK HERE TO JOIN](#)

எமது Updates களை உடனுக்குடன் உங்கள் வாட்ஸ்அப் இல் ( Broadcast Service ) ஊடாக பெற்றுக்கொள்ள இன்றே செயற்படுததுங்கள்



072-5161322

[CLICK HERE](#)

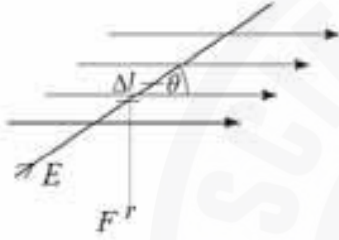
[www.ScienceEagle.com](http://www.ScienceEagle.com)

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்



உரு 1.1 இற்போன்று AB கடத்திக் கம்பியை வலிமையான பரியிலாடக் காந்தமொன்றின் முனைவுகளுக்கு இடைப்பட்ட பிரதேசத்தில் வைத்து, மின்கலமொன்று னும் ஆளியொன்றுடனும் தொடராகத் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. (K) ஆளியை மூடிய கணத்தில் AB கடத்தி ஒரு புறமாக ஏறியப்படும். ஆளியை மூடியவுடன் கடத்தியில் ஓட்டம் ஆரம்பித்ததும் அதனைச் சூழ காந்தப் புலமொன்று உருவாகும். இக்காந்தப்புலத்துக்குப் பரியிலாடக் காந்தத்தின் முனைவுகளுக்கு இடையே உள்ள காந்தப் புலத்துக்கும் இடையேயான மோதுகையினால் தோன்றும் இடைத்தொழிற்பாட்டின் விளைவாகக் கடத்தியின் மீது விசையொன்று தோன்றுவதோடு அள்விசையானது கடத்தியில் அசைவை ஏற்படுத்துகின்றது.

காந்தப் புலத்தின் வலிமையானது அதாவது செறிவானது காந்தப் பாய அடர்த்தி என அழைக்கப்படும். மேற்படி உதாரணத்தில் பரியிலாடக் காந்தத்தினது புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஓட்டம் காவும் கடத்தியினூடு ஒரு கவட்டளவின் மீது தொழிற்படும் விசையின் மூலம் அதன் காந்தப்பாய அடர்த்தியை வரைவிலக்கணப்படுத்துவதற்கான ஒரு கோவையை பெறலாம்.



உரு 1.2

$I$  ஓடத்தைக் காவும் கடத்தியானது, காந்தப் புலத்தில்  $\theta$  கோணத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம்.

அப்போது

$\Delta l$  கவட்டளவின் மீது தொழிற்படும் விசை

$$F \propto I$$

$$F \propto \Delta l$$

$$F \propto \sin \theta$$

என்பது பரிசோதனை வாயிலாக எடுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$\Rightarrow F \propto I \Delta l \sin \theta$$

$$F = B I \Delta l \sin \theta$$

இங்கு  $B$  என்பது ஒரு விகிதசம மாறிலி ஆகும்.

$$B = \frac{F}{I \Delta l \sin \theta}$$

$$\theta = 90^\circ \text{ ஆகும்போது } B = \frac{F}{I \Delta l}$$

மேற்படி  $B$  கணியமானது  $\Delta l$  இனது காந்தப் பாய அடர்த்தியைக் குறிப்பதோடு அக்கோவையின் மூலம் காந்தப் பாய அடர்த்தியைப் பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம். இதற்காக  $I \Delta l$  கணியமானது ஓட்டச் கவட்டளம் எனப்படுகின்றது.

### 1.3 காந்தப்பாய அடர்த்தி

காந்தப்புலமொன்றுக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்ட ஓட்டம் காவும் கடத்தியொன்றில் அலகுச் கவட்டளவு ஓட்டத்தின் மீது தொழிற்படும் விசையே அதன் காந்தப் பாய அடர்த்தி ஆகும்.

அலகு:  $\text{NA}^{-1}\text{m}^{-1}$  அதாவது T (ரெஸ்லா Tesla)

$B$  காந்தப்புலத்தில்  $\theta$  கோணத்தில் வைக்கப்பட்ட  $I$  நீளமுள்ள கடத்தியொன்றுக்காக மேற்படி விசை,

$F = IBl \sin \theta$  எனக் குறிப்பிடலாம்.

$\theta = 90^\circ$  ஆகும்போது  $F = BI l$  ஆகும்.

இது குறித்த ஓட்டத்துக்கான உச்ச விசை ஆகும்.

$\theta = 0^\circ$  ஆகும்போது  $F = 0$  ஆகும்.

அதாவது கடத்தியானது காந்தப் புலத்துக்குச் சமாதரமாக இருக்கும்போது அது ஓட்டத்தைக் கவிய போதிலும் அதன் மீது விசையேதும் தொழிற்படமாட்டாது.

காந்தப்புலம் தொடர்பாகவும் அதனால் ஏற்படுத்தப்படும் விளைவுகள் தொடர்பாகவும் கற்றாய்வதற்காக அவற்றின் காந்தப் பாய மாதிரிகளைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

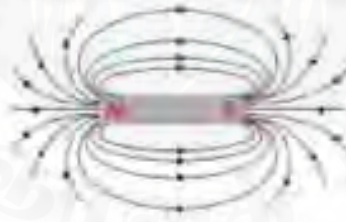
### உதாரணங்கள்

1. பரீயிடலாக காந்தமொன்றின் முனைவுகளுக்கு இடையே காந்தப்புலம்



உரு 13

2. சட்டக் காந்தமொன்றினால் சூழக் காந்த விசைக்கோடுகள்



உரு 14

காந்தத்தின் வட முனைவில் ஆரம்பித்துத் தென்முனைவில் முடிவடைகின்றது.

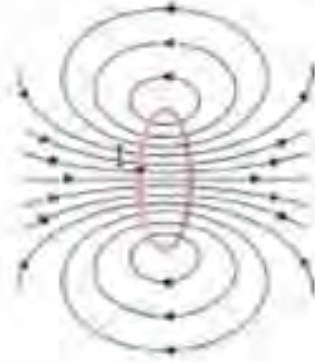
3) மின்னோட்டத்தை காவுகின்ற நேரிய கடத்தியொன்றை சூழவுள்ள காந்தப்புலம்



உரு 15

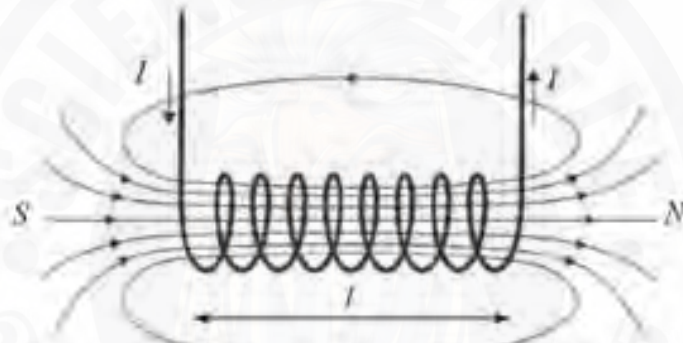
காந்தப்புலத்தின் அநாவது விசைக் கோடுகளின் திசையானது டைக்ஸ்டெல் எவஞ்சுழித் தக்கைத்திருகு விதியின்படி தீர்மானிக்கப்படும்.

4. மின்னோட்டம் காலும் வட்டவடிவச் சுருளொன்றைச் சூழக் காந்தப்புலம்



உரு 16

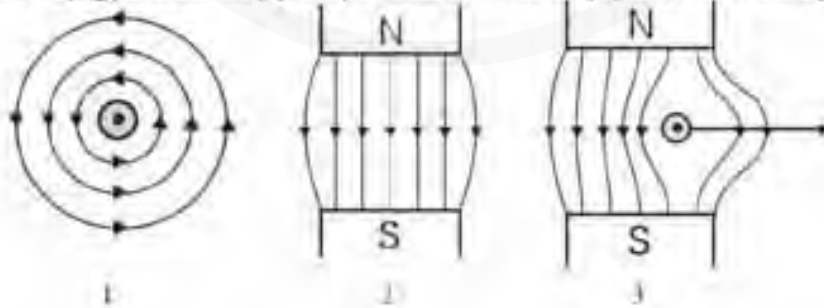
5. மின்னோட்டம் காலும் விரிச்சுருளொன்றைச் சூழக் காந்தப்புலம்.



உரு 17

காந்தப்புலமொன்றில் வைத்த ஓட்டம் காலும் சுத்தியொன்றில் மீலு தொழிற்படும் விசையின் திசையைத் துணிதல்

இதற்காக மேற்குறிப்பிட்ட காந்தப் புலங்களில் பாய மாதிரிகளைப் பயன்படுத்துவோம்.



உரு 18

(1) ஓட்டம் காலும் நீண்ட நிலைக்குத்துக் கம்பியொன்றைச் சூழக் காந்தப்புலம்

(2) வலிமையான பரியலாகக் காந்தமொன்றின் முனைவுகளுக்கு இடையே காந்தப்புலம்

(3) ஓட்டம் காவம் கடத்தியினைக் காந்தத்தின் முனைவுகளுக்கு இடையே வைத்தபோது தோன்றும் காட்டுக் காந்தப் புலம்

கூடுகட்டுப் புலத்தின் அமைப்பின் படி, கடத்தியின் துது புறத்தே காந்தப்புலங்களினை நேர்வதால் அங்கு வலிமையான புலமும், வலது புறத்தே காந்தப்புலம் எதிரானதாகையால், நலிவான புலமும் உருவாகியுள்ளது. கடத்தியின் இடது புறத்தே மேலதிக அழுக்கம் ஏற்பட்டு, கடத்தியின் மீது வலது புறமாக பொறிமுறை விசையொன்று தொழிற்படும். கடத்தி அரையக்கடியவாறாகக் கயாநீமனனதாவின், அது வலது புறமாக அசையும்.

மின்சக்தியை பொறிமுறை (இயக்கச்) சக்தியாக மாற்றும் ஒரு சந்தர்ப்பமும் மேலே குறிப்பிடப்பட்டது. மின்னோட்டில் ஆரம்பித்து மின் வலுவின்னால் தொழிற்படும் சகல பொறிகளுக்கும் இக்கோட்பாடு அடிப்பையாக அமைந்துள்ளது. மின்சக்தியைப் பொறிமுறைச் சக்தியாக மாற்றுவதற்காக, காந்தப்புலமொன்று தொடர்புறுவது உட்பயமாகது என்பது ஜுந்து முக்கியமான ஒரு விடயமாகும்.

மேற்படி சக்தி நிலைமாற்றத்தில் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான மூன்று கூறுகள் உள்ளன. மின்னோட்டம், காந்தப்புலம் அவற்றின் விளைவாகிய பொறிமுறைச்சக்தி அதாவது இயக்கம் ஆகியனவே அவையாகும். இந்த வளைவின் திசையை துலருவாகத் துணிவதற்காகப் பின்வரும் விதியைப் பயன்படுத்தலாம்.

**1.4 பிளெமிங்ஸின் இடக்கை விதி**

பெருவக (மின் - துயக்கம்)

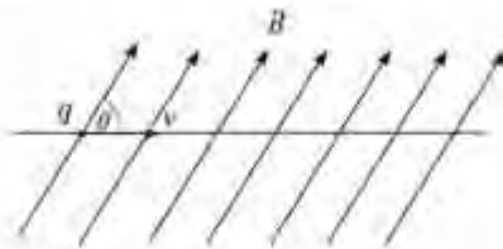


பட 1.9

இடது கையின் கட்டுவிரல், நடுவிரல், பெருவிரல் ஆகியவற்றை ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக வைத்து கட்டு விரலினால் காந்தப் புலத்தின் திசையையும் நடுவிரலினால் அதற்கு ஊடாக கடத்தியில் ஓட்டத்தின் திசையையும் காட்டினால், பெருவிரலினால் கடத்தியீது தொழிற்படும் விசையின் அதாவது இயக்கத்தின் திசை காட்டப்படும்.

**1.5 காந்தப்புலமொன்றிற்குக் குறுக்காகச் செல்லும் ஏற்றமொன்றின் மீது தொழிற்படும் விசை**

காந்தப்புலமொன்றின் உள்ள அசைய ஏற்றமொன்றின் மீது விசையேறும் தொழிற்படுவதில்லை. எனினும், அது அசைகின்றதெனின் மின்னோட்டத்துக்குச் சமமானதாகையால், அதன் மீது விசை தொழிற்படும்.



பட 1.10

B பாய அடர்த்தியுள்ள சீரான காந்தப்புலமொன்றுக்கு  $\theta$  கோணத்தில் சாய்வான திசையில் வழியே v வேகத்தில் செல்லும் q ஏற்றமொன்றினைக் கருதுவோம்.

இந்த ஏற்றம் t நேரத்தில் l தூரம் செல்கின்றதாயின்,

$$l = vt$$

செல்லும் ஏற்றத்தை அதன் பயணத்திசையில் வைக்கப்பட்டுள்ள l நீளமுள்ள கடத்தியொன்றின் ஊடாகப் பாயும் I ஓட்டத்துக்குச் சமமாகக் கொண்டால், அதன் மீது விசை,

$$F = BIl \sin \theta$$

$$= \frac{Bq}{t} Vt \sin \theta$$

$$F = BqV \sin \theta \text{ எனப் பெறலாம்}$$

$$\theta = 90^\circ \text{ ஆயின் } F = BqV$$

ஏற்றமானது புலத்துக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்கின்றதெனின்,

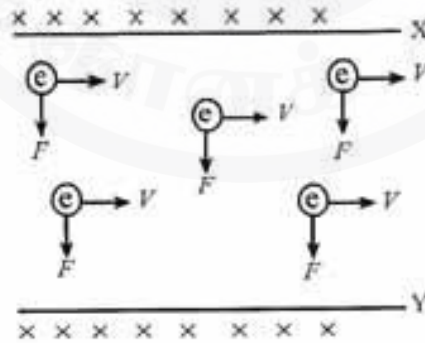
$$F = 0$$

### 1.6 ஹோல் விளைவு



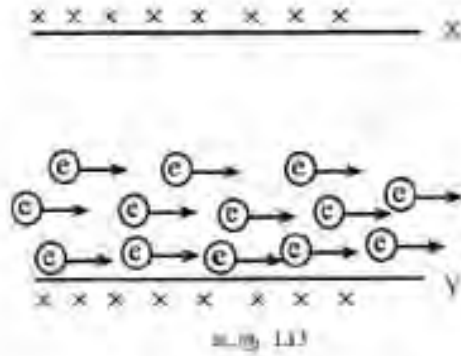
உரு 1.11

உருவில் காட்டியுள்ளவாறு ஓட்டம் காரும் கடத்திக் கொண்டு அதற்குச் செங்குத்தாக காந்தப் புலமொன்றின் மீது வைக்கப்பட்ட கடத்திக் கொண்டுள்ள மீது கீழ் நோக்கிய விசையொன்று தோன்றும். நியம அட்டத்திசைக்கு எதிரான திசையில் பிரவாகிக்கும் இலத்திரன்கள் மீது கீழ் நோக்கிய விசையொன்று உருவாகின்ற மையினாலேயே இவ்வாறாகக் கோலின் மீது விசையொன்று



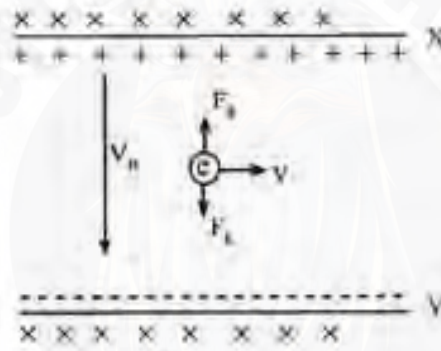
உரு 1.12

இலத்திரன்கள் மீது ஏற்படும் இந்த விசை காரணமாகக் கடத்திக்கோலின் கீழ்நோக்கி இலத்திரன்கள் விலகும். எனவே மேல் x மேற்பரப்புக்குச் சார்பாக கீழ் y மேற்பரப்பு மறை அழுத்தமாவதோடு, அதன் விளைவாக மேற்பரப்புக்கள் இரண்டுக்கும் இடையே அழுத்த வித்தியாசமொன்று உருவாகும். இது இலத்திரன் விலகலுக்குத் தடையாக அமைவதோடு ஓரளவு நேரத்தின் பின்னர் y மேற்பரப்பின்பால் இலத்திரன்களின் விலகல் நிற்பதோடு, அதை முன்னோக்கிச் செல்லும்.



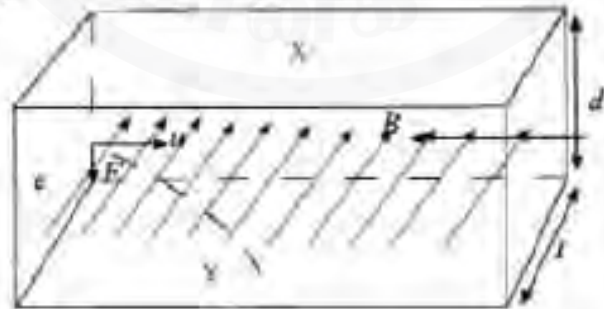
உரு. 113

X, Y மேற்பரப்புகளுக்கு இடையே உருவாகும் அழுத்தம் காரணமாக இலத்திரன்கள் இலத்திரன்கள் மீது உருவாகும் விசை  $F_E$  உடம் மற்றும் காந்தப்புலத்தில் சூக்கம் காரணமாக இலத்திரன்களின் மீது உருவாகும்  $R$  விசை  $F_B$  உடம் சமமாகும். பொறிமுறையே இவ்வாறாக மேற்பரப்பின் பால் நிகழும் இலத்திரன் விலகல் நிற்கும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் X, Y மேற்பரப்புகளுக்கு இடையே “ஷோல் வோல்ட்ரேஜ்” எனப்படும்.



உரு. 114

இத்தேர்நர்ப்பாடு “ஷோல் விசைவு” எனப்படுவதோடு 1879 ஜில் எட்வின் ஷோல் எனும் விஞ்ஞானியினால் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சி முயற்சிகளின் பெறுபெறுகளின்படி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.



உரு. 115

ஷோல் வோல்ட்ரேஜ்வுக்கான ( $V_H$ ) கோவைவொன்றைப் பெறுவதற்காக உரு. 115 ஜில் குரப்பட்டுள்ள கடத்திக் குற்றியைக் கருதுவோம். அதன் உயரம்  $d$  எனவும் கடிப்பு  $t$  எனவும் கருதுவோம். அப்போது குற்றியின் X,Y மேற்பரப்புகளுக்கு இடையே தோன்றிய அழுத்த வித்தியாரம் காரணமாக உருவாகும் மிக்புலத்தின் பாய அடர்த்தி,



$$E = \text{அழுத்தப்படித்திரள்} = \frac{V'}{d}$$

அப்போது இலத்திரனொன்றின் மறை ஏற்றத்தின் மீது நிலைக்குத்தாக மேல்நோக்கித் தொழிற்படும் விசை

$$\uparrow F_e = E_e = \frac{V'}{d} \cdot e$$

இவ்விசையானது இலத்திரன்களின் மீது கீழ் நோக்கித் தொழிற்படும்  $F_B = F_e$  விசையுடன், சமனிலையை அடையும் போதே இலத்திரன்கள் விலகல் நின்று விடும்.



உரு 146

மேலும் ஓட்டம்  $I$  இற்கும் நகர்வு வேகம்  $v$  இற்கும் இடையினை தொடர்பு

$$I = Anev$$

$A$  என்பது கடத்தியின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவாவதோடு  $n$  என்பது அதன் அலகுக் கனவளவில் அடங்கியுள்ள காஸ்களின் அடர்த்தி இலத்திரன்களின் எண்ணிக்கையாகும்.

$$\therefore v = \frac{1}{Ane}$$

மேற்படி  $V_B$  இற்கான கோலையில்  $v$  இற்காகப் பிரதியிடுசெய்வதால்

$$\begin{aligned} V_B &= B \cdot \frac{1}{Ane} \cdot d = B \cdot \frac{1}{dne} \cdot d \\ &= \frac{Bd}{ne} \end{aligned}$$

**1.7 ஹோல் விளைவின் பிரயோகங்கள்**

1. குறைகடத்திகளில் ஏற்றக்காஸ்களை இளங்காஸ்பதற்கு ஹோல் விளைவு துணையாகும். அதாவது யாதேனும் குறைகடத்தி  $p$  வகையைச் சேர்ந்ததா  $n$  வகையைச் சேர்ந்ததா என்பதாகும். குறை கடத்தியொன்றினை ஹோல் விளைவுக்கு உட்படுத்தி அதன் ஹோல் வேலற்றளவு உருவாகும் திசையைத் துணியலாம். அதன் மூலம் அதன் ஏற்றக்காஸ்கள் மறை இலத்திரன்களா அல்லது நேர்த் துணைகள் என்பதைத் துணிக்து

அதற்கமைய குறை கடத்தியானது  $p$  வகையைச் சேர்ந்ததா  $n$  வகையைச் சேர்ந்ததா என்பதைத் திட்டவாட்டமாக இனங்காணலாம்.

2. ஹோல் விளைவின் மற்றுமொரு முக்கியமான பீரயோகம் உள்ளது. அதன் மூலம் காந்தப் புலத்தின் பாய அடர்த்தியை துணியலாம். இதற்காக ஹோல் ஆயி (probe) எனும் சாதனம் பயன்படுத்தப்படும்.
3. இதய நோய்கள் தொடர்பான சோதனைகளில் நாடிக்கலனினுள்ளே குருதிப் பாய்ச்சலின் வேகத்தை அளப்பதற்காக வைத்தியர்கள் மின் காந்தப் பாய்வு மானி எனும் உபகரணம் பயன்படுத்தப்படும். இந்த உபகரணத்தின் தொழிற்பாட்டுக்கு ஹோல் விளைவு அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது.

உதாரணம்

மேலே உருவில் காட்டியுள்ளவாறாக மின் காந்தப் பாய்வு மானியினால் சோதனைக்கு உட்படுத்தப்படும் குருதி நாடிக்குக் குறுக்காக, அதற்குச் செங்குத்தாக  $B$  பாய அடர்த்தியுள்ள காந்தப்புலமொன்று தொழிற்படுத்தப்பட்டுள்ளது. குருதியில் அடங்கியுள்ள  $\text{Na}^+$  மற்றும்  $\text{ce}^-$  அயன் ஏற்றல் காவிகளாகக் குருதியுடன் கொண்டு செல்லப்படுகின்றமையால் காந்தப் புலத்துக்குச் செங்குத்தாக நாடிக்குக் குறுக்காக ஹோல் வோல்ட்ஜனாவு உருவாகும். பாய்வு மானியில் காட்டப்படும் அதன் பெறுமானம்  $V_H$  ஆகும். அயன்களின் பாய்வு வேகமானது குருதியின் பாய்வுக் கதிக்குச் சமமானது எனக் கருதி, குருதியின் பாய்வு கதிக்கான கோவையைப் பெறுக.

அயனொன்றின் ஏற்றம்  $q$  எனின், சமனிலைச் சந்தர்ப்பத்தில்  
காந்த விசை ( $F_p$ ) = மின் விசை ( $F_e$ )

குருதியின் பாய்வுக்  $u$  ஆயின்,

$$Bqu = qE$$

$$u = \frac{E}{B}$$

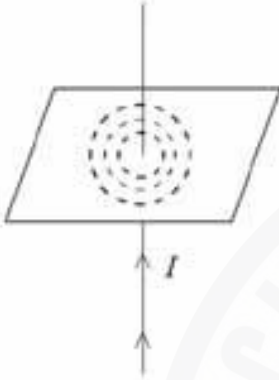
$$\therefore u = \frac{V_H}{dB} \text{ ஆகும்.}$$

எனினும்  $E = \frac{V_H}{d}$

இரண்டாம் அத்தியாயம்

காந்தம் விசைப் புலம்  
Magnetic Force Field

2.1 அறிமுகம்



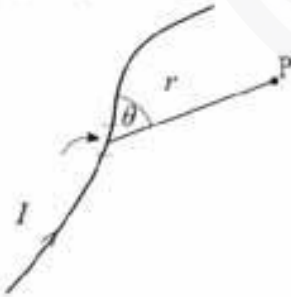
உரு 2.1

ஒட்டக்காவும் கடத்தியொன்றைச் சூழ காந்தப் புலமொன்று இருப்பன உறுதிப்படுத்துவதற்காக உரு 2.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பைப் பயன்படுத்தலாம். கிடையான காட்போட் தளமொன்றின் துளையிட்டு அதனுடாக நிலைக்குத்தான கடத்திக் கூம்பி செலுத்தப்பட்டுள்ளது. காட்போட் தளத்தின் மீது கம்பியைச் சூழ மென்மையான இரும்புத் தூள் சீறிதளவு பரப்பப்பட்டுள்ளது. இனி கடத்தியின் ஊடாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் அதேவேளை காட்போட் தட்டின் மீது மெதுவாகத் தட்டப்படும். அப்போது, அதில் உள்ள இரும்புத்தூளானது கடத்தியை மையமாகக் கொண்டு ஒரு மைய வட்டப்பாதையில் வழியே அமைந்து கடத்தியைச் சூழக் காந்தப் புலத்தின்

இரும்பையும் அதன் அமைப்பையும் காட்டுகின்றது. புலத்தில் காந்தப் புலக் கோடுகளின் திசையானது முன்னர் குறிப்பிடப்பட்ட மக்ஸ்வெல் இனது வலங்குழித் தக்கைத் திருகு விதியின் மூலம் கிடைக்கின்றன.

2.2 பியோ - சவா விதி

மின்னோட்டம் காவும் கடத்தியொன்றைச் சூழ உள்ள காந்தப் புலத்தில் யாதேனும் புள்ளியில் காந்தப்பாய அடர்த்தியையும் துணிய வழிப்படுத்தும் கோவையொன்று இவ்விதியின் மூலம் கிடைக்கின்றது.



காந்தப்பாய அடர்த்தி

உரு: 2.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு கடத்தியின் ஊடாக I ஓட்டம் பாய்கின்றது. P என்பது அதில் யாதேனும்  $\delta l$  கவட்டளவில் இருந்து r தூரத்தில் அமைந்துள்ள யாதேனும் புள்ளியாவதோடு, அதில் P இலிருந்து அக்கவட்டளவுக்கு வளையப்பட்ட கோடு, ஓட்டம் பாயும் திசையில்  $\delta l$  இற்கு வரையப்பட்ட தொடலியுடன்  $\theta$  கோணத்தை அமைக்க.

அப்போது  $I \delta l$  ஓட்டச் சுவட்டளவு காரணமாக P இல் தோன்றும்

$$\begin{aligned} \delta B &\propto I \\ \delta B &\propto \delta l \\ \delta B &\propto \sin \theta \\ \delta B &\propto \frac{1}{r^2} \end{aligned}$$

என்பது பரிசோதனை ரீதியில் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது

$$\therefore \delta B \propto \frac{I \delta l \sin \theta}{r^2}$$

$$\delta B = K \frac{I \delta l \sin \theta}{r^2} \quad K \text{ என்பது விசைதசம மாறிலி ஆகும்}$$

$K = \frac{\mu_0}{4\pi}$  என வகைகுறிக்கப்படுவதோடு  $\mu_0$  என்பது சுயாதீன வெளியின் காந்த உட்புகவிடுமீயல்பு எனப்படும்.

$$\left( \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{Hm}^{-1} \right)$$

$$\therefore \delta B = \left( \frac{\mu_0}{4\pi} \right) \frac{I \delta l \sin \theta}{r^2} \text{ ஆகும்.}$$

பியோ - சவா விதி என்பது இப்பெறுபேறாவதோடு ஒட்டம் காவும் கடத்தியொன்றில்  $I \delta l$  ஒட்டச் சுவட்டளவில் இருந்து  $r$  தூரத்தில் அமைந்துள்ள ஒரு புள்ளியின் காந்தப்பாய அடர்த்தி அதன் மூலம் குறிப்பிடப்படுகின்றது.

### 2.3 மக்ஸ்வெல் வலஞ்சுழித் தக்கைத்திருகு விதி

கடத்தியொன்றின் ஓடாக ஒட்டம் பாயும் திசையில் வலஞ்சுழித் தக்கைத் திருகொன்றினைச் செலுத்துவதற்காக அதனை எந்தத்திசையில் சுழற்ற வேண்டுமோ அது கடத்தியை சூழவுள்ள காந்தப்புலத்தின் திசையைக் காட்டும்.

### 2.4 பியோ-சவா விதியின் பிரயோகங்கள்

(1). மின்னோட்டத்தைக் காவும் மிக நீண்ட நேரிய கம்பியொன்றின் அயில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் காந்தப்பாய அடர்த்தி

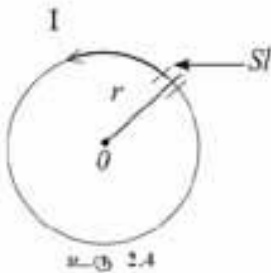


மிக நீண்ட கம்பியொன்று  $I$  ஒட்டத்தைக் கொண்டு செல்கின்றது. P எனும் வெளிப்புள்ளியொன்றில் இருந்து கம்பி வரையிலான தூரம்  $r$  ஆகும்.

அப்போது பியோ - சவா கோவைக்காக கணித தொகையிடலைப் பிரயோகிப்பதால் முழுக்கம்பியின் ஊடாகவே பாயும் ஒட்டம் காரணமாக P இல் காந்தப்பாய அடர்த்தி,

$$B = \left( \frac{\mu_0}{4\pi} \right) \frac{2I}{r}$$

(2). மின்னோட்டம் காவும் வட்டவடிவத் தட்டைச் சுருளொன்றின் மையத்தில் காந்தப்பாய அடர்த்தி



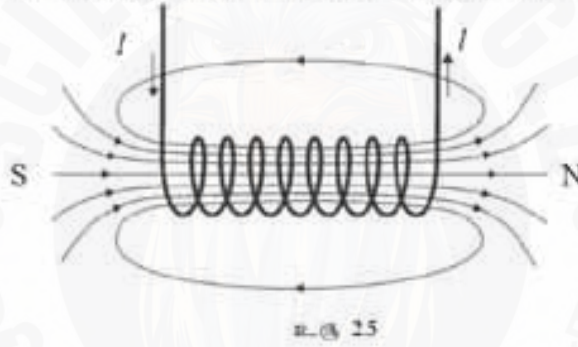
$N$  எண்ணிக்கை முறுக்குகளைக் கொண்ட  $r$  ஆரையுள்ள வட்டவடிவச் சுருளொன்று  $I$  ஒட்டத்தைக் கொண்டு செல்கின்றது. பியோ - சவா விதியின்படி, சுருளின் யாதேனும் ஒட்ட சுவட்டளவு ( $I \delta l$ ) காரணமாக அதன் மையத்தில் உருவாகும் காந்தப்பாய அடர்த்தி,

$$SB = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{I\delta l \sin 90^\circ}{r^2}$$

சகல ஓட்டச்சுவட்டளவுகள் காரணமாகச் சுருளின் மையத்தில் உருவாகும் காந்தப் பாயமானது சுருளின் தளத்துக்குச் செங்குத்தாக மேல்தோக்கியோ கீழ்தோக்கியோ தொழிற்படுகின்றமையால், மையத்தின் விளைஞ் காந்தப் பாய அடர்த்தி,

$$\begin{aligned} B &= \Sigma \delta B = \Sigma \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{I\delta l}{r^2} \\ &= \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{1}{r^2} \Sigma \delta l \\ &= \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{I}{r^2} 4\pi r N \\ &= \frac{\mu_0 N I}{2r} \end{aligned}$$

(3) ஓட்டங்காவும் நீண்ட வரிச்சுருளொன்றின் அச்சில் காந்தப் பாய அடர்த்தி



அலகு நீளத்தில்  $n$  முறுக்குகளைக் கொண்ட வரிச்சுருளொன்றில்  $I$  ஓட்டம் பாய்கின்றது. பிபோ - சவா விதியைப் பிரயோகிப்பதால், இதன் அச்சைப் பற்றிய காந்தப்பாய அடர்த்தி,

$$B = \mu n I \text{ எனக் காட்டப்படும்}$$

தீர்க்கப்பட்ட பயிற்சிகள்

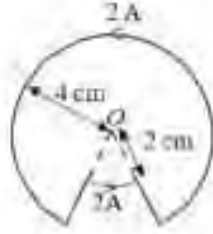
1. நீண்ட நிலைக்குத்துக் கடத்திக் கம்பியொன்றில் கீழ்தோக்கி ஓட்டம் பாய்கின்றது. கம்பியிலிருந்து 4 cm தூரத்தில் நடுநிலைப் புள்ளியொன்று அவதானிக்கப்படுகின்றது. புவியினது காந்தப் புலத்தின் கிடைக்கூறு  $B_0 = 4 \times 10^{-5} \text{ T}$  ஆயின், ஓட்டத்தைக் காண்க. ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$ )

நடுநிலைப்புள்ளியில்,

ஓட்டம் காரணமாக உருவாகும் காந்தப்பாய அடர்த்தி = புவியின் காந்தப்பாய அடர்த்தி (கிடைக்கூறு)

$$\begin{aligned} B &= B_0 \\ \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2I}{r} &= 4 \times 10^{-5} \\ \frac{10^{-7} \times 2I}{4 \times 10^{-2}} &= 4 \times 10^{-5} \\ I &= 8 \text{ A} \end{aligned}$$

2. கீழே உருவில் காட்டப்பட்டுள்ள வட்ட வடிவக் கம்பித்தாத்தில் 2 A ஓட்டம் பாய்கின்றது. அதன் மையத்தில் காந்தப்பாய அடர்த்தியைக் காண்க.



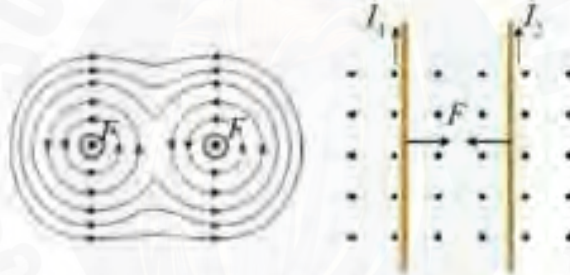
$$B_0 = \left[ \frac{\mu_0 I}{2 \times 4 \times 10^{-2}} \times 2\pi \times \frac{3}{4} \right] - \left[ \frac{\mu_0 I}{2 \times 2 \times 10^{-2}} \times 2\pi \times \frac{1}{4} \right]$$

$$= \frac{\mu_0 I \times 2\pi}{2 \times 2 \times 10^{-2} \times 4} \left( \frac{3}{2} + 1 \right)$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 2\pi}{2 \times 2 \times 10^{-2} \times 4} \times \frac{5}{2}$$

$$= (2.5\pi^2) 10^{-4} \text{ T}$$

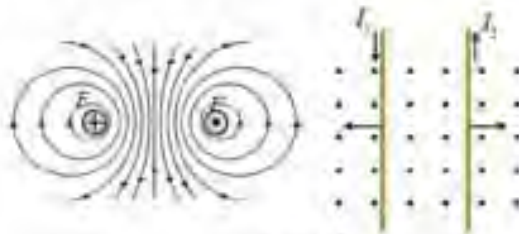
**2.5** ஓட்டம் காலம் சமந்நரமான இரண்டு கடத்திகளுக்கு இடையிலான விசை சமந்நரமான இரண்டு கடத்திகள் ஓரே திசையில் ஓடத்தைக் கொண்டு செல்கின்றன. அவற்றைக்குற உருவாகும் கூட்டுக் காந்தப் புலத்தைக் கருதுவோம்.



உரு 26

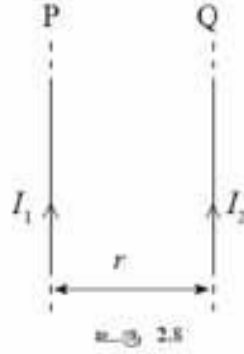
மேற்படி விசைக் கோட்டுப் படந்தின்படி கடத்திகள் இரண்டுக்கும் இடையே நலிவான புலமொன்றும் அவற்றைக் குற வலுவான புலமொன்றும் உள்ளன. அக்கா த்திகளிரண்டும் ஒன்றையொன்று நெருக்குவதே அதாவது கவருவதே அதன் விளைவாக நிகழும்.

சமந்நரமான இரண்டு கடத்திகளின் ஊடாக எதிர்த்திசைகளில் ஓட்டம் பாயும்போது உருவாகும் கூட்டுப் புலத்தைக் கருதுவோம்.



உரு 27

இக்கு கடத்திகளிரண்டுக்கும் இடையே வலிமையான ஒரு புலமும் அவற்றைக் குற நலிவான புலமும் காணப்படும். கடத்திகளிரண்டும் நள்ளப்படுவதே இதன் விளைவாக நிகழ்வதாகும்.



ஒன்றுக்கொன்று  $r$  தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள P, Q ஆகிய சமாந்தரக் கடத்திகளிரண்டுக்கும் ஊடாக முறையே  $I_1, I_2$  ஓட்டங்கள் இரண்டும் ஒரே திசையில் பாய்வதாகக் கருதுவோம். P இல் பாயும்  $I_1$  ஓட்டம் காரணமாக  $r$  தூரத்தில் அமைந்துள்ள Q கடத்தி மீது தொழிற்படும் காந்தப்பாய அடர்த்தி

$$B_P = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2I_1}{r}$$

இப்புலத்துக்கு உள்ளாவதால்  $I_2$  ஓட்டத்தைக் காவும் Q கடத்தியின்  $l$  நீளத்தின் மீது விசை

$$\begin{aligned} F_Q &= B_P I_2 l \\ &= \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2I_1}{r} I_2 l \end{aligned}$$

இவ்வாறாகவே Q இல் பாயும்  $I_2$  ஓட்டம் காரணமாக P மீது உருவாகும் காந்தப்பாய அடர்த்தி,

$$B_Q = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2I_2}{r}$$

இப்புலத்துக்கு உள்ளாவதால் P யினது  $l$  நீளத்தின் மீது தொழிற்படும் விசை

$$F_P = B_Q I_1 l = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2I_2}{r} I_1 l$$

அதற்கமைய இரண்டு கடத்திகளிலும்  $l$  பொது நீளத்துக்கு இடையே தம்முள் விசை,

$$F = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2I_1 I_2}{r} l$$

கடத்திகளின் அலகு நீளத்தின் மீது விசை  $\frac{F}{l} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2I_1 I_2}{r}$

மேலே தரப்பட்ட கோவையானது மின்னோட்ட அலகினை வரையறுப்பதற்காகவும் பயன்படலாம், அம்பியர் (A)

$$\begin{aligned} I_1 = I_2 = 1 \text{ A}, r = 1 \text{ m ஆயின், } \frac{F}{l} &= \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2F}{1} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2F}{1} \\ &= \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{2 \times 1^2}{1} = 10^{-7} \times 2 \\ &= 2 \times 10^{-7} \text{ N m}^{-1} \end{aligned}$$

அதாவது ஒன்றுக்கொன்று 1 m இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டுள்ள முடிவிலி நீளத்தையும் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு சிறிய குறுக்கு வெட்டையும் கொண்ட சமாந்தரமான இரண்டு கடத்திகளின் ஊடாக ஒரே ஓட்டம் பாயும்போது அவற்றுக்கு இடையே  $2 \times 10^{-7} \text{ N m}^{-1}$  வீதம் தம்முள் விசைகள் தொழிற்படுமாயின் அன்னோட்டம் ஓர் அம்பியர் ஆகும்.

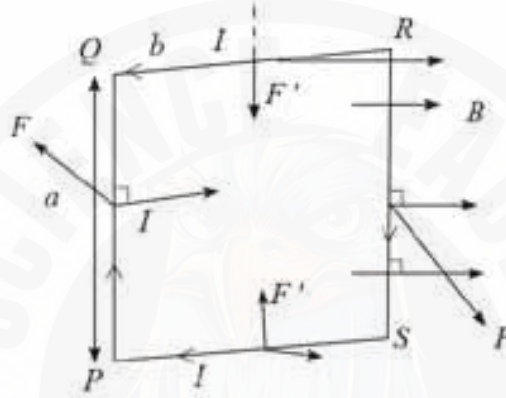




முன்றாவது அத்தியாயம்

ஓட்டத்தடமொன்றில் தொழிற்படும் முறுக்கம்  
Touque action on a Current loop

3.1 சீரான காந்தப்புலமொன்றில் வைக்கப்பட்ட ஓட்டம் காவும் செவ்வக வடிவக் கம்பிச் சுருளொன்றின் மீது தொழிற்பாடு



உரு 3.1

'a' உயரமும் 'b' அகலமும் கொண்ட N முறுக்குகளுள்ள செவ்வக வடிவச் சுருளொன்றினது B பாய அடர்த்திகொண்ட சீரான காந்தப்புலமொன்றில்  $\theta$  கோணம் சாய்வான தளமொன்றில் வைக்கப்பட்டு அதன் மைத்துக்குக் குறுக்காகச் செல்லும் அச்சைப்பற்றிச் சுழலக்கூடியவாறாக தொங்கல் நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ளததாகக் கருதுவோம்.

இச்சுருளின் ஊடாக I ஓட்டம் பாயச்செய்யப்பட்டபோது தளச்சுருளின் நான்கு புலங்களும் காந்தப் புலத்துக்கு உள்ளாகியுள்ளமையால் அவற்றின் மீது விசைகள் தொழிற்படுவதோடு, அவ்விசைகளின் திசைகளை பிளெரிங்வின் இடக்கை விதியின்படி, பின்வருமாறு பெறலாம்.

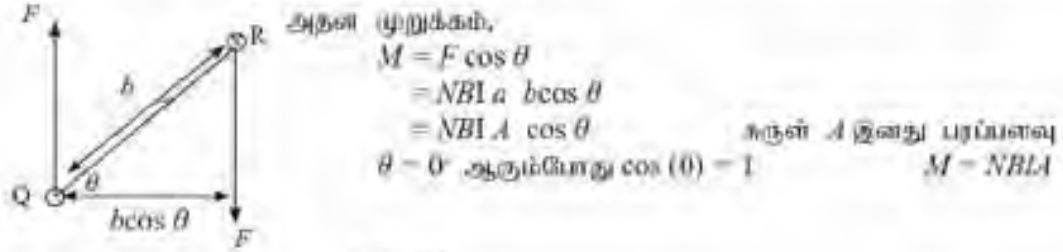
- (1) சுருளின் PQ மற்றும் RS புலங்களின் மீது அவற்றுக்குப் B இற்குச் செங்குத்தான F விசையினால் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான திசைகளில் தொழிற்படும்.

$$F = NBI a \sin 90^\circ = NBI a$$

இந்த விசைச் சோடியானது ஒரு விசையினையை அதாவது முறுக்கத்தை உருவாக்குவதோடு சுருளானது அதன் தொங்கல் அச்சைப்பற்றிச் சுழலும்.

- (2) சுருளின் QR மற்றும் SP கிடைப்புயங்கள் மீது அவற்றின் நடுப்புள்ளிக்குக் குறுக்காக ஒன்றுக்கொன்று எதிரான  $F'$  விசைகளினைத் தொழிற்படும். இந்த இரண்டு விசைகளும் ஒகபரிமாணவையாதலால் அவை ஒன்றையொன்று சமனிலைப்படுத்தும்

பேர்ப்படி (1) இல் குறிப்பிட்ட விசையிணையை அதாவது முறுக்கத்தைக் கருதுவதால்,



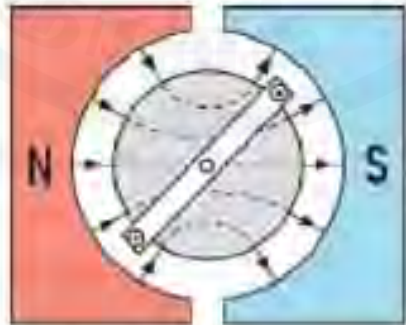
படம் 1.1

இது கருளின் மீது முறுக்கத்தின் உச்சமாவதோடு, கருள் காந்தப்புலத்துக்குச் சமாதரமான தளத்தில் அமைந்துள்ளபோது அது சினைக்கும்.

$\theta = 0^\circ$  ஆகும்போது  $\cos 90^\circ = 1 \therefore M = 0$

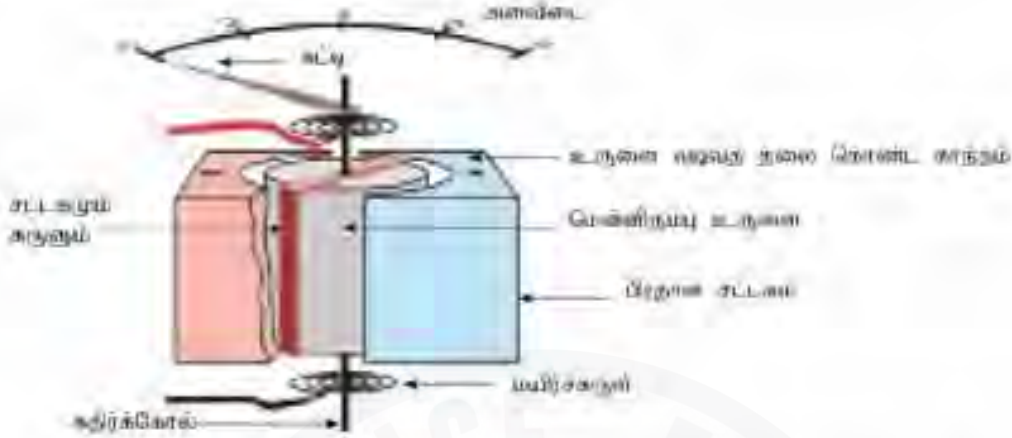
அதாவது கருளின் மீது முறுக்கத்தின் இழிவுப் பெறுமானமாகிய பூச்சியம் சினைக்கும், அப்போது கருளானது காந்தப் புலத்துக்குச் செங்குத்தான ஒரு தளத்தில் அமையும்.

காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒட்டம் காணும் செவ்வக வடிவ கருளொன்றில் தொழிற்படும் இந்த முறுக்கத்தைப் பயன்படுத்தி கருட் கல்வினைமாளி ஆக்கப்பட்டுள்ளது. அசையும் கருட்கல்வினைமாளி என்பது மின்னோட்டத்தை அளப்பதற்காக அம்பிபர்மானியாகவும், மின் அழுத்தத்தை அளப்பதற்காக வோல்ற்றமானியாகவும் மின்தடையை அளப்பதற்கான ஓம் மாலியாகவும் திரியுபடுத்திப் பயன்படுத்தப்படும் ஒரே உபகரணம் ஆகும். உரு 1.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஆரையக் காந்தப்புலம் எனப்படும் விசை புலமே இந்த கல்வினைமாளிக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்காக உருளைவடிவக் காந்தப்புலங்கள் தீரண்டுக்கு இடையே ஆரையக் காந்த விசைக்கோடுகள் உருவாகுமாறு செய்யப்பட்டுள்ளது.



உரு 1.2

### 3.2 அசையும் கருட்கல்வனோமாளி



உரு 3.4

வலியையான பரீயீலடக் காந்தமொன்றின் உருளை வடிவ முனைவுகளுக்கு இடையே அமைந்துள்ள ஆரையக் காந்தப் புலத்தில் தொங்கல் நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள, மெல்லிய காவலியிடப்பட்ட செப்புக்கம்பினால் ஆக்கப்பட்ட செவ்வக வடிவ கருளை இந்த கல்வனோமாளி கொண்டுள்ளது. கருளைத் தொங்கல் நிலையில் வைத்திருப்பதற்காக, இரத்தினப் போதிகைகள் இரண்டில் மேலையும் கீழேயுமாக நிறுத்தப்பட்டுள்ள மெல்லிய இரண்டு கம்பிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளதோடு அவற்றுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு மயிர்விந்தகான மூலம் ஒட்டம் கருளினுள் புகுவதும் அதிலிருந்து வெளிப்படுவதும் நிகழ்கின்றது. கருளானது இலேசான அலுமினியம் சட்டகமொன்றைச் சுழற்சுற்றப்பட்டுள்ளதோடுபுலத்தின் மூலம் அதன் மீது திசுமும் தனித்தல் செவ்வகவடிவ கருளும் கருளின் அளவைய நிறுத்தி அதனை ஓய்வுக்குக்கொண்டுவரும் சட்டகத்தில் சுற்றப்பட்டுள்ள கருளானது அதன் மையத்தில் பொரத்தப்பட்டுள்ள மென்மீரும்பு உருளைமையப் பற்றிச் சுழலக்கூடியவாறு சுயாதீனமாக உள்ளது. எனினும் மயிர்விந்தகின் மூலம் அதன் சுற்றிச் சுழலப்படுகின்றன.

அளக்கப்படும் ஒட்டமானது மயிர்வில்லுக்கு குறுக்காகச் சுருளில் புகவும் அதிலிருந்து வெளிப்படவும் செய்யப்படும் காந்தப் புலமொன்றில் வைக்கப்பட்டுள்ள, கருளின் நிலைக்குத்துப் புயங்களிணைமீது ஒன்றுக்கொன்று எதிராகச் செயற்படும் விசைச்சோடியானது விசையிணையை ஆக்குவதோடு, அது கருளை அதன் அச்சப்பற்றிச் சுழற்சு செய்ப்பும்.

கருள் யாதேனும் சீ கொணத்தினால் சுழற்சு பிளவு, மயிர் வில் மூலம் ஓர்ப்படுத்தப்படும் பிறசெலவு விசையிணையின் திருப்பமானது இவையிணையின் திருப்பத்துக்குச் சமமானதம்போது சுற்றி நின்றுவிடும். கருள் காந்தப்புலத்தினுள் சுழற்சு போதினும், ஆரையப் புலத்தினுள் அது இன்னமும் புலத்தின் தளத்திலேயே அமைப்பும்.



கருவியின் சமனிலைக்காக,  
 $F \cdot b = C \cdot \theta C$  என்பது கருவியின் முறுக்க மாற்றில் ஆகும்.  
 $N \cdot B \cdot l \cdot a \cdot b = C \cdot \theta$   
 $N \cdot B \cdot l \cdot A = C \cdot \theta$        $A = a \cdot b = \text{பரப்பளவு}$   
 $I = \left( \frac{C}{NBA} \right) \theta$

கலவனோமானிக்காக  $C, N, B, A$  கணியங்கள் மாற்றியாகையால்,  
 $I \propto \theta$

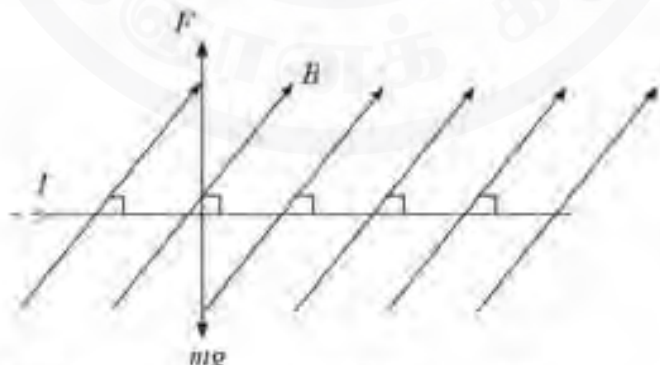
அதற்கமைய அளக்கப்படும் ஓட்டமானது கருவியின் திறம்பலுக்கு விவரிதாயமாறு. அப்பொழுது அளவுகோலிடப்பட்ட ஏகபரிமாண அளவீடையொன்றினை உபகரணத்தில் பயன்படுத்த முடிவதோடு, கருவியின் அச்சுடன் பொருத்தப்பட்ட கட்டியின் சுர்முனை அதன் மீதாகச் சென்றவாறு குறித்த ஓட்டத்தைக் காட்டி நிற்கும்.

அசையற் கருட் கலவனோமானியின் ஓட்ட உணர்திறன் =  $\frac{\theta}{I} = \frac{NBA}{C}$

ஓட்ட உணர்திறனை அதிகரிப்பதற்காக கருவியின் முறுக்குகளின் எண்ணிக்கையையும் பரப்பளவையும் அதிகரிக்கவேண்டும் என்பதும் வலிமைமிக்க காந்தப்புலமொன்றினைப் பயன்படுத்த வேண்டும் என்பதும் மிக மெல்லிய மயிர்மீற்கள் மூலம் முறுக்கத்தைக் குறைத்தல் வேண்டுமென்பதும் இதன் கருத்தாகும்.

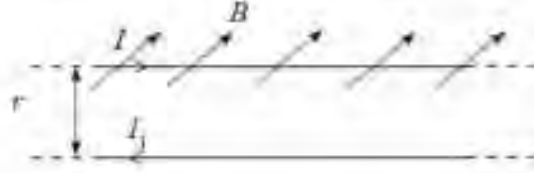
**தீர்க்கப்பட்ட பயிற்சி**

- (i) அலகு நீளத்தின் திணிவு  $0.02 \text{ g cm}^{-3}$  ஆகவுள்ள தேர்வு கடத்திக் கம்பியொன்று 25 A ஓட்டத்தைக்கொண்டு செல்வதோடு அதனைக் கிடைசாக வெளியில் நிறுத்துவதற்காக அதற்குச் செங்குத்தாக அதற்குக் குறுக்காகக் கிடைத் தளத்தில் செயற்படுத்தவேண்டிய காந்தப்புலத்தின் பாய அடர்த்தி யாது?



கம்பியின் நீளம்  $l$  எனின் அதனை வெளியில் நிறுத்துவதற்காக  
 $F = B I l = mg$   
 $B \cdot 25 \cdot l = (0.02 \times 10^{-3}) \times 100 l \times 10$   
 $B = \left( \frac{0.02}{25} \right) = 8 \times 10^{-4} \text{ T}$

மேற்படி காந்தப்புலத்தை உருவாக்குவதற்காக கடத்திக் கம்பீக்கு 2 cm நிலைக்கத்தாகக் கீழே அதற்குச் சாரத்தமாக ஓட்டதைக்கொண்டு செல்லும் வேறு தளமுள்ள நேரிய கம்பியொன்றைப் பயன்படுத்துவதாயின், அதில் செலுத்தவேண்டிய ஓட்டம் என்னவாகும்?



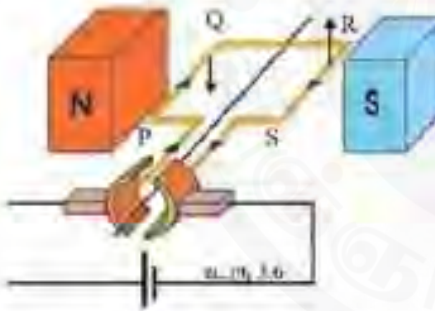
$$\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1}{r} = B$$

$$10^{-7} \frac{2 \times I_1}{2 \times 10^{-2}} = 8 \times 10^{-4}$$

$$I_1 = 80 \text{ A}$$

### 3.3 நேரோட்ட மோட்டர்

மின்சக்தியைப் பெற்றமுறை (இயக்கச்) சக்தியாக மாற்றுவதற்காக பயன்படுத்தும் மற்றுமேற் உபகரணமாக மோட்டரைக் குறிப்பிடலாம். மின்வலுவினால் தொழிற்படும் சகல இயந்திரோபகரணங்களுக்கும் அடிப்படையாக அமைந்திருப்பது இதன் கோட்பாடாகும்.

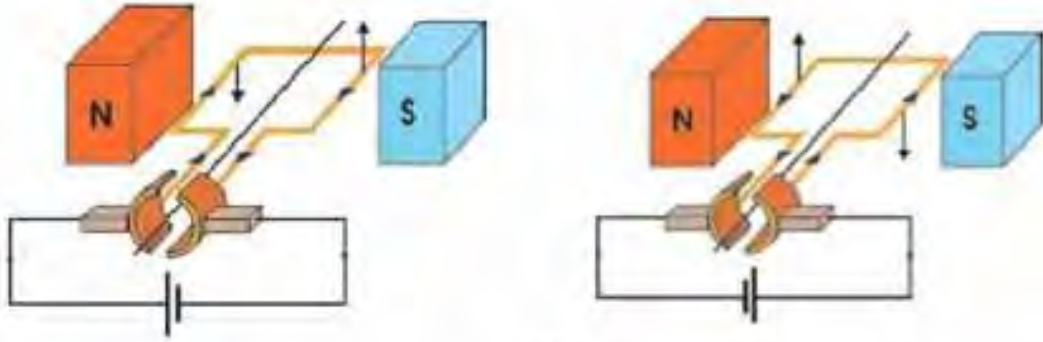


உரு.3.6இல் காட்டியுள்ளவாறாக நேரோட்ட மோட்டரானது வலிமைமிக்க பரிசுலாடிக் காந்தமொன்றில் உள்ள இரண்டு முனைவுகளுக்கும் இடை யே சுழலக்கூடியவாறாக அமைக்கப்பட்டுள்ள PQRS செவ்வக வடிவக் கருளைக் கொண்டுள்ளது. இச்சுருளைத்து ஆயேச்சரி எனப்படும், அது திசைமாற்றி (commutator) எனும் உபகரணத்துக்கு குறுக்காக நேரோட்ட முதலொன்றுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இத்திசை மாற்றியானது உருவில்

காட்டப்பட்டுள்ளவாறாக, இரண்டு பாதிகளைக் கொண்ட ஒரு வளைந்தினைக் கொண்டது.

நேரோட்ட முதலினால் வழங்கப்படும் ஓட்டமானது பிளவு வளைவத் திசைமாற்றிக்குக் குறுக்காக ஆயேச்சரில் புத்தது அங்கு படும், அப்பொது பிளையிங்கின் இடக்கக் விதிக்கு அமைய ஆயேச்சரின் இரண்டு புயங்களின் மீது தொழிற்படும் விசைச் சோடியினால் உருவாக்கப்படும் விசையின் காரணமாக அது சுழலும்.

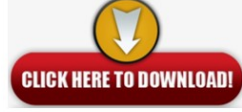
கூற்றியின் ஒவ்வொரு அரை வட்டத்தினதும் இறுதியில் அதன் புயங்களின் அமைவுகள் கூற்றிச் வெளியில் மாறுவதோடு, அத்துடன் கூ வே திசைமாற்றியின் மீட்ட துக்கு அமைபு கருளில் ஓட்டமும் அட்டலோட்டமாகும். கருளின் மீது தொழிற்படும் விசையினையின் கழற்சித் திசையானது இதன் விரைவாக மாறாது இருப்பதோடு கருள் இடையறாது சுழலும்.



படம் 3.7



**பௌதீகவியல் வளநூல்**  
(தனித்தனி அலகுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது)  
(UNIT WISE – TAMIL MEDIUM)



**இரசாயனவியல் வளநூல்**  
(தனித்தனி அலகுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது)  
(UNIT WISE – TAMIL MEDIUM)



**உயிரியல் வளநூல்**  
(TAMIL MEDIUM)



இன்றும் பல பயனுள்ள தகவல்களைப் Telegram இல் பெற்றுக் கொள்ள எமது Channel இல் இணைந்திருங்கள்



/ **ScienceEagle**

**CLICK HERE TO JOIN**

எமது Updates களை உடனுக்குடன் உங்கள் வாட்ஸ்அப் இல் ( Broadcast Service ) ஊடாக பெற்றுக்கொள்ள இன்றே செயற்படுததுங்கள்



**072-5161322**

**CLICK HERE**

**www.ScienceEagle.com**

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்