மின்னியல்-காந்தவியல்

(மூன்றாம் புத்தகம்)

(பட்டப்படிப்பிற்குரியது)

(பிற்சேர்க்கை)

(திருத்தப்பட்ட பாடத்திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது)

ஆசிரியர்

டி. ஏ. கருப்பண்ணன்,

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

மின்னியல்-காந்தவியல்

(மூன்றாம் புத்தகம்)

(பட்டப்படிப்பிற்குரியது)

(பிற்சேர்க்கை)

(திருத்தப்பட்ட பாடத்திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது)

ஆசிரியர்

டி. ஏ. கருப்பண்ணன்,
பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை,
பூ. சா. கோ. கலைக் கல்லூரி,
கோயம்புத்தூர்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

Supplement—December 1972

© Tamil Nadu Text Book Society

ELECTRICITY & MAGNETISM-III
(Supplement)

T. A. KARUPPANNAN

PRICE 0-50 Paise

(or supplied free of cost when original book is purchased)

'Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.'

Printed by

Srinivasam Press of Jupiter Enterprises
1, Smith Lane, Mount Road,
Madras-2.

பொருளடக்கம்

	பக்கம்
மின்னோட்ட இயல் —தொடர்ச்சி	1
பின்னிணைப்பு-1 : முனைகளும் இருமுனைவுகளும்	3
பின்னிணைப்பு-2 : டயாக் காந்தப் பொருளின் ஏற்புத் திறனை அளத்தல்	13

மின்னோட்ட இயல்—தொடர்ச்சி

பக்கம் 53 : தூண்டு மின்னியக்கு விசையின் அளவெண் கணக்கிடல்:

எம்.கே.எஸ் அலகுகளில் குறிக்கப்படும்போது,

N ஆனது வெபர் அளவிலும்,

l ஆனது மீட்டர் அளவிலும் தரப்படும் .

பக்கம் 54: ஒரு மூடிய சுற்றில் தூண்டு மின்னோட்டம்;

எம்.கே.எஸ்முறையில்,

பாயத்தொடர்பின் (flux linkage) அலகானது வெபர் சுற்று என்பதாகும். மின்தடையானது ஓம் அளவில் அளக்கப்படும். அளவின் மதிப்பினைக் கூலூம்பு அளவில் தரப்படும்.

பக்கம் 68: தன்மின் தூண்டல் எண் :

எம்.கே.எஸ் முறையில்,

தன்மின் நிலைம எண் (Coefficient of self inductance) அல்லது தன்மின் தூண்டல் எண்ணின் செய்முறை அலகு ஹென்ரி (Henry) ஆகும்.

ஓர் ஆம்பியர் மின்னோட்டம் ஒரு சுருளின் வழியாக 1 வெபர் அல்லது 1 வெபர் சுற்று அளவான பாயத் தொடர்பினை உண்டாக்குமானால், அச்சுருளின் தன்மின் நிலைம எண் 1 ஹென்ரி என வழங்கப்படுகிறது.

ஒரு சுருளின் வழியாக மின்னோட்ட மாறுவீதம், வினாடிக்கு 1 ஆம்பியராக இருக்கும்போது, அச்சுருளில் தூண்டு மின்னியக்கு விசை 1 வோல்ட் ஆனால், அச்சுருளின் தன்மின் நிலைம எண் 1 ஹென்ரி என வழங்கப்படுகிறது.

பக்கம் 72: பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்:

எம்.கே.எஸ். முறையில் பரிமாற்று மின்தூண்டலின் செய்முறை அலகும் ஹென்றியேயாகும்.

ஓர் ஆம்பியர் மின்னேட்டம் ஒரு சுருளில் இருக்கும்போது, அது மற்றொரு சுருளில் 1 வெபர் அல்லது வெபர் சுற்று அளவு பாயத் தொடர்பினை உண்டாக்குமானால், இரு சுருள்களுக்கிடையேயுள்ள பரிமாற்று மின்நிலைம எண் ஒரு ஹென்றியாகும்.

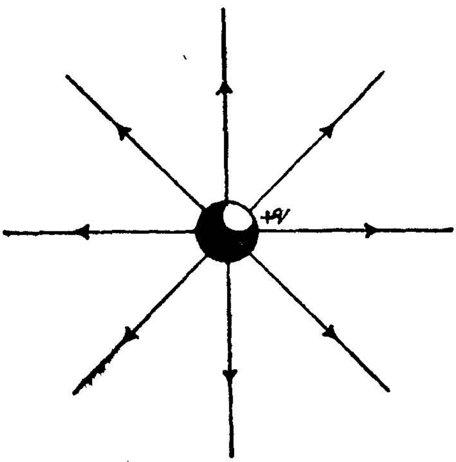
மற்றொரு சுருளில் மின்னேட்ட மாறுவீதம் வினாடிக்கு 1 ஆம்பியராக இருக்கும்போது, ஒரு சுருளில் தூண்டு மின்னியக்குவிசை 1 வோல்ட் ஆனால், இரு சுருள்களுக்கிடையே உள்ள பரிமாற்று மின் நிலைம எண் ஒரு ஹென்றியாகும்.

பின்னிணைப்பு-1

முனைகளும் இருமுனைவுகளும்

பக்கம் 206 க்குப் பிறகு இணைத்துக் கொள்ளவும்.

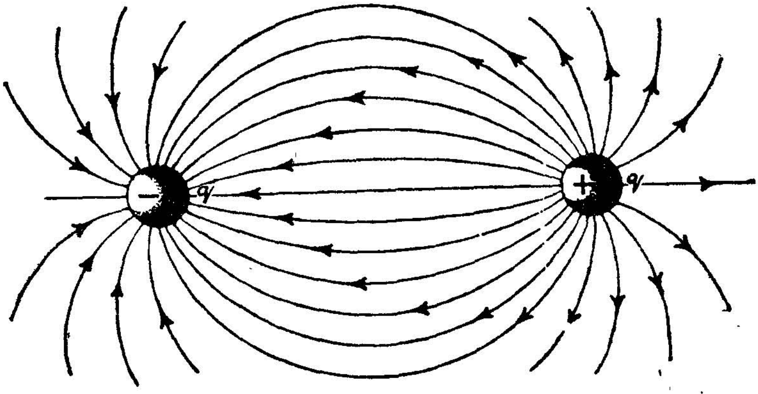
ஒரு சிறிய உலோகக் கோளத்தின் மேல் $+q$ என்ற மின்னூட்டத்தை வைத்தோமானல், படத்தில் காட்டியவாறு அதனது மின்புலம் அமையும்.



படம் 366.

இவ்வாறு மின்னூட்டம் யாவும் ஒரு புள்ளியில் குவிக்கப்பட்டிருக்கும் இவ்வமைப்பை, நாம் தனி மின்முனை எனலாம். அடுத்து வேறொரு சிறுகோளத்தின் மீது $-q$ என்ற மின்னூட்

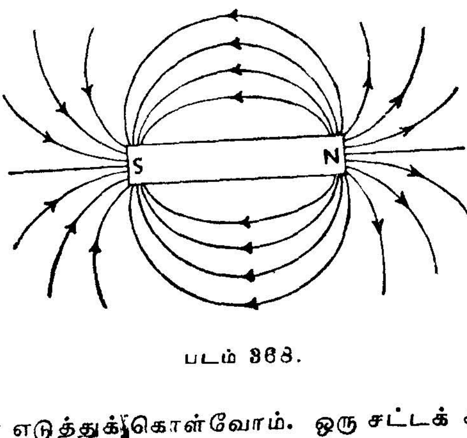
டத்தை வைத்து, பின்பு இந்த இரண்டு கோளங்களையும் படத்தில் காட்டியவாறு வைத்தோமானால், இந்த ஜோடியினால் உண்டாக்கப் பெறும் கூட்டுப் புலமானது கீழ்க்கண்டவாறு இருக்கும்.



படம் 367.

இவ் விருமுனைகளின் கூட்டமைப்பைத்தான் நாம் மின் இரு முனைவு எனவும், அவற்றின் புலத்தை மின் இருமுனைவுப்புலம் எனவும் வழங்குகின்றோம்.

இவ்வகையிலேயே விளக்கங் கொண்ட காந்த இரு



படம் 368.

முனைவுகளை எடுத்துக்கொள்வோம். ஒரு சட்டக் காந்தத்தைச் சுற்றிலுமுள்ள புலமானது படத்தில் காட்டியவாறு உள்ளது.

இது உண்மையிலேயே மின் இருமுனைவின் புலத்தைப் போன்றே உள்ளது. இப்புலத்திற்குக் காந்த இருமுனைவுப் புலம் எனப்பெயர்.

ஆனால் நடைமுறையில் **படம் 366**-ல் காட்டியது போன்றே உள்ள எந்த ஒரு காந்தப்புலமும் இதுவரை அடையப்பெற வில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

எப்போதுமே ஒரு காந்தத்தில் காந்தத்தின் இரு முனைகளும் ஒன்று சேர்ந்துதான் இருக்குமே தவிர, ஒரே ஒரு காந்த முனை யைக் கொண்ட காந்தத்தை மட்டும் பெறுவதென்பது இயலாத காரியமாகும். தனியாகப் பிரிக்கப்பட்ட வட அல்லது தென் காந்த முனையை மட்டும் தனித்தனியே பெற முடியாது இதை விளக்குவதற்குக் கீழ்க்கண்ட எடுத்துக்காட்டைக் கூறலாம். ஒரு காந்தக் கட்டையை சிறு சிறு துண்டங்களாகப் படிப்படியாகத் துண்டித்துக் கொண்டே செல்கிறோம் எனக் கொள்வோம். கடைசியில் மிகமிகச் சிறிய துண்டங்கள்தாம் கிடைக்கும். ஆனால், ஒரு துண்டமானது எவ்வளவுதான் சிறியதாகவோ அல்லது பெரியதாகவோ இருந்தாலும் சரி, ஒவ்வொரு துண்டத் திலும் வட, தென் ஆகிய இருமுனைகளும் ஒன்று சேர்ந்தேதான் காணப் பெறும்.

வழக்கத்தில் ஒரு ஒற்றைக் காந்தமுனை (single pole) யை மட்டும் அடையக் கீழ்க்கண்ட முறை பின்பற்றப்படுகின்றது. ஒரு நீண்ட, மெல்லிய காந்தத்தின் இரு முனைகளிலும், ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒரு காந்த முனையைப் பொறுத்துவதன் மூலம், கிட்டத்தட்ட ஒரு ஒற்றைக்காந்தமுனையை அடைய முடி கின்றது. இவ்வகையான அமைப்பினை நாம் காந்தஇருமுனைவு (magnetic dipole) என்கிறோம்.

காந்த இருமுனைவி (dipole)னால் ஏதாவதொரு புள்ளியில் பெறப்படும் காந்த அழுத்தம்:

ஒரு வடமுனையானது, மற்றொரு தென்முனையிலிருந்து மிகச் சிறிய தொலைவில் பிரிக்கப்பட்டு வைக்கப்பட்டுள்ளது. இத் தொலைவை $2l$ எனக் கொள்வோம். இந்த இரண்டு முனைகளுக் கும் m என்ற அளவில் ஒரே அளவு முனைவலிமை உள்ளது. இவ் வகையான NS என்ற வட–தென் முனைகளைத்தான் நாம் இரு முனைவு என்கிறோம். இதனது காந்தத் திருப்புத்திறனை M எனலாம்.

P என்ற புள்ளியில் உள்ள காந்த அழுத்தத்தை நாம் கண்டு பிடிக்கவேண்டும். P ஐயும் O ஐயும் சேர்க்க. O என்பது இருமுனையின் மையப் புள்ளியாகும்.

$$OP = r$$

$$\angle NOP = \theta$$ ஆக இருக்கட்டும்.

N-லிருந்தும், S-லிருந்தும் முறையே NA, SB ஆகிய இரு செங்குத்துக்கோடுகளை PO-ன் மேல் வரையவும்.

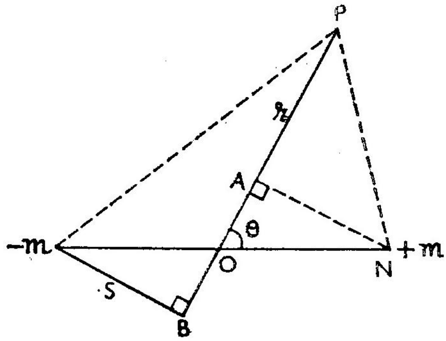
P—ல், வடமுனையால் பெறப்படும் காந்த அழுத்தம் $= \dfrac{m}{4\pi \mu_0 NP}$

அதேபோன்று

P-ல், தென்முனையால் பெறப்படும் காந்த அழுத்தம் $= \dfrac{m}{4\pi \mu_0 SP}$

எனவே, காந்த இருமுனையினால் P-ல் பெறப்படும் விளைவு காந்த அழுத்தம்,

$$V = \frac{m}{4\pi \mu_0}\left\{\frac{1}{NP} - \frac{1}{SP}\right\} = \frac{m}{4\pi \mu_0}\left[\frac{1}{AP} - \frac{1}{BP}\right]$$ தோராயமாக



படம் 369.

$$= \frac{m}{4\pi \mu_o}\left[\frac{1}{OP-OA} - \frac{1}{OP+OA}\right]$$

$$= \frac{m}{4\pi \mu_o} \cdot \frac{2 \times OA}{OP^2 - OA^2}$$

$$= \frac{2\,m}{4\pi \mu_o} \cdot \frac{OA}{OP^2}$$

$$= \frac{2m}{4\pi\mu_o} \cdot \frac{l\cos\theta}{r^2}$$

$$= (2lm)\frac{\cos\theta}{4\pi\mu_o r^2}$$

$$= \frac{M\cos\theta}{4\pi\mu_0 r^2}$$

(*a*) காந்த இருமுனையின் அச்சுக் கோட்டுப் (end on position) புள்ளி யொன்றில் உள்ள காந்த அழுத்தம்:

P-யானது காந்த இருமுனையின் அச்சுக் கோட்டில் இருக்கும் போது $\theta = 0$. எனவே, *P*-ல் உள்ள காந்த அழுத்தம்

$$V_1 = \frac{M}{4\pi\mu_0 r^2}$$

(*b*) காந்த இருமுனையின் மையச் செங்குத்துக் கோட்டுப் (broad side on) புள்ளியொன்றில் உள்ள காந்த அழுத்தம் :

இங்கு *P*–யானது இருமுனையின் மையச் செங்கோட்டில் உள்ளது. எனவே, $\theta = 90°$

ஆனல் $\cos\theta = \cos 90° = 0$.

எனவே *P*-ல் உள்ள காந்த அழுத்தம் பூச்சியமாகும். $V_2 = 0$.

காந்த இருமுனையினுல் ஏதாவதொரு புள்ளியில் பெறப் படும் காந்தப்புலச் செறிவு

PA என்ற திசையில், *P*-ல் பெறப்படும் செறிவு (அதாவது *r*-ன் மதிப்பு அதிகரிக்கின்றது.)

$$I_{PA} = \frac{-dV}{dr} = -\frac{d}{dr}\left[\frac{M\cos\theta}{4\pi\mu_0 r^2}\right]$$

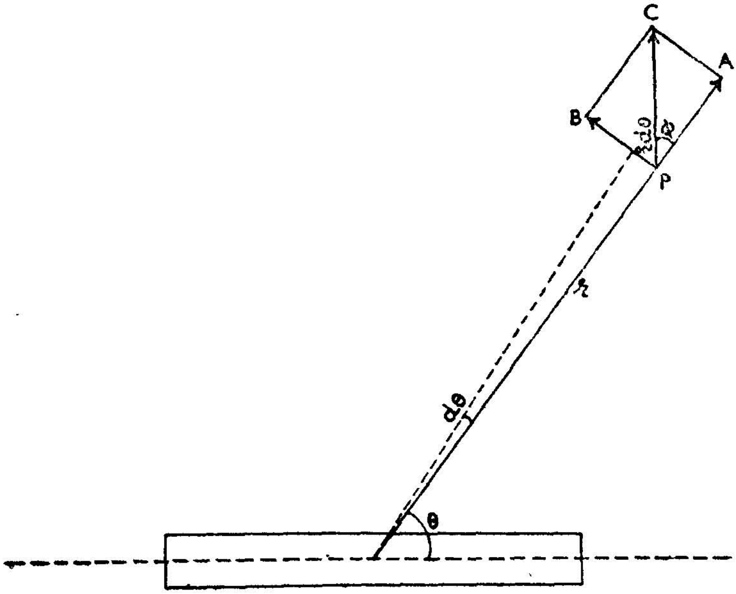
$$\therefore I_{PA} = -\frac{M\cos\theta}{4\pi\mu_0} \cdot \frac{d}{dr}(r^{-2})$$

$$= \frac{2M\cos\theta}{4\pi\mu_0 r^3}$$

இவ்விதமே *PB* என்ற திசையில் *P*-ல் உள்ள காந்தப் புலச்செறிவு (அதாவது இங்கு θ-ன் மதிப்பு அதிகரிக்கின்றது)

$$I_{PB} = \frac{-dV}{r\,d\theta}$$

$$= -\frac{1}{r}\,\frac{d}{do}\left[\frac{M\cos\theta}{4\pi\,\mu_o\,r^3}\right]$$



படம் 370

$$= \frac{-M}{4\pi\,\mu_0\,r^3}\,\frac{d}{d\theta}\,(\cos\theta)$$

$$I_{PB} = \frac{M\sin\theta}{4\pi\,\mu\,r_o^3}$$

எனவே P-ல் விளைவு காந்தப்புலச் செறிவு

$$I_{PC} = \sqrt{(I_{PA})^2 + (I_{PB})^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2M\cos\theta}{\pi\,\mu_0\,r^3}\right)^2 + \left(\frac{M\sin\theta}{4\pi\,\mu_o\,r^3}\right)^2}$$

$$I_{PC} = \left(\frac{M}{4\pi\,\mu_0\,r^3}\right)^2 (\sin^2\theta + 4\cos^2\theta)$$

$$= \frac{M}{4\pi\,\mu_o\,r^3}\,\sqrt{3\cos^2\theta + 1}$$

$$= \frac{M}{4\pi \mu_o r^3} (3 \cos^2 \theta + 1)^{\frac{1}{2}}$$

விளைவுச் செறிவின் திசை :—

விளைவுச் செறிவானது PA உடன் ϕ என்ற கோணத்தை உண்டாக்குகின்றது.

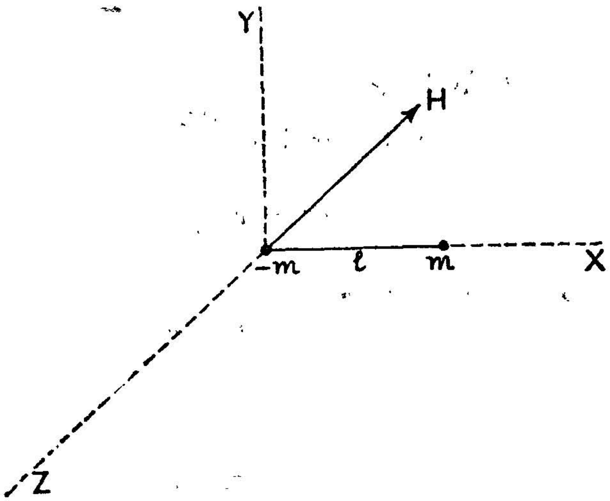
எனவே,

$$\tan \phi = \frac{I_{PB}}{I_{PA}}$$

$$= \frac{\frac{M \sin \theta}{4\pi \mu_0 r^3}}{\frac{2M \cos \theta}{4\pi \mu_0 r^3}}$$

$$\tan \phi = \frac{\tan \theta}{2}$$

H செறிவுள்ள வெளிக் காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு காந்த இருமுனையின் மேல் பெறப்படும் (a) விசை (b) இரட்டைத் திருப்புத்திறன் (torque) ஆகியவற்றின் அளவுகள்:



படம் 871

காந்த இருமுனையில், ஒவ்வொரு காந்த முனையின் முனை வலிமையும் m ஆகவும், இரு முனையின் நீளம் l ஆகவும் கொள்

வோம். இந்தக் காந்த இரு முனைவு H செறிவுள்ள காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இருமுனைவின் அச்சானது X அச்சுக்கு இணையாக இருக்கட்டும்.

எதிர் முனையின் மேல் செலுத்தப்படும் விசையின், X திசையில் உள்ள கூறு (X Component)

$$F_{1x} = - mH_x$$

இதே வேளையில் நேர் முனையின் மேல் செயல்படும் விசையின் X திசையில் உள்ள கூறு

$$F_{2x} = m\left(H_x + \frac{\partial H_x}{\partial x} l\right)$$

$$= mH_x + \rho \frac{\partial H_x}{\partial x}$$

இங்கு ρ என்பது காந்தத் திருப்புத்திறனை ($m\,l$)க் குறிக்கின்றது. எனவே, காந்த இருமுனைவின் மேல் X திசையில் செயல்படும் விளைவு விசையான F_X என்பது F_{1X}, F_{2X} ஆகிய இவற்றின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமம்.

அதாவது

$$F_x = F_{1x} + F_{2x}$$

$$= -mH_x + mH_x + P \frac{\partial H_x}{\partial x}$$

$$F_x = \rho \frac{\partial H_x}{\partial x}$$

இதே போன்று காந்த இருமுனையின் மேல் Y, Z ஆகிய இரண்டு திசைகளிலும் செயல்படும் விசைகளையும் கண்டறியலாம்.

எனவே,

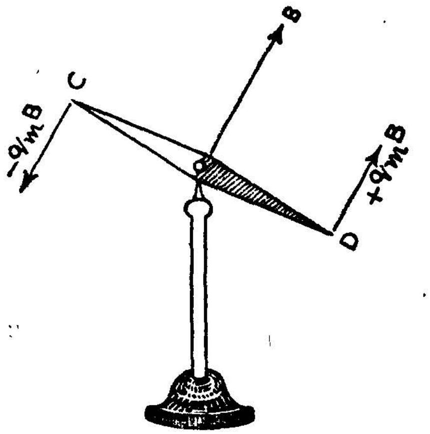
$$F_x = \rho \frac{\partial H_x}{\partial x}, \quad F_y = P \frac{\partial H_y}{\partial x},$$

$$F_z = \rho \frac{\partial H_z}{\partial x}.$$

வைக்கப் பெற்றிருக்கும் காந்தப்புலமானது சீரான (uniform) காந்தப்புலமாக இருப்பின், H-ன் கூறுகள் யாவும் மாறிலிகளாக இருக்கும். எனவே, விளைவு விசையானது மறைந்து விடும்.

இருமுனைவு திருப்புத்திறன் (Dipole moment)

காந்த முனைகளைப்பற்றிய அடிப்படைக் கருத்துகளைப் பின்பற்றி காந்த இரட்டைத் திருப்புத்திறனின் அளவை நாம் அளவிடலாம். D என்ற புள்ளியில் $+q_m$ எறை அளவுள்ள முனை வலிமையைப் பெற்ற வடமுனையும், C என்ற புள்ளியில் $-q_m$ என்ற அளவுள்ள முனைவலிமையைப் பெற்றத் தென்முனையும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். மேலும் திசைக்காட்டி முள்ளானது (compass needle) B என்ற அளவுள்ள காந்தத் தூண்டலைப் (magnetic induction) பெற்ற காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளதாகவும் கொள்வோம்.



படம் 372

இப்போது D-ன் மேல் q_mB என்ற விசையானது வலது நோக்கிச் செயல் படுகின்றது.

இதே போன்று C-ன் மேல் $-q_mB$ என்ற விசையானது இடது நோக்கிச் செயல்படுகின்றது.

இந்த இரண்டு விசைகளாலும் தோற்றுவிக்கப்பெறும் இரட்டைத் திருப்புத் திறனின் (torque) அளவை $\bar{\tau}$ எனக் கொண்டால்

$\overline{\tau} = q_m B \times \mathrm{d}$ என்றாகிறது.

இங்கு d என்பது எதிர் முனையிலிருந்து நேர் முனைக்குச் செல்லும் வெக்டர் (vector) ஆகும். மேலும், இது B-க்குச் செங்குத்தாக உள்ளது.

இந்த இரட்டைத் திருப்புத் திறனைக் கீழ்க்கண்டவாறும் எழுதலாம் :

$$\tau = \mu B$$

இங்கு μ என்பது q_m d க்குச் சமம். இரட்டைத் திருப்புத் திறனானது q_m, d ஆகிய இவை இரண்டின் பெருக்குத் தொகையைப் பொருத்துள்ளது.

நாம் q_m, d ஆகிய இவை இரண்டையும் தனித்தனியாக அறிய வேண்டுவதில்லை. ஏனெனில், இவை இரண்டையும் ஒருங்கிணைத்து, μ என்ற ஒன்றினையே பெறலாம். ($\mu = q_m$ d). இந்த μ என்பதைத்தான் நாம் காந்த இருமுனைவுத் திருப்புத் திறனின் அளவீடு என்கிறோம்.

அண்மையில் நிலவிவரும் காந்தத்தைப் பற்றிய கருத்துகள், எலக்ட்ரான்கள் யாவும் மிகமிகச் சிறிய காந்தங்கள் போன்றே செயல்படுகின்றன என்ற எண்ண அடிப்படையில் எழுந்தவையே யாகும்.

அதாவது அணுவிலிருக்கும் எலக்ட்ரானுக்கு μ என்ற இருமுனைவுத் திருப்புத் திறன் உண்டு. இந்த எலக்ட்ரானை B என்ற அளவுள்ள காந்தப் புலத்தில் வைத்தோமேயானால், அது

$$\overline{\tau} = \mu \times B$$

என்ற அளவுள்ள இரட்டைத் திருப்புத்திறனை பெறுகின்றது.

ஒரு காந்தப்புலத்தில், ஒரு சட்டக் காந்தத்தைத் தொங்க விட்டால், அக்காந்தமானது தனது அச்சைக் காந்தப்புலத்தின் திசைக்கு இணையாக அமைத்துக் கொள்ள முற்படுவதைக் காண்கிறோம். சட்டக் காந்தத்தில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் யாவற்றிற்கும் இருமுனைவுத் திருப்புத்திறன் இருப்பதாலும், இவை வெளிக் காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்படும்போது, இவை இரட்டைத் திருப்புத்திறனைப் பெறுவதாலும்தான், சட்டக் காந்தமானது வெளிக் காந்தப்புலத்தின் திசைக்கு இணையாகத் திருப்பப் பெறுகின்றது.

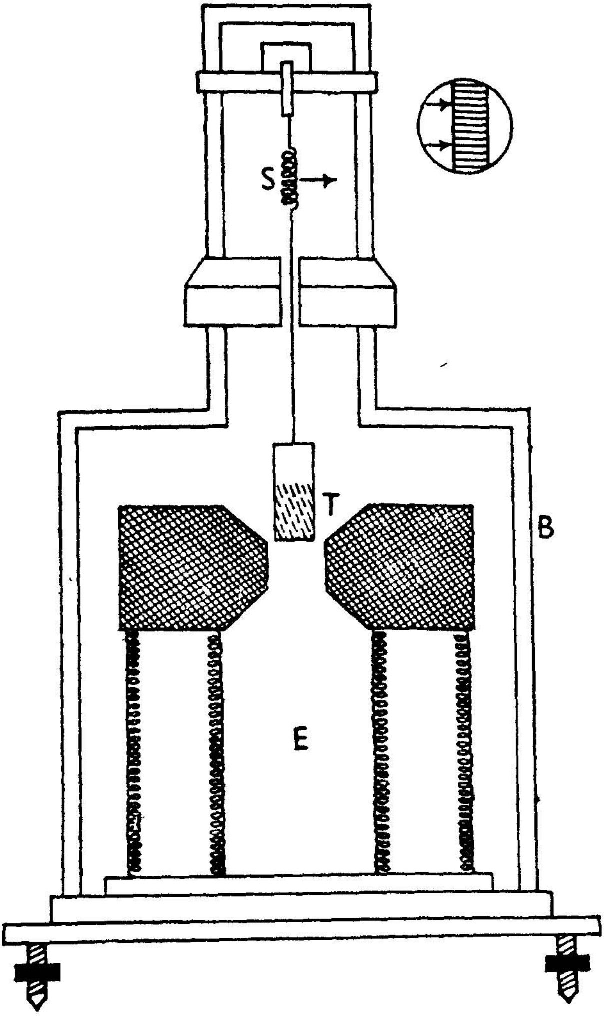
பின்னிணைப்பு-2

டயாக் காந்தப் பொருளின் ஏற்புத்திறனை அளத்தல்

பராக்காந்த, அல்லது டயாக் காந்தப் பொருளின் ஏற்புத் திறனை (susceptibility)த் துல்லியமாக அளப்பதற்கான ஓர் எளிய முறையை, டாக்டர்.எஸ். எஸ். பட்நகர் என்பவரும், டாக்டர் கே. என். மாதுர் அவர்களும் நிர்மாணித்துள்ளனர். இம் முறையானது காய் (Goiiy) தராசின் ஒரு முன்னேற்றமான அமைப்பு எனலாம். இக் கருவியில், *S* என்ற வெள்ளியால் ஆன கம்பிச் சுருள் உள்ளது. இச் சுருளானது, மேலிருந்து ஒரு பித்தளையால் ஆன கொக்கியிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இக் கம்பிச் சுருளின் அடிப்பாகத்தில், வேறொரு சிறிய கம்பிச் சுருளின் அடியிலிருந்து *T* என்ற கண்ணாடியால் ஆன குழாய் ஒன்று கட்டித் தொங்க விடப்பட்டுள்ளது. இக் குழாயினுள் தான் சோதனைக்குட்படுத்தப்படும் காந்தப் பொருளானது வைக் கப்பெறும். இக் கண்ணாடிக் குழாயானது ஒரு வலிமை வாய்ந்த *E* என்ற மின் காந்தத்தின் இரு முனைகளுக்கும் சற்றே உயரத் தில் இருக்குமாறு வைக்கப்பெற்றுள்ளது. இந்த அமைப்பின் வெவ்வேறு பகுதிகள் யாவும் படம் 373-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன. கம்பிச்சுருளுடன் ஒரு சுட்டும் முனை (pointer) யானது பொருத் தப்பட்டுள்ளது. இம் முனையின் நகருதல்களின் அளவுகளை அளவிட, அளவு கோலுடன் கூடிய ஒரு நுண்ணோக்கி உள்ளது.

மின் காந்தத்தின் சுருள்களினூடே குறிப்பிட்ட அளவுள்ள மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சினோமேயானால், அதற்கேற்ப வலிமை கொண்ட ஒரு காந்தப்புலமானது தோற்றுவிக்கப் பெறுகின்றது. இக் காந்தப் புலமானது, சோதனைக்காளான காந்தப் பொருளைக் கொண்டிருக்கும் கண்ணாடிக் குழாயைக் கீழ்

நோக்கி இழுக்கின்றது. அவ்வமயம் சுட்டும் முள்ளானது நகர்த்தப் பெறுகின்றது. காந்தப் பொருளானது குழாயினுள் வைக்கப்படுவதற்கு முன்பு ஒரு முறையும், பின்பு அது குழாயினுள்



படம் 373

வைக்கப்பட்ட பின்பு மறு முறையுமாக, ஆக இரண்டு முறைகள் சுட்டும் முள்ளின் அளவீடுகளைக் குறித்துக் கொள்ளல் வேண்டும்.

x—சுட்டும் முள்ளின் அளவீட்டின் மாற்றம்.

H—காந்தப்புலத்தின் வலிமை.

A—நீள் உருளை வடிவிலுள்ள சோதனைப் பொருளின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு.

y—1 கிராம் அளவுள்ள பொருளால் சுட்டும்முனையில் உண்டாக்கப் பெறும் அளவீட்டு மாற்றம்.

g—புவி ஈர்ப்பு முடுக்கம்

K_1—சோதனைப் பொருளின் ஏற்புத்திறன்

K_2—கண்ணுடிக் குழாயின் ஏற்புத்திறன் எனக் கொண்டால், பின்பு

$$\frac{xg}{y} = \frac{1}{2}(k_1 - k_2) AH^2$$ என்றுகும்.

$$\therefore K_1 - K_2 = \frac{2\ x\ g}{y\ A\ H^2}.$$

பாஸ்கல் என்பவர் பலவிதமான கரிமப் பொருள்களின் (organic) ஏற்புத்திறனைப்பற்றி விரிவாக ஆய்வுகள் நடத்தினர். அதன் வாயிலாக அவற்றின் ஏற்புத்திறன்கள் எளிய விதிகளின் படி அமைகின்றன என்பதனைக் கண்டார். டாக்டர். எஸ். எஸ். பட்நகர் இத்துறையில் விரிவான ஆய்வுகள் நடத்தி கரிமப் பொருள்களின் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள ஈர்ப்பு விசைகளி(bonds)ன் இயற்கைத் தன்மைகளை அறிந்தார். அடுத்து டாக்டர். கே. எஸ். கிருஷ்ணன் அவர்கள், கரிமக் கூட்டுப் பொருள்களின் தனிப்படிக (single crystals)ங்களின் காந்தத் தன்மைகளை ஆராய்ந்தார். வெவ்வேறு அச்சுகளில் (axes) கொடுக்கப்பெறும் காந்தப்புலத்திற்கேற்ப உண்டாகும் ஏற்புத்திறனின் மாறுதல்களிலிருந்து, அவர் படிகங்களின் மூலக் கூறுகளின் உருவ அமைப்பைப் பற்றிய செய்திகளைக் கண்டறிந்தார். அதே போன்று மூலக் கூறுகளின் அணுக்களைச் சுற்றி எவ்விதம் எலக்ட்ரான்கள் வலசி வருகின்றன என்பதையும் கண்டறிந்தார்.

காந்தப் பொருள்களும், பயன்களும்

ஃபெரோக் காந்தப் பொருளை, மின் மாற்றியின் உள்ளகமாக (core)ப் பயன்படுத்தக் கூடுமா என்றோ, அல்லது அதை நிலைக்காந்தமாகவோ அன்றி டெலிபோனில் உள்ள மெல்லிய இடைத்திரை (diaphram)யாகவோச் செய்து பயன் படுத்தலாமா என்பதையோ, அப்பொருளின் தயக்கக்கண்ணி (hysteresis curve)யின் அமைப்பிலிருந்து முடிவு கட்டலாம். பொதுவாக அவை பயன்படுத்தப்படும் முறைகளைக் கொண்டு காந்தப் பொருள்களை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பிரிவு 1: மென்மையானவை (soft) அல்லது குறைந்த காந்த நீக்குத் திறனைப் பெற்றவை

ஒருவகைக் காந்தப் பொருள்கள், அவை வைக்கப் பெற்றிருக்கும் கருவியானது செயல்படத் துவங்கும்போது, அப்பொருள்களினூடே செயல்படும் பாயத்தின் (flux) அளவானது தொடர்ந்து மெதுவாக மாறிக்கொண்டே இருக்குமாறு அமையப் பெற வேண்டியுள்ளன. காட்டாக இவ்வகையான காந்தப் பொருள்கள் சோக் சுருள் (choke coils)களிலும், மின் மாற்றிகளிலும், டெலிபோன் இடைத் திரைகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஃபெரோக் காந்தப் பொருள்கள், சிறிய அளவுள்ள காந்தப்புலங்களில் உண்மையிலேயே நல்ல பயனளிக்க வல்லனவாக இருக்க அவற்றின் தயக்க இழப்பு குறைந்தும், சுழி ஓட்டங்களினால் தோன்றும் இழப்புகள் குறைந்தும், அதே நேரத்தில் மிக உயர்ந்த உட்புகுதிறனை (Permeability)ப் பெற்றவைகளாகவும் இருக்க வேண்டும். இவ் வகையான சிறப்புகளைப் பெற்ற பல கலவைப் பொருள்கள் (alloys) வியாபார ரீதியில் தோற்றுவிக்கப் பெற்றுள்ளன. இக் கலவைப் பொருள்களின் பெரும் பகுதிகள்-குறிப்பாக இரும்பு, கோபால்ட், அல்லது நிக்கல் போன்ற ஃபெரோக் காந்தப் பொருள்கள் ஏவையாகிலும்—இரு பொருள்களினால் ஆனவையே.

இத் தனிமங்களுக்கு நிறைந்த உட்புகுதிறனும், ஆனால் குறைந்த தயக்க இழப்பும் உண்டு. கலவையின் மின் தடைக்கு ஏற்ப அதனது சுழல் ஓட்ட இழப்பு அமையப் பெறும். எனவே, கலவையில் குரோமியம், சிலிகான், மாலிப்டினம் போன்றவற்றை இட்டு நிரப்பி அதனது, மின் தடையை அதிகமாக்குகின்றனர். பொதுவாகத் தொழில்துறையில் பயன்படுத்தப்பெறும் சில கலவைகளைப் பற்றிக் காண்போம்.

டெலிபோன் கருவியில் இடைத்திரையாகப் பயன்படுத்தப்படுவதற்கென்றே, சுமார் 4 சதவீதம் சிலிகான் கலப்பைப் பெற்ற உயர் ரக மின் எஃகு (electric steel) ஆனது உண்டாக்கப் பெற்றுள்ளது. இதை ஸ்டல்லாய் (stalloy) என்று வழங்குகின்றனர். சுழி ஓட்ட இழப்பு, தயக்க இழப்பு ஆகியவை இப் பொருளில் மிகக் குறைவு. உட்புகு திறனானது மிகமிக அதிகம். எனவே, இது வைக்கப் பெற்றிருக்கும் காந்தப்புலமானது மாறும்பொழுது, இதனூடே பாயும் பாயமானதுபெரும் அளவில் மாறுபடுகின்றது.

பொருள்கள்	காந்தப்புலம் ஓர்ஸ்டெட்டுகளில்	தயக்கஇழப்பு எர்க்/ சைக்கிள்/ செ·மீ³ 10 கிராம்கள் உச்ச பாயச் செறிவுடன்	B—H-ன் தெவிட்டிய எல்லை காஸ்களில்
ஸ்வீடன் இரும்பு (Annealed) (வெப்பத்தைப் படிப்படியாகக் குறைப்பதினால் கடினமாக்கப் பட்டது)	0.9	2200	21600
நடுத்தர எ∴கு (0·1% C)	2	5000	21500
டைனமோ ஷீட் (sheet)	1·0	2500	21500
நிக்கல்	5	—	6150
கோபால்ட்	12	—	17600
பொமல்லாய் C	0·05	50	8700
சூபர்மல்லாய்	0·002	5	7800

அடுத்து செய்திப் போக்கு வரத்தில் பயன்படுத்தப் பெறும் மின் மாற்றிகளில் உள்ளகங்களில் இவ்வகையான பொருள்கள் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், இங்கு ஒரு முக்கிய மாற்றத்தைக் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும். இவ்வகையாகப் பயன்படுத்தப் பெறும்போது, காந்தப்புலம் மாறும் போது, இப் பொருள்களின் உட்புகுதிறன் மாருமல் ஒரே அளவாக இருத்தல் வேண்டும். இதற்கென சில கலவைகள் (alloys) பொடி (powder) உருவத்தில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு, பின்பு அவை நீள் உருளை வடிவத்தில் உள்ள கோல்களாக அமுக்கப் பெறுகின்றன. அடுத்து இக் கோல்களைச் செய்திப் போக்கு வரத்து மின்மாற்றிகளின் உள்ளகங்களாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

எனவே, இவ் வுள்ளகத்தின் உட்புகு திறனானது, அக் கோல்கள் உண்டாக்கப் பெற்ற அமுக்கத்தைப் பொறுத்துள்ளது. இவ்வகையான சில பொருள்கள் அவற்றின் உட்புகு திறன் அளவுகளுடன் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

கார்போனைல்	இரும்புப் பொடி உள்ளகம்:	μ_r-ன் அளவானது 10-லிருந்து 50 வரை நிலையாக உள்ளது.
பெர்மல்லாய்	(78·5 *Ni* 21·5 *Fe*):	μ_r-ன் நிலையான அளவு 12-லிருந்து 125 வரை.
ஐசோபெர்ம்	(40—45 *Ni* 5—15 *Cu* (or) *Al*, மற்றவை *Fe*)	*H*-ன் அளவு 200 ஓர்ஸ்டெட்களாக இருக்கும் வரை μ—ன் மதிப்பு கிட்டத்தட்ட 50 வரை இருக்கும்.

பிரிவு II: நிலைக்காந்தங்களுக்கேற்ற அதிக அளவு காந்த நீக்குத் திறனைப் பெற்ற பொருள்கள்:

இப் பிரிவிலுள்ள ∴பெரோக் காந்தப் பொருள்கள், நிலைக் காந்தங்களாகப் பயன்படுத்தப்படும் அளவில், அதற்கேற்ற அல்லாய்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவ் வகையான காந்தங்கள் மாறுவோட்ட மின்காந்தப் புலங்களால் பாதிக்கப் படாதவாறே பயன்படுத்தப் படுவதால், தயக்க இழப்பின் அளவைப்பற்றி நாம் கவலையுற வேண்டுவதில்லை. பொதுவாக, அதிக அளவு காந்த நீக்குத்திறனை இவை பெற்றிருக்க வேண்டும்.

சோதனைக்குட்படுத்தப்படும் பொருளைச் சுற்றிருக்கும் கம்பிச்சுருளினூடே பாய வைக்கப்படும், காந்தமாக்கும் மின்னோட்டத்தின் வலிமையை உச்சநிலையிலிருந்து, பூச்சிய நிலைக்குக் கொண்டு வந்தால், அப் பொருளில் கடைசியில் நிற்கும் பாயச் செறிவின் அளவானது எஞ்சி நிற்கும் (remnant) பாயச்செறிவின் அளவான B_r ஆகின்றது. இப் பொருளானது இப்போது நிலைக்காந்தமாகின்றது. ஆனல் அது பயன்படுத்தப் படும்போது, தான் பிடித்து வைத்துக் கொள்ளக்கூடிய எஞ்சிய காந்தத்தின் அளவானது, காந்த நீக்கு விசையான H_c என்பதைப் பொறுத்துள்ளது.

நிலைக்காந்தங்கள் சில வேளைகளில் கீழே தவற விட்டுவிடுவதாலும், சாதாரண வெப்ப நிலைக்கு மேல் வெப்பமேற்றப்படுவதாலும், தனது நிலைக்காந்தத் தன்மையை இழந்து விடுகின்றன. ஆனல், காந்த நீக்கு விசையின் அளவானது அதிகமாக இருக்கும் வரை, மேற்கூறிய இடர்ப்பாடுகளின் விளைவுகள் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். ஏனெனில், அணுக்காந்த அச்சுகளின் ஒரு முகத் தன்மையின் மாற்றத்தை

எதிர்க்கும், அணுக்களுக்கிடையேயுள்ள ஈர்ப்பு விசைகளின் அளவை, இந்தக் காந்த நீக்கு விசை குறிக்கின்றது எனலாம். காந்தமாக்கும் சுற்றில், காந்தமாக்கும் புலத்தின் அளவை H_m என்ற உச்ச நிலைக்கு ஏற்றும்போது, B_r மேலும் H_c ஆகியவை ஓர் எல்லை வரமபை அடைந்து விடுகின்றன. இதற்குப் பின் H_m-ன் மதிப்பை என்னதான் உயர்த்திய போதிலும், ஒரு நன்மையும் பெறப்படுவதில்லை. நடைமுறையில் சாதாரணமாகக் காந்தமாக்க படவேண்டிய பொருளைப் பொறுத்துதான், உச்ச காந்தமாக்கத் தேவையான காந்தப் புலமான H_m-ன் மதிப்பு அமைகின்றது. பொதுவாக 500 ஓர்ஸ்டெட்டுகள் கொண்ட காந்தப்புலமே போதுமானதாகும். காந்தப் பொருள்களின் B_r, H_c ஆகியவற்றின் மதிப்பு குறிப்பிடப்படும்போது, அவை அவற்றின் எல்லைக் கோட்டு மதிப்பையே குறிக்கின்றன என்பதை அறிதல் வேண்டும். ஒரு நிலைக்காந்தத்தின் தரத்தை உணர வேண்டுமானால், அதனது B_r, H_c ஆகிய இவை இரண்டின் பெருக்குத் தொகையை நாம் அறிய வேண்டும். இப் பெருக்குத் தொகையைப் பொறுத்துதான் அதனது தரம் அமைகின்றது. சில முக்கியமான நிலைக்காந்தப் பொருள்கள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பொருள்கள்	கலவை அமைப்பு (மற்றவை இரும்பு)	B_r கிலோ கிராமில்	H_c ஓர்ஸ்டெட்	BH உச்சம் $10^6 . G. Oe$	B_c கிலோ காஸில்
கார்பன் எஃகு	1 C	9	55	0·20	6
டங்ஸ்டன் எஃகு	6 W 0·7C	10·5	70	0·32	7
அல்னிகோ	10 Al, 18 Ni 12 Co, 6 Cu	7·5	550	1·7	4·5
அல்கோ மேக்ஸ் III	8 Al 13 Ni 24 Co 3 Cu 0·5 Nb	12·5	670	5·1	10
மேக்னுடூர் I	$BaO. 6Fe_2 O_3$	2	1700	0·9	1
மைக்ரோபவுடர் HR	30 Co	9	350	1·5	6

மூப்படைதல் (Ageing)

காலஞ் செல்லச்செல்ல மூப்படைதலினுல் நிலைக்காந்தம் கூடத் தானுகவே தனது காந்தத் தன்மையை மெதுவாக இழந்துவிடும். காட்டாக குரோமியம் எஃகினுல் செய்யப்பட்ட காந்தங்கள் சில ஆண்டுகளில் தங்களது காந்தத்தின் கணிச மான அளவை இழந்துவிடுகின்றன. ஆனுல், கி.பி. 1935 ஆம் ஆண்டுவாக்கில் பழக்கத்திற்கு வந்த அல்னிக்கோ காந்தங்கள் இன்னும் தங்களது காந்தத்தை இழக்காமல் இருக்கின்றன. ஏனெனில், இவற்றின் வாழ்வு காலம் பல பத்தாண்டுகளாக நீடிக்க வல்லது. அண்மையில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட களிமண் கலவை (Ceramic)க் காந்தங்கள் பல நூற்றுண்டு காலங்கள் வரைத் தங்களது காந்தத்தை இழக்கமாட்டா என நம்பப்படு கின்றது.

————