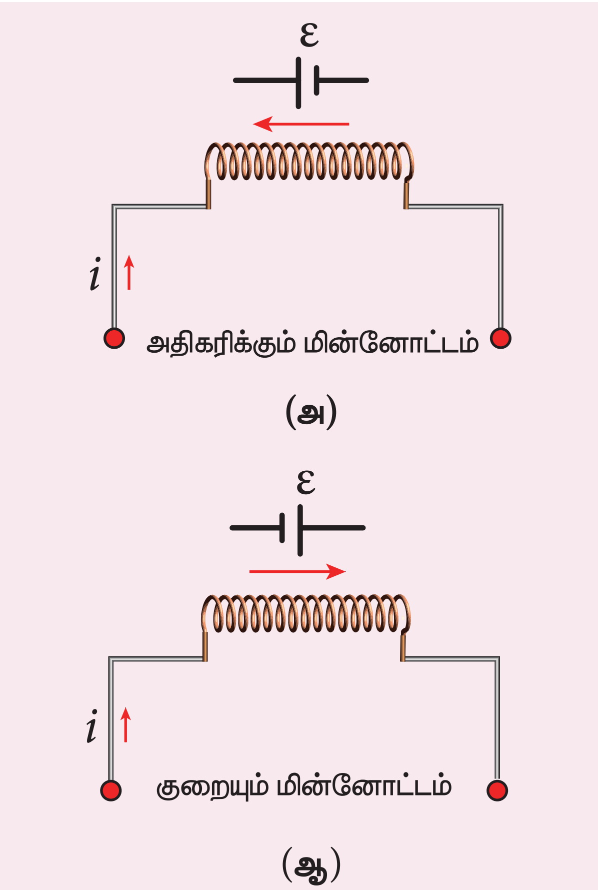


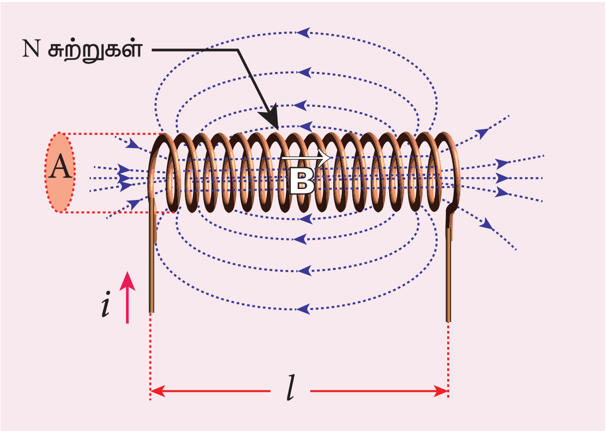
படம் 4.20 தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை மாறும் மின்னோட்டத்தை எதிர்த்தல்

4.3.2 நீண்ட வரிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண்

l நீளமும் A குறுக்குவெட்டுப்பரப்பும் கொண்ட நீண்ட வரிச்சுருள் ஒன்றைக் கருதுக. வரிச்சுருளின் ஓரலகு நீளத்தில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை (அல்லது சுற்று அடர்த்தி) n என்க. வரிச்சுருளின் வழியே i என்ற மின்னோட்டம் பாயும்போது சீரான காந்தப்புலம் ஒன்று வரிச்சுருளின் அச்சின் திசையில் உருவாகிறது (படம் 4.21). வரிச்சுருளினுள் எந்தவொரு புள்ளியிலும் உள்ள காந்தப்புலம் (பகுதி 3.9.3 ஐக் காண்க)

$$B = \mu_{\circ} ni$$

வரிச்சுருளின் வழியே செல்லும் காந்தபுலக்கோடுகள் ஒவ்வொரு சுற்றுடனும் தொடர்பு கொள்கிறது. ஒரு சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம்



படம் 4.21 ஒரு நீண்ட வரிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண்

$$\Phi_B = \int_A \vec{B}.d\vec{A} = BA\cos\theta = BA \quad \because \theta = 0°$$

$$= (\mu_0 ni)A$$

வரிச்சுருளின் N சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம் அல்லது மொத்த காந்தப்பாயத் தொடர்பு (மொத்தச் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை N ஆனது $N = n\,l$)

$$N\Phi_B = (nl)(\mu_0 ni)A$$

$$N\Phi_B = (\mu_{\circ} n^2 Al)\, i \qquad (4.17)$$

சமன்பாடு (4.15) ஆனது

$$N\Phi_B = Li$$

சமன்பாடுகள் (4.15) மற்றும் (4.17) ஐ ஒப்பிட

$$L = \mu_{\circ} n^2 Al$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து மின்தூண்டலானது வரிச்சுருளின் வடிவத்தையும் (சுற்று அடர்த்தி n, குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு A, நீளம் l) மற்றும் வரிச்சுருளினுள் உள்ள ஊடகத்தையும் பொருத்து அமையும். μ_r ஒப்புமை உட்புகுதிறன் கொண்ட மின்காப்புப் பொருளால் வரிச்சுருள் நிரப்பப்பட்டால்,

$$L = \mu n^2 Al \quad \text{அல்லது}$$

$$L = \mu_{\circ}\mu_r n^2 Al$$

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 228 09-04-2019 21:47:56

ஒரு மின்தூண்டியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல்:

சுற்று ஒன்றில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் போது, மின்தூண்டலானது மின்னோட்டம் அதிகரிப்பதை எதிர்க்கிறது. எனவே சுற்றில் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்துவதற்கு எதிர்ப்பு விசைக்கு எதிராக புறக்காரணிகள் மூலம் வேலை செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு செய்யப்பட்ட வேலை காந்த நிலைஆற்றலாக சேமிக்கப்படுகிறது.

மின்தூண்டியின் மின்தடை புறக்கணிக்கத்தக்க அளவில் உள்ளதாகக் கொள்வோம். அதன் மின்தூண்டல் விளைவை மட்டும் கருதுவோம். எந்த ஒரு நேரம் t–இல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை

$$\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$$

dq என்ற மின்னூட்டத்தை dt நேரத்தில் எதிர்ப்பு விசைக்கு எதிராக நகர்த்துவதற்கு செய்யப்படும் வேலை dw என்க.

$$dW = -\varepsilon dq$$

$$= -\varepsilon idt \qquad \because dq = idt$$

சமன்பாடு (4.16) இல் இருந்து ε மதிப்பைப் பிரதியிட

$$= -\left(-L\frac{di}{di}\right)idt$$

$$dW = Lidi$$

i என்ற மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்துவதற்கு செய்யப்பட்ட மொத்த வேலை

$$W = \int dW = \int_0^i Lidi = L\left[\frac{i^2}{2}\right]_o^i$$

$$W = \frac{1}{2}Li^2$$

செய்யப்பட்ட இந்த வேலை, காந்த நிலைஆற்றலாக சேமிக்கப்படுகிறது.

$$\therefore U_B = \frac{1}{2}Li^2 \qquad (4.18)$$

ஆற்றல் அடர்த்தி என்பது வரிச்சுருளின் உள்ளே ஓரலகு பருமனில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் ஆகும். அதன் மதிப்பு

$$u_B = \frac{U_B}{Al} \qquad \because \text{ வரிச்சுருளின் பருமன்} = Al$$

$$u_B = \frac{Li^2}{2Al} = \frac{(\mu_0 n^2 Al)i^2}{2Al} \qquad \because L = \mu_0 n^2 Al$$

$$= \frac{\mu_0 n^2 i^2}{2}$$

$$u_B = \frac{B^2}{2\mu_0} \qquad \because B = \mu_0 ni$$

எடுத்துக்காட்டு 4.10

ஒப்புமை உட்புகுதிறன் 800 கொண்ட ஒரு இரும்பு உள்ளகத்தின் மீது 500 சுற்றுகள் கொண்ட வரிச்சுருள் ஒன்று சுற்றப்பட்டுள்ளது. வரிச்சுருளின் நீளம் மற்றும் ஆரம் முறையே 40 cm மற்றும் 3 cm ஆகும். வரிச்சுருளில் மின்னோட்டம் சுழியில் இருந்து 3Aக்கு 0.4 நொடி நேரத்தில் மாறினால், அதில் தூண்டப்பட்ட சராசரி மின்னியக்குவிசையைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$N = 500$ சுற்றுகள்; $\mu_r = 800$;

$l = 40\ cm = 0.4\ m;\ r = 3\ cm = 0.03\ m;$

$di = 3 - 0 = 3\ A;\ dt = 0.4\ s$

தன் மின்தூண்டல் எண்

$$L = \mu n^2 Al \quad \left(\because \mu = \mu_o \mu_r; A = \pi r^2; n = \frac{N}{l}\right)$$

$$= \frac{\mu_o \mu_r N^2 \pi r^2}{l}$$

$$= \frac{4\times3.14\times10^{-7}\times800\times500^2\times3.14\times(3\times10^{-2})^2}{0.4}$$

$$L = 1.77\ H$$

தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண்மதிப்பு, $\varepsilon = L\frac{di}{dt}$

$$= \frac{1.77\times3}{0.4}$$

$$\varepsilon = 13.275\,V$$

எடுத்துக்காட்டு 4.11

காற்று உள்ளகம் கொண்ட ஒரு வரிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண் 4.8 mH ஆகும். அதன் உள்ளகம், இரும்பு உள்ளகமாக மாற்றப்பட்டால் அதன் தன் மின்தூண்டல் எண் 1.8 H ஆக மாறுகிறது. இரும்பின் ஒப்புமை உட்புகுத்திறனைக் கணக்கிடுக.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 229 09-04-2019 21:48:09

தீர்வு:

$$L_{காற்று} = 4.8\times10^{-3}H$$

$$L_{இரும்பு} = 1.8H$$

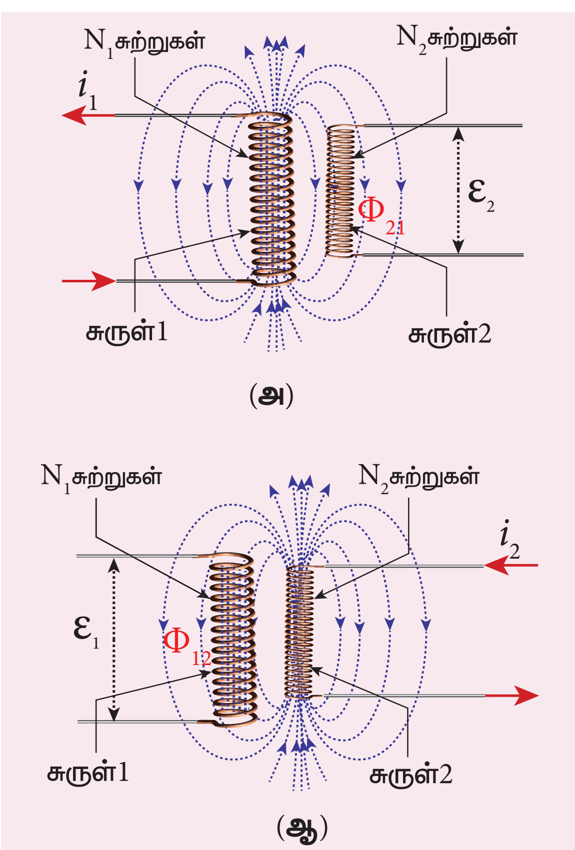
$$L_{காற்று} = \mu_{\circ}n^2Al = 4.8\times10^{-3}H$$

$$L_{இரும்பு} = \mu n^2Al = \mu_{\circ}\mu_r n^2Al = 1.8H$$

$$\therefore \mu_r = \frac{L_{இரும்பு}}{L_{காற்று}} = \frac{1.8}{4.8\times10^{-3}} = 375$$

4.3.3 பரிமாற்று மின்தூண்டல் (Mutual Induction):

கம்பிச்சுருள் ஒன்றின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால், அதனருகில் உள்ள கம்பிச்சுருளில் மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. இந்த நிகழ்வு பரிமாற்று மின்தூண்டல் எனப்படுகிறது. இந்த மின்னியக்கு விசை பரிமாற்று மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை எனப்படும்.



படம் 4.22 பரிமாற்று மின்தூண்டல்

ஒன்றுக்கொன்று அருகில் வைக்கப்பட்ட இரு கம்பிச்சுருள்களைக் கருதுக. i_1 என்ற மின்னோட்டம் கம்பிச்சுருள் 1–இன் வழியே செல்லும்போது உருவாகும் காந்தப்புலமானது கம்பிச்சுருள் 2–லும் தொடர்பு கொள்கிறது (படம் 4.22 (அ)).

கம்பிச்சுருள் 1–ன் காரணமாக கம்பிச்சுருள் 2–ன் ஒரு சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம் Φ_{21} என்க. N_2 சுற்றுகள் கொண்ட கம்பிச்சுருள் 2–உடன் தொடர்பு கொண்ட மொத்த காந்தப்பாயமானது $(N_2\Phi_{21})$, கம்பிச்சுருள் 1–இல் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது.

$$N_2\Phi_{21} \propto i_1$$

$$N_2\Phi_{21} = M_{21}\, i_1 \qquad (4.19)$$

$$(\text{அல்லது})\ M_{21} = \frac{N_2\Phi_{21}}{i_1}$$

இங்கு விகிதமாறிலி M_{21} என்பது கம்பிச்சுருள் 1–ஐச் சார்ந்து கம்பிச்சுருள் 2–இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஆகும். இது பரிமாற்று மின்தூண்டல் குணகம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. $i_1 = 1A$ எனில், $M_{21} = N_2\Phi_{21}$. எனவே **1A மின்னோட்டம் கம்பிச்சுருள் 1–இல் பாயும்போது, கம்பிச்சுருள் 2–இல் ஏற்படும் பாயத்தொடர்பு பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் M_{21} எனப்படும்.**

மின்னோட்டம் i_1 ஆனது நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால், கம்பிச்சுருள் 2–இல் ஒரு மின்னியக்கு விசை ε_2 தூண்டப்படுகிறது.

பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதிப்படி, இந்த பரிமாற்று மின் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை ε_2 ஆனது

$$\varepsilon_2 = -\frac{d(N_2\Phi_{21})}{dt} = -\frac{d(M_{21}i_1)}{dt}$$

$$\varepsilon_2 = -M_{21}\frac{di_1}{dt}$$

$$(\text{அல்லது})\ M_{21} = \frac{-\varepsilon_2}{di_1/dt}$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் உள்ள எதிர்க்குறியானது, பரிமாற்று மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசை நேரத்தைப் பொருத்து

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 230 09-04-2019 21:48:21

மின்னோட்டம் i_1 மாறுவதை எப்போதும் எதிர்க்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. $\frac{di_1}{dt} = 1A\ s^{-1}$ எனில், $M_{21} = -\varepsilon_2$.

கம்பிச்சுருள் 1–இல் மின்னோட்டம் மாறும் வீதம் $1As^{-1}$ எனும் போது கம்பிச்சுருள் 2–இல் தூண்டப்படும் எதிர் மின்னியக்கு விசை, பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் M_{21} எனவும் வரையறுக்கப்படுகிறது.

இதுபோல கம்பிச்சுருள் 2–இன் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம் i_2 நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால், கம்பிச்சுருள் 1–இல் மின்னியக்கு விசை ε_1 தூண்டப்படுகிறது. எனவே,

$$M_{12} = \frac{N_1\Phi_{12}}{i_2} \quad \text{மற்றும்} \quad M_{12} = \frac{-\varepsilon_1}{di_2/dt}$$

இங்கு M_{12} என்பது கம்பிச்சுருள் 2–ஐச் சார்ந்து கம்பிச்சுருள் 1–இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல்எண் ஆகும். கொடுக்கப்பட்ட ஒரு சோடி கம்பிச்சுருள்களுக்கு பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் சமமாகும்.

அதாவது $$M_{21} = M_{12} = M$$

பொதுவாக இரு கம்பிச்சுருள்களுக்கிடையே உள்ள பரிமாற்று மின்தூண்டலானது கம்பிச் சுருள்களின் அளவு, வடிவம், சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் சார்பு அமைப்புமுறை மற்றும் ஊடகத்தின் உட்புகுத்திறன் ஆகியவற்றைச் சார்ந்தது.

பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணின் அலகு:

பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணின் அலகும் ஹென்றி (H) ஆகும்.

$i_1 = 1A$ மற்றும் $N_2\Phi_{21} = 1$வெபர்–சுற்றுகள் எனில், $M_{21} = 1H$.

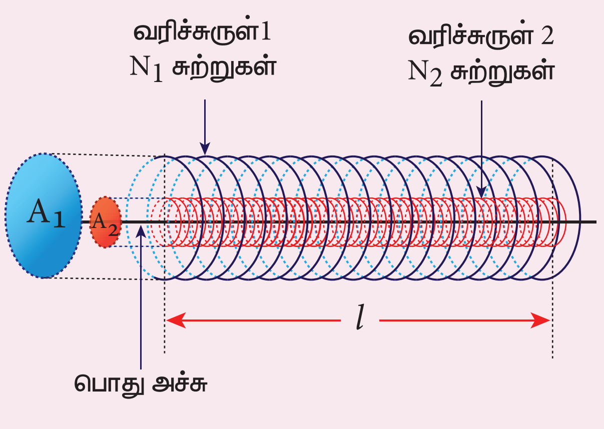
எனவே, **கம்பிச்சுருள் 1–இல் பாயும் 1 A மின்னோட்டம் கம்பிச்சுருள் 2–இல் ஓரலகு பாயத் தொடர்பை உருவாக்கினால், கம்பிச்சுருள்களுக்கு இடையிலான பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஒரு ஹென்றி ஆகும்.**

$\frac{di_1}{dt} = 1As^{-1}$ மற்றும் $\varepsilon_2 = -1\ V$ எனில், $M_{21} = 1H$.

எனவே, **கம்பிச்சுருள் 1–இல் மின்னோட்டம் மாறும் வீதம் $1As^{-1}$ எனும் போது கம்பிச்சுருள் 2–இல் தூண்டப்படும் எதிர் மின்னியக்குவிசை $1V$ என அமையுமானால், கம்பிச்சுருள்களுக்கு இடையிலான பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஒரு ஹென்றி ஆகும்.**

4.3.4 இரு நீண்ட பொது அச்சு கொண்ட வரிச்சுருள்களுக்கிடையே பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்:

சமநீளம் l கொண்ட இரண்டு பொது–அச்சு வரிச்சுருள்களைக் கருதுக. வரிச்சுருள்களின் ஆரங்களுடன் ஒப்பிடும் போது அவற்றின் நீளம் அதிகமாதலால், வரிச்சுருள்களுக்கு உட்புறம் உருவாகும் காந்தப்புலம் சீரானதாக அமையும். மேலும் முனைகளில் ஏற்படும் சீரற்ற காந்தப்புல விளைவு (fringing effect) புறக்கணிக்கத்தக்கது எனக்கொள்வோம். படம் 4.23 இல் காட்டியுள்ளவாறு A_1 மற்றும் A_2 என்பன வரிச்சுருள்களின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்புகள் என்க. A_2 –ஐ விட A_1 பெரியது என்போம். இவற்றின் சுற்று அடர்த்திகள் முறையே n_1 மற்றும் n_2 ஆகும்.



படம் 4.23 இரு நீண்ட பொது அச்சு கொண்ட வரிச்சுருள்களின் பரிமாற்று மின்தூண்டல்

வரிச்சுருள் 1–இன் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் i_1 என்க. அதனுள் உருவாகும் காந்தப்புலம்

$$B_1 = \mu_\circ\, n_1\, i_1$$

வரிச்சுருள் 2–இன் வழியே செல்லும் இந்த காந்தபுலக்கோடுகள் அதன் ஒவ்வொரு சுற்றுடனும் தொடர்பு கொள்கிறது. வரிச்சுருள் 2–இல் ஒரு சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம்

$$\Phi_{21} = \int_{A_2} \vec{B_1}.d\vec{A} = B_1 A_2 \quad \text{ஏனெனில்}\ \theta = 0^\circ$$

$$= (\mu_\circ n_1 i_1) A_2$$

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 231 09-04-2019 21:48:36

வரிச்சுருள் 2–இல் உள்ள N_2 சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம் அல்லது மொத்த காந்தப்பாயத் தொடர்பு

$$N_2\Phi_{21} = (n_2 l)(\mu_\circ n_1 i_1) A_2 \quad \text{ஏனெனில் } N_2 = n_2 l$$

$$N_2\Phi_{21} = (\mu_\circ n_1 n_2 A_2 l) i_1 \qquad (4.20)$$

சமன்பாடு (4.19) -லிருந்து

$$N_2\Phi_{21} = M_{21} i_1 \qquad (4.21)$$

சமன்பாடுகள் (4.20) மற்றும் (4.21) ஐ ஒப்பிட

$$M_{21} = \mu_\circ n_1 n_2 A_2 l \qquad (4.22)$$

இதுவே வரிச்சுருள் 1–ஐப் பொருத்து வரிச்சுருள் 2–இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணிற்கான (M_{21}) கோவை ஆகும். இதுபோன்றே கீழ்கண்டவாறு வரிச்சுருள் 2–ஐப் பொருத்து வரிச்சுருள் 1–இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் M_{12}–ஐக் காணலாம்.

வரிச்சுருள் 2–இன் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் i_2 எனில், அதனுள் உருவாக்கும் காந்தப்புலம்

$$B_2 = \mu_\circ n_2 i_2$$

இந்த காந்தப்புலம் B_2 வரிச்சுருள் 2–ன் உள்புறம் சீராகவும், வெளிப்புறம் ஏறக்குறைய சுழியாகவும் இருக்கும். எனவே, வரிச்சுருள் 1–இல் காந்தப்புலம் B_2 உள்ள விளைவுப்பரப்பு (effective area) A_2 ஆகும். பரப்பு A_1 அல்ல. வரிச்சுருள் 1–இல் ஒரு சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம்

$$\Phi_{12} = \int_{A_2} \vec{B}_2 \cdot d\vec{A} = B_2 A_2 = (\mu_\circ n_2 i_2) A_2$$

வரிச்சுருள் 1–இல் உள்ள N_1 சுற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம் அல்லது மொத்த காந்தப்பாயத் தொடர்பு

$$N_1\Phi_{12} = (n_1 l)(\mu_o n_2 i_2) A_2 \quad \text{ஏனெனில் } N_1 = n_1 l$$

$$N_1\Phi_{12} = (\mu_o n_1 n_2 A_2 l) i_2$$

$$\text{ஏனெனில் } N_1\Phi_{12} = M_{12} i_2$$

$$M_{12} i_2 = (\mu_\circ n_1 n_2 A_2 l) i_2$$

எனவே, நாம் பெறுவது

$$\therefore M_{12} = \mu_\circ n_1 n_2 A_2 l \qquad (4.23)$$

சமன்பாடு (4.22) மற்றும் (4.23) இல் இருந்து நாம் இவ்வாறு எழுதலாம்.

$$M_{12} = M_{21} = M \qquad (4.24)$$

பொதுவாக இரு நீண்ட பொது–அச்சு வரிச்சுருள்களுக்கு இடையேயான பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் ஆனது

$$M = \mu_\circ n_1 n_2 A_2 l \qquad (4.25)$$

ஒப்புமை உட்புகுதிறன் μ_r கொண்ட மின்காப்பு ஊடகம் வரிச்சுருள்களுக்கு உட்புறம் இருந்தால்,

$$M = \mu n_1 n_2 A_2 l$$

(அல்லது) $M = \mu_\circ \mu_r n_1 n_2 A_2 l$

எடுத்துக்காட்டு 4.12

முதலாவது கம்பிச்சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் $2\,A$ இல் இருந்து $10\,A$ ஆக 0.4 விநாடியில் மாறுகிறது. இரண்டாவது கம்பிச்சுருளில் $60\,mV$ மின்னியக்கு விசை தூண்டப்பட்டால், இரு கம்பிச்சுருள்களுக்கு இடையே உள்ள பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணைக் காண்க. மேலும் முதலாவது கம்பிச்சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் $4\,A$ இல் இருந்து $16\,A$ ஆக 0.03 விநாடியில் மாறும்போது, இரண்டாவது கம்பிச்சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையைக் கணக்கிடுக. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண்மதிப்பை மட்டும் கருதுக.

தீர்வு:

நேர்வு (i) :

$$di_1 = 10 - 2 = 8\,A;\ dt = 0.4\,s;$$
$$\varepsilon_2 = 60 \times 10^{-3}\,V$$

நேர்வு (ii) :

$$di_1 = 16 - 4 = 12\,A; \qquad dt = 0.03\,s$$

(i) முதல் கம்பிச்சுருளைப் பொருத்து இரண்டாவது கம்பிச்சுருளின் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 232 09-04-2019 21:48:50

$$M_{21} = \frac{\varepsilon_2}{di_1/dt}$$

$$= \frac{60\times10^{-3}\times0.4}{8}$$

$$M_{21} = 3\times10^{-3} H$$

(ii) முதல் கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டம் மாறும் வீதத்தால் இரண்டாவது கம்பிச்சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை

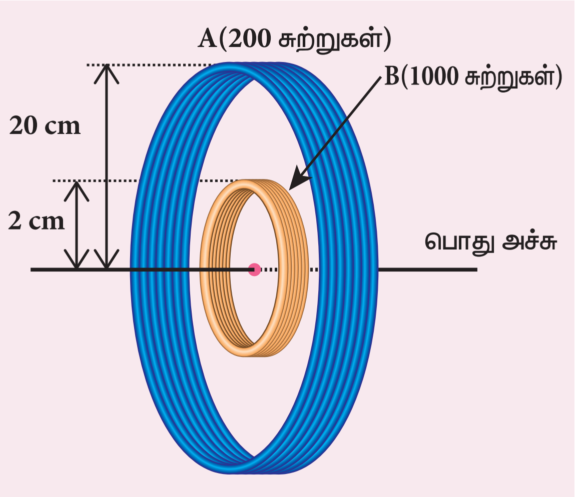
$$\varepsilon_2 = M_{21}\frac{di_1}{dt}$$

$$= \frac{3\times10^{-3}\times12}{0.03}$$

$$\varepsilon_2 = 1.2V$$

எடுத்துக்காட்டு 4.13

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, இரண்டு ஒரு–தள, பொது–அச்சு கொண்ட வட்ட கம்பிச்சுருள்கள் A மற்றும் B–ஐக் கருதுக. கம்பிச்சுருள் A–இன் ஆரம் $20\ cm$ மற்றும் கம்பிச்சுருள் B–இன் ஆரம் $2\ cm$ ஆகும். கம்பிச்சுருள்கள் A மற்றும் B–இல் ஆரம் உள்ள சுற்றுகள் முறையே 200 மற்றும் 1000 ஆகும். கம்பிச்சுருள் A–ஐப் பொருத்து கம்பிச்சுருள் B–இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணைக் கணக்கிடுக. கம்பிச்சுருள் A–இல் உள்ள மின்னோட்டம் $2\ A$ இல் இருந்து $6\ A$ ஆக 0.04 விநாடியில் மாறினால், கம்பிச்சுருள் B–இல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை மற்றும் அந்தக் கணத்தில் கம்பிச்சுருள் B வழியேயான காந்தப்பாயம் மாறும் வீதம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.



தீர்வு:

$N_A = 200$ சுற்றுகள்; $N_B = 1000$ சுற்றுகள்;

$r_A = 20 \times 10^{-2}\ m$; $r_B = 2 \times 10^{-2}\ m$;

$dt = 0.04\ s$; $di_A = 6-2 = 4A$

கம்பிச்சுருள் A–இல் பாயும் மின்னோட்டம் i_A என்க. வட்ட கம்பிச்சுருள் A–இன் மையத்தில் உள்ள காந்தப்புலம் B_A ஆனது

$$B_A = \frac{\mu_\circ N_A i_A}{2r_A} = \frac{4\pi\times10^{-7} N_A i_A}{2r_A}$$

$$= \frac{10^{-7}\times2\times3.14\times200}{20\times10^{-2}}\times i_A$$

$$= 6.28\times10^{-4} i_A\ \ Wbm^{-2}$$

கம்பிச்சுருள் B–இன் காந்தப்பாயத்தொடர்பு

$$N_B\Phi_B = N_B B_A A_B$$

$$= 1000\times6.28\times10^{-4}\times i_A\times3.14\times\left(2\times10^{-2}\right)^2$$

$$= 7.89\times10^{-4} i_A\ \ Wb\ turns$$

கம்பிச்சுருள் A–ஐப் பொருத்து கம்பிச்சுருள் B–இன் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்

$$M_{BA} = \frac{N_B\Phi_B}{i_A} = 7.89\times10^{-4} H$$

கம்பிச்சுருள் B–இல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை

$$\varepsilon_B = -M_{BA}\frac{di_A}{dt}$$

எண்மதிப்பை மட்டும் கருத

$$\varepsilon_B = \frac{7.89\times10^{-4}\times(6-2)}{0.04}$$

$$\varepsilon_B = \frac{7.89\times10^{-4}\times(4)}{4\times10^{-2}}$$

$$\varepsilon_B = 7.89\times10^{-2} V$$

$$\varepsilon_B = 78.9 mV$$

கம்பிச்சுருள் B–இல் காந்தப்பாயம் மாறும் வீதம்

$$\frac{d(N_B\Phi_B)}{dt} = \varepsilon_B = 78.9\ mWbs^{-1}$$

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 233 09-04-2019 21:49:02

4.4 தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசையை உருவாக்கும் முறைகள்

4.4.1 அறிமுகம்

மின்னியக்குவிசை என்பது ஒரு மின்சுற்றின் வழியாக மின்னூட்டத்தைச் செலுத்தக்கூடிய ஆற்றல் மூலத்தின் பண்பாகும். உண்மையில் இது ஒரு விசையல்ல என்பதை நாம் ஏற்கனவே அறிந்துள்ளோம். இது, முழுச்சுற்றின் வழியாக ஓரலகு மின்னூட்டத்தை நகர்த்துவதற்குச் செய்யப்பட்ட வேலையாகும். $J\ C^{-1}$ அல்லது வோல்ட் என்ற அலகினால் அளக்கப்படுகிறது.

மின்னியக்கு விசையை அளிக்கக்கூடிய ஆற்றல் மூலங்களின் சில எடுத்துக்காட்டுகள் வருமாறு: மின் வேதிகலன்கள், வெப்ப மின்சாதனங்கள், சூரிய ஒளிக்கலன்கள் மற்றும் மின்னியற்றிகள் ஆகும். இவற்றில் பெரிய அளவிலான மின் உற்பத்திக்கு திறன் மிகுந்த இயந்திரங்களான மின்னியற்றிகள் பயன்படுகின்றன.

பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதியின்படி, ஒரு சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயத்தில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் அச்சுற்றில் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. இந்த மின்னியக்கு விசை தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை எனப்படும். தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண் மதிப்பானது

$$\varepsilon = \frac{d\Phi_B}{dt} \qquad or$$

$$\varepsilon = \frac{d}{dt}(BA\cos\theta) \qquad (4.26)$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து கீழ்கண்ட ஏதேனும் ஒரு வழியில் காந்தப்பாயத்தை மாற்றி, மின்னியக்கு விசையை உருவாக்கலாம் என்பது தெளிவாகிறது.

(i) காந்தப்புலத்தை (B) மாற்றுவதன் மூலம்

(ii) கம்பிச்சுருளின் பரப்பை (A) மாற்றுவதன் மூலம் மற்றும்

(iii) காந்தப்புலத்தைச் சார்ந்த கம்பிச்சுருளின் திசையமைப்பை (θ) மாற்றுவதன் மூலம்

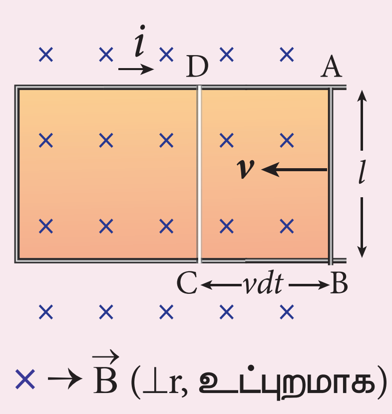
4.4.2 காந்தப்புலத்தை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னியக்குவிசையைத் தூண்டுதல்

பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் பரிசோதனையில் இருந்து ஒரு சுற்றின் வழியே செல்லும் காந்தப்புலத்தின் பாயத்தை மாற்றுவதன் மூலம் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது என கண்டறியப்பட்டது. காந்தப்பாய மாற்றமானது (i) மின் சுற்று மற்றும் காந்தத்திற்கு இடையே உள்ள சார்பு இயக்கம் (முதல் சோதனை) (ii) அருகில் உள்ள சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தை மாற்றுதல் (இரண்டாவது சோதனை) ஆகியவற்றால் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

4.4.3 கம்பிச்சுருளின் பரப்பை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னியக்குவிசையைத் தூண்டுதல்

படம் 4.21–இல் காட்டியுள்ளவாறு l நீளமுள்ள கடத்தும் தண்டு ஒரு செவ்வக உலோகச் சட்டத்தில் v திசைவேகத்தில் இடதுபுறமாக நகர்வதாகக் கொள்க. இந்த மொத்த அமைப்பும் $\vec{B}$ என்ற சீரான காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் காந்தப்புலக்கோடுகள் தாளின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக, உள்நோக்கிய திசையில் உள்ளன.

தண்டானது AB–இல் இருந்து DC–க்கு dt நேரத்தில் நகரும்போது சட்டம் உள்ளடக்கிய பரப்பு குறைகிறது. அதனால் சட்டத்தின் வழியேயான காந்தப்பாயமும் குறைகிறது.



படம் 4.24 சட்டம் உள்ளடக்கிய பரப்பை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னியக்கு விசையைத் தூண்டுதல்

dt நேரத்தில் ஏற்படும் காந்தப்பாய மாற்றம்

$d\Phi_B = B \times$ பரப்பில் ஏற்படும் மாற்றம்

$= B \times$ Area ABCD

$= Blvdt$ ஏனெனில் பரப்பு ABCD $= l(vdt)$

(அல்லது) $\frac{d\Phi_B}{dt} = Blv$

காந்தப்பாய மாற்றம் காரணமாக சட்டத்தில் மின்னியக்குவிசை தூண்டப்படுகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண்மதிப்பு

$$\varepsilon = \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\varepsilon = Blv \qquad (4.27)$$

இந்த மின்னியக்குவிசை இயக்க மின்னியக்குவிசை எனப்படும். பிளமிங் வலக்கை விதியிலிருந்து தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசை வலஞ்சுழியாக உள்ளது என அறியலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 4.14

சீரான காந்தப்புலம் 0.4 *T* இல் 0.03 m^2 பரப்பு கொண்ட வட்ட உலோகவட்டு ஒன்று சுழலுகிறது. சுழற்சி அச்சானது வட்டின் மையம் வழியாகவும் அதன் தளத்திற்கு செங்குத்தாகவும் அமைந்துள்ளது. மேலும் சுழற்சி அச்சானது காந்தப்புலத்தின் திசைக்கு இணையாக உள்ளது. வட்டு ஒரு விநாடி நேரத்தில் 20 சுழற்சிகளை நிறைவு செய்கிறது. வட்டின் மின்தடை 4 Ω எனில், அதன் அச்சுக்கும் விளிம்புக்கும் இடையே தூண்டப்படும் மின்னியக்குவிசை மற்றும் வட்டில் பாயும் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$A = 0.03\ m^2;\ B = 0.4\ T;\ f = 20\ rps;$
$R = 4\ \Omega$

ஒரு வினாடி நேரத்தில் வட்டு ஏற்படுத்திய பரப்பு = வட்டின் பரப்பு $\times$ அதிர்வெண்

$= 0.03 \times 20$
$= 0.6\ m^2$

தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை

ε= காந்தப்பாயம் மாறும் வீதம்

$$= \frac{d\Phi_B}{dt} = \frac{d(BA)}{dt}$$

$$\varepsilon = \frac{0.4 \times 0.6}{1}$$

$$\varepsilon = 0.24\ V$$

தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம்,

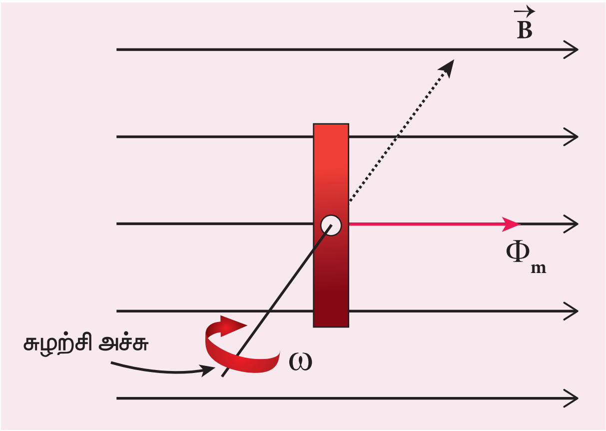
$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.24}{4} = 0.06\,A$$

குறிப்பு

கம்பிச்சுருளுக்கும் காந்தப்புலத்திற்கும் இடையே உள்ள சார்பு திசையமைப்பை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னியக்கு விசையை உருவாக்கலாம். இதனை காந்தப்புலத்தில் கம்பிச்சுருளை சுழற்றியோ அல்லது நிலையான கம்பிச்சுருளுக்குள் காந்தப்புலத்தை சுழற்றியோ சாத்தியமாக்கலாம். இங்கு சுழலும் கம்பிச்சுருள் வகை கருதப்படுகிறது.

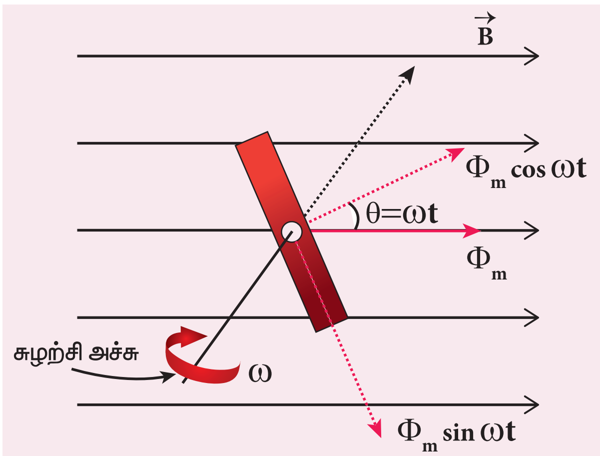
4.4.4 காந்தப்புலத்தைச் சார்ந்து கம்பிச்சுருளின் சார்புத் திசையமைப்பை மாற்றுவதன் மூலம் மின்னியக்குவிசையைத் தூண்டுதல்

படம் 4.25 (அ)–இல் காட்டியுள்ளவாறு *B* என்ற சீரான காந்தப்புலத்தில் *N* சுற்றுகள் கொண்ட செவ்வக கம்பிச்சுருள் ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுக. கம்பிச்சுருளானது புலத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ள அச்சைப் பொருத்து ω என்ற கோணத்திசைவேகத்துடன் இடஞ்சுழியாகச் சுழலுகிறது.



படம் 4.25 (அ) காந்தப்புலத்திற்கு குத்தாக தளத்தைக் கொண்டுள்ள கம்பிச்சுருளின் மேற்புரத் தோற்றம்

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 235 09-04-2019 21:49:16



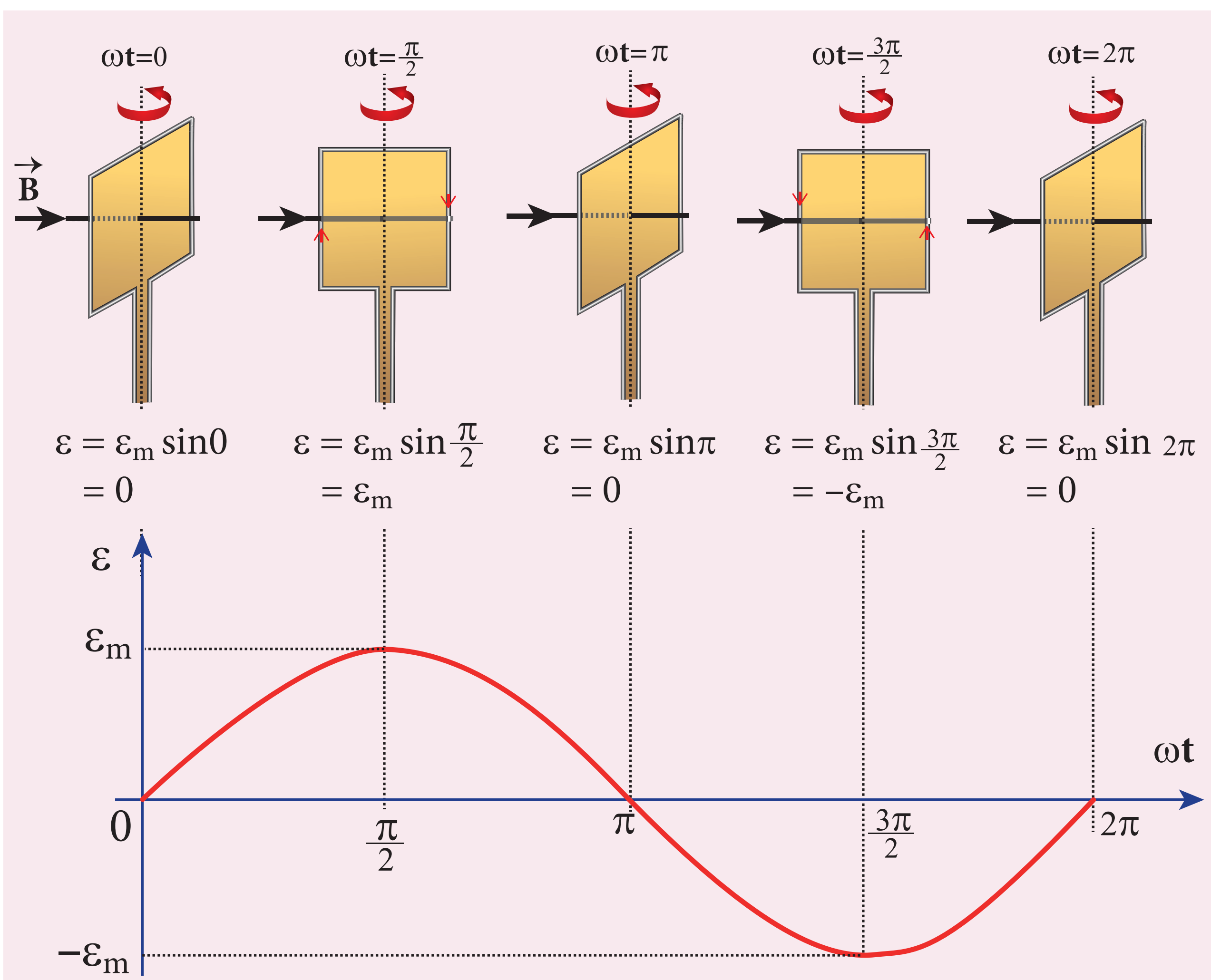
படம் 4.25 (ஆ) கம்பிச்சுருள் θ = ωt என்ற கோணம் சுழற்றப்பட்டுள்ளது

நேரம் = 0 எனும்போது, சுருளின் தளம் புலத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. சுருளுடன் தொடர்பு கொண்ட பாயம் அதன் பெரும மதிப்பு $\Phi_m = BA$ ஐக் கொண்டிருக்கும் (இங்கு A என்பது சுருளின் பரப்பு ஆகும்).

t வினாடி நேரத்தில், கம்பிச்சுருள் இடஞ்சுழியாக θ (= ωt) என்ற கோணம் சுழற்றப்படுகிறது. இந்த நிலையில், தொடர்பு கொண்ட பாயமானது $\Phi_m \cos\omega t$ –ஆக இருக்கும். இது சுருளின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ள Φ_m –இன் கூறு ஆகும் (படம் 4.25 (ஆ). தளத்திற்கு இணையான கூறு ($\Phi_m \sin \omega t$) மின் காந்தத்தூண்டலில் பங்கேற்ப தில்லை. எனவே, விலக்கப்பட்ட நிலையில் கம்பிச்சுருளின் பாயத்தொடர்பு

$$N\Phi_B = N\Phi_m \cos\omega t$$

பாரடேயின் விதிப்படி, அந்தக் கணத்தில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை



படம் 4.26 ωt –யைப் பொருத்து தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை மாறுபடுதல்

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 236
09-04-2019 21:49:17

$$\varepsilon = -\frac{d}{dt}(N\Phi_B) = -\frac{d}{dt}(N\Phi_m \cos\omega t)$$

$$= -N\Phi_m(-\sin\omega t)\omega$$

$$= N\Phi_m \omega \sin\omega t$$

கம்பிச்சுருளானது அதன் தொடக்க நிலையிலிருந்து 90° சுழற்றப்பட்டால், sin ωt = 1. எனவே தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் பெரும மதிப்பு

$$\varepsilon_m = N\Phi_m \omega$$

$$\varepsilon_m = NBA\omega \qquad \text{ஏனெனில் } \Phi_m = BA$$

எனவே அக்கணத்தில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையானது

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t \qquad (4.28)$$

தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசையானது நேரக்கோணத்தின் (ωt) சைன் சார்பாக மாறுவதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை மற்றும் நேரக்கோணத்திற்கு இடையேயான வரைபடம் ஒரு சைன் வளைகோடாக அமையும் (படம் 4.23). இந்த வகையில் மாறும் மின்னியக்குவிசை சைன் வடிவ மின்னியக்குவிசை அல்லது மாறுதிசை மின்னியக்கு விசை எனப்படும்.

இந்த மாறுதிசை மின்னியக்குவிசை ஒரு மூடிய சுற்றுக்கு அளிக்கப்பட்டால், சைன் வளைகோடு வடிவில் மாறுகின்ற மின்னோட்டம் அதில் பாய்கிறது. இந்த மின்னோட்டம் மாறுதிசை மின்னோட்டம் எனப்படும். அதனை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$i = I_m \sin\omega t \qquad (4.29)$$

இங்கு I_m என்பது தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு 4.15

600 சுற்றுகள் மற்றும் 70 cm^2 பரப்பு கொண்ட செவ்வக கம்பிச்சுருள் ஒன்று 0.4 T என்ற காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தான அச்சைப் பொருத்து சுழலுகிறது. கம்பிச்சுருள் நிமிடத்திற்கு 500 சுழற்சிகள் நிறைவு செய்தால், கம்பிச்சுருளின் தளமானது (i) புலத்திற்கு குத்தாக (ii) புலத்திற்கு இணையாக மற்றும் (iii) புலத்துடன் 60° கோணம் சாய்வாக உள்ளபோது தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசையைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$A = 70 \times 10^{-4} m^2$; $N = 600$ சுற்றுகள்

$B = 0.4\ T$; $f = 500$ சுழற்சிகள் / நிமிடம்

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\omega t$$

$$\text{ஏனெனில் } \varepsilon_m = N\Phi_m\omega = N(BA)(2\pi f)$$

$$\varepsilon = NBA \times 2\pi f \times \sin\omega t$$

(i) $\omega t = 0^\circ$, எனில்

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin 0 = 0$$

(ii) $\omega t = 90^\circ$, எனில்

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin 90^\circ = NBA \times 2\pi f \times 1$$

$$= 600 \times 0.4 \times 70 \times 10^{-4} \times 2 \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{500}{60}\right)$$

$$= 88V$$

(iii) ωt = 90° – 60° = 30°, எனில்

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin 30^\circ = 88 \times \frac{1}{2} = 44\ V$$

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 237 09-04-2019 21:49:32

4.5 மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றி (AC GENERATOR)

4.5.1 அறிமுகம்

மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றி (*AC* மின்னியற்றி) அல்லது மின்னாக்கி என்பது ஆற்றல் மாற்றம் செய்யும் கருவியாகும். இது கம்பிச்சுருள் அல்லது புலக்காந்தத்தை சுழற்றுவதற்கு பயன்படும் இயந்திர ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்றுகிறது. இல்லங்கள் மற்றும் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் பெரிய அளவிலான மின்திறனை மின்னாக்கி உற்பத்தி செய்கிறது. படம் 4.27 இல் *AC* மின்னியற்றி மற்றும் அதன் பாகங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

படம் 4.27 AC மின்னியற்றி மற்றும் அதன் பாகங்கள்

4.5.2 தத்துவம்

மின்காந்தத்தூண்டல் விதிப்படி மின்னாக்கிகள் வேலைசெய்கின்றன. கடத்திக்கும், காந்தப்புலத்திற்கும் இடையிலான சார்பு இயக்கம் கடத்தியுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயத்தை மாற்றுகிறது. இதனால் கடத்தியில் மின்னியக்குவிசையானது தூண்டப்படுகிறது. இந்த மின்னியக்குவிசையின் எண்மதிப்பை பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதியில் இருந்தும், அதன் திசையை பிளமிங் வலக்கை விதியில் இருந்தும் அறியலாம்.

குறிப்பு

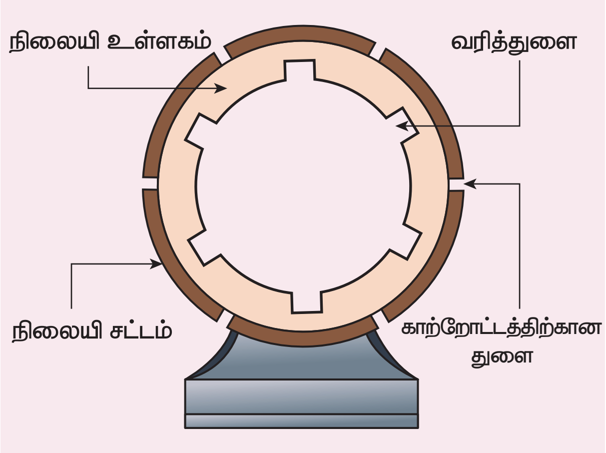
காந்தப்புலத்தில் கம்பிச்சுருளை ஒன்றைச் சுழற்றியோ அல்லது நிலையான கம்பிச்சுருளுக்குள் காந்தப்புலத்தை சுழற்றியோ மாறுதிசை மின்னியக்குவிசையானது உருவாக்கப்படுகிறது. இவற்றில் முதல் வகை சிறிய AC மின்னியற்றிகளிலும், இரண்டாம் வகை பெரிய AC மின்னியற்றிகளிலும் பயன்படுகின்றன. பெரும்பாலான மின்திறன் உற்பத்தி நிலையங்களில் சுழலும் காந்தப்புலம் வகையே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

4.5.3 அமைப்பு

மின்னாக்கியானது நிலையி (Stator) மற்றும் சுழலி (Rotor) என இரு பெரும் பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றின் பெயருக்கேற்றபடி நிலையி நிலையாகவும், சுழலி சுழன்று கொண்டும் உள்ளன. வணிகரீதியிலான மின்னாக்கிகளில் சுருளிச் சுற்று (Armature winding) நிலையியிலும், புலக்காந்தமானது (Field magnet) சுழலியிலும் பொருத்தப்படுகின்றன.

நிலையி, சுழலி மற்றும் அவற்றுடன் தொடர்புடைய பிறபாகங்களின் அமைப்பு விவரங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன

i) **நிலையி** (Stator)



படம் 4.28 நிலையி மற்றும் அதன் பாகங்கள்

சுருளிச் சுற்று பொருத்தப்பட்டுள்ள நிலையான பகுதி நிலையி எனப்படும். அது நிலையி சட்டம், நிலையி உள்ளகம் மற்றும் சுருளிச் சுற்று ஆகிய மூன்று பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது.

நிலையி சட்டம் (Stator frame)

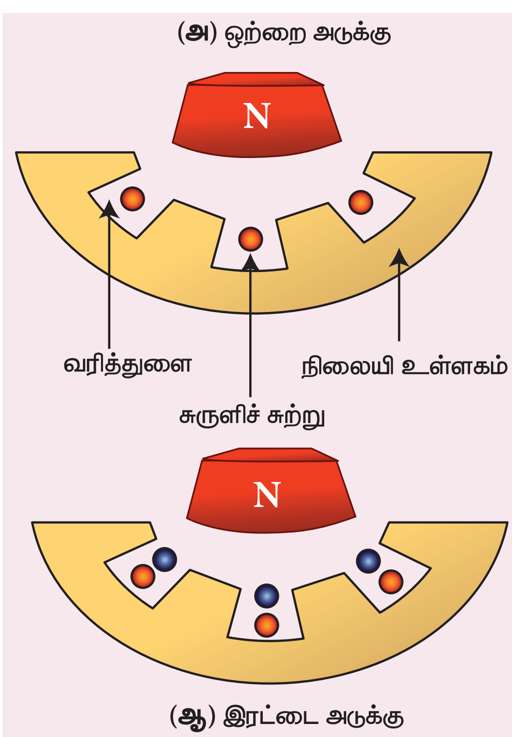
இது நிலையி உள்ளகம் மற்றும் சுருளிச் சுற்றுகளை சரியான நிலையில் தாங்கிப்பிடிக்க பயன்படும் வெளிப்புற சட்டம் ஆகும். நிலையி சட்டத்தில் உள்ள துளைகள் மூலம் உள்ளகத்திற்கு தேவையான காற்றோட்ட வசதி தரப்படுகிறது.

நிலையி உள்ளகம் (Stator core)

நிலையி உள்ளகம் அல்லது சுருளி உள்ளகம் இரும்பு அல்லது எஃகு உலோகக் கலவையில் ஆன உள்ளீடற்ற உருளையாகும். சுழல் மின்னோட்ட இழப்புகளைக் குறைப்பதற்கு காப்பிடப்பட்ட தகடுகளால் உள்ளகம் கட்டப்படுகிறது. சுருளிச் சுற்றுகளை பொருத்தும் வகையில் உள்ளகத்தின் உட்புறமாக வரித்துளைகள் (Slots) வெட்டப்பட்டுள்ளன.

சுருளிச் சுற்று (Armature winding)

நிலையி உள்ளகத்தில் உள்ள வரித்துளைகளில் அமைந்துள்ள கம்பிச்சுருள்கள், சுருளிச் சுற்றுகள் எனப்படும். மின்னாக்கியின் வகையைப் பொருத்து ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கம்பிச்சுருள்கள் பொருத்தப்படுகின்றன.



படம் 4.29 சுருளிச் சுற்றுகள்

பொதுவாக இருவகையான சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை i) ஓரடுக்குச் சுற்றுகள் மற்றும் ii) ஈரடுக்குச் சுற்றுகள். ஓரடுக்குச் சுற்றுகளில், கம்பிச்சுருளானது ஒரே அடுக்காக வரித்துளையில் அமைந்துள்ளது (படம் 4.29 (அ)). ஈரடுக்குச் சுற்றுகளில், கம்பிச்சுருளானது இரு அடுக்குகளாக பிரிக்கப்பட்டு மேற்புற அடுக்கு மற்றும் அடிப்புற அடுக்கு என உள்ளது (படம் 4.29 (ஆ)).

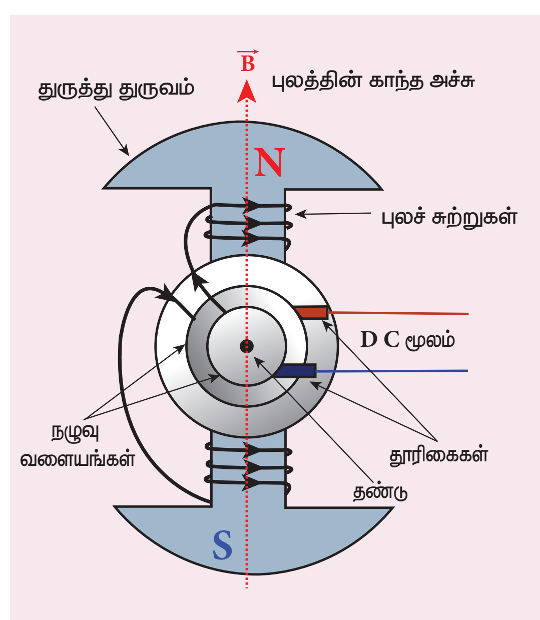
ii) **சுழலி (Rotor)**

சுழலியானது காந்தப்புல கம்பிச்சுற்றுகளைக் (Magnetic field winding) கொண்டுள்ளது. நேர்த்திசை மின்னோட்டமூலம் (DC source) ஒன்றினால் கம்பிச்சுற்றுகளில் காந்தப்புலம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. காந்தப்புல கம்பிச்சுற்றுகளின் முனைகள் ஒரு சோடி நழுவு வளையங்களுடன் இணைக்கப்பட்டு, சுழலி சுழலக்கூடிய தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். நழுவு வளையங்கள் சுழலியுடன் சேர்ந்து சுழலுகின்றன. நேர்த்திசை மின்னோட்டமூலம் மற்றும் காந்தப்புல கம்பிச்சுற்றுகள் இடையே இணைப்பை ஏற்படுத்த நழுவு வளையங்களின் மீது தொடர்ச்சியாக நழுவிச்செல்லும் இரு தூரிகைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

4688DX

இரு வகையான சுழலிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை i) துருத்து துருவ சுழலி ii) உருளைத்துருவ சுழலி ஆகும்.

துருத்து துருவச் சுழலி (Salient pole rotor)

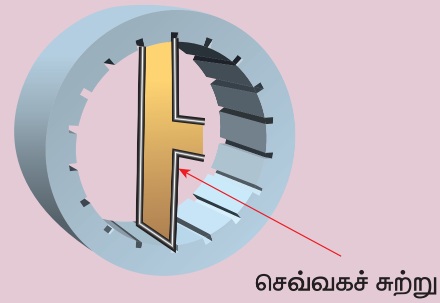


படம் 4.30 துருத்து துருவ 2 – முனைச் சுழலி

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 239 09-04-2019 21:49:34

AC மின்னியற்றின் அமைப்பு (தேர்வுக்கு உரியதன்று)

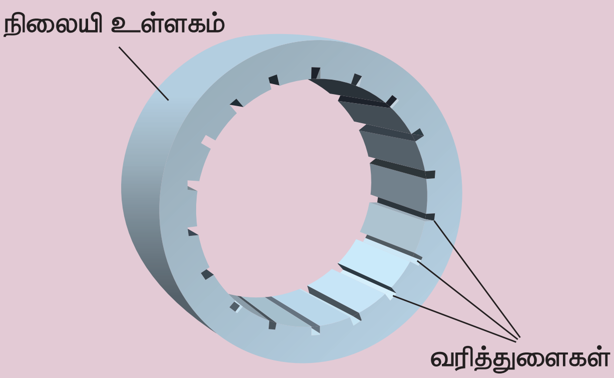
மின்னாக்கியானது நிலையி (Stator) மற்றும் சுழலி (Rotor) என இரு பெரும் பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது. நிலையி மற்றும் சுழலி ஆகியவற்றின் அமைப்பைப் புரிந்து கொள்வதற்காக இப்பகுதி கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



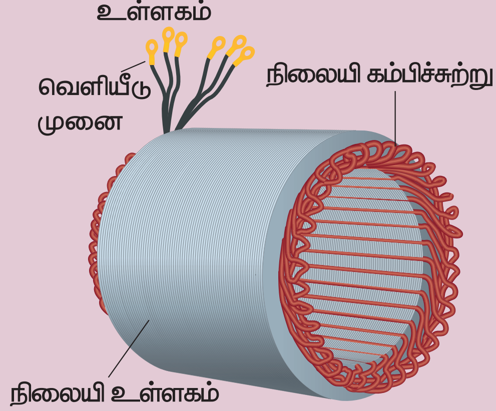
படம்: (ஆ) செவ்வகச் சுற்று கொண்ட நிலையி உள்ளகம்

(i) நிலையி (stator)

நிலையி மூன்று பாகங்களைக் கொண்டுள்ளது. அவை நிலையி சட்டம், நிலையி உள்ளகம் மற்றும் சுருளிச் சுற்றுகள்.



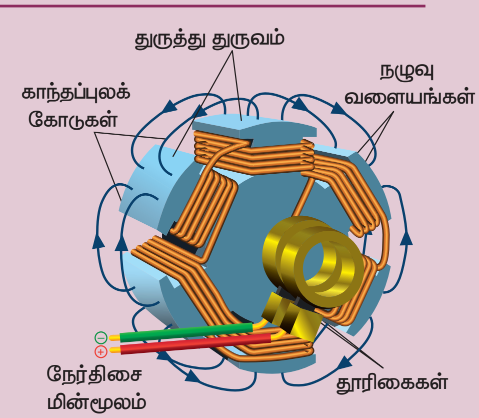
படம்: (அ) வரித்துளைகளுடன் கூடிய நிலையி உள்ளகம்



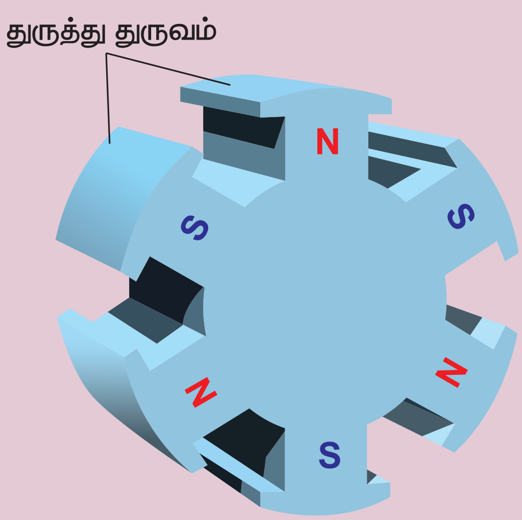
படம்: (இ) சுருளிச் சுற்றுகளைக் கொண்ட நிலையி உள்ளகம்

ii) சுழலி (Rotor)

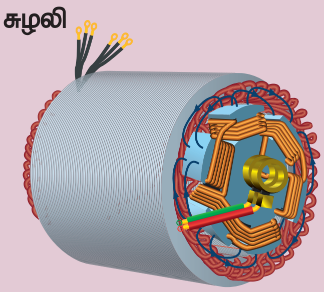
சுழலியானது ஒரே தண்டில் பொருத்தப்பட்டுள்ள காந்தப்புலச் கம்பிச்சுற்றுகள், நழுவு வளையங்கள் மற்றும் தூரிகைகளைக் கொண்டுள்ளது. படம் (ஈ) (உ) (ஊ).



படம்: (உ) புல கம்பிச்சுற்றுகள், நழுவு வளையங்கள் மற்றும் தூரிகைகள் கொண்ட துருத்து துருவ 6 – முனை சுழலி



படம்: (ஈ) துருத்து துருவ 6 –முனை சுழலி

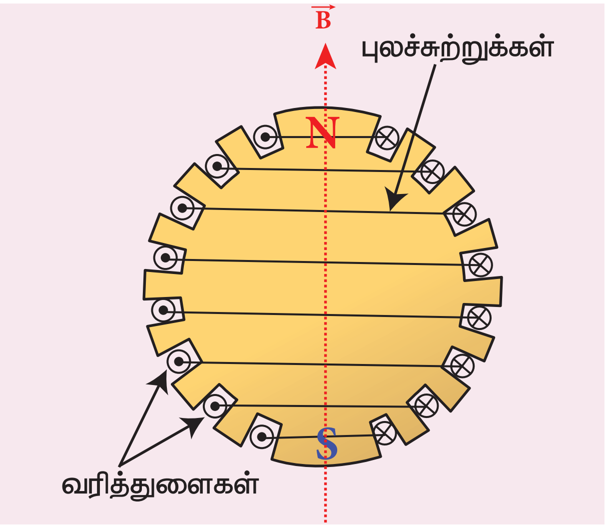


படம்: (ஊ) நிலையி உள்ளகம் மற்றும் சுழலி

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 240
09-04-2019 21:49:41

இந்த வகைச் சுழலியில் உள்ள துருவங்கள் துருத்திக் கொண்டுள்ளவாறு அமைந்துள்ளன. குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான துருத்திக்கொண்டிருக்கும் துருவங்களின் அடிப்பகுதி சுழலியுடன் இறுக்கிப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை பெரும்பாலும் குறைவேக மின்னாக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. துருத்து துருவ 2–முனை சுழலியானது படம் 4.30–இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

உருளைத் துருவ சுழலி (Cylindrical pole rotor)



படம் 4.31 உருளைத் துருவ 2 – முனைச் சுழலியின் குறுக்கு –வெட்டுத் தோற்றம்

இந்த வகைச் சுழலி திண்ம உருளையால் ஆனது. உருளையின் வெளிப்புற பரப்பில் அதன் நீளவாட்டில் வரித்துளைகள் (Slots) வெட்டப்பட்டுள்ளன. இது அதிவேக மின்னாக்கிகளுக்கு ஏற்றதாகும் (படம் 4.31).

தூண்டப்படும் மாறுதிசை மின்னியக்கு விசையின் அதிர்வெண், சுழலியின் வேகத்திற்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது. அதிர்வெண்ணை மாறாமல் நிலைநிறுத்துவதற்கு சுழலியானது மாறா வேகத்தில் சுழல வேண்டும்.

இவை மின்னாக்கிகளின் பொதுவான அமைப்பு விபரங்கள் ஆகும். கட்டமைக்கப்படும் மின்னாக்கியின் வகையைப் பொருத்து துருவங்களின் எண்ணிக்கை, துருவவகை, கம்பிச்சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் சுருளிச் சுற்றுகளின் வகை ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று மாறுபடுகின்றன.

ஒரு–கட்ட மற்றும் மூன்று–கட்ட மின்னாக்கிகளின் அமைப்பு, வேலை செய்யும் விதம் ஆகியவற்றைப் பார்ப்போம்.

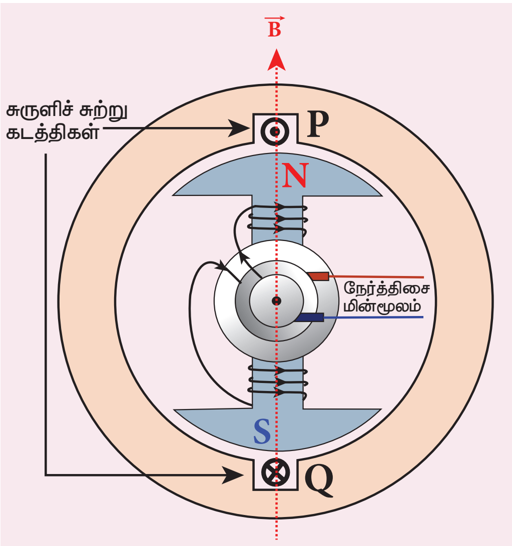
4.5.4 நிலையான சுருளிச் சுற்று – சுழலும் புல மின்னாக்கியின் நன்மைகள்

பொதுவாக மின்னாக்கிகள் அதிக மின்னோட்டம் மற்றும் அதிக மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்டுள்ள இயந்திரங்கள் ஆகும். நிலையான சுருளிச் சுற்று–சுழலும் புல அமைப்பு பல நன்மைகளைக் கொண்டது. அவற்றில் சில வருமாறு.

1) தூரிகைத் தொடர்புகளைப் பயன்படுத்தாமல், மின்னோட்டமானது நேரடியாக நிலையி பகுதியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள முனைகளில் இருந்து பெறப்படுகிறது.
2) நிலையான சுருளிச் சுற்றை மின்காப்பு செய்வது எளிமையானதாகும்.
3) நழுவும் தொடர்புகளின் (நழுவு வளையங்கள்) எண்ணிக்கை குறைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் நழுவும் தொடர்புகள் குறைந்த மின்னழுத்த நேர்த்திசை மின்னோட்ட மூலத்திற்கு மட்டுமே பயன்படுகின்றன.
4) சுருளிச் சுற்றுகள் இயந்திரவியல் தகைவின் காரணமாக உருக்குலைவதைத் தடுக்கும் வகையில் அதிக உறுதியாக அமைக்க முடியும்.

4.5.5 ஒரு–கட்ட மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றி

ஒரு–கட்ட *AC* மின்னியற்றியில், சுருளிச் சுற்றுகள் தொடர் இணைப்பில் ஒரே சுற்றாக அமைக்கப்பட்டு ஒரு–கட்ட மின்னியக்குவிசை உருவாக்கப்படுகிறது. எனவே இது ஒரு–கட்ட மின்னாக்கி எனப்படுகிறது.



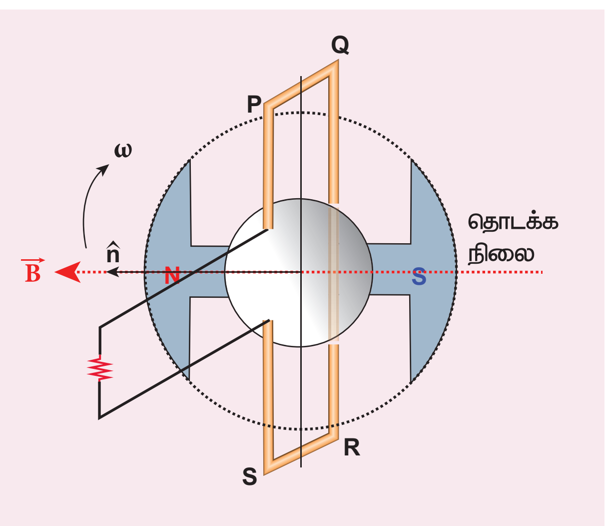
படம் 4.32 செவ்வகச் சுற்று மற்றும் 2 – முனை சுழலியைக் கொண்ட நிலையி உள்ளகம்

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 241 09-04-2019 21:49:42

எளிய வகை *AC* மின்னியற்றி இங்கு விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. படம் 4.33 இல் காட்டியுள்ளவாறு, 2 வரித்துளைகளைக் கொண்ட நிலையி உள்ளகம் ஒன்றை கருதுக. வரித்துளைகளில் கடத்திகள் *PQ* மற்றும் *RS* பொருத்தப்பட்டு, செவ்வக சுற்று *PQRS* உருவாக்கப்படுகிறது. சுழலியானது 2–முனைத் துருத்து துருவங்களைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றின் புல சுற்றுகளை நேர்த்திசை மின்னோட்டமூலம் காந்தமாக்குகிறது.

செயல்பாடு

சுற்று *PQRS* நிலையாகவும் மற்றும் தாளின் தளத்திற்கு குத்தாகவும் உள்ளது. புலச் சுற்றுகள் வழியே மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டால், அதனைச் சுற்றி காந்தப்புலம் உருவாக்கப்படுகிறது. சுருளி உள்ளகத்தின் வழியே கடந்து செல்லும் காந்தப்புலத்தின் திசை படம் 4.33 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. முதன்மை இயக்கியால் புலக்காந்தமானது வலஞ்சுழியாக சுழற்றப்படுவதாகக் கொள்க. சுழற்சி அச்சானது தாளின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது.



படம் 4.33 தொடக்க நிலையில் PQRS கம்பிச் சுற்று மற்றும் புலக்காந்தம்

புலக்காந்தத்தின் தொடக்கநிலை கிடைமட்டமாக உள்ளதாகக் கருதுக. அந்த கணத்தில், காந்தப்புலத்தின் திசை *PQRS* சுற்றின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. எனவே தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசை சுழியாகும் (பகுதி 4.4 இல் நேர்வு (iii) ஐக் காண்க). இது, தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை மற்றும் நேரக்கோணம் இடையேயான வரைபடத்தில் தொடக்கப்புள்ளி *O* – ஆல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது (படம் 4.34).

புலக்காந்தம் 90° கோணம் சுழன்றால், காந்தப்புலம் *PQRS* –க்கு இணையாகிறது. *PQ* மற்றும் *RS* ஆகியவற்றில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசைகள் பெரும மதிப்பை அடைகின்றன. அவை தொடரிணைப்பில் உள்ளதால், மின்னியக்குவிசைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று கூட்டப்படுகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசையின் திசையை பிளமிங் வலக்கை விதியில் இருந்து அறியலாம்.

இந்த விதியைப் பயன்படுத்தும்போது கவனம் தேவை. புலத்தைப் பொருத்து, கடத்தியின் இயக்கத்திசையை பெருவிரல் குறிக்கிறது. வலஞ்சுழியாக சுழலும் துருவங்களுக்கு, கடத்தியானது இடஞ்சுழியாக சுழலுவதாக தோன்றும். எனவே, பெருவிரல் இடதுபக்கத்தை நோக்கி இருக்கவேண்டும். தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கவிசையின் திசை தாளின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக உள்ளது. மின்னியக்குவிசையானது *PQ*–வில் கீழ்நோக்கியும், *RS*–இல் மேல்நோக்கியும் உள்ளது. எனவே, மின்னோட்டம் *PQRS* வழியே பாய்கிறது. வரைபடத்தில் *A* என்ற புள்ளி இந்த பெரும மின்னியக்குவிசையைக் குறிக்கிறது.

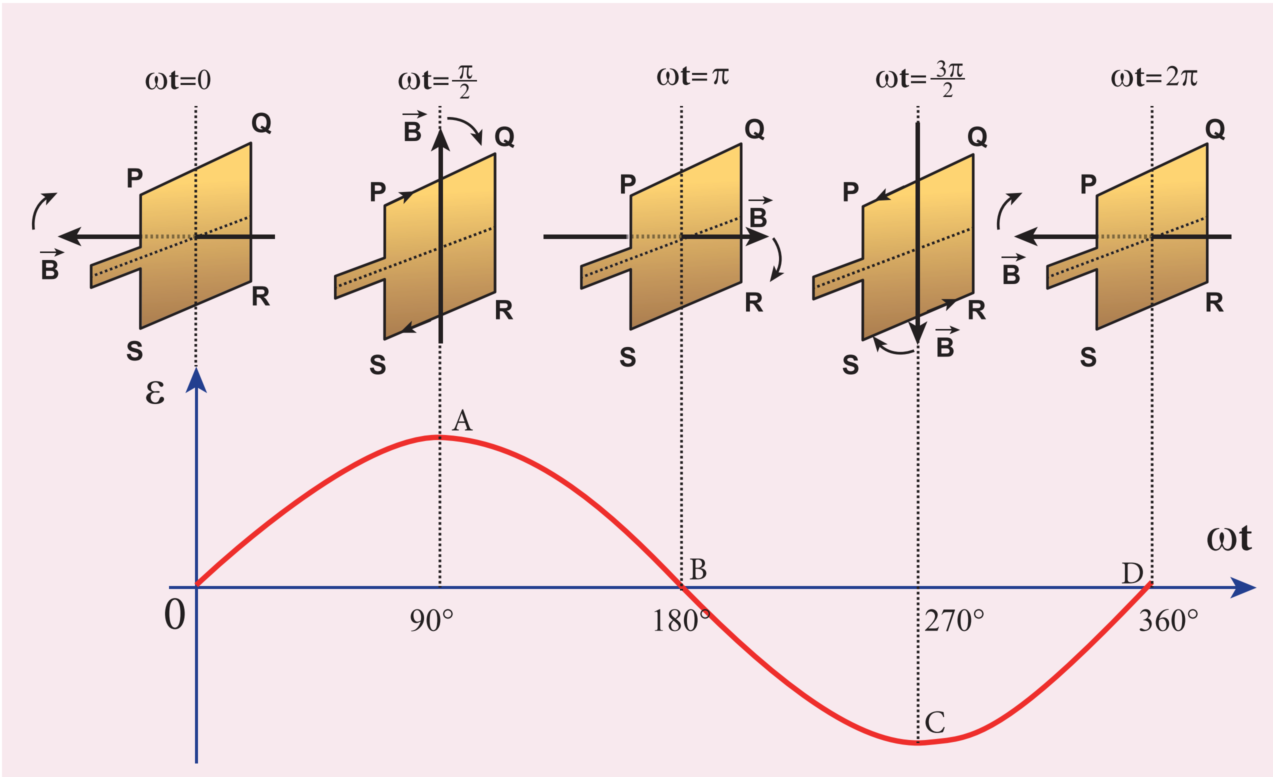
தொடக்கநிலையிலிருந்து 180° சுழற்சிக்குப் பின்,புலமானது *PQRS*–க்கு செங்குத்தாக அமைகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை சுழியாகிறது. இது *B* என்ற புள்ளியால் குறிக்கப்படுகிறது.

புலக்காந்தத்தின் 270° சுழற்சிக்கு, புலமானது மீண்டும் *PQRS*–க்கு இணையாக அமைகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை பெருமமாக உள்ளது. ஆனால் அதன் திசை எதிர்த்திசையாக மாறுகிறது. இதனால் மின்னோட்டம் *SRQP* வழியே பாய்கிறது. இது *C* என்ற புள்ளியால் குறிக்கப்படுகிறது.

360° நிறைவு செய்யும்போது, தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை சுழியாகிறது. அது *D* என்ற புள்ளியால் குறிக்கப்படுகிறது. வரைபடத்திலிருந்து, *PQRS*–இல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசை மாறுதிசையாக உள்ளது தெளிவாகிறது.

எனவே, புலக்காந்தம் ஒரு சுழற்சியை நிறைவுசெய்யும் போது *PQRS* –இல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை ஒரு சுற்றை முடிக்கிறது இந்த அமைப்பிற்கு, தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசையின் அதிர்வெண், புலக்காந்தம் சுழலும் வேகத்தைச் சார்ந்துள்ளது.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 242 09-04-2019 21:49:43

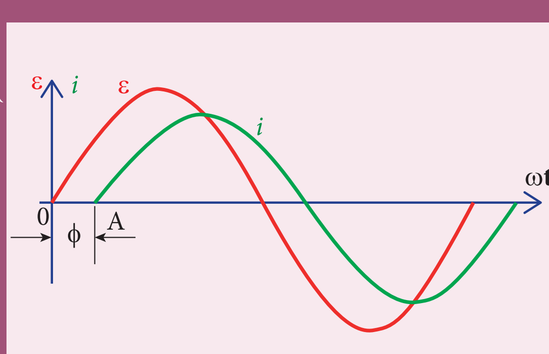


படம் 4.34 நேர கோணத்தைப் பொருத்து தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை மாறுபடுதல்

குறிப்பு

கட்ட வேறுபாடு:

சம அதிர்வெண் கொண்ட இரு மாறுதிசை அளவுகள் ஒரு புள்ளி, உதாரணமாக சுழிப்புள்ளி, வழியாக ஒரே திசையில், ஒரே கணத்தில் கடந்து செல்லவில்லை என்றால் அவை கட்ட வேறுபாட்டைக் கொண்டுள்ளதாகக் கூறுப்படுகிறது. சுழிப்புள்ளிகளுக்கு இடையே உள்ள கோணம் கட்ட வேறுபாடு ஆகும்.



மேலே காட்டப்பட்டுள்ள வரைபடத்தில், மற்றும் i இடையே உள்ள கட்டவேறுபாடு $OA = \phi$.

4.5.6 மூன்று–கட்ட மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றி

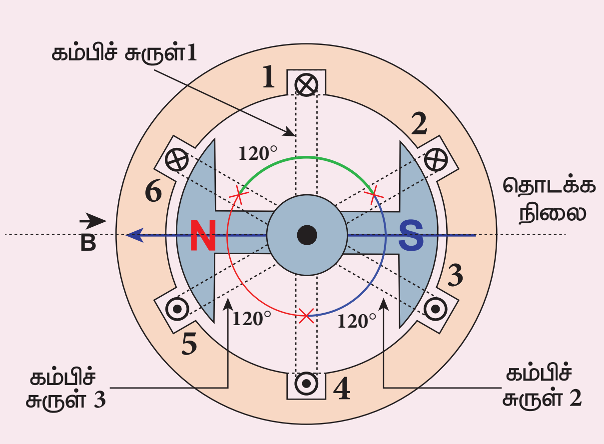
சில *AC* மின்னியற்றிகள் சுருளி உள்ளகத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கம்பிச்சுருளைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு கம்பிச்சுருளும் மாறுதிசை மின்னியக்குவிசை ஒன்றை உருவாக்கும். இந்த மின்னியற்றிகளில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மின்னியக்குவிசைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இதனால் அவை பல–கட்ட மின்னியற்றிகள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

மின்னியற்றியில் இரண்டு மாறுதிசை மின்னியக்குவிசைகள் உருவாக்கப்பட்டால், அது இரு–கட்ட மின்னியற்றி எனப்படும். சில *AC* மின்னியற்றிகளில் மூன்று தனித்தனியான கம்பிச்சுருள்கள் உள்ளன. அவை மூன்று தனித்தனியான மின்னியக்குவிசைகளைத் தருகின்றன. எனவே அவை மூன்று–கட்ட மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றிகள் எனப்படுகின்றன.

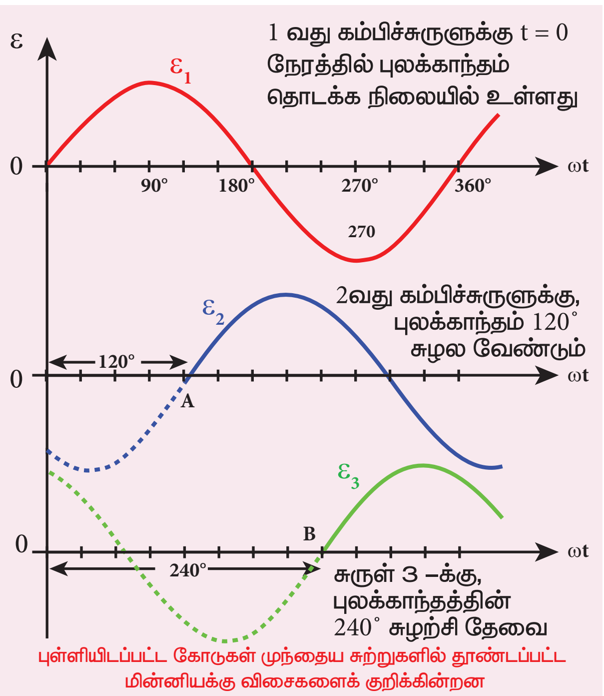
எளிமையான மூன்று–கட்ட *AC* மின்னியற்றி அமைப்பில், சுருளி உள்ளகத்தின் உட்புற பரப்பில் 6 வரித்துளைகள் வெட்டப்பட்டுள்ளன.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 243 09-04-2019 21:49:44

ஒவ்வொரு வரித்துளையும் ஒன்றுக்கொன்று 60° இடைவெளியில் உள்ளன. இந்த வரித்துளைகளில் ஆறு கடத்திகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. கடத்திகள் 1 மற்றும் 4 தொடராக இணைக்கப்பட்டு கம்பிச்சுருள் 1 உருவாக்கப்படுகிறது. கடத்திகள் 3 மற்றும் 6–ஐ இணைத்து கம்பிச்சுருள் 2–உம், கடத்திகள் 5 மற்றும் 2–ஐ இணைத்து கம்பிச்சுருள் 3–உம் உருவாக்குப்படுகின்றன. எனவே செவ்வக வடிவிலான இந்த கம்பிச்சுருள்கள் ஒன்றுக்கொன்று 120° இடைவெளியுடன் உள்ளன (படம் 4.35).



படம் 4.35 மூன்று – கட்ட AC மின்னியற்றியின் அமைப்பு



படம் 4.36 மின்னியக்கு விசைகள் ε_1, ε_2 மற்றும் ε_3 நேர கோணத்தைப் பொருத்து மாறுபடுதல்

புலக்காந்தத்தின் தொடக்கநிலை கிடை மட்டமாகவும், புலத்தின் திசை கம்பிச்சுருள் 1–இன் தளத்திற்கு செங்குத்தாகவும் உள்ளது. ஒரு–கட்ட *AC* மின்னியற்றியில் கண்டவாறு, புலக்காந்தமானது அந்த நிலையிலிருந்து வலஞ்சுழியாக சுழற்றப்பட்டால் கம்பிச்சுருள் 1–இல் தூண்டப்படும் மாறுதிசை மின்னியக்குவிசை ε_1 தனது சுற்றை புள்ளி *O*–இல் இருந்து தொடங்குகிறது. இது படம் 4.36 – இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

புலக்காந்தம் 120° சுழன்ற பிறகு, கம்பிச்சுருள் 2–இல் உள்ள மின்னியக்குவிசை ε_2–ஆனது தனது சுற்றை புள்ளி *A*–யில் தொடங்குகிறது. எனவே ε_1 மற்றும் ε_2 இடையிலான கட்டவேறுபாடு 120° ஆகும். தொடக்கநிலையிலிருந்து புலக்காந்தம் 240° சுழன்ற பிறகு, கம்பிச்சுருள் 3–இல் உள்ள மின்னியக்குவிசை ε_3 அதன் சுற்றை புள்ளி *B*–யில் தொடங்குகிறது. இவ்வாறு மூன்று–கட்ட *AC* மின்னியற்றியில் தூண்டப்படும் மின்னியக்குவிசைகள் ஒன்றுக்கொன்று 120° கட்டவேறுபாட்டைக் கொண்டுள்ளன.

4.5.7 மூன்று–கட்ட மின்னாக்கியின் நன்மைகள்

ஒரு–கட்ட அமைப்பை விட மூன்று–கட்ட அமைப்பு பல நன்மைகளை கொண்டுள்ளது. அவற்றில் சிலவற்றைக் காண்போம்.

1) கொடுக்கப்பட்ட மின்னியற்றியின் பரிமாணத்திற்கு, ஒரு–கட்ட இயந்திரத்தை விட மூன்று–கட்ட இயந்திரம் அதிகமான வெளியீடு திறனை உருவாக்குகிறது.
2) ஒரே அளவிலான திறனுக்கு, ஒரு–கட்ட மின்னாக்கியை விட மூன்று–கட்ட மின்னாக்கி அளவில் சிறியதாக உள்ளது.
3) மூன்று–கட்ட மின்திறன் அனுப்புவதற்கான செலவு குறைவு. ஒப்பீட்டளவில் மூன்று–கட்ட மின்திறன் அனுப்ப மெல்லிய கம்பியே போதுமானதாகும்.

4.6 மின்மாற்றி (TRANSFORMER)

மின்மாற்றி என்பது ஒரு சுற்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மின்திறனை அதன் அதிர்வெண் மாறாமல் மாற்றப்பயன்படும் கருவியாகும். இதில் கொடுக்கப்பட்ட மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரிக்கிறது அல்லது குறைகிறது

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 244 09-04-2019 21:49:47

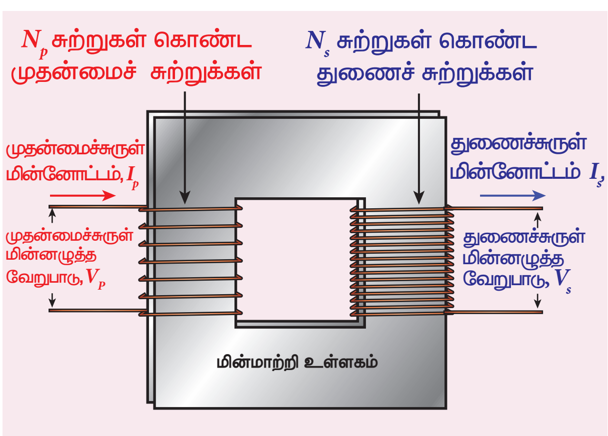
மற்றும் தொடர்புடைய சுற்றின் மின்னோட்டத்தை குறைத்தோ அல்லது அதிகரித்தோ இது நிகழ்கிறது.

குறைந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை அதிக மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மின்னோட்டமாக மாற்றினால், அது ஏற்று மின்மாற்றி எனப்படும். மாறாக, மின்மாற்றியானது அதிக மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை குறைந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டம் மாற்றினால் அது இறக்கு மின்மாற்றி எனப்படும்.

4.6.1 மின்மாற்றியின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாடு

தத்துவம்

மின்மாற்றியின் தத்துவமானது இரு கம்பிச்சுருள்களுக்கு இடையே உள்ள பரிமாற்று மின்தூண்டல் ஆகும். அதாவது ஒரு கம்பிச்சுருளின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால், அதனருகில் உள்ள கம்பிச்சுருளில் மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது.



படம் 4.37 (அ) மின்மாற்றியின் அமைப்பு

படம் 4.37 (ஆ) சாலையோர மின்மாற்றி

அமைப்பு

மின்மாற்றிகளின் எளிமையான அமைப்பில், மின்மாற்றி உள்ளகத்தின் மீது அதிக பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் கொண்ட இரு கம்பிச்சுருள்கள் சுற்றப்பட்டுள்ளன.பொதுவாக,உள்ளகமானதுசிலிக்கன் எஃகு போன்ற நல்ல காந்தப்பொருளினால் செய்யப்பட்ட மெல்லிய தகடுகளால் கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிச்சுருள்கள் மின்னியலாக காப்பிடப்பட்டு இருந்தாலும், உள்ளகம் மூலம் காந்தவியலாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 4.37).

மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு அளிக்கப்படும் கம்பிச்சுருள் முதன்மைச்சுருள் P எனப்படும். வெளியீடு திறன் எடுக்கப்படும் கம்பிச்சுருள் துணைச்சுருள் S எனப்படும்.

கட்டமைக்கப்பட்ட உள்ளகம் மற்றும் கம்பிச்சுருள்கள் ஆகியவை சிறப்பான மின்காப்பு மற்றும் குளிர்ச்சியை தரத்தகுந்த ஊடகத்தால் நிரப்பப்பட்ட கொள்கலனில் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

செயல்பாடு

முதன்மைச்சுருளானது மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலத்துடன் இணைக்கப்பட்டால், மெல்லிய தகடுகளால் ஆன உள்ளகத்துடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தப்பாயம் மாறுகிறது. காந்தப்பாயக்கசிவு இல்லையென்றால், முதன்மைச்சுருளோடு தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் முழுவதும் துணைச்சுருளோடும் தொடர்பில் இருக்கும். இதன் பொருள் ஒரு சுற்று வழியே செல்லும் காந்தப்பாயம் மாறும் வீதம், முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருளுக்கு ஒரே அளவாக உள்ளது.

பாயமாற்றத்தின் விளைவாக, முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருள் இரண்டிலும் மின்னியக்குவிசை தூண்டப்படுகிறது. முதன்மைச்சுருளில் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை ε_p, அளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு υ_p –க்கு ஏறத்தாழ சமமாக உள்ளது. அது பின்வரும் சமன்பாட்டால் தரப்படுகிறது.

$$\upsilon_p = \varepsilon_p = -N_p \frac{d\Phi_B}{dt} \qquad (4.30)$$

உள்ளகத்தில் உள்ள மாறுதிசை காந்தப்பாயத்தின் அதிர்வெண் அளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அதிர்வெண்ணுக்கு சமமாகும். எனவே துணைச்சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்குவிசையும் அளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அதிர்வெண்ணையே கொண்டிருக்கும். துணைச்சுருளில் தூண்டப்படும் மின்னியக்கு விசை ε_s பின்வருமாறு:

$$\varepsilon_s = -N_s \frac{d\Phi_B}{dt}$$

இங்கு N_p மற்றும் N_s என்பவை முறையே முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருள்களில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை ஆகும். துணைச்சுற்று திறந்த நிலையில் இருந்தால், $\varepsilon_s = \upsilon_s$. இங்கு υ_s என்பது துணைச்சுருள் இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகும்.

$$\upsilon_s = \varepsilon_s = -N_s \frac{d\Phi_B}{dt} \qquad (4.31)$$

சமன்பாடுகள் (4.30) மற்றும் (4.31) – இல் இருந்து,

$$\frac{\upsilon_s}{\upsilon_p} = \frac{N_s}{N_p} = K \qquad (4.32)$$

இங்கு மாறிலி K ஆனது மின்னழுத்த மாற்றவிகிதம் எனப்படும். ஒரு இலட்சிய மின்மாற்றிக்கு

உள்ளீடு திறன் $\upsilon_p i_p$ = வெளியீடு திறன் $\upsilon_s i_s$

இங்கு i_p மற்றும் i_s என்பவை முறையே முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருளில் உள்ள மின்னோட்டம் ஆகும். எனவே,

$$\frac{\upsilon_s}{\upsilon_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{i_p}{i_s} \qquad (4.33)$$

சமன்பாடு 4.33–இல் உள்ள அளவுகளை அவற்றின் பெரும மதிப்புகளில் எழுதினால்

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s} = K$$

i) $N_s > N_p$ அல்லது $K > 1, \therefore V_s > V_p$ மற்றும் $I_s < I_p$. இந்த நேர்வு ஏற்று மின்மாற்றி ஆகும். இதில் மின்னழுத்த வேறுபாடு அதிகரிக்கிறது மற்றும் தொடர்புடைய மின்னோட்டம் குறைகிறது.

ii) $N_s < N_p$ அல்லது $K < 1, \therefore V_s < V_p$ மற்றும் $I_s > I_p$. இது இறக்கு மின்மாற்றி ஆகும். இதில் மின்னழுத்த வேறுபாடு குறைகிறது மற்றும் தொடர்புடைய மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது.

மின்மாற்றியின் பயனுறுதிறன் (Efficiency of a transformer):

மின்மாற்றியின் பயனுறுதிறன் η என்பது பயனுள்ள வெளியீடு திறனுக்கும் உள்ளீடு திறனுக்கும் உள்ள தகவு என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\eta = \frac{\text{வெளியீடு திறன்}}{\text{உள்ளீடு திறன்}} \times 100\% \qquad (4.34)$$

மின்மாற்றிகள் அதிக பயனுறு திறன் கொண்ட கருவிகள் ஆகும். 96 – 99% என்ற வரம்பில் இவற்றின் பயனுறு திறன் அமையும். மின்மாற்றியில் உள்ள பல்வேறு ஆற்றல் இழப்புகள், அவற்றை 100% பயனுறு திறன் கொண்டதாக இருக்க அனுமதிக்காது.

4.6.2 மின்மாற்றியில் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்புகள்

மின்மாற்றிகளில் இயங்கும் பாகங்கள் ஏதும் இல்லை என்பதால் அவற்றின் பயனுறுதிறன், சுழலும் இயந்திரங்களான மின்னியற்றிகள் மற்றும் மின்மோட்டார்களை விட அதிகமாக இருக்கும். இருந்தபோதிலும் மின்மாற்றியில் ஆற்றல் இழப்பை ஏற்படுத்தும் பல காரணிகள் உள்ளன. அவற்றில் சில பின்வருமாறு.

i) உள்ளக இழப்பு அல்லது இரும்பு இழப்பு

இந்த இழப்பு மின்மாற்றியின் உள்ளகத்தில் ஏற்படுகிறது. காந்தத்தயக்க இழப்பு (பகுதி 3.6 ஐக் காண்க) மற்றும் சுழல் மின்னோட்ட இழப்பு ஆகியவை உள்ளக இழப்பு அல்லது இரும்பு இழப்பு எனப்படும். முதன்மைச்சுருளில் அளிக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டால் மின்மாற்றி உள்ளகம் திரும்பத்திரும்ப காந்தமாக்கப்பட்டும் மற்றும் காந்தநீக்கம் செய்யப்படும்போது, காந்தத் தயக்கம் ஏற்படுகிறது. அதனால் குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றல் இழப்பு வெப்ப வடிவில் ஏற்படுகிறது. அதிக சிலிக்கன் கொண்ட எஃகினால் மின்மாற்றியின் உள்ளகத்தை செய்வதன் மூலம் காந்தத்தயக்க இழப்பானது சிறுமமாக குறைக்கப்படுகிறது.

உள்ளகத்தில் மாறுகின்ற காந்தப்பாயம், அதில் சுழல் மின்னோட்டத்தை தூண்டுகிறது. எனவே சுழல் மின்னோட்டம் பாய்வதால் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பு, சுழல் மின்னோட்ட இழப்பு எனப்படும். மெல்லிய தகடுகளால் உள்ளகம் செய்யப்படுவதன் மூலம் இது சிறுமமாக குறைக்கப்படுகிறது.

ii) தாமிர இழப்பு

மின்மாற்றியின் கம்பிச்சுற்றுகளுக்கு மின்தடை உள்ளது. அவற்றின் வழியே மின்னோட்டம் பாயும்போது, ஜூல் வெப்பவிளைவினால் குறிப்பிட்ட அளவிலான வெப்பஆற்றல் வெளிவிடப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் இழப்பு தாமிர இழப்பு எனப்படும். அதிக விட்டம் கொண்ட கம்பிகளைப் பயன்படுத்தி இது குறைக்கப்படுகிறது.

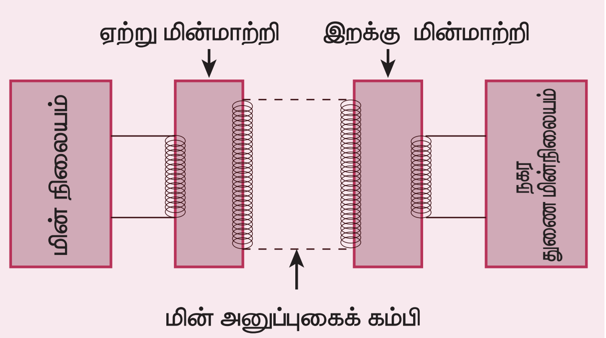
iii) பாயக்கசிவு

முதன்மைச்சுருளின் காந்தப்புலக்கோடுகள் துணைச்சுருளோடு முழுமையாக தொடர்பு கொள்ளாத போது பாயக்கசிவு ஏற்படுகிறது. கம்பிச்சுருள் சுற்றுகளை ஒன்றின் மீது ஒன்றாக சுற்றுவதன் மூலம் பாயக்கசிவினால் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பானது குறைக்கப்படுகிறது.

4.6.3 நீண்ட தொலைவு திறன் அனுப்புகையில் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் நன்மைகள்

மின்திறன் பெரும் அளவில் AC மின்னியற்றியை பயன்படுத்தி, மின்திறன் நிலையங்களில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருள் வகையைப் பொருத்து இந்த மின்திறன் நிலையங்கள் அனல், நீர் மற்றும் அணு மின்நிலையங்கள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. பெரும்பாலான மின்நிலையங்கள் தொலைதூர இடங்களில் அமைந்துள்ளன. எனவே, உற்பத்தி செய்யப்படும் மின்திறனானது அவை நுகரப்படும் நகரங்கள் மற்றும் பெருநகரங்களை அடைய நீண்ட தொலைவுகளுக்கு அனுப்புகை கம்பிகள் வழியாக அனுப்பப்படுகிறது. இந்த செயல்முறை மின்திறன் அனுப்புகை எனப்படுகிறது.

ஆனால் திறன் அனுப்புகையில் ஒரு சிரமம் உள்ளது. சில நூறு கிலோமீட்டர் நீளம் உள்ள அனுப்புகை கம்பிகளில் ஏற்படும் ஜூல் வெப்பவிளைவினால் (I^2R) ஒரு குறிப்பிடத்தக்க அளவிலான மின்திறன் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த திறன் இழப்பை i என்ற மின்னோட்டத்தை குறைப்பதாலோ அல்லது மின் அனுப்புகைக்கம்பிகளின் மின்தடை R ஐக் குறைப்பதாலோ சமாளிக்கலாம். மின்தடை R–ஐ தடிமனான தாமிரம் அல்லது அலுமினிய கம்பிகளை கொண்டு குறைக்கலாம். ஆனால், இது அனுப்புகை கம்பிகளின் உற்பத்தி விலை மற்றும் தொடர்புடைய செலவீனங்களை அதிகரிக்கிறது. எனவே இந்த வகையில் திறன் இழப்பைக் குறைக்கும் முறை பொருளாதார ரீதியாக சாத்தியமில்லை.



படம் 4.38 நீண்ட தொலைவிற்கான மின்திறன் அனுப்புகை

உற்பத்தி செய்யப்பட்ட திறன் மாறுதிசைப்பண்பு கொண்டதால், ஒரு வழி உள்ளது. மின்மாற்றிகளைக் கொண்டு, மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டை உயர்த்தவோ அல்லது குறைக்கவோ முடியும். மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் மிக முக்கியமான இந்தப் பண்பைப் பயன்படுத்தி, மின்னோட்டத்தை குறைத்து திறன் இழப்பை பெரும் அளவில் குறைக்கலாம்.

அனுப்பும் இடத்தில் ஏற்று மின்மாற்றியைப் பயன்படுத்தி மின்னழுத்த வேறுபாடு உயர்த்தப்படுகிறது மற்றும் தொடர்புடைய மின்னோட்டம் குறைக்கப்படுகிறது (படம் 4.38). பிறகு அது மின் அனுப்புகை கம்பிகள் மூலம் அனுப்பப்படுகிறது. இந்த அதிக மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் உள்ள குறைக்கப்பட்ட மின்னோட்டமானது, எவ்வித கணிசமான இழப்பும் இன்றி சேரும் இடத்தை சென்றடைகிறது. ஏற்கப்படும் இடத்தில் இறக்கு மின்மாற்றியைப் பயன்படுத்தி மின்னழுத்த வேறுபாடு குறைக்கப்படுகிறது மற்றும் மின்னோட்டம் தகுந்த அளவுகளுக்கு உயர்த்தப்படுகிறது. பிறகு நுகர்வோர்களுக்கு விநியோகிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு மின்திறன் அனுப்புகை திறமையாகவும், சிக்கனமாகவும் செய்யப்படுகிறது.

விளக்கம்:

இரு வேறுபட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டில், 2 MW மின்திறனானது மொத்த மின்தடை $R = 40\ \Omega$ கொண்ட மின்அனுப்புகை கம்பிகள் வழியாக ஓரிடத்திற்கு அனுப்படுகிறது. ஒன்று குறைவான மின்னழுத்த வேறுபாடு ($10\ kV$) மற்றும் மற்றொன்று உயர் மின்னழுத்த வேறுபாடு ($100\ kV$). இந்த இரு நேர்வுகளிலும் உள்ள திறன் இழப்புகளை தற்போது நாம் கணக்கிட்டு, பின் ஒப்பிடுவோம்.

நேர்வு i: $P = 2\ MW;\ R = 40\ \Omega;\ V = 10\ kV$

திறன், $P = VI$

$\therefore$மின்னோட்டம், $I = \dfrac{P}{V}$

$$= \frac{2\times10^6}{10\times10^3} = 200A$$

திறன் இழப்பு = உருவாக்கப்பட்ட வெப்பம்

$$= I^2R = (200)^2 \times 40 = 1.6\times10^6 W$$

திறன் இழப்பு % $= \dfrac{1.6\times10^6}{2\times10^6}\times100\%$

$= 0.8\times100\% \ = 80\%$

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 247 09-04-2019 21:50:07

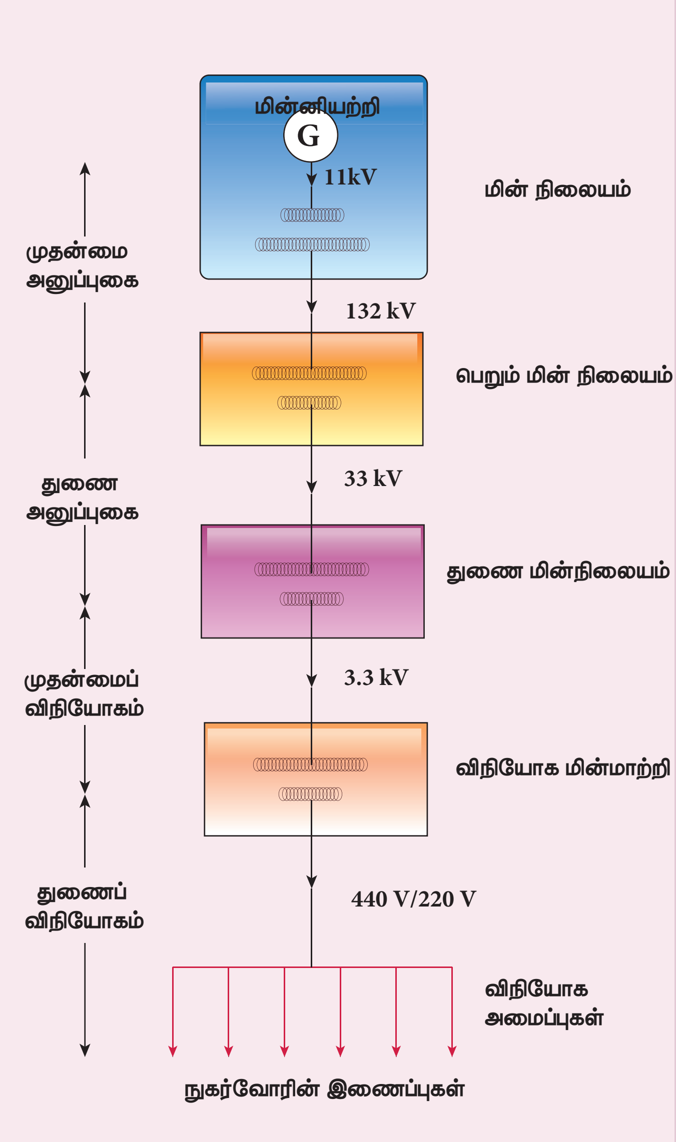
திறன் அமைப்பு – ஒரு பார்வை (தேர்வுக்கு உரியதன்று)

ஒரு பகுதியில் அமைந்துள்ள மின் திறன் நிலையங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்பட்டு, பொதுவான மின்வலை அமைப்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. அமைப்பில் உள்ள உற்பத்தி நிலையங்கள் அனைத்தும் பக்க இணைப்பில் செயல்படுகின்றன. எந்த ஒரு மின் திறன் நிலையத்திலும் மின் உற்பத்தி தடை பட்டாலோ அல்லது உற்பத்தி நிலையத்தின் திறனை விட திடீரென பளு (மின்தேவை) அதிகரித்தாலோ, அதிக அளவிலான பயனாளர்களுக்கு தடையற்ற மின்திறன் வழங்குவதற்கு இந்த மின்வலை அமைப்பு பயன்படுகிறது.

இதன் பல்வேறு உறுப்புகளான மின் உற்பத்தி நிலையங்கள், மின் அனுப்புகை கம்பிகள், துணை மின் நிலையங்கள் மற்றும் திறன் வழங்கிகள் முதலிய அனைத்தும் மின் ஆற்றலின் தொடர்ச்சியான உற்பத்தி மற்றும் நுகர்வுக்காக ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதுவே திறன் அமைப்பு (Power system) எனப்படுகிறது. திறன் அமைப்பின் பகுதியான துணை நிலையங்கள் மற்றும் அனுப்புகை கம்பிகள் ஆகியவை மின் இணைத்தொகுதி (Electric grid) எனப்படுகிறது.

திறன் அமைப்பில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட மின்திறன் இரு கட்டமாக நுகர்வோர்களுக்கு வழங்கப்படுகிறது. அவை மேலும் இரு கட்டமாக பிரிக்கப்படுகின்றன.

1) அனுப்புகை கட்டம்
   a) முதன்மை அனுப்புகை கட்டம்
   b) துணை அனுப்புகை கட்டம்
2) விநியோகக் கட்டம்
   a) முதன்மை விநியோகக் கட்டம்
   b) துணை விநியோகக் கட்டம்



பிறகு அது தனித்தனி நுகர்வோர்களுக்கு வழங்கப்படுகிறது. திறன் அனுப்புகையின் இரு கட்டங்களும் ஒற்றை வரிப்படமாக காட்டப்பட்டுள்ளன. மைய அமைப்பு பொதுவாக 11 kV அளவிற்கு திறனை உற்பத்தி செய்கிறது. பின்னர் அது 132 kV ஆக உயர்த்தப்பட்டு மின் அனுப்புகை கம்பிகள் வழியாக அனுப்பப்படுகிறது. இது முதன்மை அல்லது உயர் மின்னழுத்த அனுப்புகை எனப்படுகிறது.

இந்த உயர்–மின்னழுத்த திறன் நகரங்களின் புறப்பகுதியில் அமைந்துள்ள ஏற்பு நிலையங்களை அடைகிறது. அங்கு 33 kV அளவிற்கு குறைக்கப்பட்டு துணை அல்லது குறை–மின்னழுத்த அனுப்புகையாக நகர எல்லைக்குள் அமைந்துள்ள துணை–நிலையங்களுக்கு அனுப்பப்படுகிறது.

முதன்மை விநியோக அமைப்பில் மின்னழுத்தமானது 33 kV–இல் இருந்து துணை நிலையங்களில் 3.3kV ஆக குறைக்கப்பட்டு, விநியோக மின்மாற்றிகளுக்கு வழங்கப்படுகிறது. இறுதியாக மின்னழுத்த வேறுபாடு 440V அல்லது 230 V ஆகக் குறைக்கப்பட்டு, அங்கிருந்து விநியோக வலை அமைப்புகளின் வழியாக தொழிற்சாலைகளுக்கும் (440 V) மற்றும் இல்லங்களுக்கு (230 V) விநியோகிக்கப்படுகிறது.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 248 09-04-2019 21:50:07

நேர்வு ii: $P = 2\ MW;\ R = 40\ \Omega;\ V = 100\ kV$

$$\therefore \text{மின்னோட்டம்},\ I = \frac{P}{V}$$

$$= \frac{2\times10^6}{100\times10^3} = 20A$$

திறன் இழப்பு $= I^2R$

$$= (20)^2 \times 40 = 0.016\times10^6 W$$

$$\text{திறன் இழப்பு \%} = \frac{0.016\times10^6}{2\times10^6}\times100\%$$

$$= 0.008\times100\% = 0.8\%$$

ஆகவே, உயர் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் மின்திறன் அனுப்பப்பட்டால், திறன் இழப்பு பெருமளவு குறைக்கப்படுகிறது என்பது தெளிவாகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 4.16

ஒரு இலட்சிய மின்மாற்றியானது முதன்மைச்சுருள் மற்றும் துணைச்சுருள்களில் முறையே 460 மற்றும் 40,000 சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. மின்மாற்றியானது 230 V AC மூலத்துடன் இணைக்கப்பட்டால், துணைச்சுருளின் ஒரு சுற்றில் உருவான மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் காண்க. துணைச்சுருளுடன் 10^4 Ω மின்தடைப் பளு இணைக்கப்படுகிறது. பளுவிற்கு வழங்கப்பட்ட திறனைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$N_P = 460$ சுற்றுகள்; $N_S = 40{,}000$ சுற்றுகள்

$V_P = 230\ V;\ R_S = 10^4\ \Omega$

(i) துணைச்சுருள் மின்னழுத்த வேறுபாடு,

$$V_S = \frac{V_P N_S}{N_P} = \frac{230\times40{,}000}{460}$$

$$= 20{,}000V$$

துணைச்சுருளில் ஒரு சுற்றுக்கான மின்னழுத்த

$$\text{வேறுபாடு},\ \frac{V_S}{N_S} = \frac{20{,}000}{40{,}000}$$

$$= 0.5\ V$$

(ii) வழங்கப்பட்ட திறன்

$$= V_S I_S = \frac{V_S^2}{R_S} = \frac{20{,}000\times20{,}000}{10^4} = 40\ kW$$

எடுத்துக்காட்டு 4.17

மின்புரட்டி (inverter) என்பது நமது இல்லங்களின் பயன்படுத்தப்படும் மின்கருவி ஆகும். வீட்டில் மின்சாரம் இல்லாதபோது, மின்விசிறி அல்லது மின்விளக்கு போன்ற சில கருவிகளை இயக்கத்தேவையான மாறுதிசை மின்னோட்டத்திறனை மின்புரட்டி வழங்குகிறது. மின்புரட்டியின் உள்ளே ஒரு ஏற்று மின்மாற்றி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அது $12V$ AC ஐ $240V$ AC ஆக மாற்றுகிறது. முதன்மைச்சுருள் 100 சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. 50 mA மின்னோட்டத்தை புறச்சுற்றுக்கு மின்புரட்டி அளிக்கிறது. துணைச்சுருளில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் முதன்மை மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் காண்க.

தீர்வு:

$V_p = 12\ V;\quad V_s = 240\ V$

$I_s = 50mA;\ N_p = 100$ சுற்றுகள்

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{I_P}{I_S} = K$$

$$\text{மின்மாற்று விகிதம்},\ K = \frac{240}{12} = 20$$

துணைச்சுருளில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை

$$N_S = N_P \times K = 100\times20 = 2000$$

முதன்மை மின்னோட்டம்,

$$I_p = K \times I_s = 20 \times 50\ mA = 1\ A$$

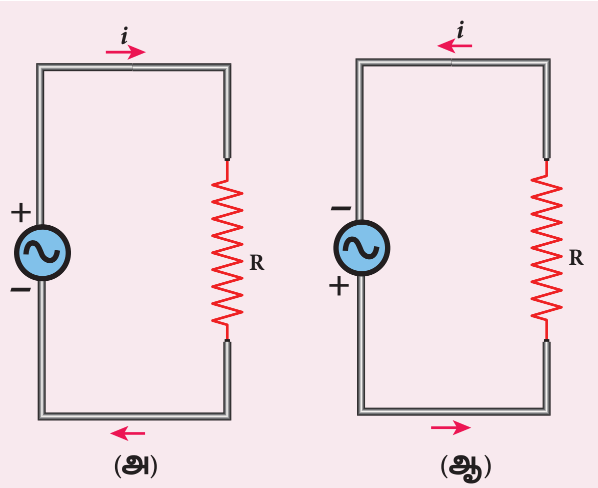
4.7 மாறுதிசை மின்னோட்டம் (ALTERNATING CURRENT)

4.7.1 அறிமுகம்

பாடப்பகுதி 4.5–இல், காந்தப்புலத்தைச் சார்ந்த ஒரு கம்பிச்சுருளின் திசையமைப்பை மாற்றினால் மாறுதிசை மின்னியக்குவிசை தூண்டப்பட்டு, அதனால் மூடிய சுற்றில் மாறுதிசை மின்னோட்டம் பாய்வதை நாம் அறிந்தோம். மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு என்பது சீரான நேர இடைவெளியில் முனைவுத்தன்மை (Polarity) மாறுகின்ற மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகும் மற்றும் அதனால் விளையும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் திசையும் அதற்கேற்ப மாறுகின்றது.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 249 09-04-2019 21:50:20

படம் 4.39(அ)–வில், ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலம் R என்ற மின்தடையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு கணத்தில் மூலத்தின் மேல்முனை நேர்க்குறியாகவும், கீழ்முனை எதிர்க்குறியாகவும் உள்ளன. எனவே மின்னோட்டம் வலஞ்சுழி திசையில் பாய்கிறது. சிறிது நேரம் கழித்து மின்மூலத்தின் முனைகள் திருப்பப்படுகின்றன. அதனால் தற்போது மின்னோட்டம் இடஞ்சுழி திசையில் பாய்கிறது (படம் 4.39(ஆ)). மாறுபட்ட திசைகளில் சுற்றில் பாயும் இந்த மின்னோட்டம் மாறுதிசை மின்னோட்டம் எனப்படுகிறது.



படம் 4.39 மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் அதற்கான மாறுதிசை மின்னோட்டம்

சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு

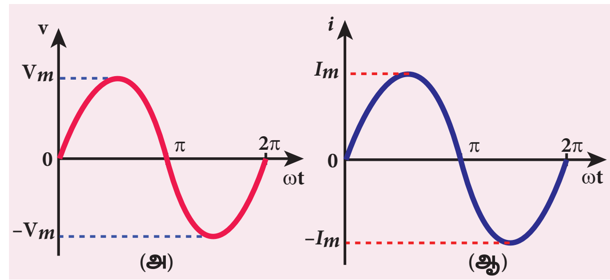
மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அலை வடிவம் சைன் அலை என்றால், அது சைன்வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு எனப்படுகிறது. அதற்கான தொடர்பு

$$\upsilon = V_m \sin \omega t \qquad (4.35)$$

இங்கு υ ஆனது மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கணநேர மதிப்பு (Instantaneous value), V_m ஆனது பெரும மதிப்பு (வீச்சு) மற்றும் ω ஆனது மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கோண அதிர்வெண் ஆகும். ஒரு மூடிய சுற்றுக்கு சைன்வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு அளிக்கப்பட்டால், விளையும் மாறுதிசை மின்னோட்டமும் சைன் வடிவில் உள்ளது. அதன் தொடர்பு

$$i = I_m \sin \omega t \qquad (4.36)$$

இங்கு I_m என்பது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு (வீச்சு). ஒவ்வொரு அரை சுற்றுக்குப் பிறகும், சைன் வடிவ மின்னழுத்த வேறுபாடு அல்லது மின்னோட்டத்தின் திசை எதிர்த்திசையில் திருப்பப்படுகிறது. படம் 4.40 – இல் காட்டியுள்ளவாறு அதன் எண் மதிப்பும் தொடர்ச்சியாக மாறுகின்றது.



படம் 4.40 (a) சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு (b) சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னோட்டம்

குறிப்பு

சுவாரசியம் என்னவெனில், இயற்கையில் சைன் அலைகள் பொதுவாக காணப்படுபவை. நீரின் அலைகள், ஊசல் அலைவுகள் போன்ற காலமுறை இயக்கங்கள் சைன் அலைகளுடன் தொடர்புடையவை. இதனால் சைன் அலையானது இயற்கையின் தேர்வு எனத்தெரிகிறது. மேலும் XI இயற்பியல் பாடப்புத்தகத்தின் அலகு 11 ஐக் காண்க.

4.7.1 மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு (Mean or Average value of AC)

ஒரு நேர்திசை மின்னோட்ட அமைப்பில் மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடு காலத்தைப் பொருத்து மாறாமல் உள்ளன. எனவே அவற்றின் எண்மதிப்புகளைக் குறிப்பிடுவதில் சிரமம் ஏதுமில்லை. ஆனால் ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்த வேறுபாடு நேரத்திற்கு நேரம் மாறுபடுகிறது. ஆகவே, ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் எண்மதிப்பை எவ்வாறு குறிப்பிடுவது என்ற கேள்வி எழுகிறது. அதனைக் குறிப்பிட பல வழிகள் இருந்தாலும், மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு மற்றும் *RMS* (Root Mean Square) மதிப்பு ஆகிய இரு வழிகளை மட்டும் நமது விவாதத்திற்கு எடுத்துக்கொள்வோம்.

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு

ஒரு சுற்றில் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் எண் மதிப்பு நேரத்திற்கு நேரம் மாறிக் கொண்டே இருக்கிறது மற்றும் அதன் திசையானது ஒவ்வொரு அரை சுற்றிற்கும் எதிர்த்திசையில் திருப்பப்படுகிறது என அறிந்துள்ளோம். நேர் அரை சுற்றின்போது மின்னோட்டம் நேர்க்குறியாக கொள்ளப்படுகிறது மற்றும் எதிர் அரைசுற்றில் அது எதிர்க்குறியாகும். எனவே ஒரு முழு சுற்றிற்கான சமச்சீர் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு சுழி ஆகும்.

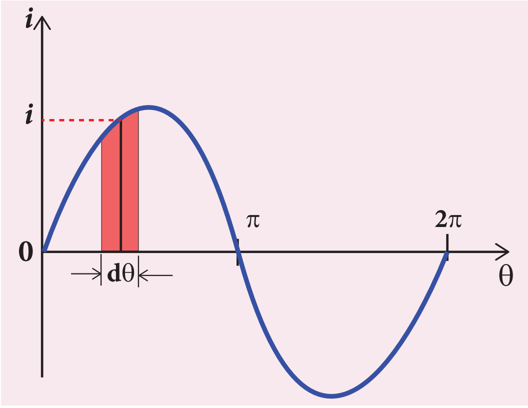
எனவே, சராசரி மதிப்பானது ஒரு சுற்றின் பாதிக்கு மட்டும் அளவிடப்படுகிறது. சராசரி மின்னோட்டம் மற்றும் சராசரி மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகிய மின் சொற்கள், மாறுதிசை மற்றும் நேர்திசை மின்னோட்ட சுற்றுகளை பகுப்பாய்வு செய்வதிலும், கணக்கீடுகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு என்பது ஒரு நேர் அரைச்சுற்று அல்லது எதிர் அரைச்சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டத்தின் அனைத்து மதிப்புகளின் சராசரி என வரையறுக்கப்படுகிறது.

சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் கணநேர மதிப்பு $i = I_m \sin \omega t = I_m \sin\theta$ (இங்கு $\theta = \omega t$) என்ற சமன்பாட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது. அதன் வரைபடம் படம் 4.40– இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒரு அரைச்சுற்றில் உள்ள அனைத்து மின்னோட்டங்களின் கூடுதல், நேர் அரைச்சுற்றின் (அல்லது எதிர் அரைச்சுற்று) பரப்பிற்குச் சமமாகும். எனவே,

$$I_{av} = \frac{\text{நேர் அரைச்சுற்றின் பரப்பு (அல்லது எதிர் அரைச்சுற்றின் பரப்பு)}}{\text{அரைச்சுற்றின் அடிப்பக்க நீளம்}} \qquad (4.37)$$



படம் 4.41 மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சைன் அலைவடிவம்

மின்னோட்ட அலையின் நேர் அரைச்சுற்றில் $d\theta$ தடிமன் கொண்ட ஒரு சிறு பட்டையைக் கருதுக (படம் (4.41)). i என்பது அந்த பட்டையின் மையப்புள்ளிக்கான மின்னோட்ட மதிப்பு எனக்கொள்க.

சிறு பட்டையின் பரப்பு = $i\, d\theta$

$$\text{நேர் அரைச்சுற்றின் பரப்பு} = \int_0^{\pi} i d\theta = \int_0^{\pi} I_m \sin\theta d\theta$$

$$= I_m \left[-\cos\theta\right]_0^{\pi} = -I_m\left[\cos\pi - \cos 0\right] \quad = 2I_m$$

இதனை சமன்பாடு (4.37) இல் பிரதியிட, நாம் பெறுவது (அரைச்சுற்றின் அடிப்பக்க நீளம் π ஆகும்)

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு

$$I_{av} = \frac{2I_m}{\pi}$$

$$I_{av} = 0.637\, I_m \qquad (4.38)$$

எனவே மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பானது, அதன் பெரும மதிப்பின் 0.637 மடங்கு ஆகும். எதிர் அரைச்சுற்றுக்கு, $I_{av} = -0.637\, I_m$.

குறிப்பு

உதாரணமாக மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் ஒரு அரைச்சுற்றில் $i_1, i_2, \ldots i_n$ என n மின்னோட்டங்களை நாம் கருதினால், அதன் சராசரி மதிப்பு வருமாறு

$$I_{av} = \frac{\text{அரைச்சுற்றில் உள்ள அனைத்து மின்னோட்டங்களின் கூடுதல்}}{\text{மின்னோட்டங்களின் எண்ணிக்கை}}$$

$$I_{av} = \frac{i_1 + i_2 + \ldots + i_n}{n}$$

4.7.2 மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் *RMS* மதிப்பு

RMS என்ற பதம் காலத்தைப் பொருத்து மாறுகின்ற சைன்வடிவ மின்னோட்டங்கள் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளைக் குறிக்கின்றது மற்றும் இது நேர்த்திசை மின்னோட்ட அமைப்புகளில் பயன்படுவதில்லை.

ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டங்களின் RMS மதிப்பு என்பது ஒரு சுற்றில் உள்ள அனைத்து

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 251 09-04-2019 21:50:28

மின்னோட்டங்களின் இருமடிகளின் சராசரியின் இருமடி மூலம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இது I_{RMS} எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடுகளுக்கு RMS மதிப்பானது V_{RMS} என குறிப்பிடப்படுகிறது.

மாறுதிசை மின்னோட்டம் $i = I_m \sin\omega t$ அல்லது $i = I_m \sin\theta$, வரைபடமாக படம் 4.42 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. தொடர்புடைய இருமடியாக்கப்பட்ட மின்னோட்ட அலையும் புள்ளியிடப்பட்ட கோட்டால் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒரு முழுச்சுற்றில் உள்ள அனைத்து இருமடியாக்கப்பட்ட மின்னோட்டங்களின் கூடுதல், இருமடியாக்கப்பட்ட அலையின் ஒரு சுற்றின் பரப்பிற்குச் சமமாகும்.

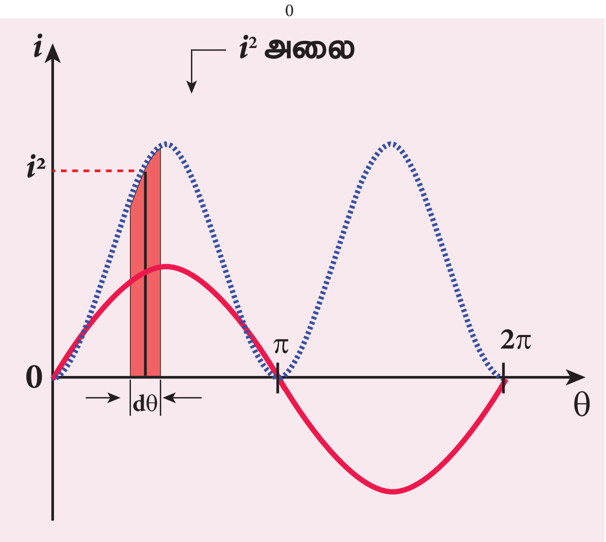
$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{\text{இரு மடியாக்கப்பட்ட அலையின் ஒரு சுற்றின் பரப்பு}}{\text{ஒரு சுற்றின் அடிப்பக்க நீளம்}}} \qquad (4.39)$$

படம் 4.42 – இல் காட்டியுள்ளவாறு இருமடியாக்கப்பட்ட மின்னோட்ட அலையின் முதல் அரைச்சுற்றில் $d\theta$ அகலம் கொண்ட சிறு பட்டையின் பரப்பு கருதப்படுகிறது. i^2 என்பது அந்த பட்டையின் மையப்புள்ளிக்கான இருமடி மின்னோட்ட மதிப்பு எனக் கொள்க.

சிறு பட்டையின் பரப்பு = $i^2 d\theta$

இருமடியாக்கப்பட்ட அலையின் ஒரு சுற்றின் பரப்பு

$$= \int_0^{2\pi} i^2 d\theta$$



படம் 4.42 AC–இன் இருமடியாக்கப்பட்ட அலை

$$= \int_0^{2\pi} I_m^2 \sin^2\theta d\theta = I_m^2 \int_0^{2\pi} \sin^2\theta d\theta \qquad (4.40)$$

$$= I_m^2 \int_0^{2\pi} \left[\frac{1-\cos 2\theta}{2}\right] d\theta$$

ஏனெனில் $\sin^2\theta = \frac{1-\cos 2\theta}{2}$

$$= \frac{I_m^2}{2}\left[\int_0^{2\pi} d\theta - \int_0^{2\pi} \cos 2\theta d\theta\right]$$

$$= \frac{I_m^2}{2}\left[\theta - \frac{\sin 2\theta}{2}\right]_0^{2\pi}$$

$$= \frac{I_m^2}{2}\left[\left(2\pi - \frac{\sin 2\times 2\pi}{2}\right) - \left(0 - \frac{\sin 0}{2}\right)\right]$$

$$= \frac{I_m^2}{2} \times 2\pi = I_m^2 \pi \qquad [\because \sin 0 = \sin 4\pi = 0]$$

இதனை சமன்பாடு (4.39) இல் பிரதியிட, நாம் பெறுவது (ஒரு சுற்றின் அடிப்பக்க நீளம் 2π ஆகும்)

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{I_m^2 \pi}{2\pi}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$I_{rms} = 0.707\, I_m \qquad (4.41)$$

ஆகையால், ஒரு சமச்சீரான சைன் வடிவ மின்னோட்டத்திற்கு அதன் RMS மதிப்பானது அதன் பெரும மதிப்பில் 70.7 % உள்ளது என காண்கிறோம். இது போன்றே மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கு,

$$V_{rms} = 0.707\, V_m \qquad (4.42)$$

எனக் கண்டறியலாம்.

குறிப்பு

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் RMS மதிப்பானது பயனுறு மதிப்பு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. அது $I_{பயன்}$ என குறிப்பிடப்படுகிறது. மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் RMS மதிப்பை அதற்குச் சமமான நேர்திசை மின்னோட்டத்துடன் ஒப்பிடப் பயன்படுகிறது. மாறுதிசை மின்னோட்டமானது சுற்று ஒன்றின் வழியே குறிப்பிட்ட நேரம் பாயும்பொழுது உருவாக்கும் வெப்ப ஆற்றலை, அதே நேரத்தில் அதே சுற்றில் உருவாக்கும் மாறாத நேர்மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு, மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பயனுறு மதிப்பு எனப்படுகிறது. மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் பயனுறு மதிப்பு $V_{பயன்}$ என குறிப்பிடப்படுகிறது.

குறிப்பு

உதாரணமாக மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் ஒரு சுற்றில் $i_1, i_2, \dots i_n$, என n மின்னோட்டங்களைக் கருதினால், அதன் RMS மதிப்பு வருமாறு

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{\text{ஒரு சுற்றில் உள்ள இருமடியாக்கப்பட்ட அனைத்து மின்னோட்டங்களின் கூடுதல்}}{\text{மின்னோட்டங்களின் எண்ணிக்கை}}}$$

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{i_1^2 + i_2^2 + \dots + i_n^2}{n}}$$

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

வீட்டு உபயோக மின்கருவிகளில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்ட மதிப்பீடுகள் பொதுவாக அதன் RMS மதிப்பால் குறிப்பிடப்படுகின்றன. வீடுகளுக்கான AC மின்விநியோகம் 230 V, 50 Hz ஆகும். இங்கு 230 V என்பது RMS அல்லது பயனுறு மதிப்பு ஆகும். அதன் பெரும மதிப்பு $V_m = \sqrt{2}\ V_{rms} = \sqrt{2} \times 230 = 325 V$.

எடுத்துக்காட்டு 4.18

50 *Hz* அதிர்வெண் மற்றும் பெரும மதிப்பு 20 *V* கொண்ட ஒரு சைன் வடிவ மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கான சமன்பாட்டை எழுதுக. தொடர்புடைய மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் நேரம் இடையேயான வரைபடத்தை வரைக.

தீர்வு:

$f = 50 Hz; \qquad V_m = 20\ V$

கணநேர மின்னழுத்த வேறுபாடு,

$$\upsilon = V_m \sin \omega t = V_m \sin 2\pi v t$$

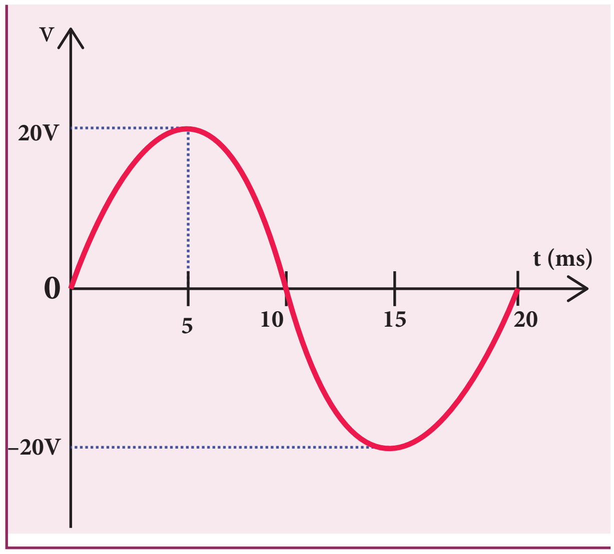
$$= 20 \sin(2\pi \times 50) t = 20 \sin(100 \times 3.14) t$$

$$\upsilon = 20 \sin 314 t$$

ஒரு சுற்றுக்கான நேரம், $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02\,s$

$$= 20 \times 10^{-3} s \qquad = 20\,ms$$

அலைவடிவமானது கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது



எடுத்துக்காட்டு 4.19

ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சமன்பாடு $i = 77 \sin 314t$ ஆகும். அதன் பெரும மதிப்பு, அதிர்வெண், அலைவுநேரம் மற்றும் t = 2 *ms*–இல் கணநேர மதிப்பு ஆகியவற்றைக் காண்க.

தீர்வு:

$i = 77 \sin 314t\,; \quad t = 2\ ms = 2 \times 10^{-3} s$

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பொதுவான சமன்பாடு $i = I_m \sin \omega t$ உடன் ஒப்பிடும் போது

(i) பெரும மதிப்பு $I_m = 77\,A$

(ii) அதிர்வெண், $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{314}{2 \times 3.14} = 50\ Hz$

(iii) அலைவுநேரம், $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02\ s$

(iv) $t = 2\ m\ s$, இல் கண மதிப்பு

$$i = 77 \sin(314 \times 2 \times 10^{-3})$$

$$i = 45.24\,A$$

கட்ட வெக்டர் மற்றும் கட்ட விளக்கப்படம் (Phasor and phasor diagram)

கட்ட வெக்டர் (Phasor)

ஒரு சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடானது (அல்லது மின்னோட்டம்) தொடக்கப்புள்ளியைப் பொருத்து, இடஞ்சுழியாக ω என்ற கோணத்திசைவேகத்துடன் சுழலும் ஒரு

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 253 09-04-2019 21:50:51

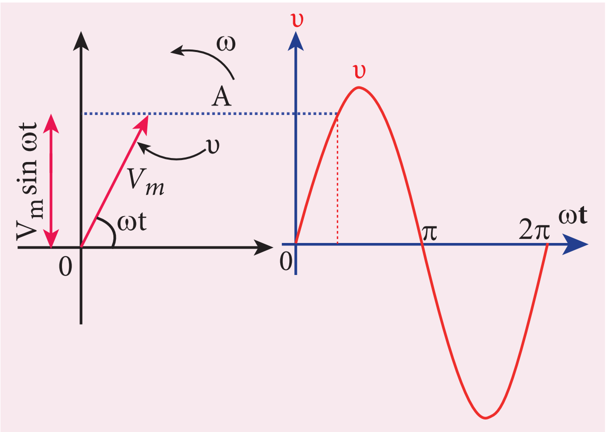
வெக்டரால் குறிப்பிடப்படுகிறது. அத்தகைய ஒரு சுழலும் வெக்டர் கட்ட வெக்டர் எனப்படும். கட்ட வெக்டர் பின்வரும் வகையில் வரையப்படுகிறது.

- கோட்டுத் தூண்டின் நீளம், மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (அல்லது மின்னோட்டத்தின்) பெரும மதிப்புக்கு V_m (அல்லது I_m) சமமாக உள்ளது.
- அதன் கோணத்திசைவேகம் ω, மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (அல்லது மின்னோட்டத்தின்) கோண அதிர்வெண்ணிற்கு சமமாக உள்ளது.
- எந்த ஒரு செங்குத்து அச்சிலும் உள்ள கட்ட வெக்டரின் வீழ்ச்சியானது மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (அல்லது மின்னோட்டத்தின்) கணநேர மதிப்பைத் தருகிறது.
- கட்ட வெக்டருக்கும், குறிப்பு அச்சுக்கும் (நேர் X – அச்சு) இடையே உள்ள கோணம் மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (அல்லது மின்னோட்டத்தின்) கட்டத்தைக் குறிக்கிறது.

கட்ட வெக்டர் என்ற கருத்து வெவ்வேறு மாறுதிசை மின்னோட்ட சுற்றுகளின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்ட தொடர்பை ஆராய்வதற்காக அறிமுகப்படுத்தப்படுகிறது.

கட்ட விளக்கப்படம்

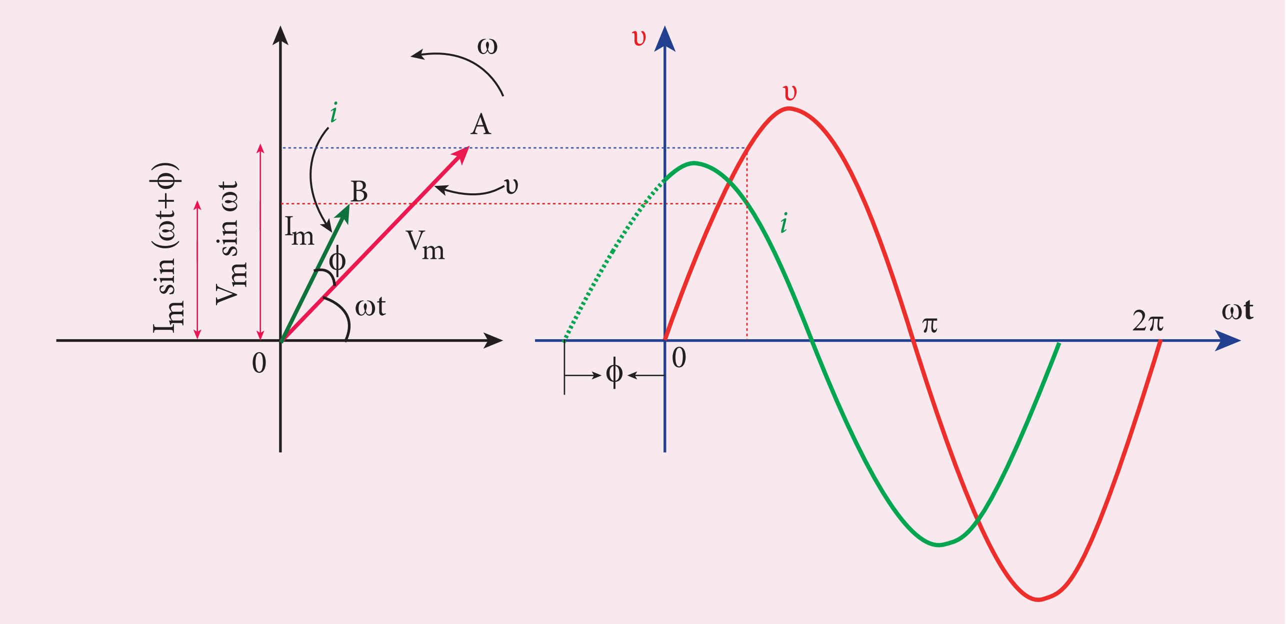
பல்வேறு கட்ட வெக்டர்கள் மற்றும் அவற்றின் கட்டத் தொடர்புகளைக் காட்டும் வரைபடம் கட்ட விளக்கப்படம் எனப்படுகிறது. ஒரு சுற்றுக்கு அளிக்கப்பட்ட $\upsilon = V_m \sin \omega t$ என்ற சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டை கருதுக. இந்த மின்னழுத்த வேறுபாட்டை படம் 4.43 இல் காட்டியுள்ளவாறு $\overrightarrow{OA}$ என்ற கட்ட வெக்டரால் குறிக்கலாம்.



படம் 4.43 மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு $\upsilon = V_m \sin \omega t$ –ற்கான கட்ட விளக்கப்படம்

இங்கு $\overrightarrow{OA}$ இன் நீளம் பெரும மதிப்புக்கு (V_m) சமமாகும். Y – அச்சின் மீதான அதன் வீழ்ச்சி அந்த நேரத்தின் கணநேர மதிப்பு ($V_m \sin wt$) ஐத் தருகிறது. இது X – அச்சுடன் ஏற்படுத்தும் கோணம் அளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கட்டத்தைத் (ωt) தருகிறது.

O ஐப் பொருத்து, $\overrightarrow{OA}$ ஆனது இடஞ்சுழித் திசையில் ω என்ற கோணத்திசைவேகத்துடன்

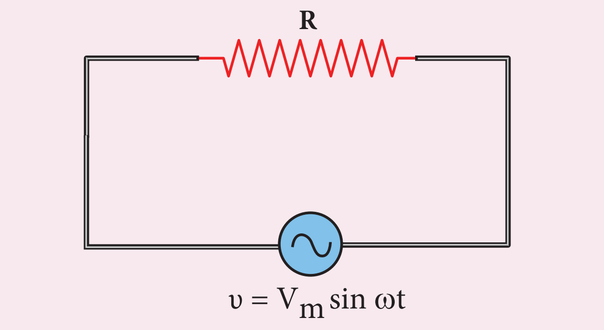


படம் 4.44 i ஆனது υ – ஐ ϕ கட்டம் முந்திச் செல்வதற்கான கட்ட விளக்கப்படம் மற்றும் அலை வரைபடம்

சுழன்றால், மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அலை வடிவம் தோன்றுகிறது. $\overrightarrow{OA}$–இன் ஒரு முழுச் சுழற்சிக்கு மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் ஒரு சுற்று உருவாகிறது.

அதே சுற்றில் உள்ள மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை $i = I_m sin(\omega t + \phi)$ என்ற தொடர்பால் குறிப்பிடலாம். அது மற்றொரு கட்ட வெக்டர் $\overrightarrow{OB}$ ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. இங்கு ϕ என்பது மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்டக்கோணமாகும். இந்த நேர்வில் படம் 4.44–இல் காட்டியுள்ளவாறு மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட மின்னோட்டமானது ϕ என்ற கட்ட அளவில் முந்தி உள்ளது. மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட மின்னோட்டம் பின்தங்கி இருப்பின், $i = I_m sin(\omega t - \phi)$ என நாம் எழுதலாம்.

4.7.3 மின்தடையாக்கி மட்டும் உள்ள AC சுற்று



படம் 4.45 மின் தடை உள்ள AC சுற்று

ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலத்துடன் R மின்தடை கொண்ட மின்தடையாக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ள சுற்று ஒன்றைக் கருதுக (படம் 4.45). மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கணநேர மதிப்பானது

$$\upsilon = V_m \sin \omega t \qquad (4.43)$$

இந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு காரணமாக இச்சுற்றில் பாயும் மாறுதிசை மின்னோட்டம் i ஆனது R இடையே ஒரு மின்னழுத்த வேறுபட்டை உருவாக்குகிறது. அதனை இவ்வாறு எழுதலாம்.

$$V_R = iR \qquad (4.44)$$

கிர்க்காஃபின் சுற்று விதியின் படி, (பகுதி 2.4 ஐக் காண்க) ஒரு மூடிய சுற்றில் உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடுகளின் குறியியல் கூட்டுத்தொகை சுழியாகும். இந்த மின்தடைச் சுற்றுக்கு

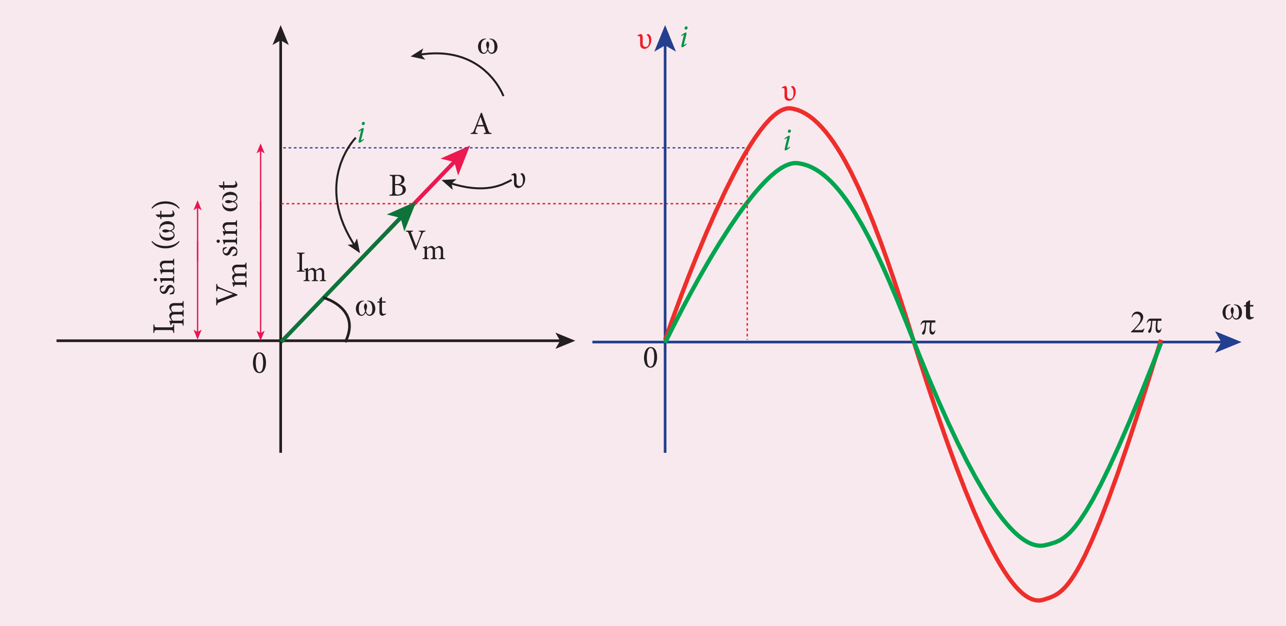
$$\upsilon - V_R = 0$$

சமன்பாடு (4.43) மற்றும் (4.44) – இல் இருந்து

$$V_m \sin \omega t = iR$$

$$i = \frac{V_m}{R} \sin \omega t$$

$$i = I_m \sin \omega t \qquad (4.45)$$



படம் 4.46 R மட்டும் உள்ள AC சுற்றின் கட்ட விளக்கப்படம் மற்றும் அலை வரைபடம்

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 255 09-04-2019 21:50:58

இங்கு $\frac{V_m}{R} = I_m$ என்பது சுற்றில் உள்ள மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு ஆகும். சமன்பாடுகள் (4.43) மற்றும் (4.45) இல் இருந்து, ஒரு மின்தடைச் சுற்றில் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் ஒரே கட்டத்தில் உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. அதன் பொருள், அவற்றின் பெரும மற்றும் சிறுமத்தை ஒரே நேரத்தில் அவை அடைகின்றன. இதை கட்ட விளக்கப் படத்தில் காணலாம் (படம் 4.46). மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் ஒரே கட்டத்தில் உள்ளதை அலை வரைபடமும் காட்டுகிறது (படம் 4.46).

4.7.4 மின்தூண்டி மட்டும் உள்ள AC சுற்று

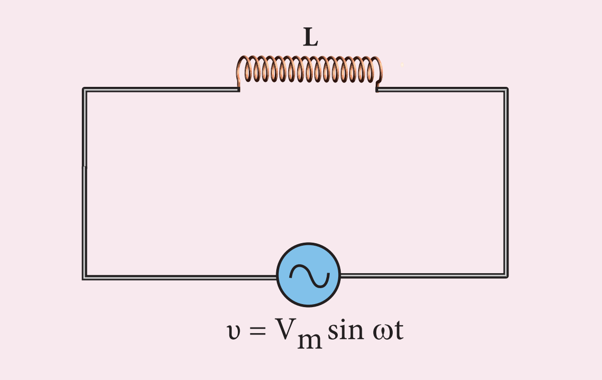
ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலத்துடன் L மின்தூண்டல் எண் கொண்ட மின்தூண்டி இணைக்கப்பட்டுள்ள சுற்று ஒன்றைக் கருதுக (படம் 4.47). மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் சமன்பாடானது

$$\upsilon = V_m \sin \omega t \qquad (4.46)$$

மின்தூண்டி வழியே பாயும் மாறுதிசை மின்னோட்டம் சுற்றில் தன் மின்–தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை அல்லது பின்னோக்கிய மின்னியக்கு விசையை தூண்டுகிறது. இந்தப் பின்னோக்கிய மின்னியக்கு விசையானது

$$\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$$

மின்தூண்டிச் சுற்றுக்கு கிர்க்காஃபின் சுற்று விதியை பயன்படுத்தினால், நாம் பெறுவது



படம் 4.47 மின்தூண்டி உள்ள AC சுற்று

$$\upsilon + \varepsilon = 0$$

$$V_m \sin \omega t = L\frac{di}{dt}$$

$$di = \frac{V_m}{L}\sin \omega t \; dt$$

இருபுறமும் தொகைப்படுத்த, நாம் பெறுவது

$$i = \frac{V_m}{L}\int \sin \omega t \, dt$$

$$i = \frac{V_m}{L\omega}\left(-\cos \omega t\right) + \text{மாறிலி}$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் உள்ள தொகை மாறிலி நேரத்தைச் சார்ந்ததல்ல. சுற்றில் உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு நேரத்தைச் சார்ந்துள்ள பகுதியை மட்டுமே கொண்டுள்ளதால், நாம் மின்னோட்டத்தில் உள்ள நேரச்சார்பு இல்லாத பகுதியை (தொகை மாறிலி) சுழியாக்கலாம்.

$$\left(\begin{array}{l} \cos \omega t = \sin\left(\pi/2 - \omega t\right) \\ -\sin\left(\pi/2 - \omega t\right) = \sin\left(\omega t - \pi/2\right) \end{array}\right)$$

$$i = \frac{V_m}{\omega L}\sin\left(\omega t - \pi/2\right)$$

அல்லது $$i = I_m \sin\left(\omega t - \pi/2\right) \qquad (4.47)$$

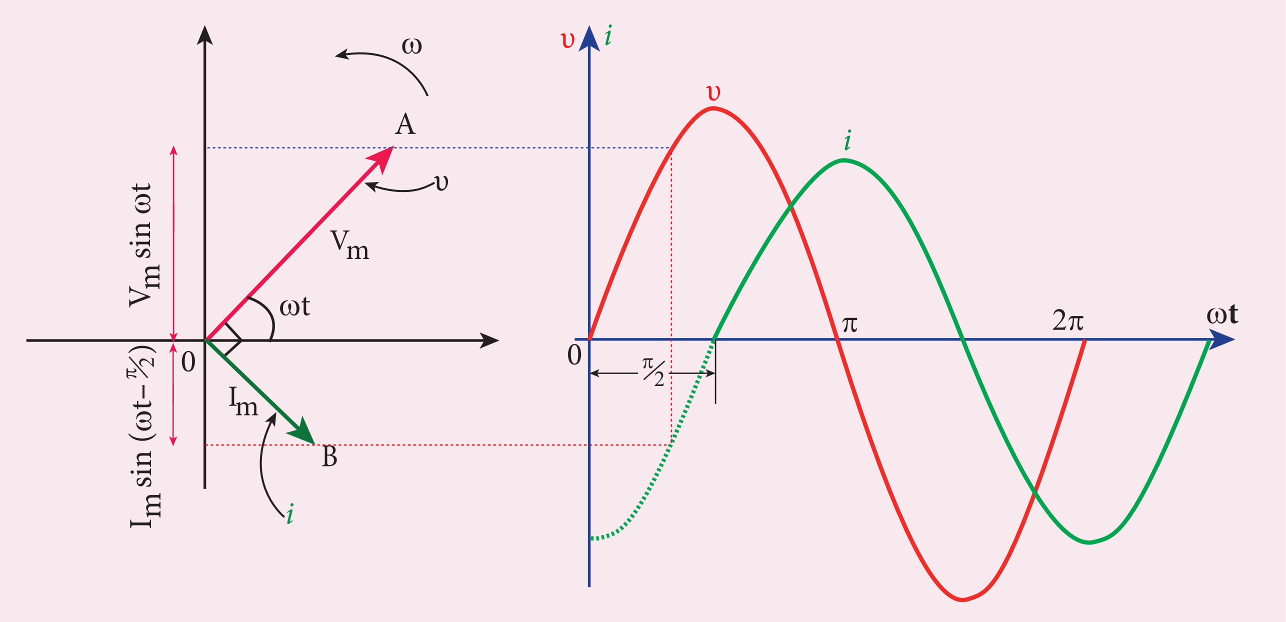
இங்கு $\frac{V_m}{\omega L} = I_m$ என்பது சுற்றில் உள்ள மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு ஆகும். சமன்பாடு (4.46) மற்றும் (4.47)–இல் இருந்து, மின்தூண்டிச் சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டமானது செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட $\frac{\pi}{2}$ என்ற கட்ட அளவில் பின்தங்கி உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. இது கட்ட விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. மின்னோட்டம் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட 90° பின்தங்கி உள்ளதை அலை வரைபடத்திலும் காணலாம் (படம் 4.48).

மின்தூண்டியின் மின்மறுப்பு X_L

மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு $I_m = \frac{V_m}{\omega L}$ ஆகும். இந்தச் சமன்பாட்டை மின்தடைச் சுற்றின் $I_m = \frac{V_m}{R}$ என்ற சமன்பாட்டுடன் நாம் ஒப்பிடுவோம். மின்தடைச்சுற்றில் மின்தடை ஆற்றிய பங்கினை, இங்கு ωL என்ற அளவு செய்கிறது. மின்தூண்டி அளிக்கும் இந்த மின்தடையானது மின்தூண்டியின் மின்மறுப்பு (X_L) எனப்படும். இது ஓம் என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது.

$$X_L = \omega L$$

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 256 09-04-2019 21:51:13



படம் 4.48 L மட்டும் உள்ள AC சுற்றின் கட்ட விளக்கப்படம் மற்றும் அலை வரைபடம்

ஒரு மின்தூண்டி மாறுதிசை மின்னூட்டத்தை (AC) தடுக்கிறது. ஆனால் அது நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தை (DC) அனுமதிக்கிறது. ஏன்? மற்றும் எவ்வாறு ?

ஒரு மின்தூண்டி L என்பது நெருக்கமாக சுற்றப்பட்ட திருகு சுழலான கம்பிச்சுருள் ஆகும். L வழியே பாயும் சீரான நேர்த்திசை மின்னோட்டம் (DC) அதனைச் சுற்றி சீரான காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது. அதனால் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறாது. எனவே, தன் மின்தூண்டல் மற்றும் தன் மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை (பின்னோக்கிய மின்னியக்கு விசை) ஏதுமில்லை. மின்தூண்டியானது ஒரு மின்தடையைப் போன்று செயல்படுவதால் நேர்த்திசை மின்னோட்டம் மின்தூண்டி வழியே பாய்கிறது.

L வழியே பாயும் மாறுதிசை மின்னோட்டம் (AC), நேரத்தைச் சார்ந்து மாறுபடும் காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது. அதனால் தன் மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை (பின்னோக்கிய மின்னியக்கு விசை) உருவாக்கப்படுகிறது. லென்ஸ் விதியின்படி, இந்த பின்னோக்கிய மின்னியக்குவிசை மின்னோட்டத்தின் எந்த மாற்றத்தையும் எதிர்க்கிறது. மாறுதிசை மின்னோட்டம் எண் மதிப்பு மற்றும் திசை இரண்டிலும் மாறுபடுவதால் L இல் அதன் ஓட்டம் எதிர்க்கப்படுகிறது. சுழி மின்தடை கொண்ட ஒரு இலட்சிய மின்தூண்டிக்கு பின்னோக்கிய மின்னியக்கு விசையானது செலுத்தப்பட்ட மின்னியக்கு விசைக்கு சமமாகவும், எதிர்த்திசையிலும் உள்ளது. எனவே L ஆனது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைத் தடுக்கிறது.

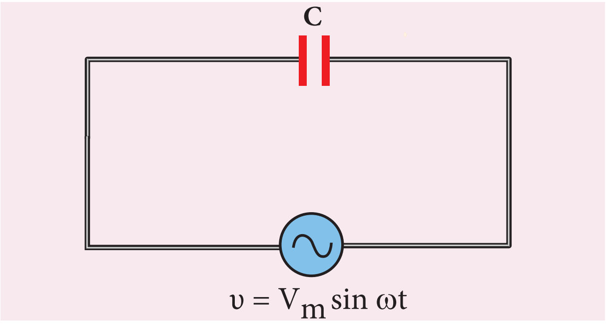
$$X_L = 2\pi f\, L \qquad (4.48)$$

இங்கு f என்பது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண் ஆகும். ஒரு நேர்த்திசை மின்னோட்டத்திற்கு $f = 0$. எனவே, $X_L = 0$. இதனால் நேர்த்திசை மின்னோட்டத்திற்கு ஒரு இலட்சிய மின்தூண்டி மின்மறுப்பை அளிக்காது.

4.7.5 மின்தேக்கி மட்டும் உள்ள AC சுற்று

ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்த மூலத்துடன் C மின்தேக்குத்திறன் கொண்ட மின்தேக்கி இணைக்கப்பட்ட சுற்று ஒன்றைக் கருதுக (படம் 4.49). மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடானது

$$\upsilon = V_m \sin \omega t \qquad (4.49)$$



படம் 4.49 மின்தேக்கி உள்ள AC சுற்று

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 257 09-04-2019 21:51:16

மின்தேக்கியில் உள்ள கணநேர மின்னூட்டம் q என்க. அந்தக் கணத்தில் மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னியக்கு விசை $\frac{q}{c}$ ஆகும்.

கிர்க்காஃபின் சுற்று விதிப்படி $\upsilon - \frac{q}{C} = 0$

$$q = CV_m \sin \omega t$$

மின்னோட்டத்தின் வரையறைப்படி

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}\left(CV_m \sin \omega t\right)$$

$$= CV_m \frac{d}{dt}\left(\sin \omega t\right)$$

$$= CV_m\, \omega \cos \omega t$$

அல்லது $$i = \frac{V_m}{1/C\omega} \sin\left(\omega t + \pi/2\right)$$

மின்னோட்டத்தின் கணநேர மதிப்பு

$$i = I_m \sin\left(\omega t + \pi/2\right) \qquad (4.50)$$

இங்கு $\frac{V_m}{1/C\omega} = I_m$ என்பது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு ஆகும். சமன்பாடுகள் (4.49) மற்றும் (4.50) இல் இருந்து, மின்தேக்கிச்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டமானது செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட $\pi/2$ என்ற கட்ட அளவில் முந்தி உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. படம் 4.50 இல் இது வரைபடமாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு மின்தேக்கிச் சுற்றுக்கான அலை வரைபடமும், மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட 90° முந்திச் செல்வதைக் காட்டுகிறது.

மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு X_C

மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு $I_m = \frac{V_m}{1/C\omega}$ ஆகும். இந்தச் சமன்பாட்டை மின்தடைச் சுற்றின் $I_m = \frac{V_m}{R}$ என்ற சமன்பாட்டுடன் நாம் ஒப்பிடுவோம். மின்தடைச்சுற்றில் மின்தடை ஆற்றிய பங்கினை, இங்கு $\frac{1}{C\omega}$ என்ற அளவு செய்கிறது. மின்தேக்கி அளிக்கும் இந்த மின்தடையானது மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு (X_C) எனப்படும். இது ஓம் என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது.

$$X_c = \frac{1}{\omega C} \qquad (4.51)$$

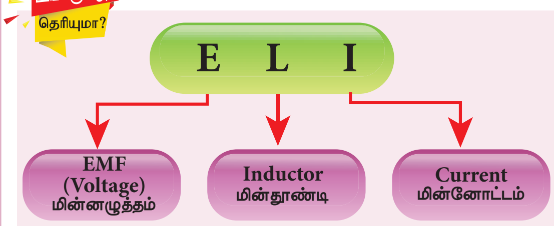
மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு (X_C) அதிர்வெண்ணிற்கு எதிர்த்தகவில் மாறுகிறது. நேர்த்திசை மின்னோட்டத்திற்கு $f = 0$.

$$\therefore X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f\, C} = \frac{1}{0} = \infty$$

இவ்வாறு, ஒரு மின்தேக்கிச் சுற்று நேர்த்திசை மின்னோட்டத்திற்கு முடிவிலா மின்மறுப்பை அளிக்கிறது. அதனால் நேர்த்திசை மின்னோட்டம் மின்னோட்டம் மின்தேக்கியின் வழியே பாய இயலாது.

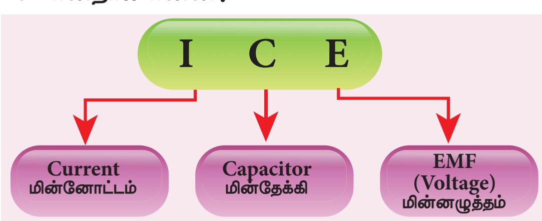
உங்களுக்குத் தெரியுமா?

ELI என்றால் என்ன?



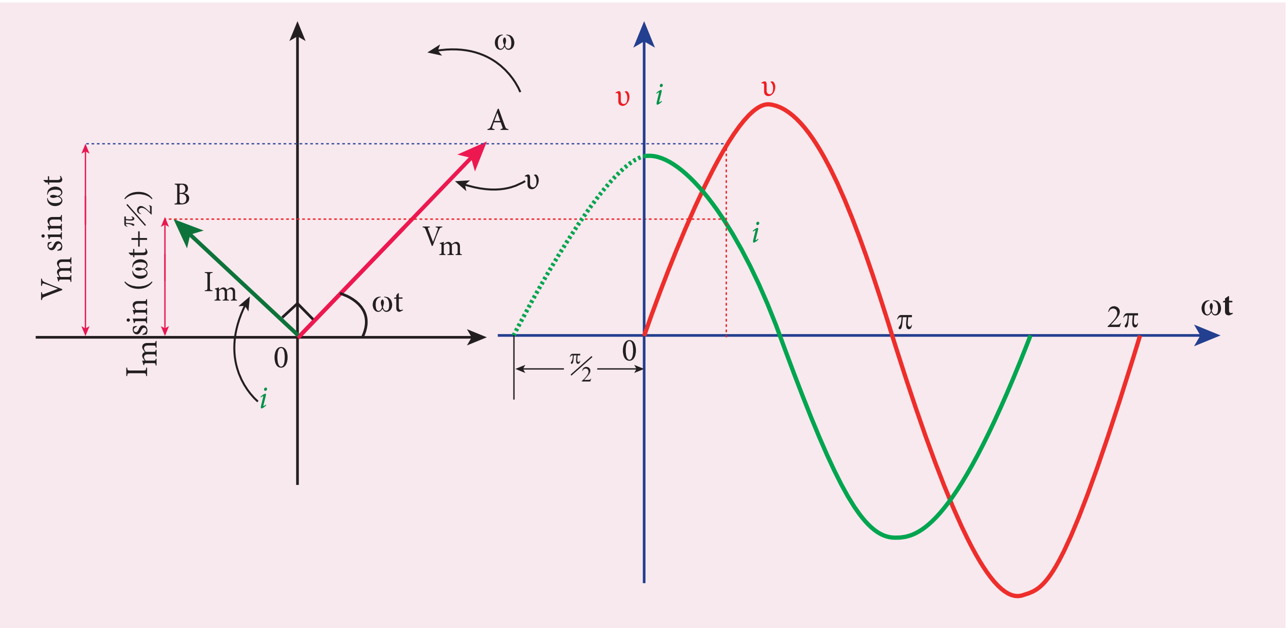
ELI என்பது ஒரு சுருக்கப்பெயர் (Acronym) ஆகும். அதன் பொருள் ஒரு மின்தூண்டிச் சுற்றில் மின்னியக்கு விசை (EMF) மின்னோட்டத்தை (Current) முந்திச் செல்கிறது என்பதாகும்.

ICE என்றால் என்ன?



ICE என்பது ஒரு சுருக்கப் பெயர் ஆகும். அதன் பொருள் ஒரு மின்தேக்கிச் சுற்றில் மின்னோட்டம் (Current)மின்னியக்குவிசையை(EMFமின்னழுத்த வேறுபாடு) முந்திச் செல்கிறது என்பதாகும்.

மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றுகளின் முடிவுகளை 'ELI ஒரு ICE மனிதன்' என்ற நினைவூட்டுக் குறிப்பின் மூலம் எளிதாக நினைவில் கொள்ளலாம்.



படம் 4.50 C மட்டும் உள்ள AC சுற்றின் கட்ட விளக்கப்படம் மற்றும் அலை வரைபடம்

எடுத்துக்காட்டு 4.20

பயனுறு மின்னோட்டம் 6 *mA* பாயும் ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றில் புறக்கணித்தக்க அளவில் மின்தடை கொண்ட ஒரு 400 *mH* கம்பிச்சுருள் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதிர்வெண் 1000 *Hz* எனில், கம்பிச்சுருளின் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் காண்க.

தீர்வு:

$L = 400 \times 10^{-3}$ H; $I_{eff} = 6 \times 10^{-3} A$

$f = 1000\ Hz$

மின்தூண்டியின் மின்மறுப்பு, $X_L = L\omega = L \times 2\pi f$

$= 2 \times 3.14 \times 1000 \times 0.4$

$= 2512\ \Omega$

L க்கு குறுக்கே மின்னழுத்த வேறுபாடு,

$V = I X_L = 6 \times 10^{-3} \times\ 2512$

$V = 15.072\, V (RMS)$

எடுத்துக்காட்டு 4.21

220 *V*, 50 *Hz* மாறுதிசை மின்னோட்ட மூலத்திற்கு குறுக்கே $\frac{10^2}{\pi}\mu F$ மின்தேக்குத்திறன் கொண்ட ஒரு மின்தேக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு, மின்னோட்டத்தின் *RMS* மதிப்பு ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக. மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டத்தின் சமன்பாடுகளை எழுதுக.

தீர்வு:

$C = \frac{10^2}{\pi} \times 10^{-6} F,\ V_{RMS} = 220\ V; f = 50 Hz$

(i) மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு,

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$= \frac{1}{2 \times \pi \times 50 \times \frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\Omega$$

(ii) மின்னோட்டத்தின் RMS மதிப்பு

$$I_{RMS} = \frac{V_{RMS}}{X_C} = \frac{220}{100} = 2.2\,A$$

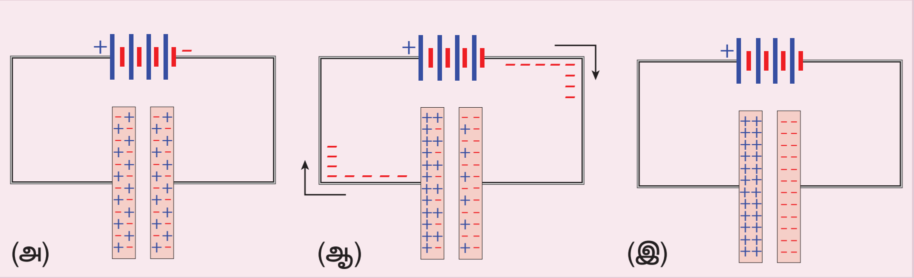
(iii) $V_m = 220 \times \sqrt{2} = 311\ V$

ஒரு மின்தேக்கி நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தை தடுக்கிறது. ஆனால் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கிறது. ஏன்? மற்றும் எவ்வாறு? (தேர்வுக்கு உரியதன்று)

மின்தேக்கியில் இரு உலோகத் தட்டுகள் இணையாக, ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. தட்டுகளுக்கு இடையே இடைவெளி உள்ளது. ஒரு மின்தேக்கி C உடன் மின்னழுத்த மூலம் (நேர்த்திசை அல்லது மாறுதிசை மின்னழுத்தவேறுபாடு) இணைக்கப்படும் போதெல்லாம் மூலத்திலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் தட்டை அடைந்து நின்று விடுகின்றன. அவை தட்டுகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியை தாண்டி சுற்றில் பாய்வதைத் தொடர இயலாது. எனவே, ஒரு திசையில் பாயும் எலக்ட்ரான்கள் (அதாவது நேர்த்திசை மின்னோட்டம்) மின்தேக்கியின் வழியே கடக்க இயலாது. ஆனால் மாறுதிசை மின்னோட்ட மூலத்திலிருந்து வரும் எலக்ட்ரான்கள் C வழியே பாய்வதாகத் தெரிகிறது. உண்மையிலேயே என்ன நிகழ்கிறது என நாம் காண்போம்!

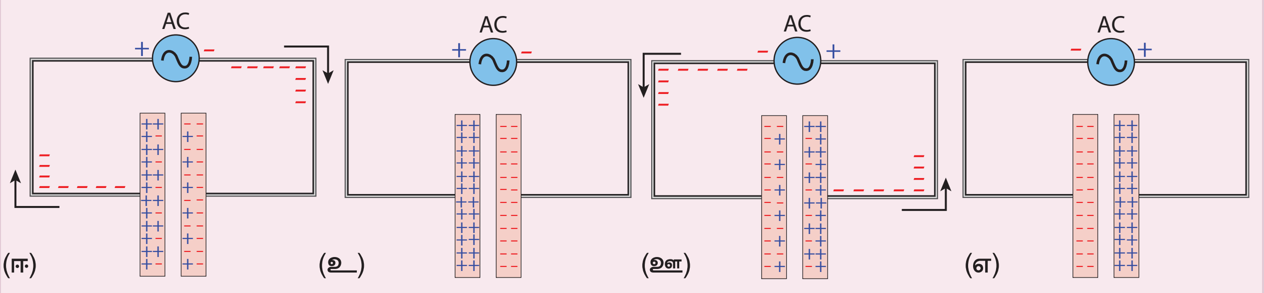
நேர்த்திசை மின்னோட்டம் மின்தேக்கி வழியே பாயாது:

ஒரு இணைத்தட்டு மின்தேக்கியைக் கருதுக. அதன் தட்டுகள் மின்னூட்டம் அற்றவை (சம அளவான நேர் மற்றும் எதிர் மின்னூட்டங்கள்). படம் (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஒரு நேர்த்திசை மின்னோட்ட மூலம் (மின்கலன்) C க்கு குறுக்காக இணைக்கப்படுகிறது.



மின்கலன் இணைக்கப்பட்ட உடனேயே எதிர் முனையிலிருந்து எலக்ட்ரான் பாயத்தொடங்கி, வலது தட்டில் குவிந்து அதனை எதிர் மின்னூட்டம் உடையதாக்குகிறது. இந்த எதிர் மின்னழுத்தம் காரணமாக அருகில் உள்ள இடது தட்டில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் விரட்டப்பட்டு, மின்கலனின் நேர்முனையை நோக்கி நகர்த்தப்படுகின்றன. எலக்ட்ரான்கள் இடது தட்டை விட்டு விலகியதும் அது நேர் மின்னூட்டம் உடையதாகிறது (படம் (ஆ)). இந்த செயல்முறை மின்னேற்றம் (Charging) எனப்படுகிறது. எலக்ட்ரான்கள் பாயும் திசை அம்புக்குறிகளால் காட்டப்பட்டுள்ளன.

தட்டுகளின் மின்னேற்றம் மின்கலனின் மின்னழுத்தவேறுபாட்டிற்குச் சமமாகும் வரை தொடர்கிறது. C முழுவதுமாக மின்னேற்றம் அடைந்ததும் மின்னோட்டம் நின்றுவிடுகிறது. இப்போது மின்தேக்கி நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தை தடுக்கிறது (படம் இ) என நாம் கூறுகிறோம்.



மாறுதிசை மின்னோட்டம் மின்தேக்கியின் வழியே பாய்கிறது (!)

C க்கு குறுக்காக தற்போது ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்ட மூலம் இணைக்கப்படுகிறது. ஒரு கணத்தில் மூலத்தின் வலது பக்கம் எதிர் மின்னழுத்தத்தில் உள்ளது. பிறகு எலக்ட்ரான்கள் எதிர் முனையிலிருந்து வலது தட்டுக்கும் மற்றும் இடது தட்டிலிருந்து நேர்முனைக்கும் படம் (ஈ) இல் காட்டியுள்ளவாறு பாய்கிறது. ஆனால் எந்த எலக்ட்ரானும் தட்டுகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியைக் கடப்பதில்லை. இந்த எலக்ட்ரான் பாய்வது அம்புக்குறிகளால் குறிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு தட்டுகள் மின்னேற்றம் அடைவது நடைபெறுகிறது மற்றும் தட்டுகள் முழுவதுமாக மின்னேற்றம் அடைகின்றன (படம் (உ)).

சிறிது நேரம் கழித்து, மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் முனைவுத்தன்மை நேர் எதிராக மாறுகிறது. மூலத்தின் வலது பக்கம் தற்போது நேர் மின்னழுத்தத்தில் உள்ளது. வலது தட்டில் குவிந்துள்ள எலக்ட்ரான்கள் நேர்முனைக்கு பாயத் தொடங்குகிறது மற்றும் எதிர் முனையிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் இடது தட்டுக்கு பாய்ந்து, அதில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள நேர் மின்னூட்டத்தை நடுநிலையாக்குகிறது (படம் (ஊ)). இதன் விளைவாக தட்டுகளில் உள்ள நிகர மின்னூட்டங்கள் குறையத் தொடங்குகிறது. இது மின்னிறக்கம் (Discharging) எனப்படுகிறது. படம் (எ) –இல் காட்டியுள்ளவாறு C ஆனது மீண்டும் மாறிய முனைவுத்தன்மையுடன் மின்னேற்றம் அடைகிறது.

ஆகையால், மின்தேக்கி மின்னேற்றம் அடையும் போது எலக்ட்ரான்கள் ஒரு திசையில் பாய்கின்றன மற்றும் மின்னிறக்கம் நடைபெறும்போது அதன் திசை திருப்பப் படுகிறது (இரு நேர்வுகளிலும் மரபு மின்னோட்டமும் எதிரெதிராக உள்ளன). சுற்றில் எலக்ட்ரான்கள் பாய்ந்தாலும், தட்டுகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியை எந்த எலக்ட்ரானும் கடந்து செல்லாது. இவ்வாறாக, மாறுதிசை மின்னோட்டம் மின்தேக்கி வழியே பாய்கிறது.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 260 09-04-2019 21:51:36

$$I_m = 2.2 \times \sqrt{2} = 3.1A$$

எனவே,

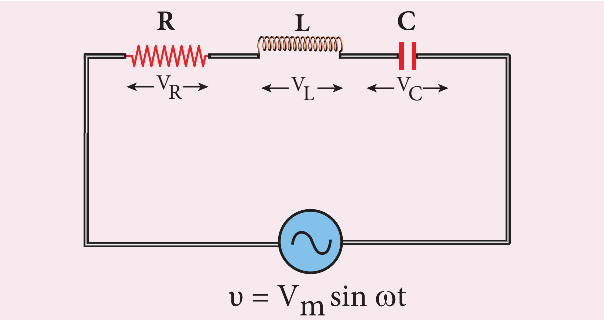
$$\upsilon = 311 \sin 314t$$

$$i = 3.1 \sin\left(314t + \pi/2\right)$$

4.7.6 மின்தடையாக்கி, மின்தூண்டி மற்றும் மின்தேக்கி ஆகியவற்றை தொடரிணைப்பில் கொண்ட AC சுற்று – தொடர் RLC சுற்று

ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்ட மூலத்திற்கு குறுக்காக மின்தடை R கொண்ட மின்தடையாக்கி, மின்தூண்டல் எண் L கொண்ட மின்தூண்டி மற்றும் மின்தேக்குத்திறன் C கொண்ட மின்தேக்கி ஆகியவற்றை தொடரிணைப்பில் கொண்ட சுற்று ஒன்றைக்கருதுக(படம்4.51).செலுத்தப்பட்டமாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் சமன்பாடானது

$$\upsilon = V_m \sin \omega t \qquad (4.52)$$



படம் 4.51 R, L மற்றும் C உள்ள AC சுற்று

சுற்றில் அக்கணத்தில் விளையும் சுற்று மின்னோட்டம் i என்க. அதன் விளைவாக R, L மற்றும் C – க்கு குறுக்காக மின்னழுத்த வேறுபாடு உருவாகிறது.

R க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_R) i உடன் ஒரே கட்டத்தில் உள்ளது, L க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_L) i ஐ விட $\pi/2$ முந்தி உள்ளது மற்றும் C–க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு (V_C) i ஐ விட $\pi/2$ பின்தங்கி உள்ளது என்பதை நாம் அறிவோம்.

மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளின் கட்ட விளக்கப்படம் வரையப்படுகிறது. மின்னோட்டமானது கட்ட வெக்டர் $\overrightarrow{OI}$ – ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. படம் 4.52 இல் காட்டியுள்ளவாறு V_R, V_L மற்றும் V_C ஆகிய மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் முறையே $\overrightarrow{OA}$, $\overrightarrow{OB}$ மற்றும் $\overrightarrow{OC}$ என்கிற கட்ட வெக்டர்களால் குறிக்கப்படுகின்றன.

இந்த கட்ட வெக்டர்களின் நீளம் V_L மற்றும் V_C இன் மதிப்பைப் பொருத்து மின்சுற்றானது, மின்தூண்டல் அல்லது மின்தேக்கி அல்லது மின்தடைப் பண்புள்ளதாக அமையும். $V_L > V_C$ என நாம் கருதுவோம். அதனால் L–C இணைக்கு குறுக்கே உள்ள நிகர மின்னழுத்த வேறுபாடு $V_L - V_C$ ஆகும். இது கட்ட வெக்டர் $\overrightarrow{AD}$ ஆல் குறிக்கப்படுகிறது.

இணைகர விதியின்படி, மூலைவிட்டம் $\overrightarrow{OE}$ ஆனது V_R மற்றும் ($V_L - V_C$) ஆகியவற்றின் தொகுபயன் மின்னழுத்த வேறுபாடு υ – ஐத் தருகிறது. அதன் நீளம் OE ஆனது V_m க்குச் சமமாகும். எனவே

$$V_m^2 = V_R^2 + \left(V_L - V_C\right)^2$$

$$= \sqrt{\left(I_m R\right)^2 + \left(I_m X_L - I_m X_C\right)^2}$$

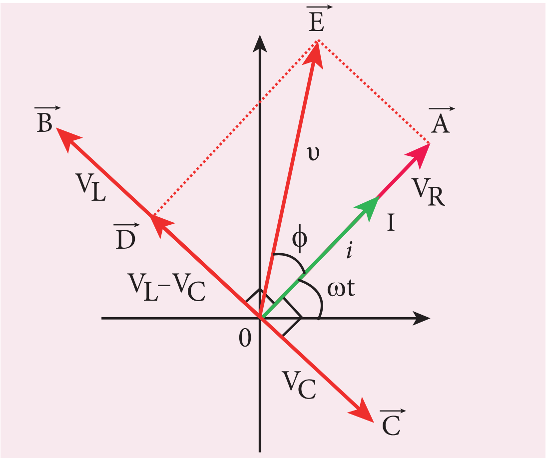
$$= I_m \sqrt{R^2 + \left(X_L - X_C\right)^2}$$

அல்லது $$I_m = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + \left(X_L - X_C\right)^2}} \qquad (4.53)$$

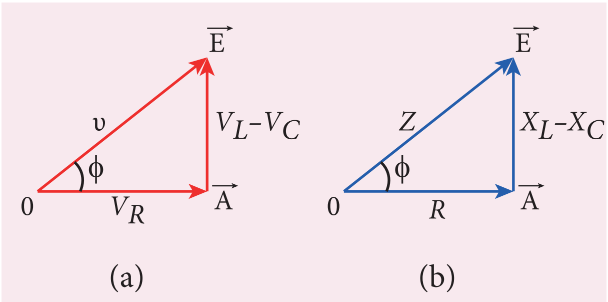
அல்லது $$I_m = \frac{V_m}{Z}$$

இங்கு $$Z = \sqrt{R^2 + \left(X_L - X_C\right)^2} \qquad (4.54)$$

Z என்பது சுற்றின் மின்எதிர்ப்பு (Impedance) எனப்படுகிறது. இது தொடர் RLC சுற்றால் சுற்று மின்னோட்டத்திற்கு அளிக்கப்பட்ட பயனுறு மின்எதிர்ப்பைக் குறிக்கிறது. மின்னழுத்த முக்கோணம் மற்றும் மின்எதிர்ப்பு முக்கோணம் ஆகியவை படம் 4.53 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 4.52 $V_L > V_C$ என்ற நிலையில் தொடர் RLC சுற்றின் கட்ட விளக்கப்படம்



படம் 4.53 $X_L > X_C$ என்ற நிலையில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்எதிர்ப்பு முக்கோணம்

υ மற்றும் i இடையேயான கட்டக்கோணம் கீழ்க்கண்ட தொடர்பிலிருந்து பெறலாம்.

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R} \quad (4.55)$$

சிறப்பு நேர்வுகள்

(i) $X_L > X_C$ எனில், $(X_L - X_C)$ நேர்க்குறியாகும் மற்றும் ϕ என்ற கட்ட கோணமும் நேர்க்குறியாகும். இதன் பொருள் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு, மின்னோட்டத்தை விட ϕ முந்தி உள்ளது (அல்லது மின்னோட்டம் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட ϕ பின்தங்கி உள்ளது). மின்சுற்று மின்தூண்டி பண்புடையதாக உள்ளது.

$$\therefore \upsilon = V_m \sin\omega t; \; i = I_m \sin(\omega t - \phi)$$

(ii) $X_L < X_C$ எனில், $(X_L - X_C)$ எதிர்க்குறியாகும் மற்றும் ϕ என்ற கட்ட கோணமும் எதிர்க்குறியாகும். இதன் பொருள் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு, மின்னோட்டத்தை விட ϕ பின்தங்கி உள்ளது (அல்லது மின்னோட்டம் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட ϕ முந்தி உள்ளது). சுற்றானது மின்தேக்கிப் பண்புடையதாக உள்ளது.

$$\therefore \upsilon = V_m \sin\omega t; \; i = I_m \sin(\omega t + \phi)$$

(iii) $X_L = X_C$ எனில், ϕ ஆனது சுழி ஆகும். எனவே, மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகியவை ஒரே கட்டத்தில் உள்ளன. சுற்றானது மின்தடைப் பண்புடையதாக உள்ளது.

$$\therefore \upsilon = V_m \sin\omega t; \quad i = I_m \sin\omega t$$

4.7.7 தொடர் RLC சுற்றில் ஒத்ததிர்வு (Resonance in series RLC Circuit)

செலுத்தப்படும் மாறுதிசை மின்மூலத்தின் அதிர்வெண் (ω_r) ஆனது RLC சுற்றின் இயல்பு அதிர்வெண்ணிற்கு $\left[1/\sqrt{LC}\right]$ சமமாக இருந்தால், சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டம் பெரும மதிப்பை அடைகிறது. தற்போது சுற்றானது மின் ஒத்ததிர்வில் உள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது. ஒத்ததிர்வு ஏற்படும் மின்மூலத்தின் அதிர்வெண், ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் எனப்படுகிறது.

ஒத்ததிர்வு கோண அதிர்வெண், $\omega_r = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

அல்லது $$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (4.56)$$

தொடர் ஒத்ததிர்வில்,

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ அல்லது } \omega_r^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C} \text{ அல்லது}$$

$$X_L = X_C \quad (4.57)$$

அட்டவணை 4.1 மாறுதிசை மின்னோட்ட (AC) சுற்றுகளின் முடிவுகளின் சுருக்கம்

மின்எதிர்ப்பின் வகை	மின்எதிர்ப்பின் மதிப்பு	மின்னழுத்த வேறுபாட்டுடன் மின்னோட்டத்தின் கட்ட கோணம்	திறன் காரணி
மின்தடை	R	0^o	1
மின்தூண்டல்	$X_L = \omega L$	90^o பின்தங்கி	0
மின்தேக்கி	$X_C = 1/\omega C$	90^o முந்தி	0
R- L - C	$\sqrt{R^2 + \left(\omega L - 1/\omega C\right)^2}$	0^o மற்றும் 90^o இடையே பின்தங்கி அல்லது முந்தி	0 மற்றும் 1 இடையே

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 262
09-04-2019 21:52:05

X_L மற்றும் X_C ஆகியவை அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்திருப்பதால், செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் அதிர்வெண்ணை மாற்றுவதன் மூலம் ஒத்ததிர்வு நிபந்தனையை $\left(X_L = X_C\right)$ அடையலாம்.

தொடர் ஒத்ததிர்வின் விளைவுகள்

தொடர் ஒத்ததிர்வு நிகழும்போது சுற்றின் மின்எதிர்ப்பு சிறுமமாகும் மற்றும் அது சுற்றின் மின்தடைக்குச் சமமாகும். இதன் விளைவாக, சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டம் பெருமமாகிறது. மின்னோட்டம் மற்றும் அதிர்வெண் இடையே வரையப்பட்ட ஒத்ததிர்வு வளைகோட்டில் இது காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 4.54).

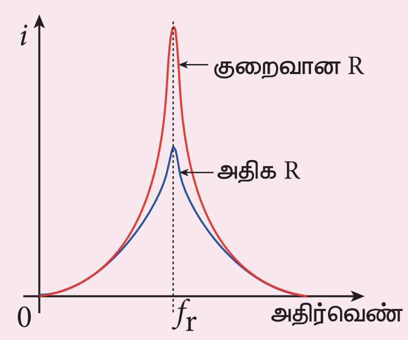
ஒத்ததிர்வு நிலையில், மின்எதிர்ப்பானது

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(X_L - X_C\right)^2} = R \text{ ஏனெனில் } X_L = X_C$$

எனவே, சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டமானது

$$I_m = \frac{V_m}{\sqrt{R^2 + \left(X_L - X_C\right)^2}}$$

$$I_m = \frac{V_m}{R} \qquad (4.58)$$



படம் 4.54 ஒத்ததிர்வு வளைகோடு

தொடர் ஒத்ததிர்வினால் விளையும் பெரும மின்னோட்டமானது சுற்றில் உள்ள மின் தடையைப் பொருத்து அமையும். சிறிய மின்தடை மதிப்புகளுக்கு, கூர்மையான வளைகோட்டுடன் அமைந்த அதிக மின்னோட்டம் கிடைக்கிறது. மின்தடை அதிகமெனில், தட்டையான வளைகோட்டுடன் அமைந்த குறைந்த மின்னோட்டம் கிடைக்கிறது.

தொடர் *RLC* ஒத்திசைவுச் சுற்றின் பயன்பாடுகள்

RLC சுற்றானது வடிப்பான் சுற்றுகள், அலையியற்றிகள், மின்னழுத்த பெருக்கிகள், முதலியவற்றில் பயன்படுகிறது. தொடர் *RLC* சுற்றின் ஒரு முக்கிய பயன்பாடானது வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி அமைப்புகளின் ஒத்திசைவுச் சுற்றுகள் (Tuning circuits) ஆகும். ஒலிபரப்பு நிலையங்களில் இருந்து பல்வேறுபட்ட அதிர்வெண்களில் சைகைகள் வானவெளியில் பரப்பப்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையத்தின் சைகையைப் பெற ஒத்திசைவு செய்யப்படுகிறது.

பொதுவாக ஒத்திசைவானது பின்வருமாறு செய்யப்படுகிறது. இணைத்தட்டு மின்தேக்கியின் மாறுபாட்டு மின்தேக்குத்திறனை மாற்றுவதன் மூலம் சுற்றின் ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் மாற்றப்படுகிறது. ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையத்தின் அதிர்வெண்ணிற்கு சமமாகும் போது, சுற்றில் மின்னோட்டத்தின் வீச்சு பெருமமாகிறது. அதன் மூலம் அந்த நிலையத்தின் சைகை மட்டும் ஏற்கப்படுகிறது.

குறிப்பு

மின் ஒத்திசைவு நிகழ்வு சுற்றில் *L* மற்றும் *C* இரண்டும் இருந்தால் மட்டுமே சாத்தியமாகிறது. அப்போது தான் 180° கட்ட வேறுபாடு கொண்டுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் V_L மற்றும் V_C இரண்டும் ஒன்றையொன்று நீக்கிவிடுகின்றன. சுற்றானது மின்தடைப்பண்பு உடையதாகிறது. இது *RL* மற்றும் *RC* சுற்றுகளில் ஒத்திசைவு ஏற்படாது என்பதைக் குறிக்கிறது.

4.7.8 தரக் காரணி அல்லது Q – காரணி (Quality factor or Q – factor)

தொடர் *RLC* சுற்றில் ஒத்ததிர்வின்போது மின்னோட்டம் பெருமமதிப்பை அடைகிறது. மின்னோட்டம் அதிகரிப்பதால் *L* மற்றும் *C* க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடும் அதிகரிக்கின்றன. தொடர் ஒத்ததிர்வில் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளின் பெருக்கம் *Q* – காரணியால் குறிக்கப்படுகிறது.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 263 09-04-2019 21:52:09

Q – காரணி என்பது L அல்லது C க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத் வேறுபாட்டிற்கும், செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கும் இடையே உள்ள தகவு என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$Q - \text{காரணி} = \frac{L \text{ அல்லது } C \text{ க்கு குறுக்கே மின்னழுத்த வேறுபாடு}}{\text{செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு}}$$

ஒத்ததிர்வின் போது சுற்றானது மின்தடைப்பண்பு கொண்டுள்ளது. எனவே செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு, R – க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்குச் சமமாகும்.

$$Q - \text{காரணி} = \frac{I_m X_L}{I_m R} = \frac{X_L}{R}$$

$$Q - \text{காரணி} = \frac{\omega_r L}{R} \quad (4.59)$$

$$Q - \text{காரணி} = \frac{L}{R\sqrt{LC}} \quad \text{இங்கு } \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$Q - \text{காரணி} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} \quad (4.60)$$

இதன் அர்த்தம் வருமாறு: ஒத்ததிர்வின் போது செலுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை விட L அல்லது C க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு எத்தனை மடங்கு உள்ளது என்பதை குறிக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 4.22

தொடர் RLC சுற்றில் உள்ள மின்தூண்டியின் மின்மறுப்பு, மின்தேக்கியின் மின்மறுப்பு மற்றும் மின்தடை ஆகியவை முறையே 184 Ω, 144 Ω மற்றும் 30 Ω எனில் சுற்றின் மின்எதிர்ப்பைக் காண்க. மேலும் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையிலான கட்டக் கோணத்தையும் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$X_L = 184\ \Omega;\ X_C = 144\ \Omega;\ R = 30\ \Omega$

(i) மின்எதிர்ப்பானது

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{30^2 + (184-144)^2}$$

$$= \sqrt{900+1600}$$

$$Z = 50\ \Omega$$

(ii) கட்ட கோணமானது

$$\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

$$= \frac{184-144}{30} = 1.33$$

$$\phi = 53.1^\circ$$

கட்டக் கோணம் நேர்க்குறி என்பதால், இந்த மின்தூண்டி சுற்றுக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடானது மின்னோட்டத்தை விட 53.1° முந்தி உள்ளது.

எடுத்துக்காட்டு 4.23

500 μH மின்தூண்டி, $\frac{80}{\pi^2}\ pF$ மின்தேக்கி மற்றும் 628 Ω மின்தடை ஆகியவை இணைக்கப்பட்டு தொடர் RLC சுற்று உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த சுற்றின் ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் மற்றும் ஒத்ததிர்வில் Q – காரணியைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$L = 500\times10^{-6} H;\ C = \frac{80}{\pi^2}\times10^{-12} F;\ R = 628\,\Omega$$

(i) ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண்

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{500\times10^{-6}\times\frac{80}{\pi^2}\times10^{-12}}}$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{40,000\times10^{-18}}}$$

$$= \frac{10,000\times10^3}{4}$$

$$f_r = 2500\ KHz$$

(ii) Q–காரணி

$$= \frac{\omega_r L}{R} = \frac{2\times3.14\times2500\times10^3\times500\times10^{-6}}{628}$$

$$Q = 12.5$$

எடுத்துக்காட்டு 4.24

$\upsilon = 10\sin(3\pi \times 10^4\, t)$ வோல்ட் என்ற மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கணநேர மதிப்பை கொடுக்கப்பட்டுள்ள கணங்களில் கண்டுபிடி i) 0 *s* ii) 50 *μs* iii) 75 *μs*.

தீர்வு:

கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாடு $\upsilon = 10\sin\left(3\pi \times 10^4 t\right)$

(i) $t = 0\ s$ இல்

$$\upsilon = 10\sin 0 = 0\ V$$

(ii) $t = 50\ \mu s$ இல்

$$\upsilon = 10\sin\left(3\pi \times 10^4 \times 50 \times 10^{-6}\right)$$
$$= 10\sin\left(150\pi \times 10^{-2}\right)$$
$$= 10\sin(4.71\ rad)$$
$$= 10 \times -0.99$$
$$= -9.9\ V$$

(iii) $t = 75\ \mu s$ இல்

$$\upsilon = 10\sin\left(3\pi \times 10^4 \times 75 \times 10^{-6}\right)$$
$$= 10\sin\left(225\pi \times 10^{-2}\right)$$
$$= 10\sin(7.071\ rad)$$
$$= 10 \times 0.709$$
$$= 7.09\ V$$

எடுத்துக்காட்டு 4.25

ஒரு மின்தூண்டிச் சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டம் $0.3\ sin(200t - 40°)\ A$ ஆகும். மின்தூண்டல் எண் $40mH$ எனில், அதன் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கான சமன்பாட்டை எழுதுக.

தீர்வு:

$L = 40 \times 10^{-3}\, H;\ i = 0.3\ sin\ (200t - 40^o)$

$X_L = \omega L = 200 \times 40 \times 10^{-3} = 8\ \Omega$

$V_m = I_m X_L = 0.3 \times 8 = 2.4\ V$

ஒரு மின்தூண்டிச்சுற்றின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மின்னோட்டத்தைவிட 90° முந்தி உள்ளது. எனவே,

$$\upsilon = V_m \sin\left(\omega t + 90^\circ\right)$$
$$\upsilon = 2.4\sin\left(200t - 40^\circ + 90^\circ\right)$$
$$\upsilon = 2.4\sin\left(200t + 50^\circ\right) volt$$

4.8 மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றுகளின் திறன் (POWER IN AC CIRCUITS)

4.8.1 மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றுகளில் திறன் – அறிமுகம்

ஒரு சுற்றின் திறன் என்பது அச்சுற்றில் மின் ஆற்றல் நுகரப்படும் வீதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. அது மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் பெருக்குத்தொகையால் குறிக்கப் படுகிறது. ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் நேரத்தைப் பொருத்து தொடர்ச்சியாக மாறுகின்றன. முதலில் ஒரு கணத்தில் உள்ள திறனை நாம் கணக்கிட்டு, பிறகு ஒரு முழுச்சுற்றுக்கு அதன் சராசரியை மதிப்பிடலாம்.

தொடர் *RLC* சுற்றில், கணநேர மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னேட்டமானது

$$\upsilon = V_m \sin\omega t \quad \text{மற்றும்} \quad i = I_m \sin\left(\omega t + \phi\right)$$

இங்கு ϕ என்பது v மற்றும் i இடையே உள்ள கட்டக்கோணம் ஆகும். கணநேர திறனை (Instantaneous power) இவ்வாறு எழுதலாம்.

$$P = \upsilon\, i$$
$$= V_m I_m \sin\omega t \sin\left(\omega t + \phi\right)$$
$$= V_m I_m \sin\omega t\left[\sin\omega t\cos\phi - \cos\omega t\sin\phi\right]$$
$$P = V_m I_m\left[\cos\phi\sin^2\omega t - \sin\omega t\cos\omega t\sin\phi\right] \quad (4.61)$$

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 265 09-04-2019 21:52:23

இங்கு ஒரு சுற்றுக்கான $\sin^2 \omega t$ இன் சராசரி $\frac{1}{2}$ ஆகும் மற்றும் $\sin \omega t \cos \omega t$ இன் சராசரி சுழியாகும். இந்த மதிப்புகளைப் பிரதியிட்டு, ஒரு சுற்றுக்கான சராசரி திறனைப் பெறலாம்.

$$P_{av} = V_m I_m \cos\phi \times \frac{1}{2}$$
$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos\phi$$
$$P_{av} = V_{RMS}\, I_{RMS} \cos\phi \qquad (4.62)$$

இங்கு $V_{RMS} I_{RMS}$ என்பது தோற்றத்திறன் (Apparent power) எனப்படும். $\cos\phi$ என்பது திறன் காரணி (Power factor) ஆகும். ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றின் சராசரி திறன் சுற்றின் உண்மைத் திறன் (True power) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

சிறப்பு நேர்வுகள்

(i) மின்தடைப்பண்புள்ளசுற்றுக்கு,மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்டக்கோணம் சுழியாகும் மற்றும் $\cos\phi = 1$.

$\therefore P_{av} = V_{RMS}\, I_{RMS}$

(ii) மின்தூண்டல் அல்லது மின்தேக்கிப் பண்புள்ள சுற்றுக்கு கட்டக் கோணமானது $\pm \frac{\pi}{2}$ மற்றும் $\cos\left(\pm\frac{\pi}{2}\right) = 0$.

$\therefore P_{av} = 0$

(iii) தொடர் RLC சுற்றுக்கு கட்டக் கோணம் $\phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$

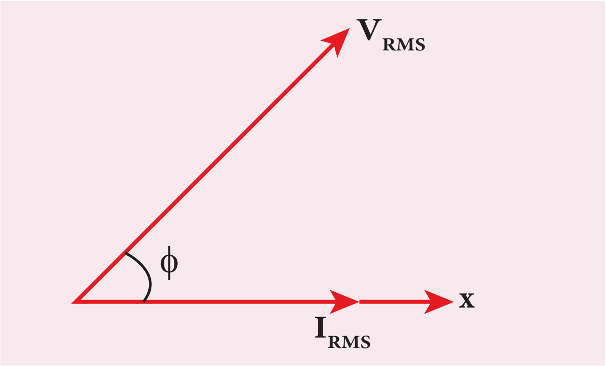
$\therefore P_{av} = V_{RMS}\, I_{RMS} \cos\phi$

(iv) ஒத்ததிர்வில் உள்ள தொடர் RLC சுற்றுக்கு கட்டக்கோணம் சுழியாகும் மற்றும் $\cos 0° = 1$.

$\therefore P_{av} = V_{RMS}\, I_{RMS}$

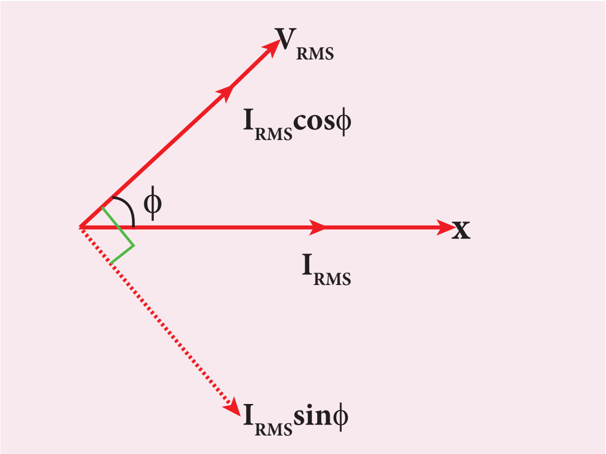
4.8.2 சுழித்திறன் மின்னோட்டம் (Wattless current)

V_{RMS} மற்றும் I_{RMS} இடையே கட்டக்கோணம் ϕ கொண்ட ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றைக் கருதுக. கட்ட விளக்கப்படத்தில் (படம் 4.55) காட்டியுள்ளவாறு மின்னழுத்த வேறுபாடானது மின்னோட்டத்தைவிட ϕ கோணம் முந்தி இருப்பதாகக் கொள்க.



படம் 4.55 V_{RMS} ஆனது I_{RMS} ஐ ϕ கட்டம் முந்திச் செல்கிறது

தற்போது படம் 4.56 இல் காட்டியுள்ளவாறு I_{RMS} ஆனது V_{RMS} வழியே $I_{RMS}\cos\phi$ எனவும், V_{RMS} க்கு குத்தாக $I_{RMS}\sin\phi$ எனவும் இரு செங்குத்துக் கூறுகளாக பகுக்கப்படுகிறது.



படம் 4.56 I_{RMS} இன் கூறுகள்

(i) மின்னழுத்த வேறுபாட்டுடன் ஒரே கட்டத்தில் உள்ள மின்னோட்டத்தின் கூறு $(I_{RMS}\cos\phi)$ செயற்படு கூறு எனப்படுகிறது. இக்கூறினால் நுகரப்பட்ட திறன் $= V_{RMS} I_{RMS} \cos\phi$. எனவே இதை முழுத்திறன் கொண்ட மின்னோட்டம் (Wattful current) என அழைக்கப்படுகிறது.

(ii) மின்னழுத்த வேறுபாட்டுடன் கட்டக்கோணம் $\frac{\pi}{2}$ கொண்டுள்ள மற்றொரு கூறு $(I_{RMS}\sin\phi)$ ஆனது மின்மறுப்புக்கூறு எனப்படுகிறது. இக்கூறினால் நுகரப்பட்ட திறன் சுழியாகும்.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 266 09-04-2019 21:52:29

எனவே இது 'சுழித்திறன்' மின்னோட்டம் (Wattless current) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச்சுற்றில் நுகரப்பட்ட திறன் சுழியெனில், அந்தச் சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டம் சுழித்திறன் மின்னோட்டம் என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த சுழித்திறன் மின்னோட்டம் மின்தூண்டல் அல்லது மின்தேக்கி பண்புள்ள சுற்றில் நிகழ்கிறது.

4.8.3 திறன் காரணி (Power factor)

ஒரு சுற்றின் திறன் காரணி கீழ்க்கண்ட வழிகளில் வரையறுக்கப்படுகிறது.

(i) திறன் காரணி $= \cos\phi$ = முந்தி அல்லது பின்தங்கி உள்ள கட்டக்கோணத்தின் கொசைன் மதிப்பு

(ii) திறன் காரணி = $\frac{R}{Z} = \frac{\text{மின்தடை}}{\text{மின்எதிர்ப்பு}}$

(iii) திறன் காரணி = $\frac{VI\cos\phi}{VI}$

திறன் காரணிகளுக்கான சில எடுத்துக்காட்டுகள்:

(i) மின்தடைப் பண்புள்ள ஒரு சுற்றுக்கு திறன் காரணி = $\cos 0° = 1$. ஏனெனில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்ட கோணம் சுழியாகும்.

(ii) மின்தூண்டல் அல்லது மின்தேக்கிப் பண்புள்ள ஒரு சுற்றுக்கு திறன் காரணி $= \cos\left(\pm \pi/2\right) = 0$. ஏனெனில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்ட கோணம் $\pm\pi/2$.

(iii) R, L மற்றும் C ஐ மாறுபட்ட விகிதங்களில் கொண்டுள்ள ஒரு சுற்றுக்கு திறன் காரணி 0 முதல் 1 வரை இருக்கும்.

4.8.4 நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தை விட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் நன்மைகள் மற்றும் குறைபாடுகள்

நேர்த்திசை மின்னோட்ட அமைப்பை விட மாறுதிசை மின்னோட்ட அமைப்பில் பல நன்மைகள் மற்றும் சில குறைபாடுகள் உள்ளன.

நன்மைகள்:

(i) நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தை விட மாறுதிசை மின்னோட்ட உற்பத்திச் செலவு குறைவாகும்.

(ii) மாறுதிசை மின்னோட்டம் உயர் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் விநியோகிக்கப்பட்டால் அனுப்புகை இழப்புகள் நேர்த்திசை அனுப்புகையை ஒப்பிட குறைவானதாகும்.

(iii) திருத்திகளின் உதவியால் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை எளிதாக நேர்த்திசை மின்னோட்டமாக மாற்றலாம்.

குறைபாடுகள்

(i) மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடுகளை சில பயன்பாடுகளில் பயன்படுத்த இயலாது. உதாரணமாக மின்கலன்களை மின்னேற்றம் செய்தல், மின்முலாம் பூசுதல், மின் இழுவை போன்றவை.

(ii) உயர் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளில் நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தைக் காட்டிலும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்துடன் வேலை செய்வது அதிக ஆபத்தானது.

எடுத்துக்காட்டு 4.26

400 kHz இல் ஒத்ததிரும் தொடர் RLC சுற்றானது 80 μH மின்தூண்டி, 2000 pF மின்தேக்கி மற்றும் 50 Ω மின்தடை ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. (i) சுற்றின் Q – காரணி (ii) மின்தூண்டல் எண் மதிப்பு இரு மடங்கானால், மின்தேக்குத்திறனின் புதிய மதிப்பு மற்றும் (iii) Q – காரணியின் புதிய மதிப்பு ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$L = 80 \times 10^{-6} H;\ C = 2000 \times 10^{-12}\ F$

$R = 50\ \Omega;\ f_r = 400 \times 10^3 Hz$

(i) Q-காரணி, $Q_1 = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

$$= \frac{1}{50}\sqrt{\frac{80\times10^{-6}}{2000\times10^{-12}}} = 4$$

(ii) $L_2 = 2\ L$ எனில்

$= 2 \times 80 \times 10^{-6}\ H = 160 \times 10^{-6}\ H,$

$$C_2 = \frac{1}{4\pi^2 f_r^2 L_2}$$

$$= \frac{1}{4\times3.14^2\times\left(400\times10^3\right)^2\times160\times10^{-6}}$$

$$\simeq 1000\times10^{-12} F$$

$$C_2 \simeq 1000\ pF$$

(iii) $Q_2 = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L_2}{C_2}} = \frac{1}{50}\sqrt{\frac{160\times10^{-6}}{1000\times10^{-12}}}$

$$= \frac{1}{50}\sqrt{\frac{16\times10^{-5}}{10^{-9}}} = \frac{4\times10^2}{50} = 8$$

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 267 09-04-2019 21:52:34

எடுத்துக்காட்டு 4.27

$\frac{10^{-4}}{\pi} F$ மின்தேக்குத்திறன் கொண்ட மின்தேக்கி, $\frac{2}{\pi} H$ மின்தூண்டல் எண் கொண்ட மின்தூண்டி மற்றும் $100\,\Omega$ மின்தடை கொண்ட மின்தடையாக்கி ஆகியவை இணைக்கப்பட்டு, ஒரு தொடர் RLC சுற்று உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. $220\ V$, $50\ Hz$ உள்ள ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டம் சுற்றுக்கு அளிக்கப்பட்டால் (i) சுற்றின் மின்எதிர்ப்பு (ii) சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு (iii) சுற்றின் திறன் காரணி மற்றும் (iv) ஒத்ததிர்வில் சுற்றின் திறன் காரணி ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

$$L = \frac{2}{\pi} H;\ C = \frac{10^{-4}}{\pi} F;\ R = 100\Omega$$
$$V_{RMS} = 220\ V;\ f = 50\,Hz$$

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 50 \times {}^{2}\!/_{\pi} = 200\,\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times \frac{10^{-4}}{\pi}} = 100\,\Omega$$

(i) மின்எதிர்ப்பு, $Z = \sqrt{R^2 + \left(X_L - X_C\right)^2}$

$$= \sqrt{100^2 + \left(200 - 100\right)^2} = 141.4\ \Omega$$

(ii) மின்னோட்டத்தின் பெரும மதிப்பு,

$$I_m = \frac{V_m}{Z} = \frac{\sqrt{2}\, V_{RMS}}{Z}$$
$$= \frac{\sqrt{2} \times 220}{141.4} = 2.2\ A$$

(iii) சுற்றின் திறன் காரணி,

$$\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{100}{141.4} = 0.707$$

(iv) ஒத்ததிர்வில் திறன் காரணி

$$\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{R} = 1$$

4.9 LC சுற்றுகளில் அலைவு (OSCILLATION IN LC CIRCUITS)

4.9.1 LC அலைவுகள் – அறிமுகம்

மின்தூண்டிகள் மற்றும் மின்தேக்கிகளில் ஆற்றலை சேமிக்கலாம் என நாம் அறிந்துள்ளோம். (பகுதிகள் 1.8.2 மற்றும் 4.3.2). ஆற்றலானது மின்தூண்டிகளில் காந்தப்புல வடிவிலும், மின்தேக்கிகளில் மின்புல வடிவிலும் சேமிக்கப்படுகிறது.

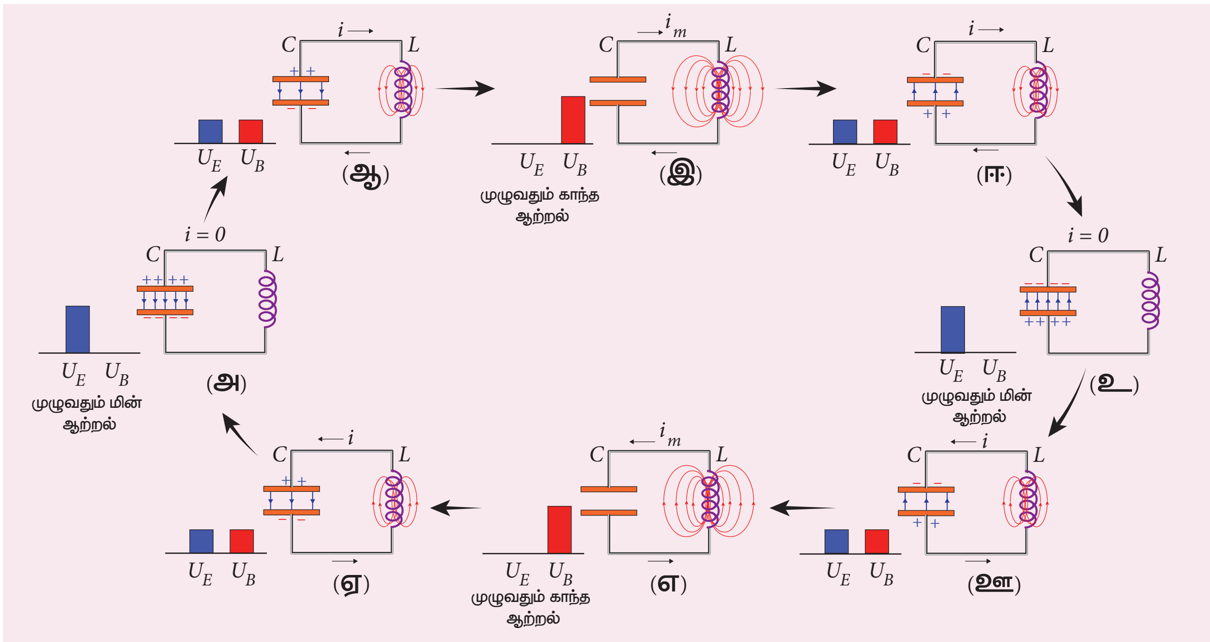
மின்தூண்டல் எண் L கொண்ட மின்தூண்டி மற்றும் மின்தேக்கத்திறன் C கொண்ட மின்தேக்கி ஆகியவற்றை கொண்டுள்ள ஒரு சுற்றுக்கு ஆற்றல் அளிக்கப்படும் போதெல்லாம், ஆற்றலானது மின்தூண்டியின் காந்தப்புலம் மற்றும் மின்தேக்கியின் மின்புலம் இடையே முன்னும் பின்னுமாக அலைவுறுகிறது. இதனால் வரையறுக்கப்பட்ட அதிர்வெண் கொண்ட மின் அலைவுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த அலைவுகள் LC அலைவுகள் எனப்படுகிறது.

LC அலைவுகள் உருவாதல்

தொடக்க நிலையில் மின்தேக்கியானது Q_m என்ற பெருமமின்னூட்டத்தைக் கொண்டு முழுவதும் மின்னேற்றம் செய்யப்பட்டதாகக் கருதுவோம். ஆகையால் மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் பெருமமாகும் மற்றும் அது $U_E = {Q_m^2}/{2C}$ என குறிக்கப்படுகிறது. மின்தூண்டியில் மின்னோட்டம் இல்லாததால் அதில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் சுழியாகும். அதாவது $U_B = 0$. எனவே ஆற்றல் முழுவதும் மின் ஆற்றலாகும். இது படம் 4.57 (அ) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

மின்தேக்கி தற்போது மின்தூண்டி வழியே மின்னிறக்கம் அடையத் தொடங்கி வலஞ்சுழியாக i என்ற மின்னோட்டத்தை நிறுவுகிறது. இந்த மின்னோட்டம் மின்தூண்டியைச் சுற்றி ஒரு காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது மற்றும் மின்தூண்டியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் $U_B = {Li^2}/{2}$. மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னூட்டம் குறைவதால், அதனுள் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றலும் குறைகிறது மற்றும் அதனை $U_E = {q^2}/{2C}$ என

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 268 09-04-2019 21:52:38



படம் 4.57 LC அலைவுகள்

எழுதலாம். இவ்வாறு ஆற்றலின் ஒரு பகுதி மின்தேக்கியில் இருந்து, மின்தூண்டிக்கு மாறுகிறது. அந்தக் கணத்தில் மொத்த ஆற்றலானது மின் மற்றும் காந்த ஆற்றல்களின் கூடுதலாகும் (படம் 4.57(ஆ)).

மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னூட்டங்கள் தீர்ந்தவுடன், அதன் ஆற்றல் சுழியாகிறது. அதாவது $U_E = 0$. ஆற்றலானது மின்தூண்டியின் காந்தப்புலத்திற்கு முழுவதுமாக மாற்றப்படுகிறது மற்றும் அதன் ஆற்றல் பெருமமாகிறது. இந்த பெரும ஆற்றல் $U_B = \frac{LI_m^2}{2}$. இங்கு I_m என்பது சுற்றில் பாயும் பெரும மின்னோட்டம் ஆகும். தற்போது ஆற்றல் முழுவதும் காந்த ஆற்றலாகும் (படம் 4.57(இ)).

மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னூட்டம் சுழியானாலும், அதே திசையில் மின்னோட்டம் தொடர்ந்து பாயும். ஏனெனில், மின்னோட்டம் உடனடியாக நிற்பதற்கு மின்தூண்டி அனுமதிப்பதில்லை. மின்தூண்டியின் சரிகின்ற காந்தப்புலமானது, சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய்வதை உறுதி செய்கிறது. ஆனால் மின்னோட்டத்தின் எண்மதிப்பு குறைகிறது. தற்போது மின்தேக்கியானது எதிர்த்திசையில் மின்னேற்றம் அடையத் தொடங்கும். ஆற்றலின் ஒரு பகுதி மின்தூண்டியில் இருந்து மீண்டும் மின்தேக்கிக்கு மாறுகிறது. மொத்த ஆற்றலானது மின் மற்றும் காந்த ஆற்றல்களின் கூடுதலாகும் (படம் 4.57(ஈ)).

சுற்றில் மின்னோட்டம் சுழியாகக் குறையும் போது மின்தேக்கியானது எதிர்த்திசையில் முழுவதுமாக மின்னேற்றம் அடைகிறது. மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் பெருமமாகிறது. மின்னோட்டம் சுழி என்பதால் மின்தூண்டியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் சுழியாகும். ஆற்றல் முழுவதும் மின் ஆற்றலாகும் (படம் 4.57(உ)).

மின்சுற்றின் தற்போதைய நிலையானது தொடக்க நிலையைப் போன்றதே. ஆனால் மின்தேக்கி எதிர்த்திசையில் மின்னேற்றம் அடைந்துள்ளது என்பது வேறுபாடாகும். மின்தேக்கியானது இடஞ்சுழி மின்னோட்டத்துடன் மின்தூண்டி வழியாக மின்னிறக்கம் அடையத் தொடங்குகிறது. மொத்த ஆற்றலானது மின் மற்றும் காந்த ஆற்றல்களின் கூடுதலாகும் (படம் 4.57(ஊ)).

ஏற்கனவே விளக்கியவாறு, செயல்முறைகள் யாவும் எதிர்த்திசையில் மீண்டும் நிகழ்கின்றன (படம் 4.57(எ) மற்றும் (ஏ). இறுதியாக சுற்று அதன் தொடக்க நிலைக்கு திரும்புகிறது (படம் 4.57(அ)). இவ்வாறு சுற்று இந்த நிலைகளைக் கடந்து சென்றால், சுற்றில் ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்த செயல்முறை மீண்டும் மீண்டும் நிகழ்ந்தால், வரையறுக்கப்பட்ட அதிர்வெண் கொண்ட மின் அலைவுகள் உருவாக்கப்படுகிறது. இவை LC அலைவுகள் எனப்படுகிறது.

இலட்சிய LC சுற்றில், ஆற்றல் இழப்பு இல்லை. எனவே அலைவுகள் காலவரையின்றி நடைபெறும். அத்தகைய அலைவுகள் தடையற்ற அலைவுகள் எனப்படுகிறது.

குறிப்பு

ஆனால் நடைமுறையில், ஜுல் வெப்பமாதல் மற்றும் சுற்றிலிருந்து மின்காந்த அலைகளின் கதிர்வீச்சு ஆகியவை அமைப்பின் ஆற்றலைக் குறைக்கின்றன. எனவே, அலைவுகள் தடையுறு அலைவுகளாகின்றன.

4.9.2 LC அலைவுகளில் ஆற்றல் மாறா நிலை

LC சுற்றுகளில் நடைபெறும் LC அலைவுகளின் போது அமைப்பின் ஆற்றலானது, மின்தேக்கியின் மின்புலம் மற்றும் மின்தூண்டியின் காந்தப்புலம் இடையே அலைவுறுகிறது. இந்த இரு ஆற்றல் வடிவங்களும் நேரத்தைப் பொருத்து மாறினாலும் மொத்த ஆற்றல் மாறாமல் உள்ளது. அதன் பொருள், ஆற்றல் மாறா விதிக்கு ஏற்ப LC அலைவுகள் நடைபெறுகின்றன என்பதாகும்.

மொத்த ஆற்றல் $U = U_E + U_B = \frac{q^2}{2C} + \frac{1}{2}Li^2$

LC அலைவுகளின் போது 3 வேறுபட்ட நிலைகளைக் கருதுவோம் மற்றும் அமைப்பின் மொத்த ஆற்றலைக் கணக்கிடுவோம்.

நேர்வு (i) மின்தேக்கியின் மின்னூட்டம் $q = Q_m$ மற்றும் மின்தூண்டியின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டம் $i = 0$ எனும் போது, மொத்த ஆற்றலானது

$$U = \frac{Q_m^2}{2C} + 0 = \frac{Q_m^2}{2C} \qquad (4.63)$$

இங்கு மொத்த ஆற்றல் முழுவதும் மின் ஆற்றலாக உள்ளது.

நேர்வு (ii) மின்னூட்டம் = 0 ; மின்னோட்டம் = I_m எனும் போது, மொத்த ஆற்றலானது

$$U = 0 + \frac{1}{2}LI_m^2 = \frac{1}{2}LI_m^2$$

$$= \frac{L}{2} \times \left(\frac{Q_m^2}{LC}\right) \qquad \because I_m = Q_m\omega = \frac{Q_m}{\sqrt{LC}}$$

$$= \frac{Q_m^2}{2C} \qquad (4.64)$$

இங்கு மொத்த ஆற்றல் முழுவதும் காந்த ஆற்றலாக உள்ளது.

நேர்வு (iii) மின்னூட்டம் = q; மின்னோட்டம் = i எனும் போது, மொத்த ஆற்றலானது

$$U = \frac{q^2}{2C} + \frac{1}{2}Li^2$$

இங்கு $q = Q_m \cos\omega t,\ i = -\frac{dq}{dt} = Q_m \omega \sin\omega t.$

மின்னூட்டத்தில் உள்ள எதிர்குறியானது, நேரத்தைச் சார்ந்து மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னூட்டம் குறைவதைக் காட்டுகிறது. எனவே

$$U = \frac{Q_m^2 \cos^2 \omega t}{2C} + \frac{L\omega^2 Q_m^2 \sin^2 \omega t}{2}$$

$$= \frac{Q_m^2 \cos^2 \omega t}{2C} + \frac{LQ_m^2 \sin^2 \omega t}{2LC}$$

ஏனெனில் $\omega^2 = \frac{1}{LC}$

$$= \frac{Q_m^2}{2C}\left(\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t\right)$$

$$U = \frac{Q_m^2}{2C} \qquad (4.65)$$

மேற்கண்ட மூன்று நேர்வுகளில் இருந்து, அமைப்பின் மொத்த ஆற்றல் மாறாமல் உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது.

4.9.3 LC அலைவுகள் மற்றும் தனிச்சீரிசை அலைவுகள் இடையே உள்ள ஒப்புமைகள்

(i) பண்புசார் முறை (Qualitative treatment)

LC அமைப்பின் மின்காந்த அலைவுகளை ஒரு சுருள்வில்–நிறை அமைப்பின் இயந்திரவியல் அலைவுகளுடன் ஒப்பிடலாம்.

LC அலைவுகளில் இரு வகையான ஆற்றல் உள்ளன. ஒன்று மின்னேற்றம் செய்யப்பட்ட

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 270 09-04-2019 21:52:45

அட்டவணை 4.2 இரு அலைவுறு அமைப்புகளின் ஆற்றல்

LC அலையியற்றி		சுருள்வில் – நிறை அமைப்பு	
பாகம்	ஆற்றல்	பாகம்	ஆற்றல்
மின்தேக்கி	மின் ஆற்றல் $= \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C}\right)q^2$	சுருள்வில்	நிலை ஆற்றல் $= \frac{1}{2}k\,x^2$
மின்தூண்டி	காந்த ஆற்றல் $= \frac{1}{2}Li^2 \quad i = \frac{dq}{dt}$	நிறை	இயக்க ஆற்றல் $= \frac{1}{2}mv^2 \quad v = \frac{dx}{dt}$

மின்தேக்கியின் மின் ஆற்றல்; மற்றொன்று மின்னோட்டம் தாங்கிய மின்தூண்டியின் காந்த ஆற்றல்.

இதுபோன்று, சுருள்வில் – நிறை அமைப்பின் இயந்திர ஆற்றலும் இரு வகையாக உள்ளன; அமுக்கப்பட்ட அல்லது நீட்டப்பட்ட சுருள்வில்லின் நிலையாற்றல் மற்றும் நிறையின் இயக்க ஆற்றல். இந்த இரு ஆற்றல் சோடிகள் அட்டவணை 4.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4.3 ஐ ஆய்வு செய்வதன் மூலம், பல்வேறு அளவுகளுக்கு இடையே உள்ள ஒப்புமைகளைப் புரிந்து கொள்ளலாம். இந்தத் தொடர்புகள்அட்டவணை4.4இல்கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

சுருள்வில் – நிறை அமைப்பில் நடைபெறும் அலைவுகளின் கோண அதிர்வெண் ஆனது பின்வருமாறு (XI இயற்பியல் பாடப்புத்தகத்தின் பகுதி 10.401 – இன் சமன்பாடு 10.22 ஐக் காண்க).

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

அட்டவணை 4.4 இல் இருந்து $k \to {}^{1}\!/_{C}$ மற்றும் $m \to L$. எனவே LC அலைவுகளின் கோண அதிர்வெண் ஆனது

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \qquad (4.66)$$

(ii) அளவுசார் முறை (Quantitative treatment)

சுருள்வில் – நிறை அமைப்பின் இயந்திரவியல் ஆற்றல் ஆனது

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k\,x^2 \qquad (4.67)$$

x மற்றும் v இன் மாறுபடும் மதிப்புகளுக்கு, ஆற்றல் E மாறாமல் இருக்கிறது. நேரத்தைப் பொருத்து E – ஐ வகைப்படுத்த, நாம் பெறுவது

அட்டவணை 4.4 மின் மற்றும் இயந்திர அளவுகளுக்கு இடையே உள்ள ஒப்புமைகள்

மின் அமைப்பு	இயந்திர அமைப்பு
மின்னூட்டம் q	இடப்பெயர்ச்சி x
மின்னோட்டம் $i = \frac{dq}{dt}$	திசைவேகம் $v = \frac{dx}{dt}$
மின்தூண்டல் எண் L	நிறை m
மின்தேக்குத்திறனின் தலைகீழி $\frac{1}{C}$	விசை மாறிலி k
மின் ஆற்றல் $= \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C}\right)q^2$	நிலை ஆற்றல் $= \frac{1}{2}k\,x^2$
காந்த ஆற்றல் $= \frac{1}{2}Li^2$	இயக்க ஆற்றல் $= \frac{1}{2}mv^2$
மின்காந்த ஆற்றல் $U = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C}\right)q^2 + \frac{1}{2}Li^2$	இயந்திர ஆற்றல் $E = \frac{1}{2}k\,x^2 + \frac{1}{2}mv^2$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{2}m\left(2v\frac{dv}{dt}\right) + \frac{1}{2}k\left(2x\frac{dx}{dt}\right) = 0$$

அல்லது $$m\frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0 \qquad (4.68)$$

ஏனெனில் $\frac{dx}{dt} = v$ மற்றும் $\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$

இதுவே சுருள்வில் – நிறை அமைப்பின் அலைவுகளின் வகைக்கெழு சமன்பாடாகும். சமன்பாடு (4.68) – இன் பொதுவான தீர்வு

$$x(t) = X_m \cos(\omega t + \phi) \qquad (4.69)$$

என்ற வடிவில் இருக்கும். இங்கு X_m என்பது $x(t)$ இன் பெரும மதிப்பு, ω என்பது கோண அதிர்வெண் மற்றும் ϕ என்பது கட்ட மாறிலி ஆகும்.

இது போன்று, LC அமைப்பின் மின்காந்த ஆற்றலானது

$$U = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{C}\right)q^2 = \text{மாறிலி} \qquad (4.70)$$

நேரத்தைப் பொருத்து U – வை வகைப்படுத்த, நாம் பெறுவது

$$\frac{dU}{dt} = \frac{1}{2}L\left(2i\frac{di}{dt}\right) + \frac{1}{2C}\left(2q\frac{dq}{dt}\right) = 0$$

அல்லது $$L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{C}q = 0 \qquad (4.71)$$

ஏனெனில் $i = \frac{dq}{dt}$ மற்றும் $\frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$

சமன்பாடு (4.71) –இன் பொதுவான தீர்வு

$$q(t) = Q_m \cos(\omega t + \phi) \qquad (4.72)$$

என்ற வடிவில் இருக்கும். இங்கு Q_m என்பது $q(t)$ இன் பெருமமதிப்பு, ω என்பது கோண அதிர்வெண் மற்றும் ϕ என்பது கட்ட மாறிலி ஆகும்.

LC சுற்றில் மின்னோட்டம்

LC சுற்றில் பாய்கின்ற மின்னோட்டம் ஆனது $q(t)$ – ஐ நேரத்தைப் பொருத்து வகைப்படுத்துவதன் மூலம் பெறப்படுகிறது.

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}\left[Q_m \cos(\omega t + \phi)\right]$$

$$= -Q_m \omega \sin(\omega t + \phi) \qquad \text{ஏனெனில் } I_m = Q_m \omega$$

அல்லது $$i(t) = -I_m \sin(\omega t + \phi) \qquad (4.73)$$

மின்னோட்டமானது நேரம் t – ஐச் சார்ந்து மாறுபடுவதை சமன்பாடு (4.73) தெளிவாகக் காட்டுகிறது. உண்மையில் இது கோண அதிர்வெண் ω கொண்ட ஒரு சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னோட்டம் ஆகும்.

LC அலைவுகளின் கோண அதிர்வெண்

சமன்பாடு (4.72) இருமுறை வகைப்படுத்த, நாம் பெறுவது

$$\frac{d^2q}{dt^2} = -Q_m \omega^2 \cos(\omega t + \phi) \qquad (4.74)$$

சமன்பாடுகள் (4.72) மற்றும் (4.74) ஐ, சமன்பாடு (4.71)இல் பிரதியிட

$$L\left[-Q_m \omega^2 \cos(\omega t + \phi)\right] + \frac{1}{C}Q_m \cos(\omega t + \phi) = 0$$

சமன்பாட்டை மாற்றியமைக்கும் போது, LC அலைவுகளின் கோண அதிர்வெண் பின்வருமாறு கிடைக்கிறது.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \qquad (4.75)$$

இந்தச் சமன்பாடும், பண்புசார் ஒப்புமையிலிருந்து பெறப்பட்ட சமன்பாடும் ஒன்றாகும்.

மின் மற்றும் காந்த ஆற்றலின் அலைவுகள்

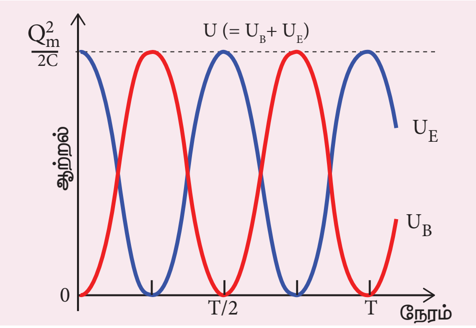
LC அலையியற்றியின் மின் ஆற்றல் ஆனது

$$U_E = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_m^2}{2C}\cos^2(\omega t + \phi) \qquad (4.76)$$

காந்த ஆற்றல் ஆனது

$$U_B = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{Q_m^2}{2C}\sin^2(\omega t + \phi) \qquad (4.77)$$

$\phi = 0$ என்று கருதிக்கொண்டால், இரு ஆற்றல்களுக்கான வரைபடம் வரைந்தால், படம் 4.58 நமக்கு கிடைக்கிறது.



படம் 4.58 நேரத்தின் சார்பாக U_E மற்றும் U_B மாறுபடுதல்

வரைபடத்திலிருந்து குறிக்கப்பட வேண்டியதாவது

(i) எந்த கணத்திலும் $U_E + U_B = \frac{Q_m^2}{2c}$ = மாறிலி

(ii) U_E மற்றும் U_B ஆகிய இரண்டின் பெரும மதிப்புகளும் $\frac{Q_m^2}{2c}$ ஆகும்.

(iii) U_E பெருமமாக உள்ளபோது, U_B சுழியாகவும் மற்றும் நேர்மாறாகவும் உள்ளது.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 272 09-04-2019 21:53:08

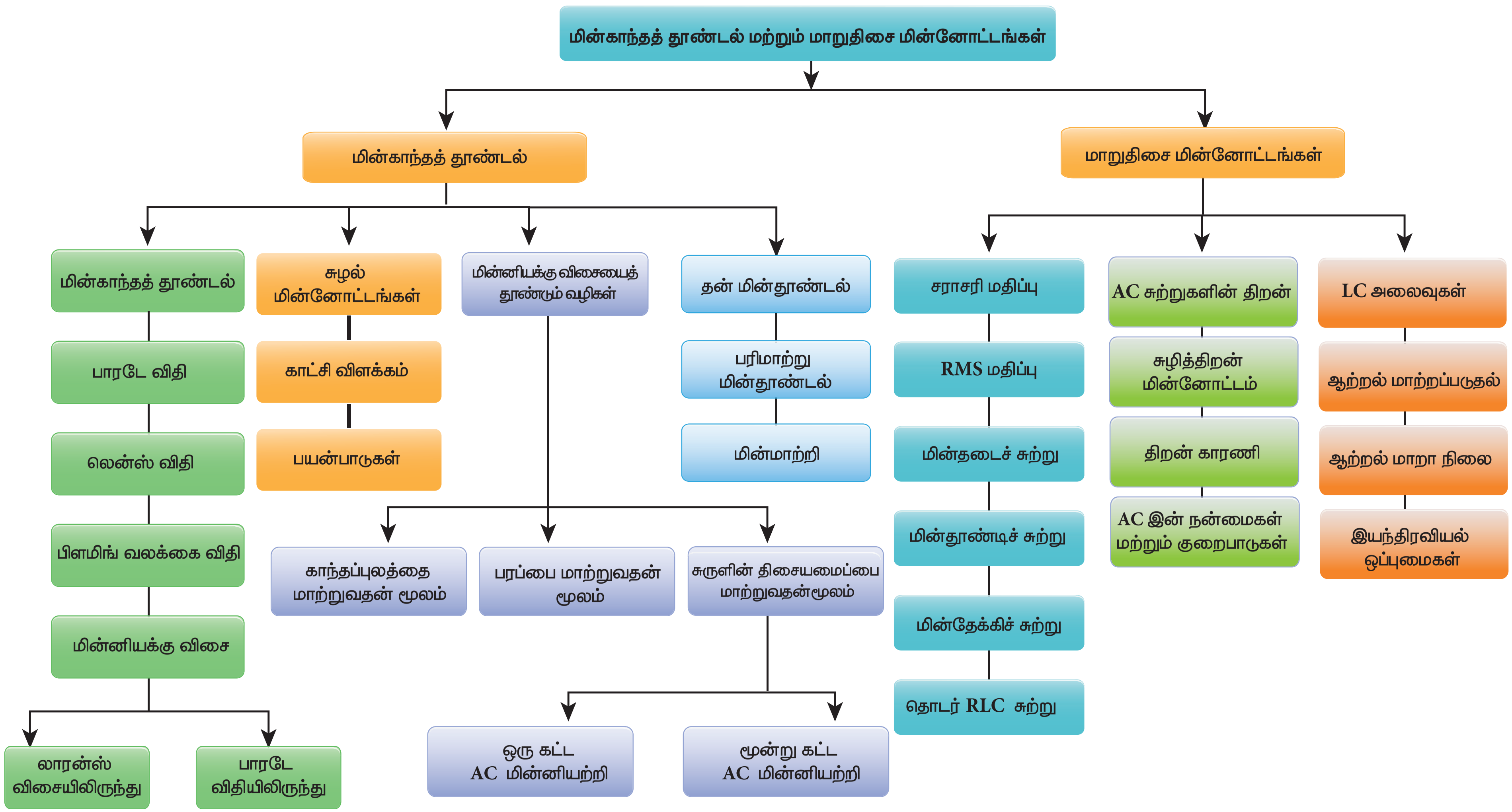
பாடச்சுருக்கம்

- ஒரு மூடிய கம்பிச்சுருளுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறும் போதெல்லாம் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது.அதனால் சுற்றில் ஒரு மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்த நிகழ்வு மின்காந்தத்தூண்டல் எனப்படும்.
- பாரடேயின் முதல் விதிப்படி, ஒரு மூடிய சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறும்போதெல்லாம் சுற்றில் ஒரு மின்னியக்குவிசை தூண்டப்படுகிறது.
- பாரடேயின் இரண்டாம் விதிப்படி, ஒரு மூடிய சுற்றில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண்மதிப்பு, நேரத்தைப் பொறுத்து சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயம் மாறும் வீதத்திற்கு சமமாகும்.
- லென்ஸ் விதியின்படி, தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையானது அதன் உருவாக்கத்திற்கு காரணமானதை எப்போதும் எதிர்க்கும் விதத்தில் அமையும்.
- லென்ஸ் விதியானது ஆற்றல் மாறா விதியின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்டது.
- பிளமிங் வலக்கை விதியின்படி, காந்தப்புலத்தின் திசையை சுட்டுவிரலும், கடத்தி இயங்கும் திசையை பெருவிரலும் குறித்தால், தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையை நடுவிரல் குறிக்கும்.
- தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டங்கள் ஒரு மைய வட்டப் பாதைகளில் பாய்வது சுழல் மின்னோட்டங்கள் அல்லது போகால்ட் மின்னோட்டங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.
- மின்தூண்டி என்பது அதன் வழியே மின்னோட்டம் பாயும்போது காந்தப்புலத்தில் ஆற்றலை சேமிக்க உதவும் ஒரு கருவியாகும்.
- கம்பிச் சுருளோடு தொடர்புடைய பாயம் மாறினால் அதே சுருளில் ஒரு மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. இந்த நிகழ்வு தன் மின்தூண்டல் எனப்படுகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை தன்மின்தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை எனப்படும்.
- ஒரு சுருளின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் நேரத்தைப் பொருத்து மாறினால் அருகில் உள்ள சுற்றில் மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. இந்த நிகழ்வு பரிமாற்று மின்தூண்டல் எனப்படுகிறது. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை பரிமாற்று மின் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை எனப்படுகிறது.
- AC மின்னியற்றி அல்லது மின்னாக்கி ஒரு ஆற்றல் மாற்றும் கருவி ஆகும். இது கம்பிச்சுருள் அல்லது புலக்காந்தத்தை சுழற்றப் பயன்படும் இயந்திர ஆற்றலை மின்ஆற்றலாக மாற்றுகிறது.
- சில AC மின்னியற்றிகளில் மூன்று தனித்தனி கம்பிச்சுருள்கள் உள்ளன. அவை மூன்று தனி மின்னியக்கு விசைகளைத் தரும். எனவே அவை மூன்று – கட்ட AC மின்னியற்றிகள் எனப்படும்.
- மின் மாற்றி என்பது AC மின் திறனை ஒரு சுற்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு அதன் அதிர்வெண் மாறாமல் மாற்றப் பயன்படும் ஒரு நிலையான கருவியாகும்.
- மின் மாற்றியின் பயனுறுதிறன் பயனுள்ள வெளியீடு திறனுக்கும் உள்ளீடு திறனுக்கும் உள்ள தகவு என வரையறுக்கப்படுகிறது.
- ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு என்பது சீரான நேர இடைவெளியில் அதன் முனைப்புத்தன்மையை மாற்றுகின்ற மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகும் மற்றும் அதற்கேற்ப விளையும் மாறுதிசை மின்னோட்டமும் திசையை மாற்றுகிறது.
- மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு ஆனது நேர் அல்லது எதிர் அரைசுற்றில் உள்ள மின்னோட்டத்தின் அனைத்து மதிப்புகளின் சராசரி என வரையறுக்கப்படுகிறது.
- ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் இருமடிச் சராசரியின் இருமடிமூல மதிப்பு அல்லது பயனுறு மதிப்பு ஆனது ஒரு சுற்றில் அனைத்து மின்னோட்டங்களின் இருமடிகளின் சராசரியின் இருமடிமூலம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 273 09-04-2019 21:53:09

- ஒரு சைன் வடிவ மாறுதிசை மின்னழுத்த வேறுபாடு (அல்லது மின்னோட்டம்) ஆனது தொடக்க புள்ளியைப் பொருத்து மாறா கோணத் திசைவேகத்தில் இடஞ்சுழியாக சுழலும் ஒரு வெக்டரால் குறிப்பிடப்படுகிறது. அத்தகைய சுழலும் வெக்டர் கட்ட வெக்டர் எனப்படுகிறது.
- செலுத்தப்பட்ட மாறுதிசை மின்மூலத்தின் அதிர்வெண் RLC சுற்றின் இயல் அதிர்வெண்ணிற்கு சமமானால் சுற்றில் மின்னோட்டம் அதன் பெரும மதிப்பைப் பெறுகிறது. பிறகு சுற்றானது மின் ஒத்ததிர்வில் உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.
- தொடர் ஒத்ததிர்வில் மின்னழுத்த வேறுபாட்டுப் பெருக்கம் Q – காரணி எனப்படுகிறது.
- சுற்றின் திறன் என்பது அச்சுற்றில் மின் சுற்றல் நுகரப்படும் வீதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.
- ஒரு LC சுற்றிற்கு ஆற்றல் அளிக்கப்படும் போதெல்லாம் ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட அதிர்வெண் கொண்ட மின் அலைவுகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த அலைவுகள் LC அலைவுகள் எனப்படுகிறது.
- LC அலைவுகளின் போது, மொத்த ஆற்றல் மாறாமல் உள்ளது. அதன் பொருள் LC அலைவுகளானது ஆற்றல் மாறா விதிப்படி நடைபெறுகிறது என்பதாகும்.

கருத்து வரைபடம்



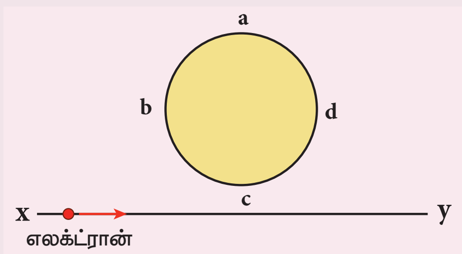
மின்காந்தத் தூண்டல் மற்றும் மாறுதிசை மின்னோட்டங்கள்
மின்காந்தத் தூண்டல்
மாறுதிசை மின்னோட்டங்கள்
மின்காந்தத் தூண்டல்
பாரடே விதி
லென்ஸ் விதி
பிளமிங் வலக்கை விதி
மின்னியக்கு விசை
லாரன்ஸ் விசையிலிருந்து
பாரடே விதியிலிருந்து
சுழல் மின்னோட்டங்கள்
காட்சி விளக்கம்
பயன்பாடுகள்
மின்னியக்கு விசையைத் தூண்டும் வழிகள்
காந்தப்புலத்தை மாற்றுவதன் மூலம்
பரப்பை மாற்றுவதன் மூலம்
சுருளின் திசையமைப்பை மாற்றுவதன்மூலம்
ஒரு கட்ட AC மின்னியற்றி
மூன்று கட்ட AC மின்னியற்றி
தன் மின்தூண்டல்
பரிமாற்று மின்தூண்டல்
மின்மாற்றி
சராசரி மதிப்பு
RMS மதிப்பு
மின்தடைச் சுற்று
மின்தூண்டிச் சுற்று
மின்தேக்கிச் சுற்று
தொடர் RLC சுற்று
AC சுற்றுகளின் திறன்
சுழித்திறன் மின்னோட்டம்
திறன் காரணி
AC இன் நன்மைகள் மற்றும் குறைபாடுகள்
LC அலைவுகள்
ஆற்றல் மாற்றப்படுதல்
ஆற்றல் மாறா நிலை
இயந்திரவியல் ஒப்புமைகள்

பயிற்சி வினாக்கள்

I சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக

1. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு எலக்ட்ரான் நேர்க்கோட்டுப்பாதை *XY* – இல் இயங்குகிறது. கம்பிச்சுற்று *abcd* எலக்ட்ரானின் பாதைக்கு அருகில் உள்ளது. கம்பிச்சுற்றில் ஏதேனும் மின்னோட்டம் தூண்டப்பட்டால் அதன் திசை யாது?

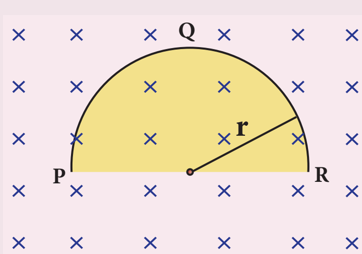
(NEET – 2015)



   (a) எலக்ட்ரான் கம்பிச்சுருளைக் கடக்கும்போது, மின்னோட்டம் அதன் திசையை திருப்புகிறது
   (b) மின்னோட்டம் தூண்டப்படாது
   (c) *abcd*
   (d) *adcb*

SYFWSP

2. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, ஒரு மெல்லிய அரைவட்ட வடிவ *r* ஆரமுள்ள கடத்தும் சுற்று (*PQR*) கிடைத்தள காந்தப்புலம் *B* – இல் அதன் தளம் செங்குத்தாக உள்ளவாறு விழுகிறது.



அதன் வேகம் *v* உள்ளபோது சுற்றில் உருவான மின்னழுத்த வேறுபாடு

(NEET 2014)

   (a) சுழி
   (b) $\dfrac{Bv\pi r^2}{2}$ மற்றும் *P* உயர் மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும்
   (c) πrBv மற்றும் *R* உயர் மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும்
   (d) $2rBv$ மற்றும் *R* உயர் மின்னழுத்தத்தில் இருக்கும்

3. *t* என்ற கணத்தில், ஒரு சுருளோடு தொடர்புடைய பாயம் $\Phi_B = 10t^2 - 50t + 250$ என உள்ளது. $t = 3\,s$ – இல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையானது

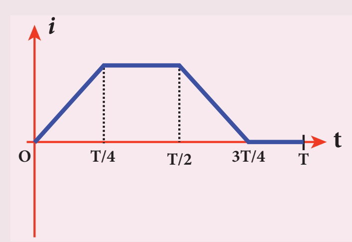
   (a) $-190\ V$ (b) $-10\ V$
   (c) $10\ V$ (d) $190\ V$

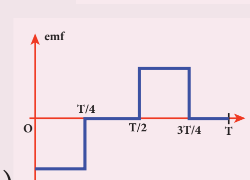
4. மின்னோட்டமானது 0.05 *s* நேரத்தில் +2*A* லிருந்து –2*A* ஆக மாறினால், சுருளில் 8 *V* மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. சுருளின் தன் மின் தூண்டல் எண்

   (a) 0.2 *H* (b) 0.4 *H*
   (c) 0.8 *H* (d) 0.1 *H*

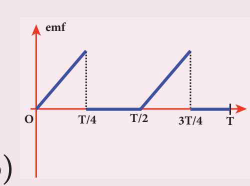
5. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு, ஒரு சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் *i* நேரத்தைப் பொருத்து மாறுகிறது. நேரத்தைப் பொருத்து தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் மாறுபாடானது

(NEET – 2011)

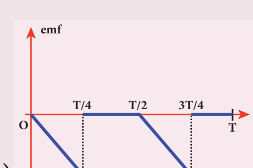




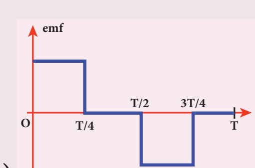
(a)



(b)



(c)



(d)

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 276 09-04-2019 21:53:14

6. 4 cm^2 குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு கொண்ட ஒரு வட்ட கம்பிச்சுருள் 10 சுற்றுகளைக் கொண்டுள்ளது. அது சென்டிமீட்டருக்கு 15 சுற்றுகள் மற்றும் 10 cm^2 குறுக்கு–வெட்டுப்பரப்பு கொண்ட ஒரு 1 m நீண்ட வரிச்சுருளின் மையத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிச்சுருளின் அச்சானது வரிச்சுருளின் அச்சுடன் பொருந்துகிறது. அவற்றின் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் யாது ?

(a) 7.54 μH (b) 8.54 μH

(c) 9.54 μH (d) 10.54 μH

7. ஒரு மின்மாற்றியில் முதன்மை மற்றும் துணைச்சுற்றுகளில் முறையே 410 மற்றும் 1230 சுற்றுகள் உள்ளன. முதன்மைச்சுருளில் உள்ள மின்னோட்டம் 6A எனில், துணைச்சுருளின் மின்னோட்டமானது

(a) 2 A (b) 18 A

(c) 12 A (d) 1 A

8. ஒரு இறக்கு மின்மாற்றி மின்மூலத்தின் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை 220 V இல் இருந்து 11 V ஆகக் குறைக்கிறது மற்றும் மின்னோட்டத்தை 6 A இல் இருந்து 100 A ஆக உயர்த்துகிறது. அதன் பயனுறுதிறன்

(a) 1.2 (b) 0.83

(c) 0.12 (d) 0.9

9. ஒரு மின்சுற்றில் R, L, C மற்றும் AC மின்னழுத்த மூலம் ஆகிய அனைத்தும் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. L ஆனது சுற்றிலிருந்து நீக்கப்பட்டால், மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்ட வேறுபாடு $\pi/3$ ஆகும். மாறாக, C ஆனது நீக்கப்பட்டால், கட்ட வேறுபாடானது மீண்டும் $\pi/3$ என உள்ளது. சுற்றின் திறன் காரணி

(NEET 2012)

(a) $1/2$ (b) $1/\sqrt{2}$

(c) 1 (d) $\sqrt{3}/2$

10. ஒரு தொடர் RL சுற்றில், மின்தடை மற்றும் மின்தூண்டல் மின்மறுப்பு இரண்டும் சமமாக உள்ளன. சுற்றில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்ட வேறுபாடு

(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$

(c) $\frac{\pi}{6}$ (d) zero

11. ஒரு தொடர் RLC சுற்றில், 100 Ω மின்தடைக்குக் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு 40 V ஆகும். ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் ω ஆனது 250 rad/s. C இன் மதிப்பு 4 μF எனில், L க்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு

(a) 600 V (b) 4000 V

(c) 400V (d) 1 V

12. ஒரு 20 mH மின்தூண்டி, 50 μF மின்தேக்கி மற்றும் 40 Ω மின்தடை ஆகியவை ஒரு மின்னியக்கு விசை $\upsilon = 10 \sin 340\, t$ கொண்ட மூலத்துடன் தொடராக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. AC சுற்றில் திறன் இழப்பு

(a) 0.76 W (b) 0.89 W

(c) 0.46 W (d) 0.67 W

13. ஒரு சுற்றில் மாறுதிசை மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் கணநேர மதிப்புகள் முறையே $i = \frac{1}{\sqrt{2}} \sin(100\pi t)$ A மற்றும் $v = \frac{1}{\sqrt{2}} \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ V. ஆகும். சுற்றில் நுகரப்பட்ட சராசரித்திறன் (வாட் அலகில்)

(IIT Main 2012)

(a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{\sqrt{3}}{4}$

(c) $\frac{1}{2}$ (d) $\frac{1}{8}$

14. ஒரு அலைவுறும் LC சுற்றில் மின்தேக்கியில் உள்ள பெரும மின்னூட்டம் Q ஆகும். ஆற்றலானது மின் மற்றும் காந்தப்புலங்களில் சமமாக சேமிக்கப்படும் போது, மின்னூட்டத்தின் மதிப்பு

(a) $\frac{Q}{2}$ (b) $\frac{Q}{\sqrt{3}}$

(c) $\frac{Q}{\sqrt{2}}$ (d) Q

15. $\frac{20}{\pi^2} H$ மின்தூண்டியானது மின்தேக்குத்திறன் C கொண்ட மின்தேக்கியுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. $50\,Hz$ இல் பெருமத் திறனை செலுத்தத் தேவையான C இன் மதிப்பானது

(a) 50 μF (b) 0.5 μF
(c) 500 μF (d) 5 μF

விடைகள்:

1) a	**2)** d	**3)** b	**4)** d	**5)** a
6) a	**7)** a	**8)** b	**9)** c	**10)** a
11) c	**12)** c	**13)** d	**14)** c	**15)** d

II சிறு வினாக்கள்

1. மின்காந்தத்தூண்டல் என்றால் என்ன ?
2. மின்காந்தத்தூண்டலின் பாரடே விதிகளைக் கூறுக.
3. லென்ஸ் விதியைக் கூறுக.
4. பிளமிங் வலக்கை விதியைக் கூறுக.
5. சுழல் மின்னோட்டம் எவ்வாறு உருவாகிறது? அவை எவ்வாறு ஒரு கடத்தியில் பாய்கிறது?
6. தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையை உருவாக்கும் வழிகளைக் கூறுக.
7. ஒரு மின்தூண்டி எதற்குப் பயன்படுகிறது? சில உதாரணங்களைத் தருக.
8. தன் மின்தூண்டல் என்றால் என்ன?
9. பரிமாற்று மின்தூண்டல் என்றால் என்ன?
10. மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னியற்றியின் தத்துவத்தைக் கூறுக.
11. AC மின்னியற்றியின் நிலையான சுருளி – சுழலும் புல அமைப்பின் நன்மைகளைப் பட்டியலிடுக.
12. ஏற்று மற்றும் இறக்கு மின்மாற்றிகள் என்றால் என்ன?
13. ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பை வரையறு.
14. ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் RMS மதிப்பை வரையறு.
15. கட்ட வெக்டர்கள் என்றால் என்ன?
16. மின் ஒத்ததிர்வு – வரையறு.
17. ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் என்றால் என்ன?
18. Q – காரணி – வரையறு.
19. சுழித்திறன் மின்னோட்டம் என்றால் என்ன?
20. திறன் காரணியின் ஒரு வரையறையைத் தருக.
21. LC அலைவுகள் என்றால் என்ன?

III நெடு வினாக்கள்

1. ஒரு மூடிய சுற்றில் கம்பிச்சுருள் மற்றும் காந்தம் இடையே உள்ள சார்பு இயக்கம், கம்பிச்சுருளில் மின்னியக்கு விசையைத் தூண்டுகிறது என்ற உண்மையை நிறுவுக.
2. லென்ஸ் விதியைப் பயன்படுத்தி, தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையை கண்டறிவதை விளக்குக.
3. லென்ஸ் விதியானது ஆற்றல் மாறா விதியின் அடிப்படையில் உள்ளது எனக் காட்டுக.
4. லாரன்ஸ் விசையிலிருந்து இயக்க மின்னியக்கு விசைக்கான சமன்பாட்டைப் பெறுக.
5. பாரடே மின்காந்தத்தூண்டல் விதியிலிருந்து இயக்க மின்னியக்குவிசையின் சமன்பாட்டைத் தருவி.
6. போகால்ட் மின்னோட்டத்தின் பயன்களைத் தருக.
7. ஒரு கம்பிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண்ணை (i) காந்தப்பாயம் மற்றும் (ii) தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை ஆகியவற்றின் படி வரையறு.
8. மின்தூண்டல் எண்ணின் அலகை வரையறு.
9. ஒரு கம்பிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண் குறித்து நீ புரிந்து கொண்டது யாது? அதன் இயற்பியல் முக்கியத்துவம் யாது?
10. வரிச்சுருளின் நீளமானது அதன் விட்டத்தைவிட பெரியது எனக் கருதி, அதன் மின்தூண்டல் எண்ணிற்கான சமன்பாட்டைத் தருவி.
11. மின்தூண்டல் எண் L கொண்ட ஒரு மின்தூண்டி i என்ற மின்னோட்டத்தைக் கொண்டுள்ளது. அதில் மின்னோட்டத்தை நிறுவ சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல் யாது?

12. ஒரு சோடி கம்பிச்சுருள்கள் இடையே உள்ள பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண் சமமாகும் என்பதைக் காட்டுக ($M_{12} = M_{21}$).

13. ஒரு சுருள் உள்ளடக்கிய பரப்பை மாற்றுவதன் மூலம், ஒரு மின்னியக்கு விசையை எவ்வாறு தூண்டலாம்?

14. ஒரு காந்தப்புலத்தில் கம்பிச்சுருளின் ஒரு சுழற்சி மாறுதிசை மின்னியக்கு விசையின் ஒரு சுற்றை தூண்டுகிறது என்பதைக் கணிதவியலாக காட்டுக.

15. AC மின்னியற்றின் பொதுவான அமைப்பு விபரங்களை விவரி.

16. தேவையான படத்துடன் ஒரு – கட்ட AC மின்னியற்றியின் செயல்பாட்டை விளக்குக.

17. மூன்று–கட்ட AC மின்னியற்றியில் மூன்று வெவ்வேறு மின்னியக்கு விசைகள் எவ்வாறு தூண்டப்படுகின்றன? இந்த மூன்று மின்னியக்கு விசைகளின் வரைபடத்தை வரைக.

18. மின்மாற்றியின் அமைப்பு மற்றும் செயல்பாட்டை விளக்குக.

19. மின்மாற்றியில் ஏற்படும் பல்வேறு ஆற்றல் இழப்புகளைக் குறிப்பிடுக.

20. நீண்ட தொலைவு திறன் அனுப்புகையில் AC யின் நன்மையை ஒரு உதாரணத்துடன் தருக.

21. மின்தூண்டிச்சுற்றில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்டத் தொடர்பைக் காண்க.

22. தொடர் RLC சுற்றில், செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையே உள்ள கட்டக்கோணத்திற்கான சமன்பாட்டைத் தருவி.

23. மின்தூண்டி மற்றும் மின்தேக்கி மின்மறுப்பை வரையறு. அதன் அலகுகளைத் தருக.

24. ஒரு சுற்றில் AC–இன் சராசரி திறனுக்கான கோவையைப் பெறுக. அதன் சிறப்பு நேர்வுகளை விவரி.

25. LC அலைவுகளின்போது மொத்த ஆற்றல் மாறாது எனக் காட்டுக.

26. மின்காந்தத் தூண்டலின்போது ஆற்றல் மாறாது என நிரூபி.

27. LC சுற்றின் மின்காந்த அலைவுகளை சுருள்வில்–நிறை அமைப்பின் இயந்திரவியல் அலைவுகளுடன் ஒப்பிடுக. LC அலையியற்றியின் கோண அதிர்வெண்ணிற்கான கோவையை கணிதவியலின்படி தருவி.

IV. பயிற்சிக் கணக்குகள்

1. 500 சுற்றுகள் மற்றும் 30 cm பக்கம் உள்ள ஒரு சதுர கம்பிச்சுருளானது, 0.4 T சீரான காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிச்சுருளின் தளமானது, புலத்திற்கு 30° சாய்வாக உள்ளது. கம்பிச்சுருளின் வழியேயான காந்தப்பாயத்தைக் கணக்கிடுக.

   (விடை: 9 Wb)

2. ஒரு நேரான உலோகக் கம்பியானது, 4 mWb பாயம் கொண்ட காந்தப்புலத்தை 0.4 s நேரத்தில் கடக்கிறது. கம்பியில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் எண்மதிப்பைக் காண்க.

   (விடை: 10 mV)

3. ஒரு கம்பிச்சுருளின் தளத்திற்கு செங்குத்தாகப் பாயும் காந்தப்பாயம் நேரத்தின் சார்பாக உள்ளது. அது $\Phi_B = (2t^3 + 4t^2 + 8t + 8)$ Wb ஆகும். கம்பிச்சுருளின் மின்தடை 5 Ω எனில், $t = 3s$ நேரத்தில் கம்பிச்சுருள் வழியே தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடுக.

   (விடை: 17.2A)

4. 0.02 m ஆரமுள்ள ஒரு நெருக்கமாக சுற்றப்பட்ட கம்பிச்சுருளின் தளம், காந்தப்புலத்திற்கு குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. 6 விநாடி நேரத்தில் காந்தப்புலமானது 8000 T இல் இருந்து 2000 T ஆக மாறினால், 44 V மின்னியக்கு விசை தூண்டப்படுகிறது. கம்பிச்சுருளில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக.

   (விடை: 35 சுற்றுகள்)

5. 6 cm^2 பரப்பும் 3500 சுற்றுகளும் கொண்ட ஒரு செவ்வக கம்பிச்சுருள் 0.4 T சீரான காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. தொடக்கத்தில், கம்பிச்சுருளின் தளம் புலத்திற்கு குத்தாக உள்ளது. பிறகு 180° கோணம் சுழற்றப்படுகிறது. கம்பிச்சுருளின் மின்தடை 35 Ω எனில், கம்பிச்சுருள் வழியே பாயும் மின்னூட்டத்தின் மதிப்பைக் காண்க.

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 279 09-04-2019 21:53:19

(விடை: 48×10^{-3} C)

6. 100 Ω மின்தடை கொண்ட ஒற்றை கடத்தியின் வழியாக 2.5 mA தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் பாய்கிறது. கடத்தியால் காந்தப்பாயம் வெட்டப்படும் வீதத்தைக் காண்க.

(விடை: 250 $mWbs^{-1}$)

7. 0.4 m நீள இறக்கைகள் கொண்ட ஒரு விசிறி $4\times10^{-3}T$ காந்தப்புலத்திற்கு குத்தாக சுழலுகிறது. இறக்கையின் மையத்திற்கும் விளிம்பிற்கும் இடையே தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை 0.02 V எனில், இறக்கை சுழலும் வீதத்தைக் கணக்கிடுக.

(விடை: 9.95 சுழற்சிகள்/விநாடி)

8. 1 m நீள உலோக ஆரக்கம்பிகளைக் கொண்ட ஒரு மிதிவண்டிச் சக்கரம் புவிகாந்தப்புலத்தில் சுழலுகிறது. சக்கரத்தின் தளமானது புவிகாந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக் கூறு $4\times10^{-5}T$ க்கு குத்தாக உள்ளது. ஆரக் கம்பிகளில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை 31.4 mV எனில், சக்கரத்தின் சுற்றும் வீதத்தைக் கணக்கிடுக (விடை: 250 சுழற்சிகள்/விநாடி)

9. 2m நீளம், 0.04 m விட்டம் மற்றும் 4000 சுற்றுகள் கொண்ட காற்று – உள்ளக வரிச்சுருளின் தன் மின்தூண்டல் எண்ணைக் கணக்கிடுக.

(விடை: 12.62 mH)

10. 200 சுற்றுகள் கொண்ட ஒரு கம்பிச்சுருள் 4 A மின்னோட்டத்தை கொண்டுள்ளது. கம்பிச்சுருள் வழியே செல்லும் காந்தப்பாயம் 6×10^{-5} Wb எனில், கம்பிச்சுருளைச் சுற்றியுள்ள ஊடகத்தில் சேமிக்கப்பட்ட காந்த ஆற்றலைக் கணக்கிடுக.

(விடை: 0.024 J)

11. 50 cm நீள வரிச்சுருள் ஒரு சென்டி மீட்டருக்கு 400 சுற்றுகள் கொண்டுள்ளது. வரிச்சுருளின் விட்டம் 0.04 m. 1 A மின்னோட்டம் பாயும்போது ஒரு சுற்றின் காந்தப்பாயத்தைக் காண்க.

(விடை: 1.26 Wb)

12. 200 சுற்றுகள் கொண்ட கம்பிச்சுருள் 0.4 A மின்னோட்டத்தை கொண்டுள்ளது. 4 mWb காந்தப்பாயம் கம்பிச்சுருளோடு தொடர்பில் இருந்தால், கம்பிச்சுருளின் மின்தூண்டல் எண்ணைக் காண்க.

(விடை: 2H)

13. இரு காற்று – உள்ளக வரிச்சுருள்கள் 80 cm சம நீளத்தையும் 5 cm^2 சம குறுக்கு – வெட்டுப்பரப்பையும் கொண்டுள்ளன. முதல் சுருளில் 1200 சுற்றுகளும் இரண்டாவது சுருளில் 400 சுற்றுகளும் இருந்தால், அவற்றிற்கிடையே உள்ள பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணைக் காண்க.

(விடை: 0.38 mH)

14. ஒரு செமீ நீளத்தில் 400 சுற்றுகள் கொண்ட நீண்ட வரிச்சுருள் 2A மின்னோட்டத்தைக் கொண்டுள்ளது. 4 cm^2 குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு மற்றும் 100 சுற்றுகள் கொண்ட கம்பிச்சுருள் ஒன்று வரிச்சுருளின் உள்ளே பொது அச்சுள்ள (co–axial) வகையில் வைக்கப்படுகிறது. வரிச்சுருளின் காந்தப்புலத்தில் கம்பிச்சுருள் உள்ளவாறு வைக்கப்படுகிறது. 0.04 விநாடியில் வரிச்சுருளில் செல்லும் மின்னோட்டத்தின் திசை திருப்பப்பட்டால், கம்பிச்சுருளில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையைக் காண்க.

(விடை: 0.20 V)

15. 2 cm ஆரம் மற்றும் 200 சுற்றுகள் கொண்ட கம்பிச்சுருளானது 3 cm ஆரமுள்ள நீண்ட வரிச்சுருளுக்குள் பொது அச்சுள்ள வகையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. வரிச்சுருளின் சுற்று அடர்த்தி 90 சுற்றுகள் / செமீ எனில், சுருளின் பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணைக் கணக்கிடுக.

(விடை: 2.84 mH)

16. ஒப்புமை உட்புகுதிறன் 900 கொண்ட ஒரு இரும்பு உள்ளகத்தின் மீது வரிச்சுருள்கள் S_1 மற்றும் S_2 சுற்றப்பட்டுள்ளன. அவை முறையே 4 cm^2 மற்றும் 0.04 m என்ற சம குறுக்குப்பரப்பும் மற்றும் சம நீளமும் கொண்டுள்ளன. S_1 இல் உள்ள சுற்றுகள் 200 மற்றும் S_2 இல் உள்ள சுற்றுகள் 800 எனில், சுருள்களுக்கு இடையே உள்ள பரிமாற்று மின்தூண்டல் எண்ணைக் கணக்கிடுக. வரிச்சுருள் S_1 இல் மின்னோட்டம் 2 A இல் இருந்து 8A ஆக 0.04 நொடியில் அதிகரிக்கப்படுகிறது. வரிச்சுருள் S_2 இல் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையைக் கணக்கிடுக.

(விடை: 1.81H; 271.5 V)

17. 220 V மின் மூலத்துடன் இணைக்கப்பட்ட ஒரு இறக்க மின்மாற்றியானது 11V, 88W விளக்கை செயல்பட வைக்கிறது. (i) மின் மாற்றவிகிதம் மற்றும் (ii) முதன்மைச் சுருளில் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

(விடை: 1/20 and 0.4A)

18. 90% பயனுறுதிறன் கொண்ட 200V / 120V இறக்கு மின்மாற்றி ஒன்று 40 Ω மின்தடை கொண்ட மின்தூண்டல் அடுப்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்மாற்றியின் முதன்மைச்சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்தைக் காண்க.

(விடை: 2A)

19. ஒரு மின்மாற்றியின் 300 சுற்றுள்ள முதன்மைச்சுருள் 0.82 Ω மின்தடையும், 1200 சுற்றுள்ள துணைச்சுருள் 6.2 Ω மின்தடையும் கொண்டுள்ளன. 1600V மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் துணைச்சுருளில் இருந்து வெளியீடு திறன் 32 kW எனில், முதன்மைச் சுருளில் மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் காண்க. மின்மாற்றியின் பயனுறுதிறன் 80% எனும்போது இரு சுருள்களிலும் திறன் இழப்புகளைக் கணக்கிடுக.

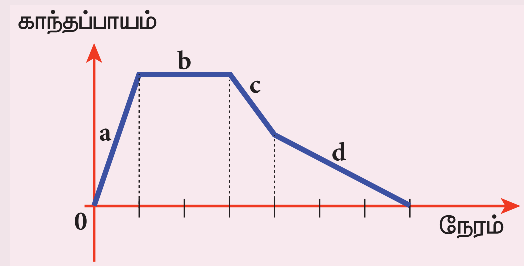
(விடை: 400V, 8.2 kW மற்றும் 2.48 kW)

20. பெரும மதிப்பு 20 A கொண்ட ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் 60° கணநேர மதிப்பு, சராசரி மதிப்பு மற்றும் RMS மதிப்பு ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக.

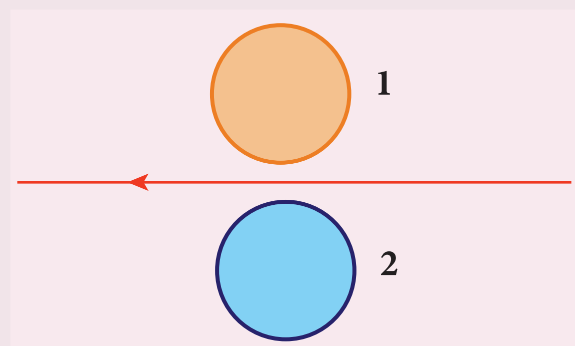
(விடை: 17.32A, 12.74A, 14.14 A)

IV கருத்துரு வினாக்கள்

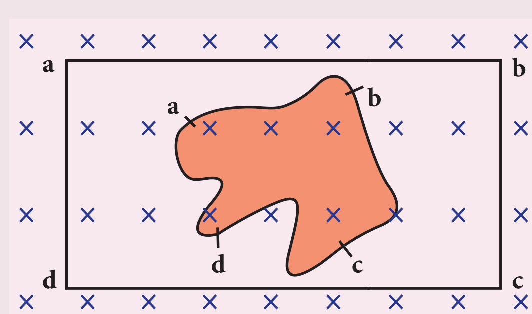
1. ஒரு மூடிய சுற்றுடன் தொடர்புடைய காந்தப்பாயத்தின் எண்மதிப்புக்கும் நேரத்திற்கும் இடையே வரையப்பட்ட வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. சுற்றில் தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசையின் மதிப்புகளின் அடிப்படையில் வரைபடத்தின் பகுதிகளை ஏறு வரிசையில் வரிசைப்படுத்துக.



2. கம்பியில் உள்ள மின்னோட்டம் சீராக குறையும்போது, லென்ஸ் விதியைப் பயன்படுத்தி கடத்தும் வளையங்கள் 1 மற்றும் 2–இல் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையைக் கண்டுபிடி.

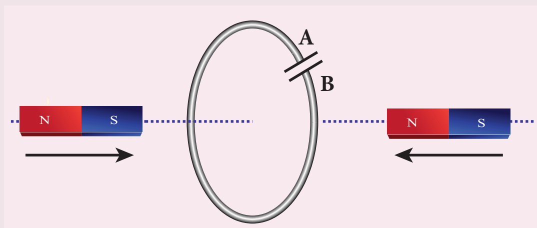


3. ஒரு சதுர வடிவில் உள்ள உலோகச் சுற்று $abcd$ ஆனது வளையக்கூடியது. அதன் தளம் புலத்திற்கு குத்தாக உள்ளவாறு ஒரு காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. காந்தப்புலமானது தாளின் தளத்திற்கு குத்தாக உள்நோக்கி உள்ளது. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு சதுரச் சுற்று ஒரு ஒழுங்கற்ற வடிவத்திற்கு நசுக்கப்பட்டால் தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசையைக் காண்க.



UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 281 09-04-2019 21:53:21

4. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு இரு சட்டக் காந்தங்கள் நகர்த்தப்பட்டால் மூடிய வட்டச் சுற்றில் உள்ள மின்தேக்கியின் முனைப்புத் தன்மையைக்கூறுக.



5. தொடர் LC சுற்றில், L மற்றும் C இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் 180° கட்ட வேறுபாட்டில் உள்ளன. இது சரியா? விளக்குக.

6. ஒரு தொடர் RLC சுற்றில், திறன் காரணி எப்போது பெருமமாகும் ?

7. LC அலைவுகளின் போது ஒரு மின்தூண்டி வழியாக உள்ள மின்னோட்டம் மற்றும் மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னூட்டம் ஆகியவை நேரத்தைச் சார்ந்து மாறுபடுவதற்கான வரைபடங்களை வரைக. தொடக்கத்தில் மின்தேக்கியில் உள்ள மின்னூட்டம் பெருமமாகக் கருதுக.

மேற்கோள் நூல்கள் (BOOKS FOR REFERENCE)

1. H.C.Verma, Concepts of Physics, Volume 1 and 2, Bharathi Bhawan publishers.
2. Halliday, Resnick and Walker, Principles of Physics, Wiley publishers.
3. D.C.Tayal, Electricity and Magnetism, Himalaya Publishing House.
4. K.K.Tewari, Electricity and Magnetism with Electronics, S.Chand Publishers.
5. B.L.Theraja and A.K.Theraja, A text book of Electrical Technology, Volume 1 and 2, S.Chand publishers.

இணையச் செயல்பாடு

மின்காந்த தூண்டல் மற்றும் மாறுதிசை மின்னோட்டமும்

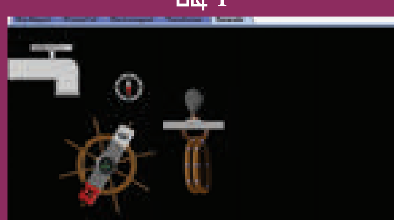
நோக்கம்: இந்த செயல்பாட்டின் மூலம் மாணவர்கள் (1) மின்காந்த தூண்டல் என்றால் என்ன என புரிந்து கொள்வார்கள். (2) ஃபாரடேவின் மின்காந்த தூண்டல் விதிகளை சரி பார்ப்பார்கள்.

தலைப்பு :
ஃபாரடேவின் மின்காந்த தூண்டல் ஆய்வகம்

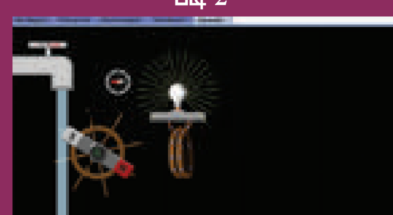
படிகள்

- "phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/faraday" என்ற வலைப்பக்கத்திற்கு சென்று 'pickup coil' என்ற தாவலை சொடுக்கவும்.
- சட்ட காந்தத்தினை கம்பிச் சுருள் நோக்கி நகர்த்துங்கள். அப்போது கம்பிச் சுருளோடு தொடர்புகொண்ட காந்தப்புலம் எவ்வாறு மாறுகிறது என்பதனை கவனியுங்கள்.
- சுருளின் பரப்பு மற்றும் காந்தப் பாயம் மாறும் போது எரியும் மின்விளக்கின் செறிவு எவ்வாறு மாற்றமடைகிறது என்பதை கவனியுங்கள்.
- 'Electromagnet' என்ற தாவலை சொடுக்கி, பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவினை மாற்றம் செய்து அதனால் உருவாகும் காந்தப் பாய மாற்றத்தை கவனியுங்கள்.
- 'Generator' என்ற தாவலை சொடுக்கி, கம்பிச் சுருளின் கோணத் திசைவேகம் மாறும் போது தூண்டப்பட்ட மின்னியக்கு விசை எவ்வாறு மாறுகிறது என்பதை கவனியுங்கள்.

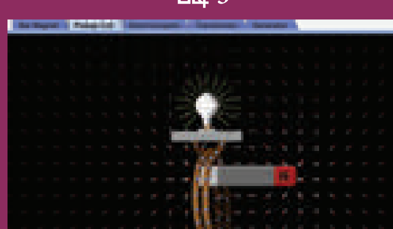
படி 1



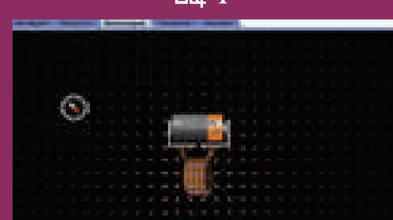
படி 2



படி 3



படி 4



குறிப்பு:
உங்கள் உலாவியில் flash player இல்லையென்றால் அதனை நிறுவவும். நீங்கள் 'phet' பாவிப்பியை அகல்நிலையில் பயன்படுத்த இந்த உரலியை சொடுக்குங்கள். https://phet.colorado.edu/en/offline-access.

உரலி:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/faraday

*படங்கள் அடையாளத்திற்கு மட்டும்.

* தேவையெனில் Flash Player or Java Script அனுமதிக்க.

B226_12_PHYSICS_TM

UNIT-4(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 283 09-04-2019 21:53:23

அலகு
5

மின்காந்த அலைகள்

"ஓர் அறிவியல் சகாப்தம் முடிவுற்று, அடுத்த அறிவியல் சகாப்தம் ஜேம்ஸ் கிளார்க் மேக்ஸ்வெல்லில் இருந்து தொடங்குகிறது"
– ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன்

கற்றலின் நோக்கங்கள்:

இந்த அலகில் மாணவர்கள் அறிந்து கொள்வது

- இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம்
- ஆம்பியரின் சுற்றுவிதியில் மேக்ஸ்வெல்லின் திருத்தம்
- மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகளின் தொகை நுண் கணித வடிவம்
- மின்காந்த அலைகள் உருவாக்கம் மற்றும் அவற்றின் பண்புகள் – ஹெர்ட்ஸ் ஆய்வு
- மின்காந்த அலைகளின் மூலங்கள்
- மின்காந்த நிறமாலை

5V2RHK

5.1. அறிமுகம்

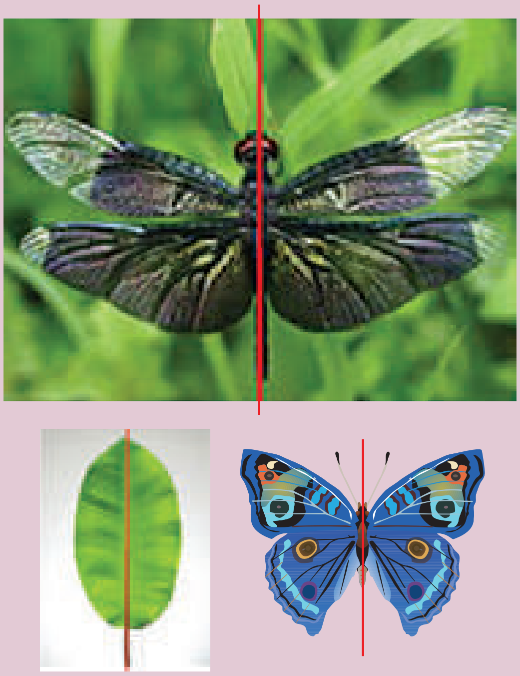
படம் 5.1 கண்ணுறு நிறமாலை – வானவில் மற்றும் மின்னல்

நம்மைச் சுற்றியுள்ள உலகை ஒளியின் வழியே நாம் கண்டு மகிழ்கிறோம். சூரியனிடமிருந்து கிடைக்கும் ஒளி என்பது நமக்கு கிடைக்கும் ஆற்றலின் ஒரு முக்கியமான மூலமாகும். இவ்வாற்றல் இல்லையெனில் மனித உயிர்கள் இக்கோளில் வாழ முடியாது. அணுவிலிருந்து பிரபஞ்சம் வரை உள்ள பல்வேறு பொருட்களின் அமைப்பு மற்றும் பண்புகளை நாம் புரிந்து கொள்ள ஒளியின் பங்களிப்பு மகத்தானதாகும். ஒளி இல்லையென்றால் நம் கண்களால் பொருட்களைப் பார்க்க முடியாது. இத்தகைய சிறப்புமிக்கது ஒளியாகும். ஒளி என்றால் என்ன? 19 ஆம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதிவரை பல்வேறு அறிஞர்களை உறங்கவிடாமல் செய்தது இந்த மாபெரும் புதிர். தொடக்கத்தில் பெரும்பாலான அறிவியலாளர்கள் ஒளியியல் மற்றும் மின்காந்தவியல் இரண்டும் இயற்பியலின் இருவேறு பிரிவுகள் என நம்பியிருந்தனர்.

ஆனால் ஒளி பற்றிய புரிதலுக்கு புது பரிணாமம் கொடுத்த பெருமை ஜேம்ஸ் கிளார்க் மேக்ஸ்வெல்லையே சாரும். அவரின் கருத்தியல் கோட்பாட்டின்படி ஒளி ஒரு மின்காந்த அலையாகும் அது வெற்றிடத்தில் 3×10^8 m s^{-1} என்ற திசைவேகத்தில் செல்லும். காமா கதிரிலிருந்து ரேடியோ அலைவரை பரவியுள்ள மின்காந்த நிறமாலையின் ஒரு சிறுபகுதியே ஒளி என பின்னர் உறுதிபடுத்தப்பட்டது.

அலகு 4 இல் நேரத்தைப் பொறுத்து மாற்றமடையும் காந்தப்புலம், மின்புலத்தை

உருவாக்கும் என பயின்றோம் (பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் விதிகள்). இயற்கையானது சமச்சீர் (symmetry) பெற்றிருக்கும் என மேக்ஸ்வெல் உறுதியாக நம்பிக்கைக் கொண்டு பின்வரும் கேள்வியை முன்வைத்தார். அதாவது "நேரத்தைப்பொறுத்து மாற்றமடையும் காந்தப்புலம் மின்புலத்தை உருவாக்கும்போது, ஏன் நேரத்தைப்பொறுத்து மாற்றமடையும் மின்புலம் காந்தப்புலத்தை உருவாக்காது?"



இயற்கையின் சமச்சீர் அமைப்பு

உண்மையில் இவ்வாறு இருப்பதை பின்னர் அவர் மெய்ப்பித்தார். இது மேக்ஸ்வெல்லின் தூண்டல் விதி என்று சில நேரங்களில் அழைக்கப்படும். மேக்ஸ்வெல் முன்மொழிந்த கருத்தை, 1888 இல் எச்.ஹெர்ட்ஸ் ஆய்வு மூலமாக நிரூபித்தார்.

இது நவீன தொழில் நுட்பக் கண்டுபிடிப்புகளான, முக்கியமாக கம்பியில்லா தொலைத் தொடர்பு, லேசர்

படம் 5.2 (அ) கைப்பேசி மற்றும் கைப்பேசி கோபுரம் (ஆ) மனித உடலின் X – கதிர் ஊடுகதிர் வரைபடம்

(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), ரேடார் [RADAR (**Ra**dio **D**etection **A**nd **R**anging) தொழில்நுட்பம் மற்றும் பல கண்டுபிடிப்புகளுக்கு வழிவகுத்தது.

இன்றைய நவீன தொழில்நுட்ப உலகில், நமது அன்றாட வாழ்க்கையில் கைப்பேசியின் தாக்கம் மிகவும் அதிகம் (படம் 5.2 (அ)) வில் காட்டப்பட்டுள்ளது). ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு செய்திகளை விரைவாகவும், பயனுள்ளவகையிலும் அனுப்புவதற்கு இது ஒரு சிறந்த வழிமுறையாகும். ஒளி ஓர் மின்காந்த அலை என்ற தத்துவத்தின் அடிப்படையில் இது வேலை செய்கிறது. படம் 5.2 (ஆ) வில் காட்டியுள்ளவாறு, மருத்துவமனைகளில் X – கதிர்கள் எலும்புமுறிவு ஏற்பட்டுள்ள இடத்தினை கண்டுபிடிக்க பயன்படுகிறது. உணவு சமைப்பதற்கு மைக்ரோ அலை சமையற்கலன் (Microwave oven) பயன்படுகிறது. மைக்ரோ அலையும் மின்காந்த அலையாகும். பொறியியல், மருத்துவம் (லேசர் அறுவைசிகிச்சை), பாதுகாப்புத்துறை (ரேடார் சைகைகள்) போன்றவை மற்றும் அடிப்படை அறிவியல் ஆராய்ச்சி போன்ற துறைகளில் மின்காந்த அலைகளின் பயன்பாடு எண்ணிலடங்காததாகும். இந்த அலகில் மின்காந்த அலைகள் பற்றிய சில அடிப்படைக் கருத்துக்களை நாம் கற்க உள்ளோம்.

5.1.1 இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் மற்றும் ஆம்பியரின் சுற்று விதியில் மேக்ஸ்வெல் மேற்கொண்ட திருத்தம்

அலகு 4 – இல் பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதியிலிருந்து காந்தப்புலத்தில் ஏற்படும் மாற்றம், மின்புலத்தை உருவாக்குகிறது என்று பயின்றோம். கணிதமுறையில் அதனை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\oint_l \vec{E}\cdot\vec{dl} = -\frac{\partial}{\partial t}\Phi_B = -\frac{\partial}{\partial t}\oint_S \vec{B}\cdot\vec{dA} \qquad (5.1)$$

$$\underbrace{\oint_l \vec{E}\cdot\vec{dl}}_{} = \underbrace{-\frac{\partial}{\partial t}\Phi_B}_{} = \underbrace{-\frac{\partial}{\partial t}\oint_S \vec{B}\cdot\vec{dA}}_{}$$

மூடப்பட்ட சுற்று வழியே தூண்டப்படும் மின்புலம் = நேரத்தைப் பொறுத்து மாற்றமடையும் காந்தப்பாயம் = மின்சுற்றால் மூடப்பட்ட பரப்புக்குள் மாற்றமடையும் காந்தப்பாயம் Φ_B

இங்கு, Φ_B என்பது காந்தப்பாயம் மற்றும் $\frac{\partial}{\partial t}$ என்பது நேரத்தைப் பொறுத்து பகுதி வகைக்கெழு. மின்சுற்றால் மூடப்பட்ட பகுதியில் உள்ள காந்தப்பாயத்தில் (Φ_B) மாற்றம் ஏற்படும்போது,

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 285 09-04-2019 21:49:23

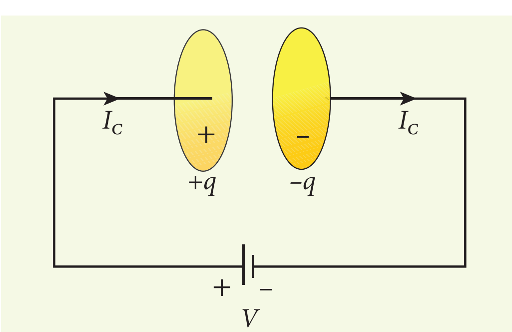
மூடப்பட்ட சுற்றின் வழியே மின்புலம் $\left(\vec{E}\right)$ தூண்டப்படுகிறது என்பதை சமன்பாடு (5.1) நமக்கு உணர்த்துகிறது. ஜேம்ஸ் கிளார்க் மேக்ஸ்வெல்லின் கேள்வி என்னவென்றால் மேற்கண்ட கருத்தின் மறுதலை உண்மையா? இதன் விடை உண்மைதான். ஏனெனில் மின்புலத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் காந்தப்புலத்தை உருவாக்கும்

$$\oint_l \vec{B}\cdot\vec{dl} = -\frac{\partial}{\partial t}\Phi_E = -\frac{\partial}{\partial t}\oint_S \vec{E}\cdot\overrightarrow{dA} \quad (5.2)$$

$$\underbrace{\oint_l \vec{B}\cdot\vec{dl}} = \underbrace{-\frac{\partial}{\partial t}\Phi_E} = \underbrace{-\frac{\partial}{\partial t}\oint_S \vec{E}\cdot\overrightarrow{dA}}$$

மூடப்பட்ட சுற்றின் வழியே தூண்டப்படும் காந்தப்பாயம் = நேரத்தைப் பொறுத்து மாற்றமடையும் மின்புலபாயம் Φ_E = மின்சுற்றால் மூடப்பட்ட பரப்புக்குள் மாற்றமடையும் மின்புலபாயம் Φ_E

இங்கு, Φ_E என்பது மின்புலபாயமாகும். இதற்கு மேக்ஸ்வெல்லின் தூண்டல்விதி என்று பெயர். மின்சுற்றால் மூடப்பட்ட பகுதிக்குள் உள்ள மின்புலபாயத்தில் (Φ_E) மாற்றம் ஏற்படும்போது, மூடப்பட்ட சுற்று வழியே காந்தப்புலம் $(\vec{B})$ தூண்டப்படுகிறது என்பதை இது விளக்குகிறது. மேலும் ரேடியோ அலைகள், காமாகதிர்கள், அகச்சிவப்பு கதிர்கள் போன்றவற்றின் இருப்பையும் இது விளக்குகிறது. மாறுபடும் மின்புலம் எவ்வாறு காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகின்றது என்பதைப் புரிந்து கொள்ள இணைத்தட்டு மின்தேக்கியின் தகடுகளை மின்னேற்றம் செய்யும் நிகழ்வினைக் கருதுவோம். இது படம் 5.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இணைதகடுகளுக்கு இடையே உள்ள ஊடகம் ஓர் மின்கடத்தா ஊடகம் எனக் கருதுக.

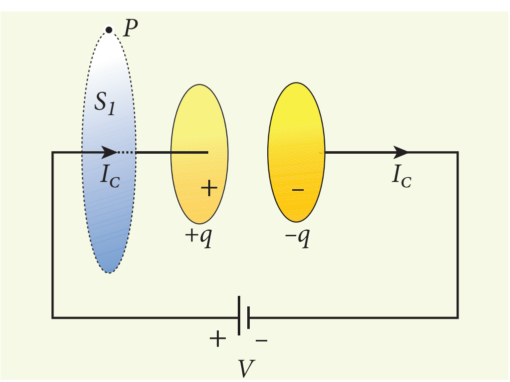


படம் 5.3 மின்தேக்கியை மின்னேற்றம் செய்தல்

கம்பியின் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தை கடத்து மின்னோட்டம் (conduction current) I_C என்க. இம்மின்னோட்டம் மின்தேக்கியின் இருதகடுகளையும் இணைக்கும் கடத்தியைச் சுற்றி காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது(அலகு 3–இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது). இதனை கடத்திக்கு அருகே காந்த ஊசிப் பெட்டியை வைத்தால் அதிலுள்ள காந்த ஊசியின் விலகலில் இருந்து அறியலாம். கடத்தியைச் சுற்றியுள்ள ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் காந்தப்புலத்தின் வலிமையை அறிய ஆம்பியரின் சுற்றுவிதியைப் பயன்படுத்தலாம். (அலகு 3 ஐப் பார்க்கவும்). இவ்விதியின்படி ஒரு மூடப்பட்ட சுற்றின் வழியாகக் கணக்கிடப்படும் காந்தப்புலத்தின் கோட்டு வழித் தொகையீட்டு மதிப்பு, அம்மூடப்பட்ட சுற்றிற்குள் உள்ள பரப்பின் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தின் μ_o மடங்கிற்குச் சமம். ஆம்பியர் விதியின் சமன்பாட்டு வடிவம்

$$\oint_l \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_\circ I(t) \quad (5.3)$$

இங்கு μ_o என்பது வெற்றிடத்தின் உட்புகுதிறனாகும்.



படம் 5.4 வளையத்தால் மூடப்பட்ட பரப்பிற்கு ஆம்பியரின் சுற்று விதியை பயன்படுத்துதல்

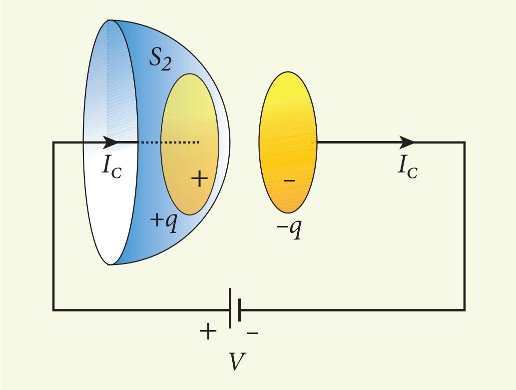
படம் 5.4 இல் காட்டியுள்ளவாறு, மின்னோட்டம் பாயும் கம்பியின் அருகே உள்ள P என்ற புள்ளியில் காந்தப்புலத்தைக் கண்டறிய ஆம்பியரின் சுற்று (இங்கு வளையம்) ஒன்றினை வரைய வேண்டும். இது பரப்பு S_1 ஐ (வட்டப்பரப்பு) மூடியிருக்கும். எனவே ஆம்பியரின் சுற்றுவிதியை (சமன்பாடு 5.3) பயன்படுத்தி பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்

$$\oint_{l_1} \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_C \quad (5.4)$$

இங்கு I_c என்பது கடத்து மின்னோட்டம். இது பரப்பு S_1 வழியாக பாய்கிறது.

படம் 5.5 இல் காட்டியுள்ளவாறு ஆம்பியரின் வளையத்தை பலூன் வடிவ மற்றொரு வளையம் S_2 மூடியிருந்தால், S_1 மற்றும் S_2 இரண்டு பரப்புகளின் எல்லைகளும் ஒன்றே ஆனால், மூடப்பட்ட பரப்புகளின் வடிவங்கள் வெவ்வேறானவை

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 286 09-04-2019 21:49:30



படம் 5.5 வளையத்தால் மூடப்பட்ட பரப்பு S_2 விற்கு ஆம்பியரின் சுற்றுவிதியைப் பயன்படுத்துதல்

(முதல் பரப்பு S_1 வட்ட வடிவானது. இரண்டாவது பரப்பு S_2 பலூன் வடிவானது). ஆனால் மூடப்பட்ட பரப்புக்கு நாம் பயன்படுத்தும் ஆம்பியரின் சுற்றுவிதி மூடப்பட்ட பரப்புகளின் வடிவத்தைச் சார்ந்ததல்ல. எனவே இரண்டு பரப்பைச் சுற்றியும் செய்யப்படும் தொகையீடு ஒரே முடிவைத்தான் அளிக்கும். ஆனால் ஆம்பியரின் சுற்றுவிதியை பயன்படுத்தும்போது (சமன்பாடு 5.3) நாம் பெறுவது

$$\oint_{S_2 \text{ வால் மூடப்பட்ட}} \vec{B}\cdot d\vec{l} = 0 \qquad (5.5)$$

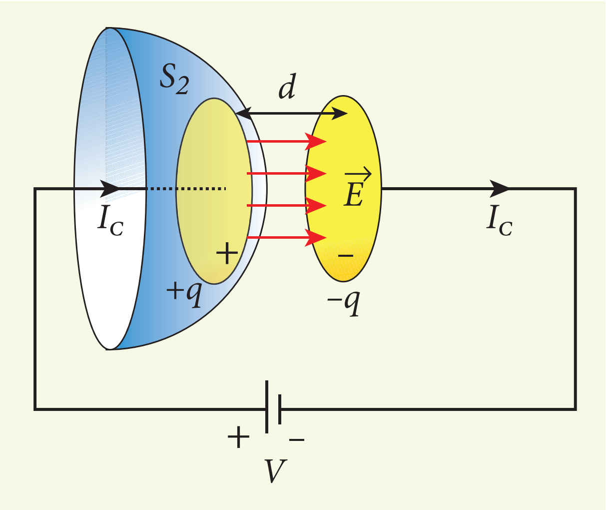
சமன்பாடு (5.5) இன் வலதுபக்கம் சுழி. ஏனெனில், கடத்து மின்னோட்டம் பாயும் கம்பியும், மூடப்பட்டப் பரப்பும் எந்த இடத்திலும் ஒன்றை ஒன்று தொடவில்லை. மேலும் இணைத்தட்டு மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கு நடுவே எவ்வித மின்னோட்டமும் பாயாததால் P புள்ளியில் காந்தப்புலம் சுழியாகும். எனவே சமன்பாடு (5.4) மற்றும் சமன்பாடு (5.5) இவற்றிற்கிடையே ஓர் முரண்பாடு தோன்றுகிறது. இம்முரண்பாட்டிற்கு J.C மேக்ஸ்வெல் பின்வருமாறு தீர்வு கண்டார்.

வெளிப்புற மின்மூலத்தை (மின்கலம்) பயன்படுத்தி, மின்சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் காரணமாக மின்தேக்கி மின்னேற்றம் அடைகிறது. இதன் விளைவாக மின்தேக்கித் தகடுகளுக்கு நடுவே ஓர் அதிகரிக்கும் மின்புலம் தோன்றுகிறது. எனவே மின்தேக்கித் தகடுகளுக்கிடையே மாறுபடும் மின்புலத்துடன் தொடர்புடைய மின்னோட்டம் ஏற்படுகின்றது. வேறுவகையில் கூறுவோமாயின், நேரத்தைப்பொறுத்து மாற்றமடையும் மின்புலபாயம் (அல்லது நேரத்தைப் பொறுத்து மாற்றமடையும் மின்புலம்) தகடுகளுக்கிடையே தோன்றி, ஒரு மின்னோட்டத்தை உருவாகிறது. அம்மின்னோட்டமே இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டமாகும் (Displacement current).

குறிப்பு

இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம்

மேக்ஸ்வெல்தான் இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் என்ற சொல்லைத் தேர்வு செய்தார். ஆனால் உண்மையில் இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டத்தில் எந்த மின்துகளும் இடப்பெயர்ச்சி அடைவதில்லை. வரலாற்றுக் காரணங்களுக்காக நாம் அதே பெயரை பயன்படுத்துகிறோம்.



படம் 5.6 மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கு நடுவே காஸ் விதியைப்பயன்படுத்துதல்

மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கிடையேயான மின்புலப்பாயத்தை காஸ்விதியிலிருந்து (அலகு 1 ஐப் பார்க்கவும்) பெறலாம் (படம் 5.6)

$$\Phi_E = \oint_s \vec{E}\cdot d\vec{A} = EA = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

இங்கு A என்பது மின்தேக்கித் தகடுகளின் பரப்பு.

மின்புல பாயத்தில் ஏற்படும் மாற்றம்

$$\frac{d\Phi_E}{dt} = \frac{1}{\varepsilon_\circ}\frac{dq}{dt} \Rightarrow \frac{dq}{dt} = I_d = \varepsilon_\circ \frac{d\Phi_E}{dt}$$

இங்கு I_d என்பது இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம். இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டத்தை பின்வருமாறு வரையறை செய்யலாம். அதாவது, நேரத்தைப் பொறுத்து மின்புலம் மற்றும் மின்புலபாயம் எப்பகுதிகளில் மாற்றமடைகிறதோ அப்பகுதிகளிலெல்லாம் இடம்பெறக்கூடிய மின்னோட்டமே, இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டமாகும். வேறுவகையில்கூறுவோமாயின்,எப்பொழுதெல்லாம் மின்புலத்தில் மாற்றம் ஏற்படுகிறதோ அப்பகுதிகளில்

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 287 09-04-2019 21:49:34

இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் உருவாகிறது. ஆம்பியரின் விதியை மேக்ஸ்வெல் பின்வருமாறு மாற்றியமைத்தார்.

$$\oint \vec{B}\cdot d\vec{A} = \mu_\circ I = \mu_\circ\left(I_C + I_d\right) \qquad (5.6)$$

இங்கு, $I = I_c + I_d$ என்பது மூடப்பட்ட பரப்பின் (S_2) மொத்த மின்னோட்டமானது, கடத்து மின்னோட்டம் மற்றும் இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டத்தின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும். மாறாத மின்னோட்டத்தை செலுத்தும்போது, இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் I_d = 0. எனவே I_c = I. ஆனால் தகடுகளுக்கு நடுவே கடத்து மின்னோட்டம் $I_c = 0$. எனவே, $I_d = I$ ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு 5.1

200 V மின்னழுத்த வேறுபாட்டிலுள்ள இணைத்தட்டு மின்தேக்கியின் தகடுகளைக் கருதுக. தகடுகளுக்கு இடைப்பட்டத் தொலைவு மற்றும் தகடுகளின் பரப்பு முறையே 1 mm மற்றும் 20 cm² எனில், மைக்ரோவினாடியில் (μs) பாயும் இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டத்தைக் காண்க.

தீர்வு

மின்தேக்கித் தகடுகளுக்கிடையே கொடுக்கப் பட்டுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு V= 200 V

தகடுகளுக்கிடையே உள்ள தொலைவு

$d = 1\text{ mm} = 1 \times 10^{-3}\text{ m}$

மின்தேக்கித்தகடுகளின் பரப்பு,

$A = 20\text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4}\text{ m}^2$

இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம்

$$I_d = \varepsilon_\circ \frac{d\Phi_B}{dt} \Rightarrow I_d = \varepsilon_\circ \frac{EA}{t}$$

நேரம் மைக்ரோ வினாடியில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது

ஆனால் மின்புலம், $E = \dfrac{V}{d}$

எனவே,

$$I = \frac{V}{d} I_d = \varepsilon_\circ \frac{VA}{t\,d} = 8.85\times10^{-12} \times \frac{200\times20\times10^{-4}}{10^{-6}\times1\times10^{-3}}$$

$$= 35400\times10^{-7} = 3.5\,mA$$

5.1.3 மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகளின் தொகை நுண்கணித வடிவம்

மின்னியக்கவியலை, மேக்ஸ்வெல்லின் சமன்பாடுகள் என்று அழைக்கப்படும் நான்கு அடிப்படைச்சமன்பாடுகளாக சுருக்கிவிடலாம். இவை இயக்கவியலில் உள்ள நியூட்டனின் விதிகளை ஒத்துள்ளன. மின்துகள்கள், மின்னோட்டங்கள் ஆகியவற்றின் இயல்புகளையும், மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலங்களின் பண்புகளையும் மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள் முழுமையாக விலக்குகின்றன. இச்சமன்பாடுகளை தொகை நுண்கணித வடிவிலோ அல்லது வகை நுண்கணித வடிவிலோ எழுதலாம். மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகளின் வகை நுண்கணித வடிவம் நமது பாடத்திட்டத்திற்கு அப்பாற்பட்டது. ஏனெனில் வெக்டர் புலத்தின் சுழற்சி மற்றும் வெக்டர் புலத்தின் விரிவு போன்ற கணிதவியல் வழிமுறைகளை கூடுதலாக நாம் கற்ற வேண்டியுள்ளதால் நமது கவனத்தை மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகளின் தொகை நுண்கணித வடிவத்தில் மட்டும் இங்கு செலுத்துவோம். அவை பின்வருமாறு:

(1) முதல் சமன்பாடு வேறு எந்த சமன்பாடுமல்ல அது காஸ்விதி மட்டுமே. இது நிகர மின்புலபாயத்தை, மூடப்பட்ட பரப்பிலுள்ள நிகர மின்னூட்டத்தோடு தொடர்பு படுத்துகிறது.
கணித சமன்பாட்டின்படி பின்வருமாறு இதனை எழுதலாம்.

$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{மூடப்பட்ட}}}{\varepsilon_\circ} \qquad \text{(காஸ்விதி)} \qquad (5.7)$$

இங்கு $\vec{E}$ என்பது மின்புலம் மற்றும் $Q_{\text{மூடப்பட்ட}}$ என்பது மூடப்பட்ட பரப்பிலுள்ள மின்துகள்களின் நிகர மின்னூட்டமாகும். இச்சமன்பாடு தனித்தனியான (discrete) மின்துகள்கள் மற்றும் மின்துகள்களின் தொடர்பகிர்வு (continuous distribution) ஆகிய இரண்டிற்கும் பொருந்தும்.

மேலும் மின்புலக் கோடுகள் நேர்மின்துகள்களில் தொடங்கி எதிர் மின்துகள்களில் முடிவடைகின்றன என்பதையும் இது நமக்கு விளக்குகிறது. மேலும் மின்புலக்கோடுகள் ஒரு மூடப்பட்ட வளைவுப்பாதையை உருவாக்குவதில்லை என்பதையும் நமக்கு உணர்த்துகிறது. வேறுவகையில் கூறுவோமாயின் தனித்த நேர்மின்துகள் அல்லது எதிர் மின்துகள் இயற்கையில் தோன்றுகின்றன.

(2) இரண்டாவது சமன்பாட்டிற்கு பெயர் ஏதும் இல்லை. ஆனால் இது நிலைமின்னியலின் காஸ்விதியை ஒத்துள்ளது. எனவே இவ்விதியை காந்தவியலின் காஸ்விதி என்று

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 288 09-04-2019 21:49:38

அழைக்கலாம். இவ்விதியின்படி, ஒரு மூடப்பட்ட பரப்பிலுள்ள காந்தப்புலத்தின் பரப்பு தொகையீட்டு மதிப்பு சுழியாகும்.

கணிதவியல் சமன்பாட்டின்படி

$$\oint_s \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \qquad (5.8)$$

இங்கு $\vec{B}$ என்பது காந்தப்புலத்தை குறிக்கிறது. காந்தவிசைக் கோடுகள் அல்லது காந்தப்புலக் கோடுகள் ஒரு மூடப்பட்ட தொடர்பாதையை உருவாக்கும் என்பதை இவ்விதி நமக்கு உணர்த்துகிறது. வேறுவகையில் கூறுவோமாயின் தனித்த காந்த ஒருமுனை (வடமுனை அல்லது தென்முனை) எப்போதும் இயற்கையில் உருவாகாது என்பதை நமக்கு இது உணர்த்துகிறது.

(3) மூன்றாவது சமன்பாடு பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் விதியாகும். இவ்விதி மாறுபடும் காந்தப்பாயத்துடன் மின்புலத்தைத் தொடர்புபடுத்துகிறது

கணிதவியல் சமன்பாட்டின்படி

$$\oint_l \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt}\Phi_B \text{ (பாரடேயின் விதி)} \qquad (5.9)$$

இங்கு, $\vec{E}$ என்பது மின்புலமாகும்.

ஒரு மூடப்பட்ட பாதையைச் சுற்றியுள்ள மின்புலத்தின் கோட்டுவழித் தொகையீட்டு மதிப்பு, மூடப்பட்ட பாதையால் சூழப்பட்ட பரப்பு வழியே செல்லும் காந்தப்பாயத்தின் நேரத்தைப் பொறுத்த மாற்றத்திற்குச் சமம். நமது நவீன தொழில் நுட்பப்புரட்சிக்குக் காரணம் பாரடேயின் மின்காந்தத்தூண்டல் விதிகளாகும். மின்சார வாரியத்தால் நம் வீடுகளுக்கு அளிக்கப்படும் மின்னாற்றல் பாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் விதியின் அடிப்படையிலேயே உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

(4) நான்காவது சமன்பாடு ஆம்பியர் சுற்றுவிதியின் மாற்றியமைக்கப்பட்ட வடிவமாகும். இதனை ஆம்பியர் – மேக்ஸ்வெல் விதி என்றும் அழைக்கலாம். இவ்விதி ஒரு மூடப்பட்ட பாதையைச் சுற்றியுள்ள காந்தப்புலத்தையும், அம்மூடப்பட்டப்பாதையில் பாயும் கடத்து மின்னோட்டம் மற்றும் இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டத்தையும் தொடர்பு படுத்துகிறது.

$$\oint \vec{B}.\vec{dl} = \mu_0 I_{\text{மூடப்பட்ட}} + \mu_0\varepsilon_0 \frac{d}{dt}\int_s \vec{E}.\vec{dA} \qquad (5.10)$$

ஆம்பியர் – மேக்ஸ்வெல் விதி

இங்கு $\vec{B}$ என்பது காந்தப்புலமாகும். இவ்விதி கடத்து மின்னோட்டம் மற்றும் இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் இரண்டுமே காந்தப்புலத்தை உருவாக்கும் எனக் காட்டுகிறது. இந்த நான்கு சமன்பாடுகள் மின்னியக்கவியலின் மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இச்சமன்பாடுகள் மின்காந்த அலைகளின் இருப்பை உறுதிசெய்கின்றன.

விண்மீன்கள், விண்மீன் தொகுப்புகள், கோள்கள் போன்றவற்றைப்பற்றிய புரிதல், இவ்வான் பொருட்களிலிருந்து வெளியிடப்படும் மின்காந்த அலைகளை ஆய்வு செய்வதாலேயே ஏற்படுகின்றது என்றால் அது மிகையல்ல.

5.2 மின்காந்த அலைகள்

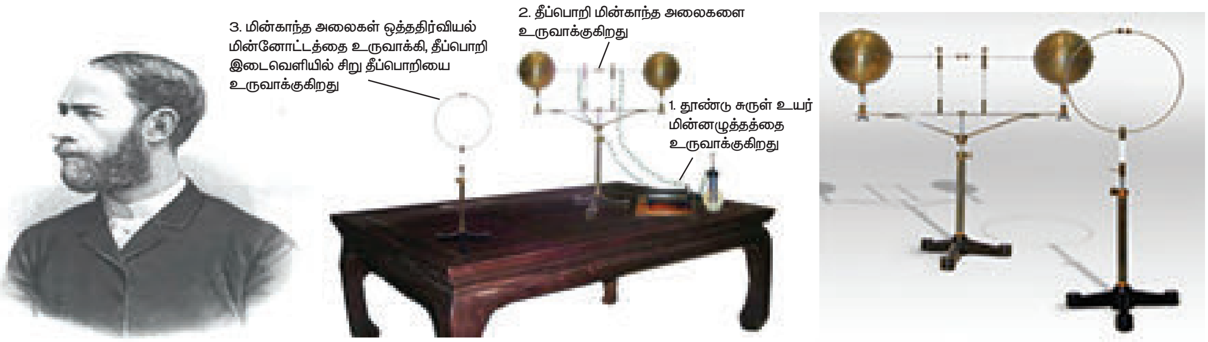
மின்காந்த அலைகள் என்பவை இயந்திர அலைகளிலிருந்து மாறுபட்ட அலைகளாகும். அவை வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகத்திற்குச் சமமான வேகத்தில் செல்கின்றன. இது ஒரு குறுக்கலையாகும். இப்பகுதியில் நாம் மின்காந்த அலைகளின் உருவாக்கம், அவற்றின் பண்புகள், மின்காந்த அலைகளின் மூலங்கள் மற்றும் மின்காந்த அலைகளின் வகைப்பாட்டினைப்பற்றி கற்கலாம்.

5.2.1 மின்காந்த அலைகளின் உருவாக்கம் மற்றும் பண்புகள் – ஹெர்ட்ஸ் ஆய்வு

மேக்ஸ்வெல்லின் கணிப்பு, ஆராய்ச்சி பூர்வமாக 1888 இல் ஹென்ரிக் ருடால்ப் ஹெர்ட்ஸ் என்ற அறிவியல் மேதையால் நிரூபிக்கப்பட்டது (படம் 5.7 (அ)) ஆய்வு அமைப்பு படம் 5.7 (ஆ) வில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இக்கருவியில் சிறிய உலோக கோளங்களால் செய்யப்பட்ட இரண்டு உலோக மின்வாய்கள் படம் 5.7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அமைக்கப் பட்டுள்ளன. இவை பெரிய கோளங்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்வாய்களின் மறுமுனைகள் மிக அதிக சுற்றுகளையுடைய தூண்டு சுருளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 289 09-04-2019 21:49:43



படம் 5.7 ஹெர்ட்ஸ் ஆய்வு (அ) ஹென்ரிக் ருடால்ப் ஹெர்ட்ஸ் (1857 – 1894) (ஆ) ஹெர்ட்ஸ் ஆய்வுக்கருவி

இவ்வமைப்பு மிக அதிக மின்னியக்கு விசையை (emf) உருவாக்கும். கம்பிச்சுருள் மிக உயர்ந்த மின்னழுத்தத்தைப் பெற்றுள்ளதால் மின்வாய்களுக்கு இடையே உள்ள காற்று அயனியாகி தீப்பொறி ஏற்படுகின்றது (மின்னிறக்கத்தால் தீப்பொறி ஏற்படுகின்றது). மின்வாய்களுக்கிடையே உள்ள சிறிய இடைவெளியிலும் தீப்பொறி ஏற்படுகிறது (மின்வாய் முழுவதும் மூடப்படாமல் வளைய வடிவில் சிறிய இடைவெளியுடன் காணப்படுகின்றன). மின்வாயிலிருந்து ஆற்றல் ஏற்கும் முனைக்கு (வளைய மின்வாய்க்கு) ஆற்றல் அலை வடிவில் கடத்தப்படுகின்றது. இந்த அலையே மின்காந்த அலையாகும். ஏற்கும் முனையை 90° சுழற்றினால் ஏற்கும் முனை தீப்பொறி எதையும் பெறாது. இது மேக்ஸ்வெல் கணிப்புப்படி மின்காந்த அலைகள் குறுக்கலைகள்தான் என்பதை உறுதிப்படுத்துகிறது. ஹெர்ட்ஸ் இந்த ஆய்விலிருந்து ரேடியோ அலைகளை உருவாக்கினார். மேலும் இவை ஒளியின் வேகத்திற்கு சமமான வேகத்தில் ($3 \times 10^8\ \mathrm{m\,s^{-1}}$) செல்வதை உறுதிப்படுத்தினார்.

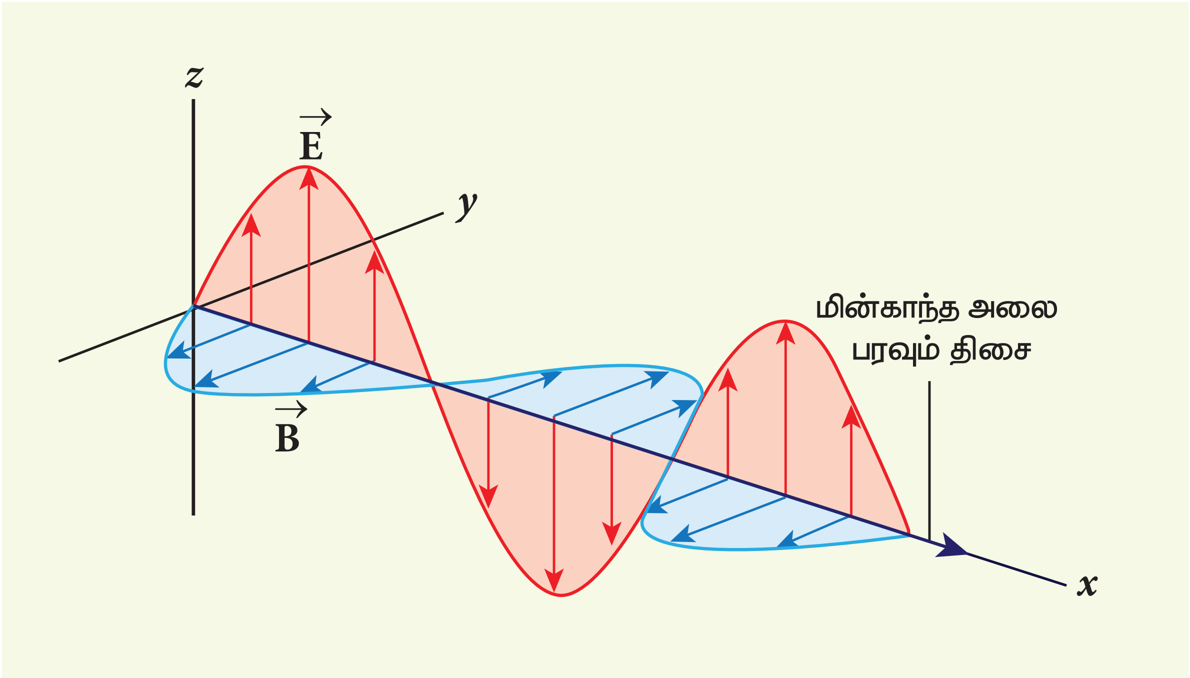
மின்காந்த அலைகளின் பண்புகள்

1. முடுக்கிவிடப்பட்ட மின்துகள்கள் (accelerated charges) மின்காந்த அலைகளை உருவாக்குகின்றன.
2. மின்காந்த அலைகள் பரவுவதற்கு எவ்விதமான ஊடகமும் தேவையில்லை. எனவே, மின்காந்த அலை இயந்திர அலையல்ல.
3. மின்காந்த அலைகள் குறுக்கலைப் பண்புடையவை. அதாவது அலைவுறும் மின்புல வெக்டர், அலைவுறும் காந்தப்புல வெக்டர் மற்றும் பரவு வெக்டர் (அலை பரவும் திசையைக் கொடுக்கும் வெக்டர்) ஆகிய மூன்று வெக்டர்களும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்து என்பதை இது காட்டுகிறது. மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலம் இரண்டும் முறையே Y மற்றும் Z திசையில் இருந்தால் மின்காந்த அலை X திசையில் பரவும். இது படம் 5.8 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.
4. வெற்றிடத்தில் ஒளி செல்லும் வேகத்திற்கு சமமான வேகத்தில் மின்காந்த அலைகள் செல்கின்றன. $\left[c = \dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon_\circ \mu_\circ}} = 3\times 10^8\ \mathrm{m\,s^{-1}}\right]$.

   இங்கு ε_0 என்பது வெற்றிடத்தின் விடுதிறன் μ_0 என்பது வெற்றிடத்தின் உட்புகுதிறன் ஆகும். (விடுதிறன் பற்றி அறிய அலகு 1 மற்றும் உட்புகுதிறன் பற்றி அறிய அலகு 3 ஐப் பார்க்கவும்)
5. வெற்றிடத்தில் மின்காந்த அலையின் வேகத்தைவிட, விடுதிறன் ε மற்றும் உட்புகுதிறன் μ கொண்ட ஊடகத்தில் மின்காந்த அலையின் வேகம் குறைவாகும். அதாவது $v < c$; μ ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட ஊடகத்தில்

   $$\mu = \frac{c}{v} = \frac{\dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon_\circ \mu_\circ}}}{\dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}} \Rightarrow \mu = \sqrt{\varepsilon_r \mu_r}.$$

   இங்கு ε_r என்பது ஊடகத்தின் ஒப்புமை விடுதிறன் (இதனை மின்காப்பு மாறிலி என்றும் அழைக்கலாம்). மேலும் μ_r என்பது ஊடகத்தின் ஒப்புமை உட்புகுதிறனாகும்.
6. மின்காந்த அலைகள் மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலத்தால் விலகல் அடையாது.
7. மின்காந்த அலைகள் குறுக்கீட்டு விளைவு, விளிம்பு விளைவு ஆகியவற்றை ஏற்படுத்தும். மேலும் இவை தளவிளைவிற்கும் உட்படும்.



படம் 5.8 மின்காந்த அலைகள் – குறுக்கலை

8. வெற்றிடம் அல்லது வெளியில் பரவும் மின்காந்த அலையின் ஆற்றல் அடர்த்தி (ஓரலகு பருமனுக்கான ஆற்றல்) பின்வருமாறு

$$u = \frac{1}{2}\varepsilon_{\circ} E^2 + \frac{1}{2\mu_{\circ}} B^2$$

இங்கு, $\frac{1}{2}\varepsilon_{\circ} E^2 = u_e$ என்பது மின்புலத்தின் ஆற்றல் அடர்த்தி ஆகும். மேலும் $\frac{1}{2\mu_{\circ}} B^2 = u_m$ என்பது காந்தப்புலத்தின் ஆற்றல் அடர்த்தி ஆகும்.

இங்கு $E = Bc \Rightarrow u_m = u_E$.

மின்காந்த அலையின் ஆற்றல் அடர்த்தி

$$u = \varepsilon_0 E^2 = \frac{1}{\mu_0} B^2$$

9. மின்காந்த அலையின் சராசரி ஆற்றல் அடர்த்தி,

$$\langle u \rangle = \frac{1}{2}\varepsilon_{\circ} E^2 = \frac{1}{2}\frac{1}{\mu_{\circ}} B^2.$$

10. மின்காந்த அலைபரவும் திசைக்கு செங்குத்தாக உள்ள ஓரலகு பரப்பின் வழியே ஓரலகு நேரத்தில் கடந்து செல்லும் ஆற்றலே மின்காந்த அலையின் செறிவு எனப்படும்.

செறிவு $I = \langle u \rangle c$ அல்லது

$$I = \frac{\text{மொத்த மின்காந்த ஆற்றல் (U)}}{\text{மேற்பரப்பு (A)} \times \text{நேரம் (t)}}$$

$$= \frac{\text{திறன் (P)}}{\text{மேற்பரப்பு (A)}}$$

குறிப்பு

ஒரு புள்ளி ஒளிமூலத்திற்கு (point source)

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow I \propto \frac{1}{r^2}$$

ஒரு கோட்டு மூலத்திற்கு (line source), $I \propto \frac{1}{r}$

ஒரு பரப்பு மூலத்திற்கு (area), I ஆனது r ஐச் சார்ந்ததல்ல.

11. மற்ற அலைகளைப் போன்றே மின்காந்த அலைகளும் ஆற்றல் மற்றும் உந்தத்தை சுமந்து செல்கின்றன. மின்காந்த ஆற்றல் (U) மற்றும் c வேகத்தில் பரவும் மின்காந்த அலையின் நேர்கோட்டு உந்தம் = $\frac{\text{ஆற்றல்}}{\text{வேகம்}} = \frac{U}{c}$ ஆகும். மின்காந்த அலையினால் ஓரலகு பரப்பில் செலுத்தப்படும் விசை கதிர்வீச்சு அழுத்தம் (radiation pressure) என அழைக்கப்படுகிறது.

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 291 09-04-2019 21:49:50

12 உலோகப்பரப்பின் மீது விழும் மின்காந்த அலை முழுவதும் உலோகப் பரப்பினால் உட்கவரப் பட்டால், செலுத்தப்பட்ட ஆற்றலானது (U) பரப்பின்மீது செலுத்திய உந்தம் $p = \frac{U}{c}$.

13. படுகின்ற மின்காந்த அலையின் ஆற்றல் (U) முழுவதும் பரப்பினால் எதிரொளிக்கப்பட்டால், பரப்பிற்கு அளிக்கப்பட்ட உந்தம் $\Delta p = \frac{U}{c} - \left(-\frac{U}{c}\right) = 2\frac{U}{c}$ ஆகும்.

14. ஓரலகு பரப்பு வழியே ஓரலகு நேரத்தில் பாய்ந்து செல்லும் மின்காந்த அலையின் ஆற்றல் மின்காந்த அலையின் பாயின்டிங் வெக்டர் (Poynting vector) எனப்படும். அதனைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_\circ}\left(\vec{E}\times\vec{B}\right) = c^2\varepsilon_\circ\left(\vec{E}\times\vec{B}\right).$$

பாயிண்டிங் வெக்டரின் அலகு W m^{-2}. எந்த ஒரு புள்ளியிலும் உள்ள பாயிண்டிங் வெக்டர், அப்புள்ளியிலிருந்து இடம்பெயரும் மின்காந்த ஆற்றலின் திசையைக் கொடுக்கும்.

15. மின்காந்த அலையானது ஆற்றல் மற்றும் உந்தத்தை மட்டுமல்லாமல் கோண உந்தத்தையும் சுமந்து செல்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 5.2

ஊடகம் ஒன்றின் ஒப்புமை காந்த உட்புகுதிறன் 2.5 மற்றும் ஒப்புமை மின் விடுதிறன் 2.25 எனில் அவ்வூடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் காண்க.

தீர்வு

ஊடகத்தின் மின்காப்பு மாறிலி (ஒப்புமை விடுதிறன்) $\varepsilon_r = 2.25$

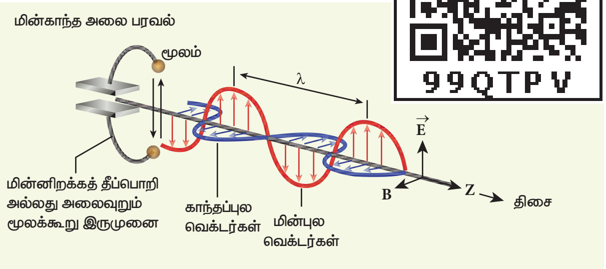
காந்த உட்புகுதிறன் $\mu_r = 2.5$

ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்,

$$\mu = \sqrt{\varepsilon_r \mu_r} = \sqrt{2.25\times2.5} = 2.37$$

5.2.2 மின்காந்த அலைகளின் மூலங்கள்

99QTPV



படம் 5.9 அலைவுறும் மின்துகள்கள் – மின்காந்த அலைகளின் மூலங்கள்

ஓய்வில் உள்ள எந்த ஒரு மின்துகளும், மின்புலத்தை மட்டுமே உருவாக்கும் (அலகு 1 ஐ பார்க்கவும்). ஆனால் அம்மின்துகள் சீரான திசைவேகத்தில் இயங்கும்போது மாறாத மின்னோட்டத்தை கடத்தியில் உருவாக்கி, மின்துகள் பாயும் கடத்தியைச் சுற்றிலும் காந்தப்புலத்தை உருவாக்குகிறது (இக்காந்தப்புலம் நேரத்தைச் சார்ந்தல்ல, வெளியைச் சார்ந்தது). மின்னூட்டப்பட்டத் துகள்கள் முடுக்கமடையும் போது, மின்புலத்துடன் கூடுதலாக காந்தப்புலத்தையும் உருவாக்குகிறது. மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலம் இவ்விரண்டு புலங்களும் நேரத்தைப்பொறுத்து மாற்றமடையும் புலங்களாகும். மின்காந்த அலைகள் குறுக்கலைகளாகும். எனவே மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலம் உள்ள தளங்களுக்கு செங்குத்தாக உள்ள திசையில் மின்காந்த அலை பரவும்.

எந்த ஒரு அலைவு இயக்கமும், முடுக்கப்பட்ட இயக்கமாகும்.எனவே,படம்5.9இல்காட்டியுள்ளவாறு ஒரு மின்துகளானது மையப்புள்ளியைப் பொறுத்து அலைவுறும்போது, (அல்லது மூலக்கூறு இருமுனை அலைவுறும்போது) மின்காந்த அலைகளைத் தோற்றுவிக்கும்.

வெற்றிடத்தில் மின்காந்த அலைபரவும் திசை z அச்சு எனவும், அதன் மின்புல வெக்டரின் திசை y அச்சு எனவும் கொண்டால் காந்தப்புல வெக்டரின் திசை, அலைபரவும் திசை மற்றும் மின்புல வெக்டரின் திசை இவ்விரண்டு திசைகளுக்கும் செங்குத்தான திசையில் செயல்படும். அதாவது

$$E_y = E_\circ \sin\left(kz - \omega t\right)$$

$$B_x = B_\circ \sin\left(kz - \omega t\right)$$

இங்கு E_o மற்றும் B_o என்பவை முறையே அலைவுறும் மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலங்களின் வீச்சுக்கள் (amplitude) ஆகும். k என்பது அலை எண் ω என்பது அலையின் கோண அதிர்வெண் மற்றும் $\breve{k}$ (ஓரலகு வெக்டர் இதற்கு பரவு வெக்டர் என்று பெயர்) மின்காந்த அலை பரவும் திசையினைக் காட்டுகிறது.

மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலம் இரண்டும் ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணில் (மின்காந்த அலையின் அதிர்வெண்) அதிர்வுறுகின்றன. அந்த அதிர்வெண் மின்காந்த அலையின் மூலத்தின் (source of EM wave) அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமாகும். (இங்கு அலைவுறும் மின்துகள் மின்காந்த அலைகளைத் தோற்றுவிக்கும் மூலமாகச் செயல்படுகிறது). வெற்றிடத்தில் E_o மற்றும் B_o இன் விகிதம் மின்காந்த அலையின் வேகத்திற்குச் சமமாகும். அதாவது ஒளியின் வேகத்திற்குச் c சமமாகும்.

$$c = \frac{E_o}{B_o}$$

எந்த ஒரு ஊடகத்திலும் E_o மற்றும் B_o இன் விகிதம் அந்த ஊடகத்தில் பரவும் மின்காந்த அலையின் வேகத்திற்கு (v) சமமாகும். ஊடகத்தில் ஒளியின் வேகமானது வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகத்தை விட குறைவாகும். கணிதவியல் முறையில்

$$v = \frac{E_o}{B_o} < c$$

மேலும் மின்காந்த அலையின் ஆற்றல், அலைவுறும் மின்துகள்களின் ஆற்றலிலிருந்து கிடைக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 5.3

மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலத்தின் வீச்சுகள் முறையே 3×10^4 N C^{-1} மற்றும் 2×10^{-4} T கொண்ட, ஊடகத்தின் வழியே செல்லும் மின்காந்த அலையின் வேகத்தைக் காண்க.

தீர்வு

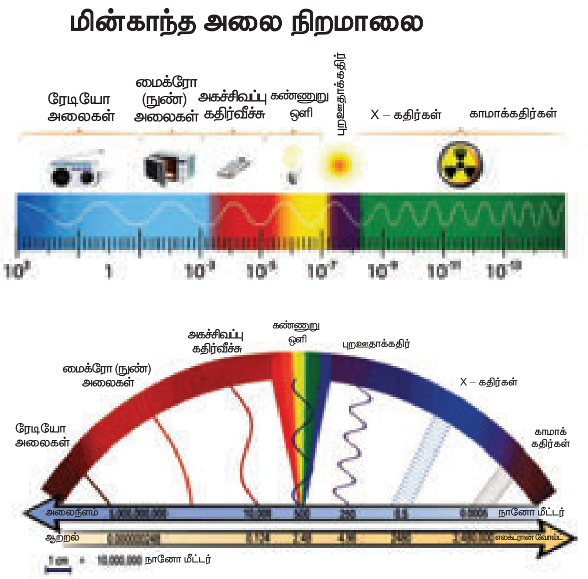
மின்புலத்தின் வீச்சு, $E_o = 3 \times 10^4$ N C^{-1}

காந்தப்புலத்தின் வீச்சு, $B_o = 2 \times 10^{-4}$ T.

ஊடகத்தின் வழியே பாயும் மின்காந்த அலையின் வேகம்

$$v = \frac{3\times10^4}{2\times10^{-4}} = 1.5\times10^8\, ms^{-1}$$

5.2.3 மின்காந்த அலை நிறமாலை



படம் 5.10 மின்காந்த அலை நிறமாலை

அலைநீளம் அல்லது அதிர்வெண்ணின் அடிப்படையில் வரிசைக்கிரமமாக அமைக்கப்பட்ட மின்காந்த அலைகளின் தொகுப்பே, மின்காந்த நிறமாலை (Electromagnetic spectrum) என்று அழைக்கப்படும். இது படம் 5.10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ரேடியோ அலைகள் (Radio waves)

மின்சுற்றில் உள்ள அலையியற்றிகளினால் ரேடியோ அலைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இதன் அலைநீள நெடுக்கம் 1×10^{-1} m இல் இருந்து 1×10^4 m வரை காணப்படும் மேலும அதிர்வெண் நெடுக்கம் 3×10^9 Hz முதல் 3×10^4 Hz இருக்கும். இவ்வகை அலைகள் எதிரொளிப்பு மற்றும் விளிம்பு விளைவிற்கு உட்படுகின்றன. இது வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி செய்தித்தொடர்பு அமைப்பில் பயன்படுகிறது. மேலும் மீஉயர் அதிர்வெண் பட்டைகளில் செயல்படும் கைப்பேசிகளில் குரல் தகவல் தொடர்பிலும் ரேடியோ அலைகள் பயன்படுகின்றன.

மைக்ரோ அலைகள் (Micro waves)

மின்சுற்றில் உள்ள மின்காந்த அலையியற்றிகளினால் மைக்ரோ அலைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இதன் அலைநீள நெடுக்கம் 1×10^{-3} m இல் இருந்து 3×10^{-1} m வரை காணப்படும். மேலும் இதன் அதிர்வெண் நெடுக்கம் 3×10^{11} Hz முதல் 1×10^9 Hz வரை இருக்கும். இவ்வகை அலைகள் எதிரொளிப்பு மற்றும் தளவிளைவிற்கு உட்படுகின்றன. இது ரேடார் கருவிகளில் விமானங்களை வழிநடத்தியும், அவற்றின்

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 293 09-04-2019 21:49:58

செயல்பாடு

மைக்ரோ அலை சமையல்கலன் கொண்டு ஒளியின் வேகத்தை அளத்தல்:

தற்காலத்தில் உணவுப்பொருட்களை சூடாக்க மைக்ரோ அலை சமையல்கலன் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த வகை சமையல்கலன்களில் 1 mm முதல் 30 cm வரை அலைநீளமுடைய மைக்ரோ அலைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இந்த அலைகள் மைக்ரோ அலை சமையல்கலனின் உட்புற சுவர்களுக்கிடையே ஓர் நிலைஅலை அமைப்பை (standing wave pattern) உருவாக்குகின்றன. இவ்வமைப்பினைப் பயன்படுத்தி ஒளியின் வேகத்தை பின்வரும் செயல்முறையின் மூலம் அளிக்க முடியும்.

(அ) (ஆ) (இ) (ஈ)

நிலை அலைகளைப்பற்றி நாம் +1 வகுப்பு தொகுதி இரண்டு, அலகு 11 – இல் பயின்றோம். நிலை அலைகள் கணுக்கள் மற்றும் எதிர்க்கணுக்களை குறிப்பிட்ட புள்ளிகளில் பெற்றிருக்கும். கணுப்பகுதியில் அலையின் வீச்சு சுழியாகும். எதிர்க்கணுவில் அலையின் வீச்சு பெருமமாகும். வேறுவகையில் கூறுவோமாயின் மைக்ரோ அலையின் பெரும ஆற்றல் எதிர்கணுப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது. சமையல்கலனின் உட்புறம் உள்ள சுழலும் மேடையை நீக்கிவிட்டு சப்பாத்தி அல்லது சாக்லேட் போன்ற உணவுப்பொருளை வைக்கும்போது எதிர்கணுப்பகுதிகள் மற்ற பகுதிகளைவிட அதிகம் சூடாகியிருப்பதைக் காணலாம். இது படம் (இ) மற்றும் (ஈ) யில் காட்டப்பட்டுள்ளது. அதிகம் சூடாகியுள்ள இரண்டு அடுத்தடுத்த பகுதிகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு மைக்ரோ அலையின் அரை அலை நீளத்தைக் கொடுக்கும். மைக்ரோ அலையின் அதிர்வெண் சமையல்கலனில் பதிவு செய்யப்பட்டிருக்கும். மைக்ரோ அலையின் அலைநீளம் மற்றும் அதிர்வெண் தெரிந்தால் $v\lambda = c$ என்ற சமன்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி ஒளியின் வேகத்தைக் கணக்கிடலாம்.

வேகங்களை கண்டறியவும் பயன்படுகிறது. மைக்ரோ அலை சமையல்கலனில் பயன்படுகிறது. மேலும் செயற்கைக்கோள் வழியே நடைபெறும் நீண்டதூர கம்பியில்லா செய்தித்தொடர்பிற்கு இது பயன்படுகிறது.

அகச்சிவப்புக்கதிர்கள் (infrared rays)

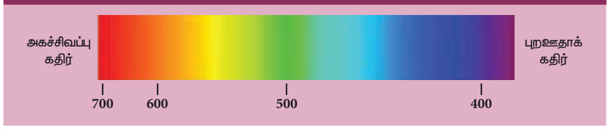
வெப்ப மூலங்களினால் அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு உருவாகிறது (இதனை வெப்ப அலைகள் என்றும் அழைக்கலாம்). மேலும் மூலக்கூறுகள் சுழற்சி இயக்கத்தையோ அல்லது அதிர்வியக்கத்தையோ மேற்கொள்ளும்போது அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சு உருவாகிறது. இதன் அலைநீள நெடுக்கம் 8×10^{-7} m லிருந்து 5×10^{-3} m வரை காணப்படும். மேலும் அதிர்வெண் நெடுக்கம் 4×10^{14} Hz முதல் 6×10^{10} Hz காணப்படும். இவை சூரிய மின்கலன் வடிவில் செயற்கைக்கோள்களுக்கு ஆற்றலை அளிக்கிறது. அகச்சிவப்பு கதிர்களைக் கொண்டு பழங்களில் உள்ள நீரினை நீக்கி உலர் பழங்களை உருவாக்குகின்றனர். பசுமை இல்லங்களில் வெப்பக்காப்பனாக இவை பயன்படுகின்றன, தசையில் ஏற்படும் வலி மற்றும் சுளுக்கினை சரிசெய்ய வெப்ப மருத்துவ சிகிச்சை முறையில் இது பயன்படுகிறது. தொலைக்காட்சி பெட்டியில் பயன்படும் தொலைக்கட்டுப்பாட்டு உணர்வியில் (Remote) இது பயன்படுகின்றது. மங்கலான மூடுபனியில் எதிரே வரும் வாகனங்களை பார்ப்பதற்கும், இரவு நேரங்களில் பார்ப்பதற்கும், அகச்சிவப்பு புகைப்படம் எடுக்கவும் அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் பயன்படுகிறது.

கண்ணுறு ஒளி (Visible light)

வெந்தழல் நிலையில் உள்ள பொருட்களிலிருந்து கண்ணுறு ஒளி கிடைக்கிறது. மேலும் வாயுக்களில் உள்ள கிளர்ச்சியுற்ற அணுக்களும் கண்ணுறு ஒளியை உமிழ்கின்றன. இதன் அலைநீள நெடுக்கம் 4×10^{-7} m லிருந்து 7×10^{-7} m வரை காணப்படும். மேலும் இதன் அதிர்வெண் நெடுக்கம் 7×10^{14} Hz முதல் 4×10^{14} Hz வரை காணப்படும். எதிரொளிப்பு, ஒளிவிலகல், குறுக்கீட்டு விளைவு, விளிம்பு விளைவு, தளவிளைவு, ஒளிமின் விளைவு விதிகளுக்கு உட்படுகின்றது. மேலும் புகைப்படம் எடுப்பதிலும் பயன்படுகின்றது.

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 294
09-04-2019 21:49:59

அட்டவணை 5.1 கண்ணுறு பகுதி மற்றும் வெவ்வேறு வகை கதிர்வீச்சுகளின் அதிர்வெண் மற்றும் அலை நீளங்கள்



கதிர்வீச்சுகளின் வகை	அதிர்வெண் நெடுக்கம் (Hz)	அலை நீள நெடுக்கம்
காமாக்கதிர்கள்	10^{20}-10^{24}	$<10^{-12}$m
X – கதிர்கள்	10^{17}-10^{20}	1 nm - 1pm
புறஊதாக்கதிர்	10^{15}-10^{17}	400 nm - 1nm
கண்ணுறு ஒளி	4 - 7.5 × 10^{14}	750 nm - 400 nm
அருகாமை – அகச்சிவப்பு கதிர்	1 × 10^{14}-4 × 10^{14}	2.5 μm - 750 nm
அகச்சிவப்புகதிர்	10^{13}-10^{14}	25 μm - 2.5 μm
மைக்ரோ(நுண்) அலைகள்	3 × 10^{11}-10^{13}	1 mm - 25 μm
ரேடியோ அலைகள்	< 3 × 10^{11}	> 1 mm

மூலக்கூறு அமைப்பை ஆராயவும், அணுக்களின் வெளிக்கூட்டிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் அமைப்பை அறியவும், கண்களுக்கு பார்வை உணர்வை அளிக்கவும் கண்ணுறு ஒளி பயன்படுகிறது.

புறஊதாக் கதிர்கள் (ultraviolet rays)

சூரியன், மின்வில் மற்றும் அயனியாக்கப்பட்ட வாயுக்களிலிருந்து புறஊதாக் கதிர்வீச்சு கிடைக்கிறது. இதன் அலைநீள நெடுக்கம் 6×10^{-10} m லிருந்து 4×10^{-7} m வரை காணப்படும். மேலும் இதன் அதிர்வெண் நெடுக்கம் 5×10^{17} Hz முதல் 7×10^{14} Hz வரை காணப்படும். இதன் ஊடுருவும் திறன் குறைவு. இப்புற ஊதாக்கதிர்கள் வளிமண்டலத்திலுள்ள ஓசோன் படலத்தால் உட்கவரப்படும். அதே நேரத்தில் இது மனித உடலுக்கு தீமை தரக்கூடியதாகும். பாக்டீரியாக்களைக் கொல்வதற்கும், அறுவை சிகிச்சை கருவிகளிலிருந்து நோய்க்கிருமிகளை நீக்குவதற்கும், திருடர் அறிவிப்பு மணியிலும், மறைந்துள்ள எழுத்துக்களை கண்டுணரவும் விரல் ரேகைகளை கண்டறியவும் மேலும் மூலக்கூறு அமைப்பை அறியவும் பயன்படுகிறது.

X கதிர்கள் (X-rays)

உயர் அணு எண் கொண்ட தனிமத்தினால் வேகமாகச் செல்லும் எலக்ட்ரானை திடீரென எதிர்முடுக்கமடையச் செய்யும்போது(தடுக்கும்போது) X கதிர்கள் கிடைக்கின்றன. மேலும் அணுவின் உட்புற சுற்றுப்பாதையில் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் மாற்றத்தினாலும் X கதிர்கள் உருவாகின்றன. இதன் அலைநீள நெடுக்கம் 10^{-13} m லிருந்து 10^{-8} m வரை காணப்படும். மேலும் அதிர்வெண் நெடுக்கம் 3×10^{21} Hz முதல் 1×10^{16} Hz வரை காணப்படும். புறஊதாக்கதிர்களைவிட X கதிர்களின் ஊடுருவுதிறன் அதிகம். அணுவின் உட்புற எலக்ட்ரான் கூடுகளின் அமைப்பை ஆராயவும், படிக அமைப்பை ஆராயவும் X கதிர்கள் அதிகமாக பயன்படுகின்றன. மேலும எலும்புமுறிவைக் கண்டறியவும், எலும்புகள் மற்றும் சிறுநீரகக் கற்களின் உருவாக்கத்தை கண்டறியவும், சரிசெய்யப்பட்ட எலும்பின் வளர்ச்சியை கண்டறியவும் இது பயன்படுகிறது. மேலும் உலோக வார்ப்புகளில் உள்ள தவறுகளையும், வெடிப்புகளையும், குறைபாடுகளையும் மற்றும் துளைகளையும் கண்டறிய X கதிர்கள் பயன்படுகின்றன.

காமா கதிர்கள் (Gamma rays)

அணுக்கருக்களின் மாற்றத்தினாலும், சில அடிப்படைத் துகளின் சிதைவினாலும் காமா கதிர்வீச்சு பெறப்படுகிறது. புகைப்படத்தகடுகளில் வேதி வினையினை காமா கதிர்கள் ஏற்படுத்துகின்றன. ஒளிர்தல், அயனியாதல், விளிம்புவிளைவு போன்றவற்றை ஏற்படுத்துகிறது. இதன் அலைநீள நெடுக்கம் 1×10^{-14} m லிருந்து 1×10^{-10} m வரை காணப்படும். மேலும், அதிர்வெண் நெடுக்கம் 3×10^{22} Hz முதல் 3×10^{18} Hz வரை காணப்படும். X கதிர் மற்றும் புறஊதாக்கதிரைவிட காமாகதிரின் ஊடுருவு திறன் அதிகம். இக்கதிர்வீச்சில் எவ்வித மின்னூட்டமும் இல்லை. ஆனால் இது மனித உடலுக்கு மிகவும் ஆபத்தானதாகும். அணுக்கருவின் அமைப்பை அறிவதற்கு காமாகதிர் பயன்படுகிறது. புற்றுநோய் சிகிச்சைக்குப்பயன்படும் கதிர்வீச்சு மருத்துவ முறையில் காமா கதிர்வீச்சு பெருமளவு பயன்படுகிறது. உணவுப்பொருட்கள் தயாரிப்பிலும், நோய் உருவாக்கும் நுண்கிருமிகளை கொல்வதற்கும் காமாக் கதிர்கள் பயன்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 5.4

மைக்ரோ அலை சமையல்கலனில் உள்ள மேக்னட்ரான் ஒன்று f = 2450 MHz அதிர்வெண் கொண்ட மின்காந்த அலையை உமிழ்கிறது. இந்த அதிர்வெண்ணில் எவ்வளவு காந்தப்புல வலிமைக்கு எலக்ட்ரான்கள் வட்டப்பாதையில் இயக்கத்தை மேற்கொள்ளும்.

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 295 09-04-2019 21:50:00

தீர்வு

மின்காந்த அலையின் அதிர்வெண் f = 2450 MHz

இதற்கான கோண அதிர்வெண்

$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 2450 \times 10^6$$

$$= 15{,}386 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$= 1.54 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$$

காந்தப்புலம் $B = \dfrac{m_e \omega}{|q|}$

எலக்ட்ரானின் நிறை, $m_e = 9.22 \times 10^{-31}$ kg

எலக்ட்ரானின் மின்னூட்டம்

$$q = -1.60 \times 10^{-19} C \Rightarrow |q| = 1.60 \times 10^{-19} C$$

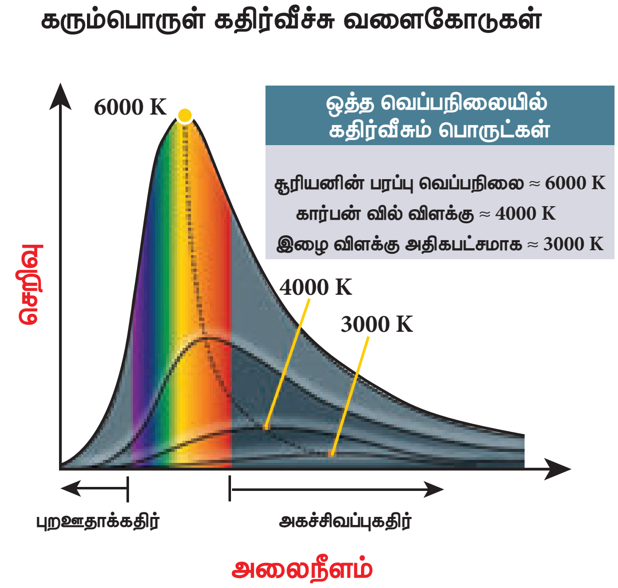
$$B = \frac{(9.22 \times 10^{-31})(1.54 \times 10^{10})}{(1.60 \times 10^{-19})} = 8.87425 \times 10^{-2} T$$

$$B = 0.0887 \text{ T}$$

இந்த காந்தப்புலத்தை ஓர் நிலையான காந்தத்தைக் கொண்டு உருவாக்கலாம். எனவே 2450 MHz அதிர்வெண் கொண்ட மின்காந்த அலைகளைக் கொண்டு உணவுப்பொருட்களை சூடாக்கலாம் மற்றும் சமைக்கலாம். ஏனெனில் இம் மின்காந்த அலைகளை நீர்மூலக்கூறுகள் வலிமையாக உட்கவரும்.

5.3 நிறமாலையின் வகைகள் – வெளியிடு மற்றும் உட்கவர் நிறமாலை – ஃபிரனாஃபர் வரிகள்

பொருளொன்று எரியும்போது, வண்ணங்களை உமிழ்கிறது. அதாவது அப்பொருள் மின்காந்த கதிர்வீச்சை உமிழ்கிறது. அது வெப்பநிலையைச் சார்ந்ததாகும். பொருளொன்றை வெப்பப்படுத்தும் போது அப்பொருள் வெப்பமடைந்த உடன் சிவப்புநிறத்தில் ஒளிரத் தொடங்குகிறது. மேலும் அப்பொருளை தொடர்ந்து வெப்பப்படுத்தும்போது செம்மை கலந்த ஆரஞ்சு நிறத்தில் ஒளிரும். மேலும் வெப்பப்படுத்தும்போது வெண்ணிறத்தில் ஒளிரும். படம் 5.11 இல் காட்டப்பட்டுள்ள நிறமாலை பொதுவாக கரும்பொருள் நிறமாலை என்று அழைக்கப்படும் (பதினோராம் வகுப்பு தொகுதி 2 அலகு 8 ஐப் பார்க்கவும்). இது தொடர் அதிர்வெண் (அல்லது அலைநீள) வளைகோடாகும். மேலும் இது பொருளின் வெப்பநிலையைச் சார்ந்ததாகும்.



படம் 5.11 கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு நிறமாலை – வெப்பநிலை – யைப் பொறுத்து மாற்றம்

UNAFWC

படம் 5.12 இல் காட்டியுள்ளவாறு வெள்ளொளி ஒன்றை முப்பட்டகம் வழியாக செலுத்தும்போது ஏழுவண்ணங்களாகப் பிரிகை அடையும் திரையில் இதனை தொடர் நிறமாலையாகக் கணக்கிடலாம். இந்நிகழ்ச்சிக்கு ஒளியின் நிறப்பிரிகை என்று பெயர்.

நிறப்பிரிகையினால் திரையில் பெறப்பட்ட வண்ணங்களின் தொகுப்பே நிறமாலையாகும். ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட நிறமாலை என்று வரும்போது

படம் 5.12 ஒளியின் நிறப்பிரிகை

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 296 09-04-2019 21:50:05

அவற்றை நிறமாலைகள் (Electromagnetic spectra) என்றழைக்கிறோம். இந்த நிறமாலைகள் இரண்டு மிகப்பெரிய பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

(அ) வெளியிடு நிறமாலைகள் (Emission spectra)

சுய ஒளிர்வு கொண்ட மூலத்திலிருந்து பெறப்படும் நிறமாலை சுய ஒளிர்வு கொண்ட வெளியிடு நிறமாலையாகும். ஒவ்வொரு ஒளிமூலமும் தனிச்சிறப்பான வெளியிடு நிறமாலையை பெற்றுள்ளது. வெளியிடு நிறமாலையை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(i) தொடர் வெளியிடு நிறமாலை அல்லது தொடர் நிறமாலை (Continuous emission spectrum)

ஒளிரும் விளக்கு (மின்னிழை விளக்கு) ஒன்றிலிருந்து வரும் ஒளியை முப்பட்டகத்தின் வழியே செலுத்தும்போது (எளிய நிறமாலைமானி) அது ஏழு வண்ணங்களாகப் பிரிகை அடையும். அதாவது ஊதாவிலிருந்து சிவப்பு வரை உள்ள கண்ணுறு வண்ணங்களின் அலைநீளங்கள் அனைத்தையும் இது பெற்றுள்ளது (படம் 5.13) எடுத்துக்காட்டுகள் : கார்பன் வில் விளக்கிலிருந்து பெறப்படும் நிறமாலை

ஒளிரும் திட, திரவப்பொருட்கள் போன்றவையும் தொடர் நிறமாலைகளைக் கொடுக்கும்.

(ii) வரி வெளியிடு நிறமாலை அல்லது வரிநிறமாலை (line emission spectrum)

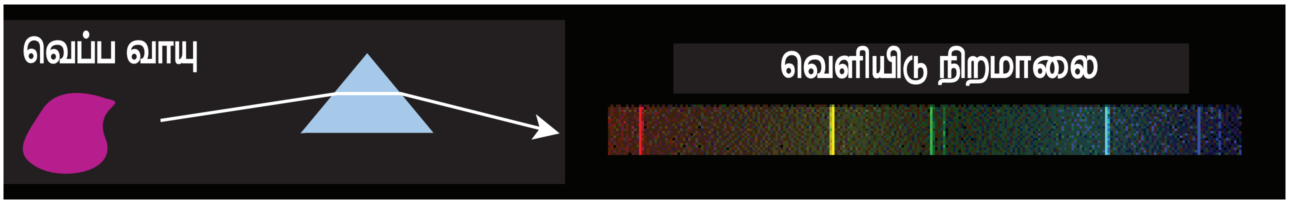
உயர் வெப்ப நிலையிலுள்ள வாயுவை முப்பட்டகத்தின் வழியாக செலுத்தும்போது வரி நிறமாலை பெறப்படுகிறது. இது படம் 5.14 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. வரி நிறமாலையை தொடரற்ற நிறமாலை என்றும் அழைக்கலாம். வரையறுக்கப்பட்ட அலைநீளங்கள் அல்லது அதிர்வெண்களைக் கொண்ட கூர்மையான வரிகளை இந்நிறமாலை பெற்றிருக்கிறது. இவ்வகை நிறமாலைகளை கிளர்ச்சியுள்ள அணுக்கள் அல்லது அயனிகள் வெளியிடும். ஒவ்வொரு வரியும் தனிமங்களின் தனித்துவமான பண்புகளை பிரதிபலிக்கின்றன. அதாவது வெவ்வேறு தனிமங்களுக்கு வெவ்வேறு வரிகள் கிடைக்கும். எடுத்துக்காட்டுகள்: அணுநிலையிலுள்ள ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் போன்றவை.

(iii) பட்டை வெளியிடு நிறமாலை அல்லது பட்டை நிறமாலை (Band emission spectra)

பட்டை நிறமாலையில் அதிக எண்ணிக்கையிலமைந்த, மிகவும் நெருக்கமான நிறமாலை வரிகள் ஒன்றின் மீது மற்றொன்று மேற்பொருந்தி குறிப்பிட்ட பட்டைகளை உருவாக்குகிறது. இப்பட்டைகள் கருமையான இடைவெளிகளினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன, இவ்வகை நிறமாலைகளே பட்டை நிறமாலைகள் ஆகும். இந்நிறமாலையில், பட்டையின் ஒருபுறம் கூர்மையாகவும் (அதிக ஒளிச்செறிவு) மறுபுறம் செல்லச்செல்ல மங்கலாகவும் (குறைந்த ஒளிச்செறிவுடன்) காணப்படும். கிளர்ச்சி நிலையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் பட்டை நிறமாலைகளை வெளியிடுகின்றன.

மூலக்கூறுகளின் தனித்துவமான பண்புகளை பட்டை நிறமாலைகள் பிரதிபலிக்கின்றன. எனவே, மூலக்கூறுகளின் கட்டமைப்பை பட்டை நிறமாலையைக் கொண்டு அறியலாம். எடுத்துக்காட்டுகள்: மின்னிறக்கக் குழாயில் உள்ள ஹைட்ரஜன் வாயு, அமோனியாவாயு போன்றவை பட்டை நிறமாலைகளை உமிழ்கின்றன.

படம் 5.13 தொடர் வெளியிடு நிறமாலை



படம் 5.14 வரி வெளியிடு நிறமாலை

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 297 09-04-2019 21:50:06

(ஆ) உட்கவர் நிறமாலை (Absorbtion spectra)

ஒரு உட்கவர் பொருள் அல்லது ஊடகத்தின் வழியே ஒளியை செலுத்தி, அதிலிருந்து பெறப்படும் நிறமாலையே உட்கவர் நிறமாலையாகும். உட்கவர் பொருளின் பண்புகளை இந்நிறமாலை பெற்றுள்ளது இவை மூன்று வகைகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

(i) தொடர் உட்கவர் நிறமாலை (continuous absorption spectrum)

ஊடகத்தின் வழியாக ஒளியை செலுத்தி, அதன்பின் அந்த ஒளியை முப்பட்டகத்தின் வழியே செலுத்தினால் ஒளி நிறப்பிரிகை அடையும். இதிலிருந்து தொடர் உட்கவர் நிறமாலையைப் பெறலாம். உதாரணமாக நீலநிறக் கண்ணாடி வழியே வெள்ளை ஒளியை செலுத்தினால், நீல நிறத்தைத்தவிர மற்ற அனைத்து நிறங்களையும் அக்கண்ணாடி உட்கவர்ந்து கொள்ளும். இது தொடர் உட்கவர் நிறமாலைக்கு ஓர் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

(ii) வரி உட்கவர் நிறமாலை (line absorption spectrum)

ஒளிரும் மின்னிழை விளக்கலிருந்து வரும் ஒளியை, குளிர்நிலையிலுள்ள வாயுவின் வழியே (ஊடகம்) செலுத்தியபின், முப்பட்டகத்தின் நிறப்பிரிகையினால் பெறப்பட்ட நிறமாலை வரி உட்கவர் நிறமாலையாகும். (படம் 5.15 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது) இதேபோன்று, கார்பன் வில் விளக்கிளிருந்து வரும் ஒளியை சோடிய ஆவி வழியே செலுத்திய பின் கிடைக்கும் நிறமாலையில், தொடர் நிறமாலையின் மஞ்சள் வண்ணப்பகுதியில் இரண்டு கருங்கோடுகள் காணப்படும். இவை சோடியம் வாயுத்துகள்களின் வரி உட்கவர் நிறமாலையாகும்.

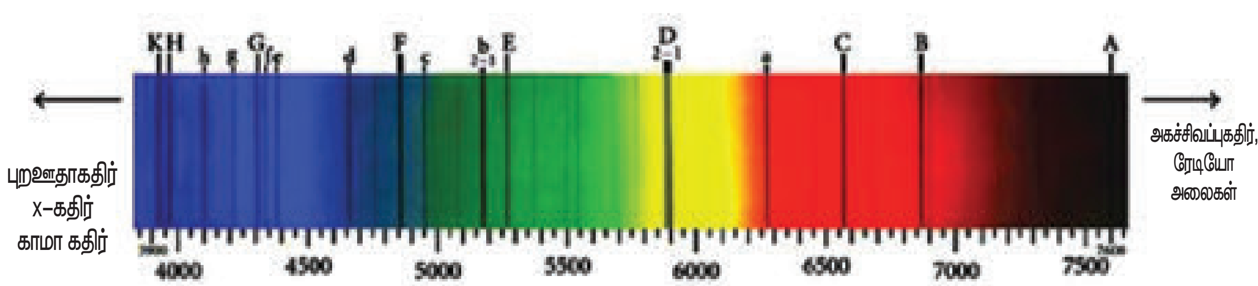
(iii) பட்டை உட்கவர் நிறமாலை (Band absorption spectrum)

வெள்ளை ஒளியை அயோடின் வாயுத்துகள்கள் வழியே செலுத்திய பின் கிடைக்கும் நிறமாலையில், பிரகாசமான தொடர் வெண்மைநிற பிண்ணனியில் கரும்பட்டைகள் காணப்படும். இக்கரும்பட்டைகள் பட்டை உட்கவர் நிறமாலையாகும். இது போன்றே, வெள்ளை ஒளியை நீர்த்த நிலையிலுள்ள இரத்தம் அல்லது தாவரத்தின் பச்சையம் (chlorophyll) அல்லது சில கனிம அல்லது கரிம கரைசல்களின் வழியே செலுத்தும்போது பட்டை உட்கவர் நிறமாலைகளைப் பெறலாம்.

ஃபிரனாஃபர் வரிகள்

சூரியனிலிருந்து பெறப்பட்ட நிறமாலையை ஆய்வுசெய்யும்போது, அந்நிறமாலையில் பல கருங்கோடுகள் காணப்படுகின்றன (வரி உட்கவர் நிறமாலை). சூரிய நிறமாலையில் காணப்படும் இக்கருங்கோடுகளுக்கு ஃபிரனாஃபர் வரிகள் என்று பெயர் (படம் 5.16 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது). பல்வேறு பொருட்களின் உட்கவர் நிறமாலைகளை சூரிய நிறமாலையிலுள்ள ஃபிரனாஃபர் வரிகளுடன் ஒப்பிட்டு, சூரிய வளிமண்டலத்தில் காணப்படும் தனிமங்களை கண்டறியலாம்.

படம் 5.15 வரி உட்கவர் நிறமாலை



படம் 5.16 சூரியநிறமாலை ஃபிரனாஃபர் வரிகள்

பாடச்சுருக்கம்

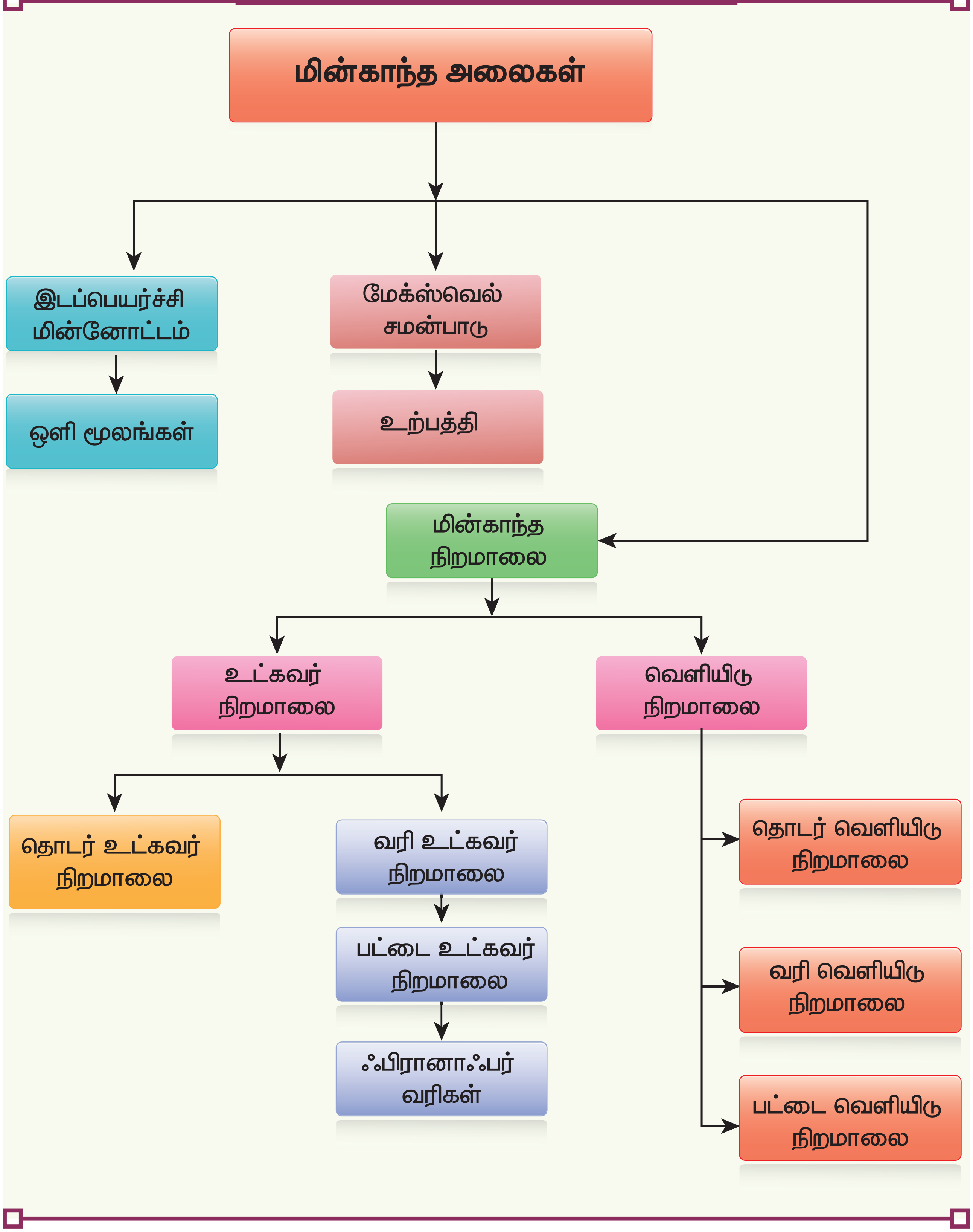
- நேரத்தைப் பொறுத்து எங்கெல்லாம் மின்புலமும், மின்புலபாயமும் மாற்றமடைகிறதோ அங்கெல்லாம் இடம்பெறுகின்ற மின்னோட்டமே இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டமாகும்.
- மேக்ஸ்வெல்லினால் சீரமைக்கப்பட்ட ஆம்பியரின் விதி

$$\oint_s \vec{B}\cdot d\vec{A} = \mu_o I = \mu_o \left(I_c + I_d\right)$$

- முடுக்கப்பட்ட மின்துகள்கள் மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலங்களுடன் இணைந்த மின்காந்த அலைகளை வெளியில் கதிர்வீசுகின்றன. மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலம் இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகவும் மேலும், மின்காந்த அலை பரவும் திசைக்கு செங்குத்தாகவும் அலைவுறுகின்றன.
- மின்காந்த அலைகள் குறுக்கலைகளாகும். அவை இயந்திர அலைகள் அல்ல. எனவே அவை பரவுவதற்கு எவ்விதமான ஊடகமும் அவசியமில்லை.
- மின்காந்த அலையின் மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புல வெக்டர்களின் உடனடி எண்மதிப்பு பின்வருமாறு தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளது ($E = Bc$)
- மின்காந்த அலைகள் குறுக்கலைகளாகும். அதாவது அலைவுறும் மின்புலவெக்டர், காந்தப்புலவெக்டர் மற்றும் பரவு வெக்டர் (மின்காந்த அலை பரவும் திசையைக் குறிப்பது) ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகும்.
- மின்காந்த அலைகள் குறுக்கீட்டு விளைவு, விளிம்பு விளைவு மேலும் தளவிளைவையும் அடைகின்றன.
- மின்காந்த அலைகளின் சராசரி ஆற்றல் அடர்த்தி $u = \frac{1}{2}\varepsilon_\circ E^2 + \frac{1}{2\mu_\circ}B^2$
- மின்காந்த அலை பரவும் திசைக்கு செங்குத்தாக ஓரலகு நேரத்தில் ஓரலகு பரப்பு வழியே கடந்து செல்லும் ஆற்றலே மின்காந்த அலையின் செறிவு என வரையறுக்கப்படுகிறது. $I = \langle U \rangle c$
- பொருளின் பரப்பு மீது விழும் மின்காந்த அலை முழுவதும் உட்கவரப்பட்டால், பரப்புக்கு கொடுக்கப்பட்ட ஆற்றல் U மற்றும் பரப்பின் மீது செலுத்தப்பட்ட உந்தம் $P = \frac{U}{C}$
- U ஆற்றல் கொண்ட மின்காந்த அலை பரப்பினால் முழுவதும் எதிரொளிக்கப்பட்டால், பரப்பிற்கு கொடுக்கப்பட்ட உந்தம் $\Delta p = \frac{U}{c} - \left(-\frac{U}{c}\right) = 2\frac{U}{c}$
- ஓரலகு பரப்பு வழியே பாய்ந்து செல்லும் ஆற்றலுக்கு மின்காந்த அலையின் பாயிண்டிங் வெக்டர் (Poynting vector) என்று பெயர். அதன் சமன்பாடு $\vec{S} = \frac{1}{\mu_\circ}\left(\vec{E}\times\vec{B}\right) = c^2\varepsilon_\circ\left(\vec{E}\times\vec{B}\right)$.
- மின்காந்த அலை ஆற்றல் மற்றும் உந்தத்தை மட்டுமல்லாமல் கோண உந்தத்தையும் சுமந்து செல்கிறது.
- வெளியிடு நிறமாலை மற்றும் உட்கவர் நிறமாலை என்று நிறமாலையை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.
- தானாக ஒளிரும் ஒளி மூலத்திலிருந்து வெளியிடு நிறமாலையைப் பெறலாம். ஒவ்வொரு ஒளி மூலமும் அவற்றின் தனித்துவமான வெளியிடு நிறமாலையைப் பெற்றுள்ளன. வெளியிடு நிறமாலையை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். தொடர், வரி மற்றும் பட்டை நிறமாலைகள்.
- சூரியனிடமிருந்து கிடைக்கும் நிறமாலையை பகுத்து ஆராயும்போது, அதில் அதிக எண்ணிக்கையில் கருங்கோடுகள் (வரி உட்கவர் நிறமாலை) காணப்படும். சூரிய நிறமாலையில் காணப்படும் இக்கருங்கோடுகளுக்கு ஃபிரனாஃபர் வரிகள் என்று பெயர்

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 299 09-04-2019 21:50:10

கருத்து வரைபடம்



UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 300
09-04-2019 21:50:11

I சரியான விடையை தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக

1. $\frac{1}{\mu_o \varepsilon_o}$ இன் பரிமாணம்

   (a) $[L T^{-1}]$ (b) $[L^2 T^{-2}]$

   (c) $[L^{-1} T]$ (d) $[L^{-2} T^2]$

2. மின்காந்த அலை ஒன்றின் காந்தப்புலத்தின் எண்மதிப்பு 3×10^{-6} T எனில், அதன் மின்புலத்தின் மதிப்பு என்ன ?

   (a) 100 V m^{-1} (b) 300 V m^{-1}

   (c) 600 V m^{-1} (d) 900 V m^{-1}

3. எந்த மின்காந்த அலையைப் பயன்படுத்தி மூடுபனியின் வழியே பொருட்களைக் காண இயலும்

   (a) மைக்ரோ அலை

   (b) காமாக்கதிர்வீச்சு

   (c) X- கதிர்கள்

   (d) அகச்சிவப்புக்கதிர்கள்

4. மின்காந்த அலைகளைப் பொறுத்து பின்வருவனவற்றுள் எவை தவறான கூற்றுகளாகும்?

   (a) குறுக்கலை

   (b) இயந்திர அலைகள்

   (c) நெட்டலை

   (d) முடுக்கப்பட்ட மின்துகள்களினால் உருவாக்கப்படுகின்றன

7JWAL8

5. அலையியற்றி ஒன்றைக் கருதுக. அதில் உள்ள மின்னூட்டப்பட்டத் துகளொன்று அதன் சராசரிப்புள்ளியைப் பொறுத்து 300 MHz அதிர்வெண்ணில் அலைவுறுகிறது எனில், அலையியற்றியால் உருவாக்கப்பட மின்காந்த அலையின் அலைநீளத்தின் மதிப்பு

   (a) 1 m (b) 10 m

   (c) 100 m (d) 1000 m

6. X அச்சுத்திசையில் மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலத்தோடு இணைந்த மின்காந்த அலையொன்றுபரவுகிறது.பின்வருவனவற்றுள் எச்சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி அந்த மின்காந்த அலையினை குறிப்பிடலாம்.

   (a) $\vec{E} = E_o \hat{j}$ மற்றும் $\vec{B} = B_o \hat{k}$

   (b) $\vec{E} = E_o \hat{k}$ மற்றும் $\vec{B} = B_o \hat{j}$

   (c) $\vec{E} = E_o \hat{i}$ மற்றும் $\vec{B} = B_o \hat{j}$

   (d) $\vec{E} = E_o \hat{j}$ மற்றும் $\vec{B} = B_o \hat{i}$

7. வெற்றிடத்தில் பரவும் மின்காந்த அலை ஒன்றின் மின்புலத்தின் சராசரி இருமடிமூல மதிப்பு (rms) 3 V m^{-1} எனில் காந்தப்புலத்தின் உச்சமதிப்பு என்ன?

   (a) 1.414×10^{-8} T (b) 1.0×10^{-8} T

   (c) 2.828×10^{-8} T (d) 2.0×10^{-8} T

8. ஊடகம் ஒன்றின் வழியே மின்காந்த அலை பரவும்போது:

   (a) மின்னாற்றல் அடர்த்தி, காந்த ஆற்றல் அடர்த்தியின் இருமடங்கு

   (b) மின்னாற்றல் அடர்த்தி, காந்த ஆற்றல் அடர்த்தியில் பாதியாகும்

   (c) மின்னாற்றல் அடர்த்தியும், காந்த ஆற்றல் அடர்த்தியும் ஒன்றுக்கொன்று சமம்

   (d) மின்னாற்றல் அடர்த்தி, காந்த ஆற்றல் அடர்த்தி இரண்டும் சுழி

9. காந்த ஒரு முனை ஒன்று தோன்றுகிறது எனக் கருதினால், பின்வரும் மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகளில் எச்சமன்பாட்டை மாற்றியமைக்க வேண்டும்?

   (a) $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{மூடப்பட்ட}}{\varepsilon_o}$ (b) $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = 0$

   (c) $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \mu_o$ (d) $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt}\Phi_B$

10. முழுவதும் எதிரொளிக்கும் பரப்பிற்கு செங்குத்தாக E ஆற்றல் கொண்ட கதிர்வீச்சு விழுகிறது, இந்நிகழ்வில் பரப்புக்கு அளிக்கப்பட்ட உந்தம்

    (a) $\frac{E}{c}$ (b) $2\frac{E}{c}$

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 301 09-04-2019 21:50:23

(c) Ec (d) $\frac{E}{c^2}$

11. பின்வருவனவற்றுள் எது மின்காந்த அலையாகும்?
(a) α - கதிர்கள் (b) β - கதிர்கள்
(c) γ - கதிர்கள் (d) இவை அனைத்தும

12. பின்வருவனவற்றுள் எது பரவும் மின்காந்த அலையை உருவாக்கப்பயன்படுகிறது?.
(a) முடுக்குவிக்கப்பட்ட மின்துகள்
(b) சீரான திசைவேகத்தில் இயங்கும் மின்துகள்
(c) ஓய்வுநிலையிலுள்ள மின்துகள்
(d) மின்னூட்டமற்ற ஒரு துகள்

13. ஒரு சமதள மின்காந்த அலையின் மின்புலம் $E = E_o \sin [10^6 x - \omega t]$ எனில் ω வின் மதிப்பு என்ன?
(a) 0.3×10^{-14} rad s^{-1}
(b) 3×10^{-14} rad s^{-1}
(c) 0.3×10^{14} rad s^{-1}
(d) 3×10^{14} rad s^{-1}

14. பின்வருவனவற்றுள் மின்காந்த அலையைப் பொறுத்து தவறான கூற்றுகள் எவை?.
(a) இது ஆற்றலைக் கடத்துகிறது
(b) இது உந்தத்தைக் கடத்துகிறது
(c) இது கோண உந்தத்தைக் கடத்துகிறது
(d) வெற்றிடத்தில் அதன் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்து வெவ்வேறு வேகங்களில் பரவுகிறது.

15. மின்காந்த அலையின் மின்புலம் மற்றும் காந்தப்புலங்கள்
(a) ஒரே கட்டத்தில் உள்ளன மேலும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்து
(b) ஒரே கட்டத்தில் இல்லை மேலும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்து இல்லை
(c) ஒரே கட்டத்தில் உள்ளன மேலும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்து இல்லை
(d) ஒரே கட்டத்தில் இல்லை மேலும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்து

விடைகள்:

1) b	**2)** d	**3)** d	**4)** c	**5)** a
6) b	**7)** a	**8)** c	**9)** b	**10)** b
11) c	**12)** a	**13)** d	**14)** d	**15)** a

II சிறு வினாக்கள்

1. இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் என்றால் என்ன?
2. மின்காந்த அலைகள் என்றால் என்ன?
3. சீரமைக்கப்பட்ட ஆம்பியரின் சுற்று விதியின் தொகையீட்டு வடிவத்தை எழுதுக.
4. மின்காந்த அலையின் செறிவு என்ற கருத்தை விவரி
5. ஃபிரனாஃபர் வரிகள் என்றால் என்ன?

III நெடுவினாக்கள்

1. மேக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகளை தொகை நுண்கணித வடிவில் எழுதுக.
2. சிறு குறிப்பு வரைக (அ) மைக்ரோ அலை (ஆ) X–கதிர் (இ) ரேடியோ அலைகள் (ஈ) கண்ணுறு நிறமாலை
3. மின்காந்த அலையை தோற்றுவிக்கும் மற்றும் கண்டறியும் ஹெர்ட்ஸ் ஆய்வினை சுருக்கமாக விவரி
4. ஆம்பியரின் சுற்றுவிதியில், மேக்ஸ்வெல் மேற்கொண்ட திருத்தங்களைப்பற்றி விவரி
5. மின்காந்த அலையின் பண்புகளை எழுதுக.
6. மின்காந்த அலைகளை தோற்றுவிக்கும் மூலங்களைப்பற்றி விவரி
7. வெளியிடு நிறமாலை என்றால் என்ன? அதன் வகைகளை விவரி
8. உட்கவர் நிறமாலை என்றால் என்ன? அதன் வகைகளை விவரி

IV கணக்குகள்

1. இலேசான பிரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள இணைத்தட்டு மின்தேக்கி ஒன்றைக் கருதுக. தகடுகளின் ஆரம் R எனவும் இரண்டு தகடுகளையும் இணைக்கும் கடத்தியின் வழியே பாயும் மின்னோட்டம் 5A எனவும் கொண்டு, தகடுகளின் வழியே ஓரலகு நேரத்தில் மாற்றமடையும் மின்புலபாயத்தை நேரடியாகக் கணக்கிட்டு, அதன்மூலம் இணைத்தட்டு மின்தேக்கியின் தகடுகளுக்கு நடுவே உள்ள சிறிய இடைவெளியில் தகடுகளின் வழியே

பாயும் இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடுக

விடை: $I_d = I_c = 5$ A

2. பரப்பி ஒன்றின் LC சுற்றில் உள்ள மின்தூண்டியின் மதிப்பு 1 μH மற்றும் மின்தேக்கியின் மதிப்பு 1 μF என்க. இப்பரப்பியில் தோற்றுவிக்கப்படும் மின்காந்த அலையின் அலைநீளம் என்ன ?

விடை : 18.84×10^{-6} m

3. 10^{-6} s நேர அளவு கொண்ட ஒளித்துடிப்பு ஒன்று தொடக்கத்தில் ஓய்வு நிலையில் உள்ள சிறிய பொருளினால் முழுவதும் உட்கவரப்படுகிறது. ஒளித்துடிப்பின் திறன் 60×10^{-3} W எனில், அச்சிறிய பொருளின் இறுதி உந்தத்தைக் கணக்கிடு

விடை: 20×10^{-17} kg m s^{-1}

4. x அச்சுத்திசையில் பரவும் மின்காந்த அலை ஒன்றைக் கருதுக. y அச்சுத்திசையில் செயல்படும் காந்தப்புலத்தின் அலைவுகளின் அதிர்வெண் 10^{10} Hz மற்றும் அதன் வீச்சு 10^{-5} T எனில், மின்காந்த அலையின் அலைநீளத்தைக் கணக்கிடு. மேலும் இந்நிகழ்வில் தோன்றும் மின்புலத்தின் சமன்பாட்டினையும் எழுதுக.

விடை: $\lambda = 3 \times 10^{-18}$ m மற்றும்

$$\vec{E}(x,t) = 3\times10^{3}\sin\left(2.09\times10^{18}x - 6.28\times10^{10}t\right)\hat{i}\ NC^{-1}$$

5. ஊடகம் ஒன்றின் ஒப்புமை உட்புகுதிறன் மற்றும் ஒப்புமை விடுதிறன்கள் முறையே 1.0 மற்றும் 2.25 எனில், அவ்வூடகத்தின் வழியே பரவும் மின்காந்த அலையின் வேகத்தைக் காண்க.

விடை: v = 2 m s^{-1}

மேற்கோள் நூல்கள் (BOOKS FOR REFERENCE)

1. H. C. Verma, *Concepts of Physics – Volume 2*, Bharati Bhawan Publisher
2. Halliday, Resnick and Walker, *Fundamentals of Physics*, Wiley Publishers, 10th edition
3. Serway and Jewett, *Physics for scientist and engineers with modern physics*, Brook/Coole publishers, Eighth edition
4. David J. Griffiths, *Introduction to electrodynamics*, Pearson publishers
5. Paul Tipler and Gene Mosca, *Physics for scientist and engineers with modern physics*, Sixth edition, W.H.Freeman and Company

இணையச் செயல்பாடு

மின்காந்த அலைகள்

நோக்கம்: மைக்ரோ அலை சமையல்கலன் மூலம் உணவு எவ்வாறு சமைக்கப்படுகிறது என்பதை மாணவர்கள் புரிந்துகொள்வார்கள்.

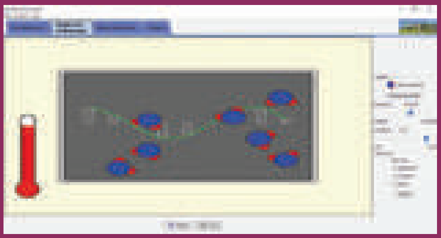
தலைப்பு:
மைக்ரோ அலை
சமையல்கலன்

படிகள்

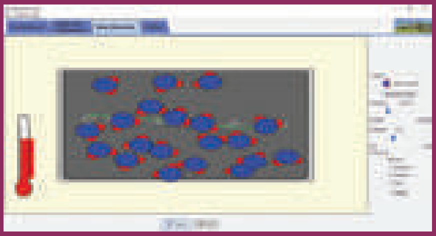
- "phet.colorado.edu/en/simulation/microwaves" என்ற வலைப்பக்கத்திற்கு செல்லுங்கள்.
- 'one molecule' என்ற தாவலை சொடுக்கவும். வலது பக்கத்தில் இருக்கும் on பொத்தானை சொடுக்கி சமையல்கலனை செயல்படச் செய்யுங்கள்.
- 'one molecule' என்ற தாவலை சொடுக்கி மைக்ரோ அலைகளின் விசை உணவிலிருக்கும் நீர் மீது எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பதை கவனியுங்கள்.
- மைக்ரோ அலைகள், உணவிலுள்ள நீர் மூலக்கூறுகளை சுழலச் செய்து வெப்ப ஆற்றலை உருவாக்கி உணவினை சமைப்பதை கவனியுங்கள்.
- மைக்ரோ அலைகளின் வீச்சு மற்றும் அதிர்வெண்ணை மாற்றம் செய்யும் போது நீர் மூலக்கூறுகளின் சுழற்சி வேகம் மாறுகிறதா ? எவ்வாறு மாறுகிறது?

படி 1

படி 2



படி 3



படி 4

நீர் மூலக்கூறுகளின் சுழற்சி வேகத்திற்கும் சமைக்கும் நேரத்திற்கான தொடர்பை விவாதியுங்கள்.

குறிப்பு:

உங்கள் உலாவியில் flash player இல்லையென்றால் அதனை நிறுவவும். நீங்கள் 'phet' பாவிப்பியை அகல்நிலையில் பயன்படுத்த இந்த உரலியை சொடுக்குங்கள். https://phet.colorado.edu/en/offline–access.

உரலி:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/microwaves

*படங்கள் அடையாளத்திற்கு மட்டும்.

* தேவையெனில் Flash Player or Java Script அனுமதிக்க.

B226_12_PHYSICS_TM

UNIT-5(XII-Physics_Vol-1)_Tamil.indd 304 09-04-2019 21:50:24

மேனிலை இரண்டாம் ஆண்டு

இயற்பியல்

செய்முறை

சோதனைகளின் பட்டியல்

1. மீட்டர் சமனச்சுற்றைப் பயன்படுத்தி, கொடுக்கப்பட்ட கம்பிச்சுருள் செய்யப்பட்ட பொருளின் மின்தடை எண்ணைக் கண்டறிதல்.

2. டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டரைப் பயன்படுத்தி, புவிக்காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறின் மதிப்பை கண்டுபிடித்தல்.

3. வட்டக் கம்பிச்சுருளின் அச்சின் மீது ஒரு புள்ளியில் காந்தப்புலத்தைக் கணக்கிடுதல்.

4. நிறமாலைமானியைப் பயன்படுத்தி, முப்பட்டகத்தின் கோணம் மற்றும் சிறும திசை மாற்றக்கோணம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிட்டு, முப்பட்டகம் செய்யப்பட்ட பொருளின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் கண்டறிதல்.

5. விளிம்பு விளைவு கீற்றணி மற்றும் நிறமாலைமானி ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி செங்குத்து படுது கதிர் முறை மூலம் ஒரு தொகுப்பு ஒளியின் (வெள்ளை நிற ஒளி) அலைநீளத்தை கண்டுபிடித்தல் (கீற்றணியின் ஓரலகு நீளத்தில் உள்ள கோடுகளின் எண்ணிக்கை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது).

6. PN சந்தி டையோடின் மின்னழுத்த வேறுபாடு–மின்னோட்ட $(V - I)$ பண்பு வரைகோடுகளை (Characteristic curves) ஆராய்தல்.

7. செனார் டையோடின் மின்னழுத்த வேறுபாடு–மின்னோட்ட (V – I) பண்பு வரைகோடுகளை (Characteristic curves) ஆராய்தல்.

8. பொது உமிழ்ப்பான் சுற்று அமைப்பில் NPN சந்தி டிரான்சிஸ்டரின் நிலையான பண்பு வரைகோடுகளை (Static characteristic curves) ஆராய்தல்.

9. தொகுப்புச்சுற்றுகளைக் கொண்டு, தர்க்க வாயில்களின் உண்மை அட்டவணைகளைச் சரிபார்த்தல்.

10. தொகுப்புச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி, டீ மார்கன் தேற்றங்களைச் சரிபார்த்தல்.

JGI5B4

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 306 09-04-2019 21:51:00

1. மீட்டர் சமனச்சுற்றைப் பயன்படுத்தி கம்பிச்சுருள் செய்யப்பட்ட பொருளின் மின்தடை எண் கண்டறிதல்

நோக்கம் மீட்டர் சமனச்சுற்றைப் பயன்படுத்தி கொடுக்கப்பட்ட கம்பிச்சுருள் செய்யப்பட்ட பொருளின் மின்தடை எண்ணை கண்டுபிடித்தல்.

தேவையான கருவிகள் மீட்டர் சமனச்சுற்று, கால்வனாமீட்டர், சாவி, மின்தடைப்பெட்டி, இணைப்புக் கம்பிகள், லெக்லாஞ்சி மின்கலம், தொடுசாவி மற்றும் உயர் மின்தடை.

வாய்ப்பாடு

$$\rho = \frac{X\pi r^2}{L} \quad (\Omega m)$$

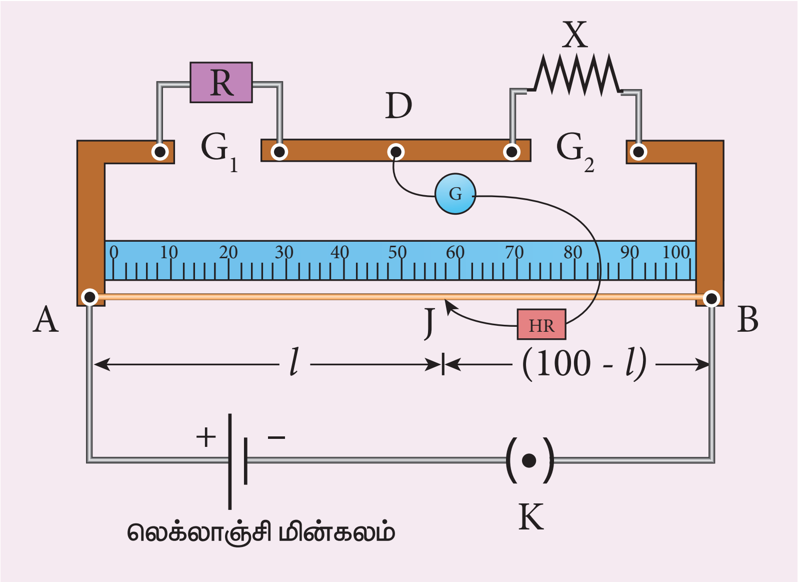
இங்கு, $\rho \rightarrow$ கம்பிச்சுருளின் மின்தடை எண் (Ωm)

$X \rightarrow$ கொடுக்கப்பட்ட கம்பிச்சுருளின் மின்தடை (Ω)

$L \rightarrow$ கம்பிச்சுருளின் நீளம் (m)

$r \rightarrow$ கம்பியின் ஆரம் (m)

மின்சுற்று வரைப்படம்



செய்முறை:

- மீட்டர் சமனச்சுற்றின் இடது இடைவெளியில் மின்தடைப்பெட்டி R–ம், வலது இடைவெளியில் கண்டறிய வேண்டிய மின்தடை X–ம் இணைக்கப்படுகின்றன.
- $1\ m$ நீளமுள்ள கம்பிக்கு குறுக்கே லெக்லாஞ்சி மின்கலம் ஒன்று சாவி வழியே இணைக்கப்படுகிறது.
- உணர்திறன் மிக்க கால்வனாமீட்டர் G–ஆனது தாமிரப்பட்டையின் மையப்புள்ளிக்கும் தொடுசாவி J–க்கும் இடையே உயர் மின்தடை (HR) வழியே இணைக்கப்படுகிறது.
- மின்தடைப்பெட்டியில் தகுந்த மின்தடை தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு, மின்சுற்று இயக்கப்படுகிறது.
- மின்சுற்றின் இணைப்புகளைச் சரிபார்ப்பதற்கு தொடுசாவியானது கம்பியின் A முனையில் தொடப்படுகிறது. கால்வனாமீட்டரின் விலகல் ஒரு திசையில் அமையும். தொடுசாவியை கம்பியின்

மறுமுனையான B–ல் தொடும் போது கால்வனாமீட்டர் விலகல் எதிர்திசையில் அமைகிறது. இது மின்சுற்றின் இணைப்புகள் சரியாக உள்ளன என்பதை உறுதி செய்கிறது.

- தொடுசாவியை கம்பியின் மீது நகர்த்தி, கால்வனாமீட்டரில் சுழி விலகலை ஏற்படுத்தும் சமன்செய் புள்ளி J கண்டறியப்படுகிறது.
- அதிலிருந்து சமன்செய் நீளம் $AJ = l$ அளவிடப்படுகிறது.
- $X_1 = \frac{R(100-l)}{l}$ எனும் வாய்ப்பாட்டைப் பயன்படுத்தி, மின்தடையின் மதிப்பு X_1 கண்டறியப்படுகிறது.
- R–ன் வெவ்வேறு மதிப்புகளுக்கு சோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது.
- R மற்றும் X ஆகியவற்றை இடப்பரிமாற்றம் செய்து, சோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது.
- $X_2 = \frac{Rl}{(100-l)}$ எனும் வாய்ப்பாட்டைப் பயன்படுத்தி, மின்தடையின் மதிப்பு X_2 கண்டறியப்படுகிறது.
- முதல் நேர்வில் பயன்படுத்திய R–இன் மதிப்புகளுக்கு சோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது.
- X_1 மற்றும் X_2 ஆகியவற்றின் சராசரி மதிப்பானது கொடுக்கப்பட்ட கம்பிச்சுருளின் மின்தடை X ஆகும்.
- திருகு அளவியைப் பயன்படுத்தி, கம்பியின் ஆரம் r கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது.
- மீட்டர் அளவுகோலின் மூலம் கம்பிச்சுருளின் நீளம் L அளவிடப்படுகிறது.
- X, r மற்றும் L ஆகியவற்றின் மதிப்புகளிலிருந்து கம்பிச்சுருள் செய்யப்பட்ட பொருளின் மின்தடை எண் கண்டறியப்படுகிறது.

காட்சிப்பதிவுகள்

கம்பிச்சுருளின் நீளம் L = ___________________________ cm

அட்டவணை 1:

கொடுக்கப்பட்ட கம்பிச்சுருளின் மின்தடையைக் கண்டுபிடித்தல்

வ.எண்	மின்தடை R (Ω)	இடப்பரிமாற்றத்திற்கு முன்பு		இடப்பரிமாற்றத்திற்கு பின்பு		சராசரி $X = \frac{X_1+X_2}{2}$ (Ω)
		சமன்செய் நீளம், l (cm)	$X_1 = \frac{R(100-l)}{l}$ (Ω)	சமன்செய் நீளம், l (cm)	$X_2 = \frac{Rl}{(100-l)}$ (Ω)	
1						
2						
3						

சராசரி மின்தடை, X = ——————————Ω

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 308 09-04-2019 21:51:08

அட்டவணை 2:

கம்பியின் ஆரத்தைக் கண்டுபிடித்தல்

சுழிப்பிழை =

சுழித்திருத்தம் (zc) = மீச்சிற்றளவு = 0.01 mm

வ.எண்	புரிக்கோல் அளவு PSR (mm)	தலைக்கோல் ஒன்றிணைவு HSC ($div.$)	மொத்த அளவீடு $TR = PSR + (HSC \times LC)$ (mm)	சரிசெய்யப்பட்ட அளவீடு $= TR \pm ZC$ (mm)
1				
2				
3				

சராசரி விட்டம் $2r$ =………………….. mm

கம்பியின் ஆரம் r =………………….. mm

r = ………………….. $\times 10^{-3} m$

கணக்கீடு

(i) $\rho = \dfrac{X\pi r^2}{L} =$

முடிவு:

கொடுக்கப்பட்ட கம்பிச்சுருளின் மின்தடை எண் = ………………….. (Ωm)

குறிப்பு

1. **மின் இணைப்புகளைச் சரிபார்த்தல்:**

   மின்சுற்றின் இணைப்புகளைச் சரிபார்ப்பதற்கு தொடுசாவியானது கம்பியின் A முனையில் தொடப்படுகிறது. கால்வனாமீட்டரின் விலகல் ஒரு திசையில் அமையும். தொடுசாவியை கம்பியின் மறுமுனையான B–ல் தொடும் போது கால்வனாமீட்டரின் விலகல் எதிர்திசையில் அமைகிறது. இது மின்சுற்றின் இணைப்புகள் சரியாக உள்ளன என்பதை உறுதி செய்கிறது.

2. **உயர் மின்தடையின் பயன்பாடு:** (HR - High resistance)

   கால்வனாமீட்டர் உணர்திறன் அதிகம் உள்ள கருவியாகும். அதிக அளவு மின்னோட்டம் அதன் வழியே பாயும் போது, கால்வனாமீட்டரின் கம்பிச்சுருள் பாதிப்படையும். எனவே, கால்வனாமீட்டரை பாதுகாப்பதற்கு உயர் மின்தடை (HR) பயன்படுத்தப்படுகிறது. கால்வனாமீட்டருடன் உயர் மின்தடை தொடரிணைப்பில் உள்ளபோது, சுற்றில் பாயும் மின்னோட்டம் குறைகிறது. ஆதலால் கால்வனாமீட்டர் பாதுகாக்கப்படுகிறது. ஆனால் சமன்செய் நீளம் துல்லியமாக இருக்காது.

3. **துல்லியமான சமன்செய் நீளத்தை கண்டுபிடித்தல்.**

   முதலில் உயர்மின் தடையை மின்சுற்றில் இணைக்க வேண்டும் (அதாவது, உயர்மின் தடையின் சொருகு சாவியை நீக்க வேண்டும்). தோராயமான சமன்செய் நீளம் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. பின்னர் உயர் மின்தடையை சுற்றில் இருந்து நீக்க வேண்டும் (அதாவது உயர் மின்தடையின் சொருகு சாவியை பொருத்த வேண்டும்). தற்போது கண்டறியப்படும் சமன்செய் நீளம் துல்லியமாக இருக்கும்.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 309 09-04-2019 21:51:10

2. டேஞ்சன்ட் கால்வனா மீட்டரைப் பயன்படுத்தி புவிக் காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக் கூறு கண்டறிதல்

நோக்கம் டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டரைப் பயன்படுத்தி புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறினை கண்டறிதல்.

தேவையான கருவிகள் டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டர், திசைமாற்றி, மின்கலத்தொகுப்பு, மின்தடை மாற்றி, அம்மீட்டர், சாவி மற்றும், இணைப்புக்கம்பிகள்

வாய்ப்பாடு:

$$B_H = \frac{\mu_0 n k}{2r} \quad (Tesla)$$

$$k = \frac{I}{\tan\theta} \ (Ampere)$$

இங்கு, $B_H \rightarrow$ புவிக்காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு (T)

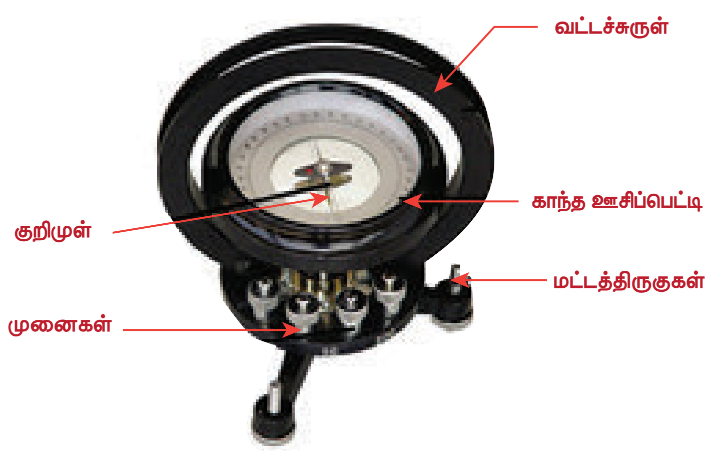
$\mu_o \rightarrow$ வெற்றிடத்தின் உட்புகுதிறன் $(4\pi \, x \, 10^{-7} \, H \, m^{-1})$

$n \rightarrow$ சுற்றில் இணைக்கப்பட்ட டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டர் கம்பிச்சுருள்களின் எண்ணிக்கை (அலகு இல்லை)

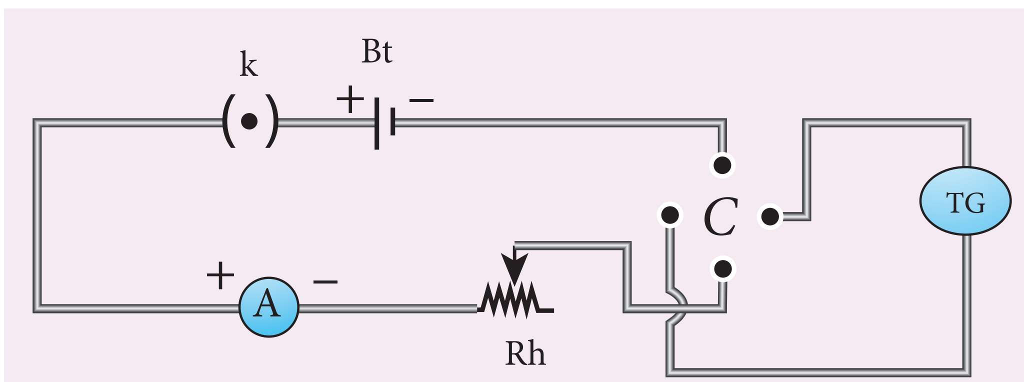
$k \rightarrow$ டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டரின் சுருக்கக்கூற்றெண் (A)

$r \rightarrow$ கம்பிச்சுருளின் ஆரம் (m)

விளக்கப்படம்



படம் (அ) டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டர் படம் (ஆ) சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை



படம் (இ) மின்சுற்று

செய்முறை:

- டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டரின் தொடக்க சீரமைவுகள்

  (அ) டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டரின் அடிப்பகுதியில் உள்ள மட்டத் திருகுகளை சரி செய்வதன் மூலம், கால்வனாமீட்டரின் சுழலும் வட்டத்தட்டு கிடைத்தளமாகவும், வட்ட வடிவக் கம்பிச்சுருளின் தளம் செங்குத்தாகவும் அமைக்கப்படுகிறது.

  (ஆ) வட்ட வடிவக் கம்பிச்சுருளை சுழற்றி, அதன் தளமானது காந்த துருவத்தளத்தில் (Magnetic meridian) இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. அதாவது கம்பிச்சுருளின் தளம் வடக்கு – தெற்கு திசையில் அமைய வேண்டும்.

  (இ) காந்த ஊசிப்பெட்டியை (Compass box) மட்டும் சுழற்றி, அலுமினியக் குறிமுள் 0° – 0° காட்டுமாறு செய்ய வேண்டும்.

- படம் (இ)–ல் உள்ளவாறு இணைப்புகள் தரப்படுகின்றன.
- கம்பிச்சுருளில் உள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு, மின்சுற்று இயக்கப்படுகிறது.
- அலுமினியக் குறிமுள்ளில் விலகலானது 30°–60° இடையே இருக்குமாறு மின்னோட்டத்தின் நெடுக்கம் (Current range) தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.
- தகுந்த மின்னோட்டம் மின்சுற்றில் செலுத்தப்பட்டு, அலுமினியக் குறிமுள் முனைகளின் விலக்கங்கள் θ_1 மற்றும் θ_2 குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- திசைமாற்றியைப் பயன்படுத்தி, மின்னோட்டத்தின் திசை மாற்றப்படுகிறது. எதிர்த்திசையில் அமையும் அலுமினியக் குறிமுள் விலக்கங்கள் θ_3 மற்றும் θ_4 குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ மற்றும் θ_4 ஆகியவற்றின் சராசரி மதிப்பு θ கணக்கிடப்பட்டு, அட்டவணைப் படுத்தப்படுகிறது.
- ஒவ்வொரு மின்னோட்ட மதிப்பிற்கும், குறைப்புக்காரணி (Reduction factor) k கணக்கிடப்படுகிறது. அதன் மதிப்பு மாறிலியாக அமைவதைக் காணலாம்.
- பல்வேறு மின்னோட்ட மதிப்புகளுக்கு, சோதனையானது மீண்டும் செய்யப்பட்டு அளவீடுகள் அட்டவணைப் படுத்தப்படுகின்றன.
- கம்பிச்சுருளின் மீது நூலினைச் சுற்றி, அதன் சுற்றளவு அளவிடப்படுகிறது. பின்னர் அதிலிருந்து கம்பிச்சுருளின் ஆரம் கணக்கிடப்படுகிறது.
- r, n மற்றும் k மதிப்புகளைப் பயன்படுத்தி, புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு கண்டுபிடிக்கப்படுக்கிறது.

திசைமாற்றி (Commutator):

திசைமாற்றி என்பது மின்சுற்றுகள், மின் மோட்டார்கள் மற்றும் மின்னியற்றிகளில் பயன்படும் ஒரு வகை சாவி ஆகும். இது மின் சுற்றில் உள்ள மின்னோட்டத்தின் திசையை எதிர்த்திசையில் திருப்பப் பயன்படுகிறது.

காட்சிப்பதிவுகள்:

கம்பிச்சுருள் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை $n =$

கம்பிச்சுருளின் சுற்றளவு $(2\pi r) =$

கம்பிச்சுருளின் ஆரம் $r =$

வ.எண்	மின்னோட்டம் I (A)	டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டரில் விலக்கம் (டிகிரி)				சராசரி θ (டிகிரி)	$k=\dfrac{I}{\tan\theta}$
		θ_1	θ_2	θ_3	θ_4		
1							
2							
3							
4							

கணக்கீடு

$$B_H = \frac{\mu_0 n k}{2r} =$$

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட இடத்தில், புவிகாந்தப் புலத்தின் கிடைத்தளக் கூறின் மதிப்பு = ……………… Tesla

குறிப்பு

i. டேஞ்சன்ட் கால்வனாமீட்டருக்கு அருகில் இருக்கும் காந்தப்பொருட்கள் மற்றும் காந்தங்கள் ஆகியவை அகற்றப்பட வேண்டும்.

ii. அலுமினியக் குறிமுள்ளின் முனைகளின் நிலையை இடமாறு தோற்றப்பிழை இல்லாதவாறு அளவிட வேண்டும்.

iii டேஞ்சன்ட் கால்வனா மீட்டரின் விலக்கங்கள் 30° யிலிருந்து 60° வரை இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. ஏனெனில், இக்கருவியின் உணர்திறன் 45° என்ற கோணத்தில் பெருமம் ஆகும். மேலும் 0° மற்றும் 90° ஆகிய அளவுகளில் உணர்திறன் சிறுமம் ஆகும். அதாவது

$$I = k \tan\theta$$
$$dI = k\, sec^2\theta\, d\theta$$

$$\frac{d\theta}{dI} = \frac{\sin 2\theta}{2I}$$

கொடுக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்திற்கு, $\sin 2\theta = 1$ அல்லது $\theta = 45^\circ$ எனில், உணர்திறன் $\dfrac{d\theta}{dI}$ ஆனது பெருமம் ஆகும்.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 312 09-04-2019 21:51:18

3. வட்டக் கம்பிச்சுருளின் அச்சின் மீது காந்தப்புலம் – B_H கண்டறிதல்

நோக்கம் விலகு காந்தமானி மற்றும் மின்னோட்டம் தாங்கிய வட்டக் கம்பிச்சுருள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி, புவி காந்தப்புலத்தின் கிடத்தளக் கூறினை கண்டறிதல்.

தேவையான கருவிகள் வட்டக் கம்பிச்சுருள், காந்த ஊசிப்பெட்டி, திசைமாற்றி, மின்கலத்தொகுப்பு, மின்தடை மாற்றி, அம்மீட்டர், சாவி மற்றும், இணைப்புக்கம்பிகள்

வாய்ப்பாடு

$$B_H = \frac{\mu_0 n r^2}{2\left(r^2+x^2\right)^{3/2}}\left(\frac{I}{\tan\theta}\right) \quad (Tesla)$$

இங்கு, B_H → புவிகாந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு ($Tesla$)

μ_o → வெற்றிடத்தின் உட்புகுத்திறன் ($4\pi\times10^{-7}\ H\,m^{-1}$)

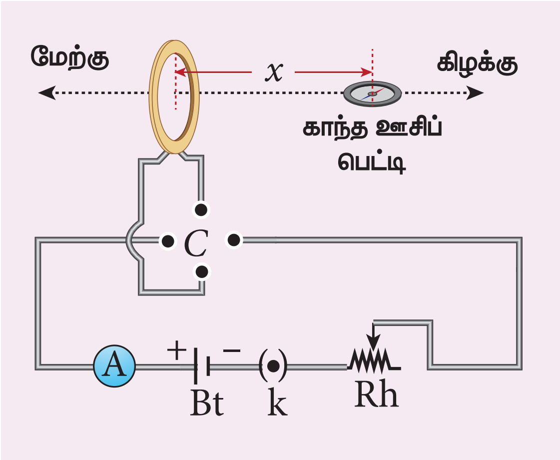
n → மின்சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள கம்பிச்சுருள் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை (அலகு இல்லை)

I → கம்பிச்சுருள் வழியாக பாயும் மின்னோட்டம் (A)

r → வட்டக் கம்பிச்சுருளின் ஆரம் (m)

x → காந்த ஊசிப் பெட்டியின் மையத்திற்கும் கம்பிச்சுருளின் மையத்திற்கும் உள்ள தொலைவு (m)

மின் சுற்று



செய்முறை:

- பின்வரும் தொடக்கச் சீரமைவுகள் செய்யப்படுகின்றன.
  அ) மட்டத் திருகுகளைச் சரிசெய்து வட்ட வடிவ கம்பிச்சுருள் செங்குத்தாக இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது.
  ஆ) கிழக்கு – மேற்கு திசையில் மரப்பலகை இருக்குமாறு சரி செய்யப்படுகிறது. அதாவது, அலுமினிய குறிமுள்ளுக்கு இணையாக மரப்பலகை இருக்க வேண்டும்.
  இ) வட்டக் கம்பிச்சுருளின் தளம் காந்தத்துருவ தளத்தில் இருக்குமாறு கழற்றப்படுகிறது. அதாவது வடக்கு – தெற்குத் திசையில் இருக்க வேண்டும்.
  ஈ) காந்த ஊசிப்பெட்டியின் மையம் கம்பிச்சுருளின் அச்சில் பொருந்துமாறு செய்யப்படுகிறது.
  உ) காந்த ஊசிப்பெட்டியை மட்டும் சுழற்றி, அலுமினியக் குறிமுள் $0° - 0°$ காட்டுமாறு செய்யப்படுகிறது.
- மின்சுற்றுப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு மின் இணைப்புகள் தரப்படுகின்றன.

- கம்பிச்சுருளின் அச்சில் மரப்பலகையின் மீது காந்த ஊசிப்பெட்டி வைக்கப்படுகிறது. கம்பிச்சுருளின் மையத்திற்கும் காந்தஊசிப் பெட்டியின் மையத்திற்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு x எனப்படும்.
- அலுமினிய குறிமுள்ளின் விலகல் $30°$ மற்றும் $60°$ க்கும் இடையே இருக்குமாறு, தகுந்த மின்னோட்டம் (எ.கா. $1A$) கம்பிச்சுருள் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. மின்னோட்டத்தை மாற்றுவதற்கு, மின்தடை மாற்றி (Rh) பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு I –ஆனது அம்மீட்டரில் அளவிடப்படுகிறது.
- அலுமினியக் குறிமுள்ளின் விலகலானது அதன் இரு முனைகளில் இருந்து θ_1 மற்றும் θ_2 எனக் குறித்துக்கொள்ளப்படுகிறது.
- திசை மாற்றி மூலம் மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றி, θ_3 θ_4 ஆகிய அளவீடுகள் குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- காந்தஊசிப் பெட்டியானது மரப்பலகையின் மறுபுறத்திற்கு கொண்டுச் செல்லப்பட்டு, அதே x தொலைவில் வைக்கப்படுகிறது.
- மேற்கூறியவாறு θ_5, θ_6, θ_7 மற்றும் θ_8 ஆகிய அளவீடுகள் குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- எட்டு அளவீடுகளும், அவற்றின் சராசரி மதிப்பும் அட்டவணைப் படுத்தப்படுகின்றன.
- மின்னோட்டத்தின் மதிப்பை மாற்றி (எ.கா. $1.5A$), அதே x தொலைவில் சோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது.
- கம்பிச்சுருளின் மீது நூலினைச் சுற்றி, அதன் சுற்றளவு அளவிடப்படுகிறது. பின்னர் அதிலிருந்து கம்பிச்சுருளின் ஆரம் கணக்கிடப்படுகிறது.
- கம்பிச்சுருளில் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை n குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது.
- n, r, x மற்றும் $\frac{I}{\tan\theta}$ ஆகியவற்றின் மதிப்புகளைக் கொண்டு, புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தள கூறின் மதிப்பு கண்டறியப்படுகிறது.

காட்சிப் பதிவுகள்

கம்பிச் சுருள் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை n =

கம்பிச் சுருளின் சுற்றளவு $(2\pi r)$ =

கம்பிச் சுருளின் ஆரம் r =

அட்டவணை

புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறின் மதிப்பை கண்டுபிடித்தல்

வ. எண்	தொலைவு x (cm)	மின்னோட்டம் $I(A)$	காந்த ஊசிப்பெட்டி கிழக்குப் பகுதியில் உள்ள போது விலக்கம் (டிகிரி)				காந்த ஊசிப்பெட்டி மேற்குப் பகுதியில் உள்ள போது விலக்கம் (டிகிரி)				சராசரி θ (டிகிரி)	$\frac{I}{\tan\theta}$
			θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4		

சராசரி =

கணக்கீடு

$$B_H = \frac{\mu_0 n r^2}{2\left(r^2+x^2\right)^{3/2}}\left(\frac{I}{\tan\theta}\right) =$$

முடிவு:

கொடுக்கப்பட்ட இடத்தில் புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு = …………………….. *Tesla*

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 314 09-04-2019 21:51:20

4. முப்பட்டகப்பொருளின் ஒளி விலகல் எண் கண்டறிதல்

நோக்கம் நிறமாலைமானியைப் பயன்படுத்தி முப்பட்டகம் செய்யப்பட்ட பொருளின் ஒளி விலகல் எண்ணைக் கண்டறிதல்.

தேவையான கருவிகள் நிறமாலைமானி, முப்பட்டகம், முப்பட்டக இறுக்கி, பாதரச மட்டம் மற்றும் சோடியம் ஆவி விளக்கு.

வாய்ப்பாடு

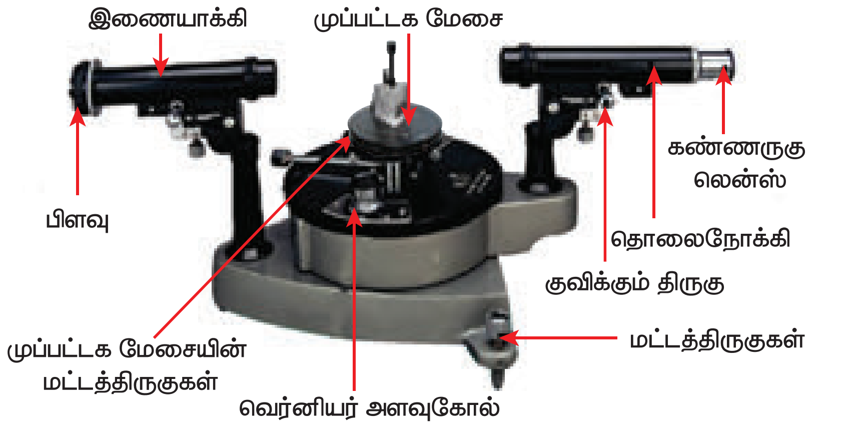
$$\mu = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$ **(அலகு இல்லை)**

இங்கு, $\mu \rightarrow$ முப்பட்டகப்பொருளின் ஒளிவிலகல் எண் (அலகு இல்லை)

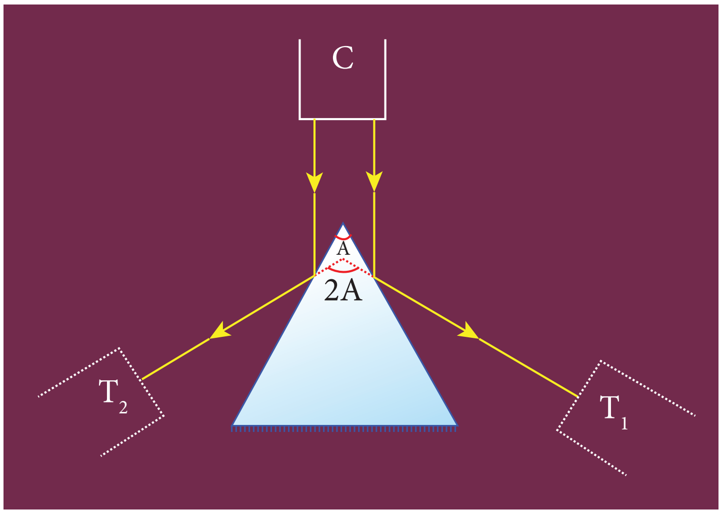
$A \rightarrow$ முப்பட்டகத்தின் கோணம் (டிகிரி)

$D \rightarrow$ சிறும திசைமாற்றக் கோணம் (டிகிரி)

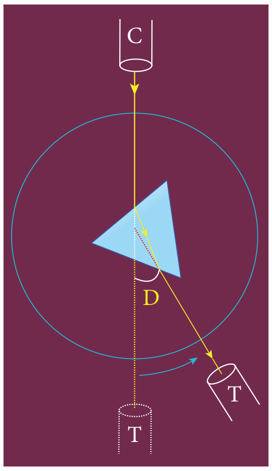
விளக்கப்படம்



படம் (அ) முப்பட்டகத்தின் கோணம்



படம் (ஆ) முப்பட்டகத்தின் கோணம்



படம் (இ) சிறும திசைமாற்றக் கோணம்

செய்முறை

1) நிறமாலைமானியின் தொடக்கச் சீரமைவுகள்:

- **கண்ணருகு லென்சு:** குறுக்குக்கம்பிகள் தெளிவாக தெரியுமாறு கண்ணருகு லென்ஸ் சரி செய்யப்படுகிறது.
- **பிளவு:** இணையாக்கியின் பிளவு மெல்லியதாகவும் செங்குத்தாகவும் அமைக்கப்படுகிறது.
- **நிறமாலைமானியின் அடிப்பகுதி:** மட்டத் திருகுகள் மூலம் நிறமாலைமானியின் அடிப்பகுதி கிடைத்தளமாக இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது.
- **தொலைநோக்கி:** தொலைவில் உள்ள பொருளை நோக்கி தொலைநோக்கி திருப்பப்படுகிறது. பொருளின் தெளிவான தலைகீழான பிம்பம் கிடைக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. தற்போது இணைக்கதிர்களை பெறுமாறு தொலைநோக்கியானது சரி செய்யப்பட்டுள்ளது.
- **இணையாக்கி:** தொலை நோக்கியும் இணையாக்கியும் ஒரே நேர்க் கோட்டில் அமைக்கப்படுகின்றன. பிளவின் தெளிவான பிம்பம் தொலைநோக்கியில் தெரியுமாறு, இணையாக்கி சரி செய்யப்படுகிறது. தற்போது இணையாக்கி இணையான ஒளிக்கதிர்களை தருகிறது.
- **முப்பட்டக மேசை:** பாதரச மட்டம் மற்றும் மட்டத் திருகுகளைப் பயன்படுத்தி, முப்பட்டக மேசை கிடைமட்டமாக இருக்குமாறு சரி செய்யப்படுகிறது.

2. முப்பட்டகத்தின் கோணத்தை கண்டறிதல் (A):

- சோடியம் ஆவி விளக்கின் மூலம் பிளவு ஒளியூட்டப்படுகிறது.
- சம பக்க முப்பட்டகமானது அதன் ஒளிவிலகல் விளிம்பு, இணையாக்கியை நோக்கி இருக்குமாறு முப்பட்டக மேசை மீது வைக்கப்படுகிறது.
- இணையாக்கியிலிருந்து வெளிவரும் ஒளியானது முப்பட்டகத்தின் எதிரொளிக்கும் பக்கங்களில் பட்டு எதிரொளிக்கப்படுகிறது.
- முப்பட்டகத்தின் ஒரு பக்கத்தில் இருந்து எதிரொளிக்கப்படும் பிம்பத்தைப் பார்க்கும் வகையில் தொலைநோக்கியானது இடதுபுறம் திருப்பப்படுகிறது.
- பிளவின் எதிரொளிப்பு பிம்பம் செங்குத்து குறுக்குக் கம்பியில் இணையுமாறு, தொடுகோட்டுத் திருகுகள் மூலம் தொலைநோக்கி சரி செய்யப்படுகிறது.
- இரண்டு வெர்னியர் அளவுகோல்களில் இருந்தும் முதன்மைக்கோல் அளவு மற்றும் வெர்னியர் ஒன்றிணைவு ஆகியவை குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- தற்போது, முப்பட்டகத்தின் மறு பக்கத்தில் இருந்து எதிரொளிக்கப்படும் பிம்பத்தைப் பார்க்கும் வகையில் தொலைநோக்கியானது வலதுபுறம் திருப்பப்படுகிறது.
- மேற்கூறியவாறு மீண்டும் அளவீடுகள் குறித்துக்கொள்ளப்படுகின்றன.
- இந்த இரு அளவீடுகளுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு $2A$ ஆகும். இதிலிருந்து முப்பட்டகத்தின் கோணம் A கணக்கிடப்படுகிறது.

3. சிறும திசைமாற்றக் கோணத்தை கண்டறிதல் (D):

- இணையாக்கியில் இருந்து வெளிவரும் ஒளியானது முப்பட்டகத்தின் ஒரு பக்கத்தின் வழியே ஊடுருவி, ஒளிவிலகல் அடைந்து மற்றொரு பக்கம் வழியாக வெளியேறுமாறு முப்பட்டக மேசை குறிப்பிட்ட திசையில் வைக்கப்படுகிறது.
- ஒளிவிலகல் பிம்பத்தை நோக்குமாறு தொலைநோக்கி திருப்பப்படுகிறது.

- தொலைநோக்கியினுள் பார்த்தவாறே, முப்பட்டக மேசை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் திருப்பப்படுகிறது. அதன் மூலம் படுகதிரின் திசையை நோக்கி பிம்பம் நகருமாறு செய்யப்படுகிறது.
- படுகதிரை நோக்கி நகரும் பிம்பமானது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் எதிர்திசையில் திரும்புகிறது. இந்நிலையே சிறும திசைமாற்ற நிலை ஆகும்.
- இந்நிலையில், பிம்பமானது செங்குத்து குறுக்குக் கம்பியோடு இணையுமாறு தொலைநோக்கி சுழற்றப்பட்டு பின் பொருத்தப்படுகிறது.
- இரண்டு வெர்னியர் அளவுகோல்களில் இருந்தும் அளவீடுகள் குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- முப்பட்டக மேசையிலிருந்து முப்பட்டகம் நீக்கப்பட்டு, நேர்க்கதிர் பிம்பம் செங்குத்து குறுக்குக் கம்பியோடு இணையுமாறு தொலைநோக்கி சரி செய்யப்படுகிறது. பின்னர் அளவீடுகள் குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- அளவீடுகள் அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டு, இந்த இரு அளவீடுகளுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு சிறும திசைமாற்றக் கோணம் D–ஐத் தருகிறது.
- A மற்றும் D ஆகியவற்றின் மதிப்புகளைப் பயன்படுத்தி, முப்பட்டகம் செய்யப்பட்ட பொருளின் ஒளி விலகல் எண் கண்டறியப்படுகிறது.

மீச்சிற்றளவு

ஒரு முதன்மைக்கோல் பிரிவு = $30'$
வெர்னியர் அளவுகோல் பிரிவுகள் எண்ணிக்கை = 30
நிறமாலைமானியில், 30 வெர்னியர் பிரிவுகள் 29 முதன்மைக்கோல் பிரிவுகளுடன் பொருந்துகின்றன.
$\therefore$ 30 VSD = 29 MSD
அல்லது 1 VSD = 29 / 30 MSD
மீச்சிற்றளவு (LC) = 1MSD – 1VSD = 1/30 MSD = $1'$

காட்சிப் பதிவு

அட்டவணை 1:

முப்பட்டகத்தின் கோணம் கண்டறிதல் (A)

பிம்பம்	வெர்னியர் A (டிகிரி)			வெர்னியர் B (டிகிரி)		
	MSR	VSC	TR	MSR	VSC	TR
முதல் பக்கத்தில் எதிரொளிக்கப்பட்ட பிம்பம்						
இரண்டாவது பக்கத்தில் எதிரொளிக்கப்பட்ட பிம்பம்						
வேறுபாடு $2A$						

சராசரி $2A$ =

சராசரி A =

அட்டவணை 2

சிறும திசைமாற்றக் கோணம் கண்டறிதல் (D)

பிம்பம்	வெர்னியர் A (டிகிரி)			வெர்னியர் B (டிகிரி)		
	MSR	*VSC*	*TR*	*MSR*	*VSC*	*TR*
ஒளிவிலகலடைந்த பிம்பம்						
நேர்க்கதிர் பிம்பம்						
வேறுபாடு D						

சராசரி D=

முடிவு:

1. முப்பட்டகத்தின் கோணம் (A) = ………………… (டிகிரி)
2. முப்பட்டகத்தின் சிறும திசைமாற்றக் கோணம் (D) = …………………………(டிகிரி)
3. முப்பட்டக பொருளின் ஒளிவிலகல் எண் μ = …………………….(அலகு இல்லை)

குறிப்பு:

i. தொடக்கச் சீரமைவுகள் செய்த பிறகு, நிறமாலைமானியின் நிலையை, குறிப்பாக இணையாக்கியை மாற்றுவது கூடாது.

ii. மொத்த அளவீடு TR = MSR + (VSL × LC)

இங்கு,

MSR = முதன்மைக்கோல் அளவீடு

VSC = வெர்னியர் கோல் ஒன்றிணைவு

LC = மீச்சிற்றளவு (= 1′)

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 318 09-04-2019 21:51:23

5. விளம்பு விளைவுக் கீற்றணி மற்றும் நிறமாலைமானியைப் பயன்படுத்தி ஒரு தொகுப்பு ஒளியில் உள்ள நிறங்களின் அலைநீளம் கண்டறிதல்

நோக்கம் விளிம்பு விளைவுக் கீற்றணி மற்றும் நிறமாலைமானி ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி ஒரு தொகுப்பு ஒளியில் உள்ள நிறங்களின் அலைநீளத்தைக் கண்டறிதல்.

தேவையான கருவிகள் நிறமாலைமானி, பாதரச வாயு விளக்கு, விளிம்பு விளைவுக் கீற்றணி, கீற்றணி மேசை மற்றும் பாதரச மட்டம்.

வாய்ப்பாடு

$$\lambda = \frac{\sin\theta}{nN} \ \mathring{A}$$

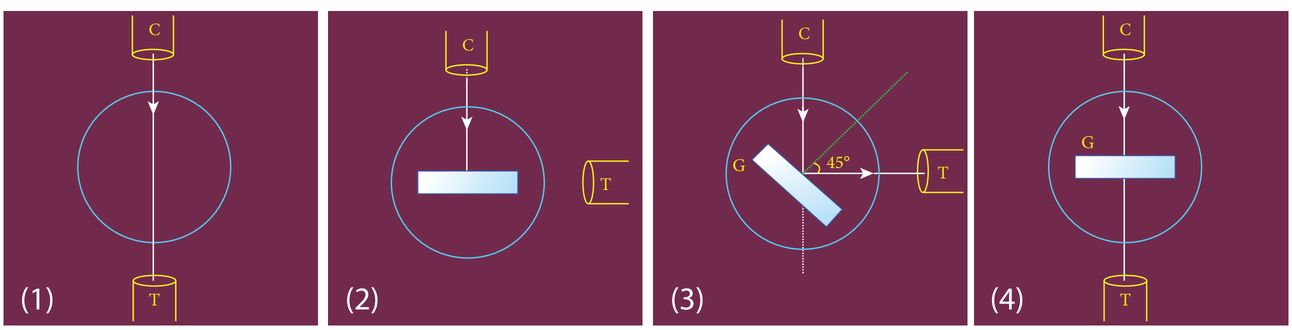
இங்கு, $\lambda \rightarrow$ தொகுப்பு ஒளியில் உள்ள நிறங்களின் அலைநீளம் ($\mathring{A}$)

$N \rightarrow$ கொடுக்கப்பட்ட கீற்றணியின் ஒரு மீட்டர் நீளத்தில் உள்ள கோடுகளின் எண்ணிக்கை (அலகு இல்லை) (N–ன் மதிப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது)

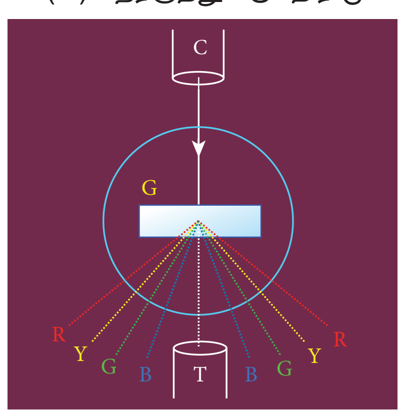
$n \rightarrow$ விளிம்பு விளைவின் வரிசை (அலகு இல்லை)

$\theta \rightarrow$ விளிம்பு விளைவுக் கோணம் (டிகிரி)

விளக்கப்படம்



படம் (அ) நேர்குத்து படுகதிர் முறை



படம் (ஆ) திசைமாற்றக்கோணம்

செய்முறை:

1) நிறமாலைமானியின் தொடக்கச் சீரமைவுகள்

- **கண்ணருகு லென்சு:** குறுக்குக்கம்பிகள் தெளிவாக தெரியுமாறு கண்ணருகு லென்ஸ் சரி செய்யப்படுகிறது.
- **பிளவு:** இணையாக்கியின் பிளவு மெல்லியதாகவும் செங்குத்தாகவும் அமைக்கப்படுகிறது.
- **நிறமாலைமானியின் அடிப்பகுதி:** மட்டத் திருகுகள் மூலம் நிறமாலைமானியின் அடிப்பகுதி கிடைத்தளமாக இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது.

- **தொலைநோக்கி:** தொலைவில் உள்ள பொருளை நோக்கி தொலைநோக்கி திருப்பப்படுகிறது. பொருளின் தெளிவான தலைகீழான பிம்பம் கிடைக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. தற்போது இணைக்கதிர்களை பெறுமாறு தொலைநோக்கியானது சரி செய்யப்பட்டுள்ளது.
- **இணையாக்கி:** தொலை நோக்கியும் இணையாக்கியும் ஒரே நேர்க் கோட்டில் அமைக்கப்படுகின்றன. பிளவின் தெளிவான பிம்பம் தொலைநோக்கியில் தெரியுமாறு, இணையாக்கி சரி செய்யப்படுகிறது. தற்போது இணையாக்கி இணையான ஒளிக்கதிர்களை தருகிறது.
- **கீற்றணி மேசை:** பாதரச மட்டம் மற்றும் மட்டத் திருகுகளைப் பயன்படுத்தி, கீற்றணி மேசை கிடைமட்டமாக இருக்குமாறு சரி செய்யப்படுகிறது.

2) நேர்க்குத்து படுகதிரை பெறுவதற்கு கீற்றணியைச் சரி செய்தல்

- பாதரச ஆவி விளக்கின் தொகுப்பு ஒளி (வெள்ளை நிற ஒளி) மூலம் பிளவானது ஒளியூட்டப்படுகிறது.
- இணையாக்கியுடன் ஒரே நேர்க் கோட்டில் இருக்குமாறு தொலைநோக்கியானது சுழற்றப்படுகிறது. பிளவின் பிம்பம் செங்குத்து குறுக்குக்கம்பியில் இணையுமாறு செய்யப்படுகிறது (படம் (அ)1).
- வெர்னியர் அளவுகோலானது $0^\circ - 180^\circ$ என்ற அளவுகளில் இருக்குமாறு, வெர்னியர் வட்டு மட்டும் சுழற்றப்படுகிறது. இதுவே நேர்க்கதிரின் அளவீடு ஆகும்.
- தொலைநோக்கியானது இடஞ்சுழியாக 90° சுழற்றப்பட்டு, பின் பொருத்தப்படுகிறது (படம் (அ)2).
- சமதள கீற்றணி ஒன்று கீற்றணி மேசை மீது ஏற்றப்படுகிறது.
- கீற்றணியில் பட்டு எதிரொளிக்கும் ஒளியானது தொலைநோக்கியில் பிடிக்கப்படுகிறது. எதிரொளிக்கப்பட்ட பிளவின் பிம்பம் வெள்ளை நிறத்தில் அமையும். இந்தப் பிம்பம், செங்குத்துக் குறுக்குக் கம்பியில் இணையுமாறு கீற்றணி மேசை மட்டும் சரி செய்யப்படுகிறது (படம் அ(3)).
- தற்போது வெர்னியர் வட்டு விடுவிக்கப்படுகிறது. வெர்னியர் வட்டு, கீற்றணி மேசை ஆகிய இரண்டும் தகுந்த திசையில் 45° சுழற்றப்படுகின்றன. இணையாக்கியில் இருந்து வரும் ஒளியானது கீற்றணி மீது நேர்க்குத்தாக விழுகிறது (படம் (அ)4).

3) பாதரச வாயு விளக்கில் உள்ள தொகுப்பு ஒளியின் அலை நீளத்தை கண்டுபிடித்தல்

- தொலைநோக்கி விடுவிக்கப்பட்டு, இணையாக்கியுடன் ஒரே நேர்க்கோட்டில் கொண்டுவரப்படுகிறது. மையத்தில் உள்ள நேர்க்கதிரின் பிம்பத்தை பெறுமாறு தொலைநோக்கி அமைக்கப்படுகிறது. நிறப்பிரிகை அடையாத இந்தப் பிம்பம் வெள்ளை நிறத்தில் இருக்கும்.
- நேர்க்கதிரின் இரு புறங்களிலும் விளிம்பு விளைவு அடைந்த பிம்பங்கள் தோன்றுகின்றன.
- விளிம்பு விளைவு அடைந்த பிம்பமானது பாதரச வாயு விளக்கின் முக்கிய நிறங்களை கொண்டிருக்கும். அலைநீளத்தின் ஏறுவரிசையில் இந்த நிறங்கள் அமைந்திருக்கும்.
- தொலைநோக்கியானது நேர்க்கதிரின் ஏதேனும் ஒரு புறம் திருப்பப்பட்டு (எ.கா. இடது புறம்), முதல் வரிசை விளம்பு விளைவு பிம்பத்தைப் பெறுமாறு சரி செய்யப்படுகிறது.
- தொலைநோக்கியின் செங்குத்து குறுக்குக் கம்பியானது முக்கிய நிறங்களின் (எ.கா. ஊதா, நீலம், மஞ்சள், சிவப்பு) நிறமாலைவரிகளுடன் இணையுமாறு செய்யப்படுகிறது. ஒவ்வொரு நிறத்திற்கும் இரண்டு வெர்னியர் அளவுகோல்களின் அளவீடுகள் குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- தற்போது தொலைநோக்கி நேர்க்கதிரின் வலது புறம் சுழற்றப்பட்டு, முதல் வரிசை பிம்பம் பெறப்படுகிறது.
- இடது புறம் பெறப்பட்ட அதே நிறங்களின் நிறமாலைவரிகளுடன் செங்குத்து குறுக்குக்கம்பி பொருத்தப்படுகிறது. மீண்டும் ஒவ்வொரு நிறத்திற்கும் இரண்டு வெர்னியர் அளவுகோல்களின் அளவீடுகள் குறித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.
- அளவீடுகள் அட்டவணைப் படுத்தப்படுகின்றன.
- இவ்விரு அளவீடுகளுக்கு இடையே உள்ள வேறுபாடு, குறிப்பிட்ட நிறத்திற்கான 2θ மதிப்பைத் தரும்.
- கொடுக்கப்பட்ட கீற்றணியில் ஒரு மீட்டர் நீளத்தில் உள்ள கோடுகளின் எண்ணிக்கை N ஆனது கீற்றணியிலிருந்து குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது.
- N, n மற்றும் θ ஆகியவற்றின் மதிப்புகளிலிருந்து, பாதரச வாயு விளக்கில் உள்ள முக்கிய நிறங்களின் அலைநீளங்கள் கணக்கிடப்படுகின்றன.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 320 09-04-2019 21:51:26

காட்சிப் பதிவுகள்

பாதரச ஆவி விளக்கில் உள்ள முக்கிய நிறங்களில் அலைநீளத்தை கண்டறிதல்

ஒளியின் நிறம்	விளிம்பு விளைவு அடைந்த ஒளியின் அளவீடு (டிகிரி)												வேறுபாடு 2θ (டிகிரி)			θ (டிகிரி)
	இடது						வலது									
	வெர்னியர் *A*			வெர்னியர் *B*			வெர்னியர் *A*			வெர்னியர் *B*						
	MSR	*VSC*	*TR*	*MSR*	*VSC*	*TR*	*MSR*	*VSC*	*TR*	*MSR*	*VSC*	*TR*	வெர்னியர் *A*	வெர்னியர் *B*	சராசரி	
நீலம்																
பச்சை																
மஞ்சள்																
சிவப்பு																

கணக்கீடு

(i) நீலம், $\lambda=\frac{\sin\theta}{nN}$ (ii) பச்சை, $\lambda=\frac{\sin\theta}{nN}$

(iii) மஞ்சள் $\lambda=\frac{\sin\theta}{nN}$ (iv) சிவப்பு = $\lambda=\frac{\sin\theta}{nN}$

முடிவு:

1. நீல நிற வரியின் அலை நீளம் = ________________ $\mathring{A}$
2. பச்சை நிற வரியின் அலை நீளம் = ________________ $\mathring{A}$
3. மஞ்சள் நிற வரியின் அலை நீளம் = ________________ $\mathring{A}$
4. சிவப்பு நிற வரியின் அலை நீளம் = ________________ $\mathring{A}$

குறிப்பு:

தொடக்கச் சீரமைவுகள் செய்த பிறகு, நிறமாலைமானியின் நிலையை, குறிப்பாக இணையாக்கியை, மாற்றுவது கூடாது.

மொத்த அளவீடு TR = MSR + (VSL × LC)

இங்கு,

MSR = முதன்மைக்கோல் அளவீடு

VSC = வெர்னியர் கோல் ஒன்றிணைவு

LC = மீச்சிற்றளவு (= 1′)

6. PN சந்தி டையோடின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையேயான பண்பு வரைகோடுகளை ஆராய்தல்

நோக்கம்

PN சந்தி டையோடின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையேயான பண்பு வரைகோடுகள் (Characteristic curves) வரைந்து, அதிலிருந்து வளைவுப்புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாடு (Knee voltage) மற்றும் முன்னோக்குச் சார்பு மின்தடை ஆகியவற்றைக் கண்டறிதல்.

தேவையான கருவிகள்

PN சந்தி டையோடு (*IN* 4007), மாறுபாட்டு *DC* மின்மூலம், மில்லி அம்மீட்டர், மைக்ரோ அம்மீட்டர், வோல்ட் மீட்டர், மின்தடை மற்றும் இணைப்புக் கம்பிகள்.

வாய்ப்பாடு

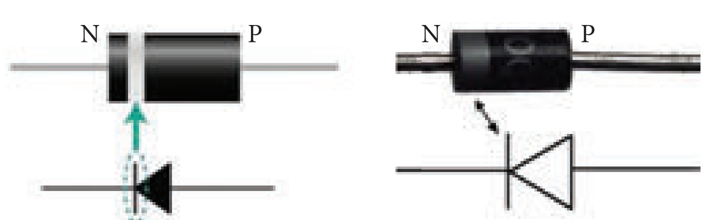
$$R_F = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F}\ (\Omega)$$

இங்கு, $R_F \rightarrow$ டையோடின் முன்னோக்கு மின்தடை (Ω)

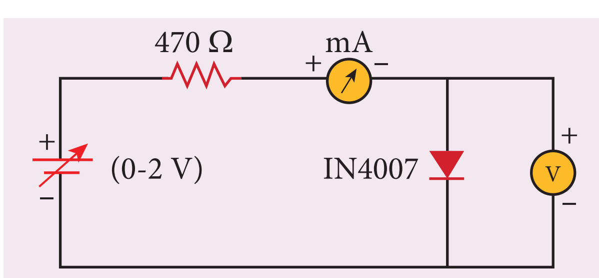
$\Delta V_F \rightarrow$ முன்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் உள்ள மாறுதல் (V)

$\Delta I_F \rightarrow$ முன்னோக்கு மின்னோட்ட மாறுதல் (mA)

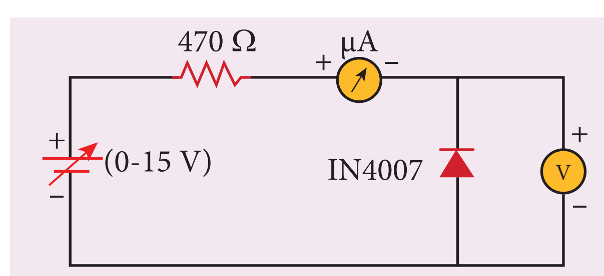
மின் சுற்று



படம் (அ) *PN* சந்திடையோடு மற்றும் அதன் குறியீடு
(வெள்ளி நிற வளையம் டையோடின் எதிர் மின்வாயைக் குறிக்கிறது)



படம் (ஆ) முன்னோக்கு சார்பில் PN சந்திடையோடு



படம் பின்னோக்கு சார்பில் PN சந்திடையோடுவ்

முன் எச்சரிக்கை:

PN சந்தி டையோடு, அம்மீட்டர், வோல்ட்மீட்டர் மற்றும் DC மின்மூலம் ஆகியவை சரியான முனைகளில் கவனமாக இணைக்கப்பட வேண்டும்.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 322 09-04-2019 21:51:30

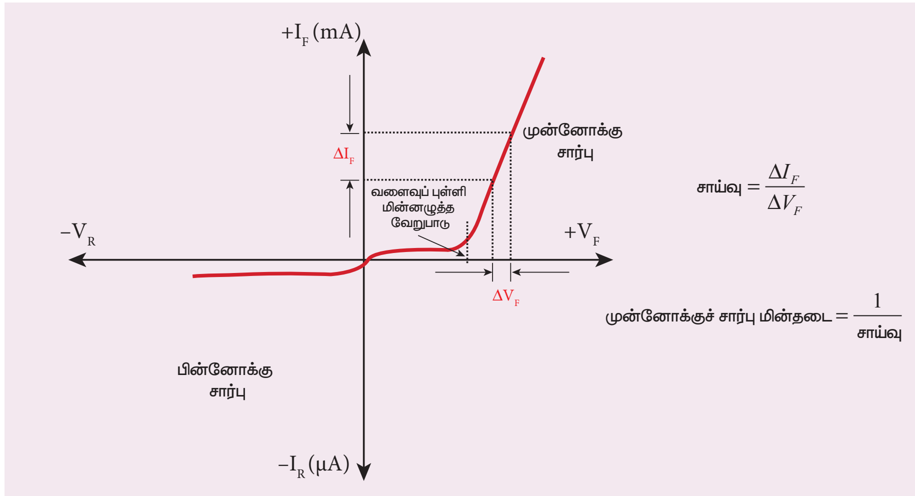
செய்முறை

i) **முன்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு:**

- முன்னோக்குச் சார்பில், PN சந்தி டையோடின் P–பகுதி DC மின்மூலத்தின் நேர்மின் முனையிலும், N–பகுதி எதிர்மின் முனையிலும் இணைக்கப்படுகின்றன.
- மின் சுற்றில் உள்ளபடி இணைப்புகள் தரப்படுகின்றன.
- மாறுபடு DC மின்மூலத்தின் உதவியால், டையோடிற்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு மாற்றப்படுகிறது.
- கொடுக்கப்படும் முன்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடானது (V_F), $0.1V$–இல் இருந்து $0.8V$ வரை $0.1V$–இன் படிகளில் அதிகரிக்கப்படுகிறது. டையோடு வழியே செல்லும் முன்னோக்கு மின்னோட்டம் (I_F) ஆனது மில்லி அம்மீட்டரில் இருந்து குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அளவீடுகள் அட்டவணை படுத்தப்படுகின்றன.
- முன்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் முன்னோக்கு மின்னோட்டம் ஆகியவை நேர்க்குறியாக கொள்ளப்படுகின்றன.
- மின்னழுத்த வேறுபாட்டை X – அச்சிலும், மின்னோட்டத்தை Y–அச்சிலும் கொண்டு வரைபடம் ஒன்று வரையப்படுகிறது. இது முன்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு எனப்படுகிறது.
- முன்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோட்டில் புள்ளியிடப்பட்ட கோட்டினால் குறிக்கப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு, டையோடின் வளைவுப்புள்ளி அல்லது பயன் தொடக்க அல்லது இயங்கு நிலை தொடக்க மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் தருகிறது.
- முன்னோக்குச் சார்பு வரைகோட்டின் நேர்க்கோட்டு பகுதியில் இருந்து கணக்கிடப்படும் சாய்வின் தலைகீழ் மதிப்பு, டையோடின் முன்னோக்கு மின்தடையைத் தருகிறது.

ii) **பின்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு:**

- பின்னோக்குச்ச் சார்பில், DC மின்மூலத்தின் முனைகள் மாற்றப்படுகின்றன. அதாவது டையோடின் P–பகுதி எதிர்மின் முனையுடனும், N–பகுதி நேர்மின் முனையுடன் இணைக்கப்படுகின்றன.
- மின்சுற்றில் உள்ளவாறு மின் இணைப்புகள் கொடுக்கப்படுகின்றன.
- மாறுபாட்டு DC மின்மூலத்தின் உதவியால், டையோடிற்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு மாற்றப்படுகிறது.
- கொடுக்கப்படும் பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடானது (V_R) $1V$–இல் இருந்து $5V$ வரை $1V$–இன் படிகளில் அதிகரிக்கப்படுகிறது. பின்னோக்கு சார்பு மின்னோட்டம் (I_R), மைக்ரோ அம்மீட்டர் மூலம் அளவிடப்படுகிறது. அளவீடுகள் அட்டவணைப் படுத்தப்படுகின்றன.
- பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் பின்னோக்கு மின்னோட்டம் ஆகியவை எதிர்க்குறியாக மறையாக கொள்ளப்படும்.
- பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாட்டை எதிர்மறை X – அச்சிலும், பின்னோக்கு மின்னோட்டத்தை எதிர்மறை Y–அச்சிலும் கொண்டு வரைபடம் வரையப்படுகிறது. இது பின்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு எனப்படும்.



காட்சிப்பதிவுகள்

அட்டவணை 1

முன்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு:

வ.எண்	முன்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்த வேறுபாடு $V_F(V)$	முன்னோக்குச் சார்பு மின்னோட்டம் $I_F(mA)$

அட்டவணை 2

பின்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு:

வ.எண்	பின்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்த வேறுபாடு $V_R(V)$	பின்னோக்குச் சார்பு மின்னோட்டம் $I_R(\mu A)$

கணக்கீடு

i. முன்னோக்கு மின்தடை R_F =

ii. வளைவுப்புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாடு =

முடிவு

PN சந்தி டையோடில் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையேயான பண்பு வரைகோடுகள் வரையப்பட்டன.

i) PN சந்தி டையோடின் வளைவுப் புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாடு = _________ V

ii) PN சந்தி டையோடின் முன்னோக்குச் சார்பு மின்தடை = ___________Ω

செய்முறை குறிப்புகள்

- DC மின்மூலத்தின் மின்னழுத்த வேறுபாடானது குறிப்பிட்ட நெடுக்கங்களில் மட்டுமே முன்னோக்குச் சார்பிலும் $(0-2V)$, பின்னோக்குச் சார்பிலும் $(0-15V)$ அதிகரிக்கப் படவேண்டும். முன்னோக்குச் சார்பு மிகக் குறைந்த மின்தடையை ஏற்படுத்தும் என்பதால், பாதுகாப்பு காரணங்களுக்கு 470Ω மதிப்புள்ள புற மின்தடையை சுற்றில் இணைக்க வேண்டும்.
- மேற்குறிய நெடுக்கத்திற்கு மாறாக, மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் அதிகரித்தால் மின்தடை அல்லது டையோடு பாதிப்படையும்.
- முன்னோக்குச் சார்பில், கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடானது சந்தி அல்லது வளைவுப்புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாட்டை (தோராயமாக $0.7V$) விட அதிகரிக்கும் வரை, டையோடில் ஏறத்தாழ சுழி மின்னோட்டமே ஏற்படும். வளைவுப்புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் கடந்த பிறகு, மின்னோட்டமானது அளிக்கப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டைப் பொருத்து அதிகரிக்கும்.
- முன்னோக்குச் சார்பில், டையோடிற்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடானது பெரும மதிப்பு $0.8\,V$ வரை $0.1\,V$ என்ற படிகளில் அதிகரிக்கப்பட்டு, பின் முன்னோக்குச் சார்பு மின்தடை கணக்கிடப்படுகிறது.
- பின்னோக்குச் சார்பில், மின்னழுத்த வேறுபாடானது பெரும மதிப்பு $5V$ வரை $1V$ என்ற படிகளில் அதிகரிக்கப்படுகிறது. இங்கு மின்னோட்டமானது மிகக் குறைவாக இருப்பதால், மைக்ரோ அம்மீட்டரைப் பயன்படுத்தி மின்னோட்டம் அளவிடப்படுகிறது. சிறுபான்மை மின்துகள்களின் ஓட்டத்தினால் உருவாகும் இந்த மின்னோட்டம், கசிவு மின்னோட்டம் என அழைக்கப்படுகிறது.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 325 09-04-2019 21:51:32

7. செனார் டையோடின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையேயான பண்பு வரைகோடுகளை ஆராய்தல்

நோக்கம்

செனார் டையோடின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையேயான பண்பு வரைகோடுகள் வரைந்து, அதிலிருந்து வளைவுப்புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாடு, முன்னோக்குச் சார்பு மின்தடை மற்றும் பின்னோக்கு முறிவு மின்னழுத்த வேறுபாடு ஆகியவற்றைக் கண்டறிதல்.

தேவையான கருவிகள்

செனார் டையோடு $1Z5.6V$, மாறுபாட்டு DC மின்மூலம் $(0–15V)$, மில்லி அம்மீட்டர், வோல்ட் மீட்டர், $470\ \Omega$ மின்தடை மற்றும் இணைப்புக் கம்பிகள்.

வாய்ப்பாடு:

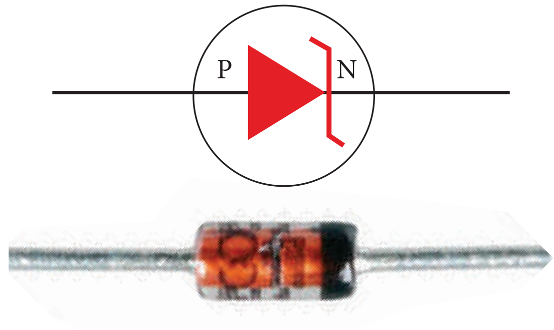
$$R_F = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F}\ (\Omega)$$

இங்கு R_F → டையோடின் முன்னோக்கு மின்தடை (Ω)

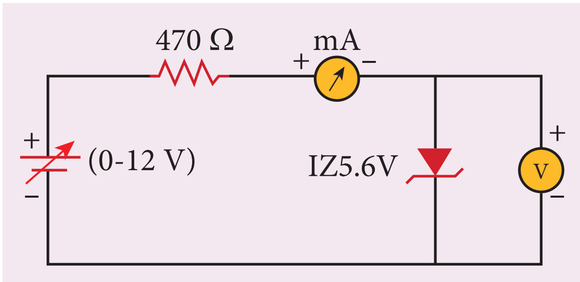
ΔV_F → முன்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் உள்ள மாறுதல் (V)

ΔI_F → முன்னோக்கு மின்னோட்ட மாறுதல் (A)

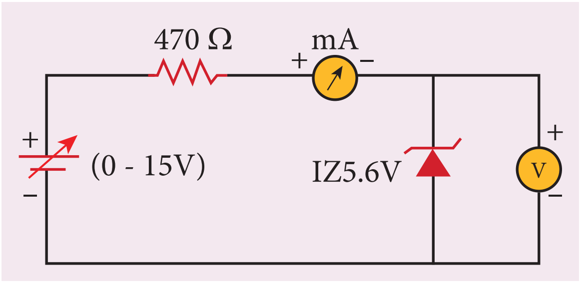
மின்சுற்று



படம் (அ) செனார் டையோடு மற்றும் அதன் குறியீடு
(கருப்பு நிற வளையம் செனார்டையோடின் எதிர் மின்வயைக் குறிக்கிறது)



படம் (ஆ) முன்னோக்குச் சார்பில் செனார் டையோடு



படம் (இ) பின்னோக்குச் சார்பில் செனார் டையோடு

முன் எச்சரிக்கை:

செனார் டையோடு, அம்மீட்டர், வோல்ட்மீட்டர் மற்றும் DC மின்மூலம் ஆகியவை சரியான முனைகளில் கவனமாக இணைக்கப்பட வேண்டும்.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 326 09-04-2019 21:51:36

செய்முறை

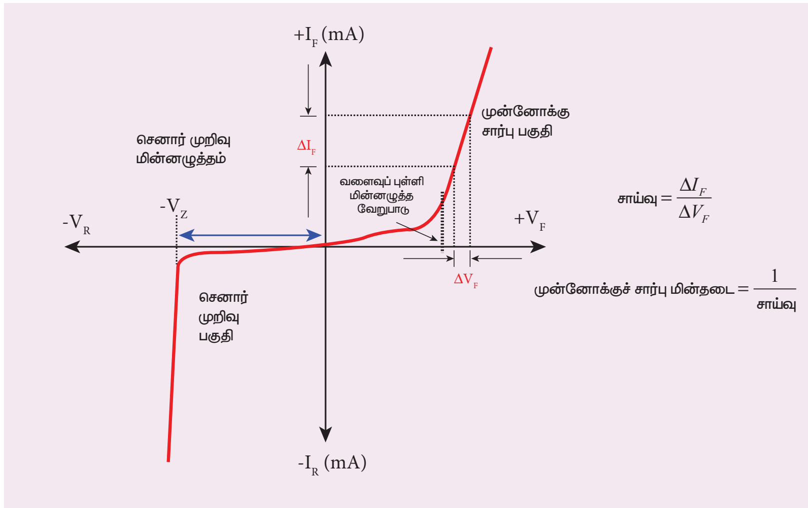
1) முன்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு:

- முன்னோக்குச் சார்பில், PN சந்தி டையோடின் P–பகுதி DC மின்மூலத்தின் நேர்மின் முனையிலும், N–பகுதி எதிர்மின் முனையிலும் இணைக்கப்படுகின்றன.
- மின் சுற்றில் உள்ளபடி இணைப்புகள் தரப்படுகின்றன.
- மாறுபாட்டு DC மின்மூலத்தின் உதவியால், டையோடிற்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு மாற்றப்படுகிறது.
- கொடுக்கப்படும் முன்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடானது (V_F), $0.1V$–இல் இருந்து $0.8V$ வரை $0.1V$–இன் படிகளில் அதிகரிக்கப்படுகிறது. டையோடு வழியே செல்லும் முன்னோக்கு மின்னோட்டம் (I_F) ஆனது மில்லி அம்மீட்டரில் இருந்து குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அளவீடுகள் அட்டவணை படுத்தப்படுகின்றன.
- முன்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் முன்னோக்கு மின்னோட்டம் ஆகியவை நேர்க்குறியாக கொள்ளப்படுகின்றன.
- மின்னழுத்த வேறுபாட்டை X – அச்சிலும், மின்னோட்டத்தை Y–அச்சிலும் கொண்டு வரைபடம் ஒன்று வரையப்படுகிறது. இது முன்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு எனப்படுகிறது.
- முன்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோட்டில் புள்ளியிடப்பட்ட கோட்டினால் குறிக்கப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு, டையோடின் வளைவுப்புள்ளி அல்லது பயன் தொடக்க அல்லது இயங்கு நிலை தொடக்க மின்னழுத்த வேறுபாடு எனப்படும்.
- முன்னோக்குச் சார்பு வரைகோட்டின் நேர்க்கோட்டு பகுதியில் இருந்து கணக்கிடப்படும் சாய்வின் தலைகீழ் மதிப்பு, டையோடின் முன்னோக்கு மின்தடையைத் தருகிறது.

2. பின்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு:

- பின்னோக்குச் சார்பில், DC மின்மூலத்தின் முனைகள் மாற்றப்படுகின்றன. அதாவது டையோடின் P–பகுதி எதிர்மின் முனையுடனும், N–பகுதி நேர்மின் முனையுடன் இணைக்கப்படுகின்றன.
- மின்சுற்றில் உள்ளவாறு மின் இணைப்புகள் கொடுக்கப்படுகின்றன.
- மாறுபாட்டு DC மின்மூலத்தின் உதவியால், டையோடிற்கு குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு மாற்றப்படுகிறது.
- கொடுக்கப்படும் பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடானது (V_R) $1V$–இல் இருந்து $6V$ வரை $0.5V$ என்ற படிகளில் அதிகரிக்கப்படுகிறது. சார்ந்த பின்னோக்கு மின்னோட்டம் (I_R), மில்லி அம்மீட்டர் மூலம் அளவிடப்படுகிறது. அளவீடுகள் அட்டவணைப் படுத்தப்படுகின்றன.
- பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் பின்னோக்கு மின்னோட்டம் ஆகியவை எதிர்க்குறியாக கொள்ளப்படும்.
- பின்னோக்கு மின்னழுத்த வேறுபாட்டை எதிர்மறை X – அச்சிலும், பின்னோக்கு மின்னோட்டத்தை எதிர்மறை Y–அச்சிலும் கொண்டு வரைபடம் வரையப்படுகிறது. இது பின்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு எனப்படும்.
- பின்னோக்குச் சார்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டில், செனார் முறிவு (≈ 5.6 - $5.8V$) ஏற்படுகிறது. முறிவின் போது, அதிக அளவிலான மின்னோட்டம் டையோடின் வழியே பாய்கிறது. இதுவே செனார் டையோடின் பண்பு ஆகும்.
- பின்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோட்டில் இருந்து, செனார் டையோடின் முறிவு மின்னழுத்த வேறுபாடு காணப்படுகிறது.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 327 09-04-2019 21:51:36



காட்சிப்பதிவுகள்

அட்டவணை 1

முன்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு:

வ.எண்	பின்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்த வேறுபாடு $V_F(V)$	பின்னோக்குச் சார்பு மின்னோட்டம் $I_F(mA)$

அட்டவணை 2

பின்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடு:

வ.எண்	பின்னோக்குச் சார்பு மின்னழுத்த வேறுபாடு $V_R(V)$	பின்னோக்குச் சார்பு மின்னோட்டம் $I_R(mA)$

கணக்கீடு

i) **முன்னோக்கு மின்தடை** R_F =

ii) **வளைவுப்புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாடு** =

iii) **செனார் டையோடின் முறிவு மின்னழுத்த வேறுபாடு** =

முடிவு

செனார் டையோடின் மின்னழுத்த வேறுபாடு மற்றும் மின்னோட்டம் இடையேயான பண்பு வரைகோடுகள் வரையப்பட்டன.

i) **செனார் டையோடின் முன்னோக்குச் சார்பு மின்தடை** R_F = _________ Ω

ii) **செனார் டையோடின் வளைவுப் புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாடு** = __________ V

iii) **செனார் டையோடின் முறிவு மின்னழுத்த வேறுபாடு** V_Z =__________ V

செய்முறை குறிப்புகள்

- DC மின்மூலத்தின் மின்னழுத்த வேறுபாடானது குறிப்பிட்ட நெடுக்கங்களில் மட்டுமே முன்னோக்குச் சார்பிலும் $(0-2V)$, பின்னோக்குச் சார்பிலும் $(0-15V)$ அதிகரிக்கப் படவேண்டும்.
- மேற்குறிய நெடுக்கத்திற்கு மாறாக, மின்னழுத்த வேறுபாடுகள் அதிகரித்தால் மின்தடை அல்லது டையோடு பாதிப்படையும்.
- முன்னோக்குச் சார்பில், செனார் டையோடானது PN சந்தி டையோடைப் போலவே செயல்படும். ஆகவே முன்னோக்குச் சார்பு பண்பு வரைகோடுகள் இரண்டிற்கும் ஒரே மாதிரியாக அமையும்.
- PN சந்தி டையோடைப் போல் அல்லாமல், செனார் டையோடின் பின்னோக்குச் சார்பு மின்னோட்டம் மிக அதிகமாக இருப்பதால், மில்லி அம்மீட்டர் மூலமே அளவிடப்படும்.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 329 09-04-2019 21:51:37

8. பொது உமிழ்ப்பான் சுற்று அமைப்பில் NPN டிரான்சிஸ்டரின் பண்பு வரைகோடுகளை ஆராய்தல்

நோக்கம் பொது உமிழ்ப்பான் சுற்று அமைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு *NPN* டிரான்சிஸ்டரின் பண்பு வரைகோடுகள் வரைந்து, அதன் உள்ளீடு மின்எதிர்ப்பு, வெளியீடு மின்எதிர்ப்பு மற்றும் மின்னோட்டப் பெருக்கத்தைக் கண்டறிதல்.

தேவையான கருவிகள் டிரான்சிஸ்டர் *BC* 548 / *BC* 107, மின்சுற்றுப் பலகை (Bread board), மைக்ரோ அம்மீட்டர், மில்லி அம்மீட்டர், வோல்ட் மீட்டர்கள், மாறுபாட்டு *DC* மின்மூலம் மற்றும் இணைப்புக் கம்பிகள்.

வாய்ப்பாடு $r_i = \left[\frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B}\right]_{V_{CE}} (\Omega)$, $r_o = \left[\frac{\Delta V_{CE}}{\Delta I_C}\right]_{I_B} (\Omega)$, $\beta = \left[\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}\right]_{V_{CE}}$ (அலகு இல்லை)

இங்கு, r_i → உள்ளீடு மின்எதிர்ப்பு (Ω)

ΔV_{BE} → அடிவாய் – உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் உள்ள மாறுதல் (V)

ΔI_B → அடிவாய் மின்னோட்ட மாறுதல் (μA)

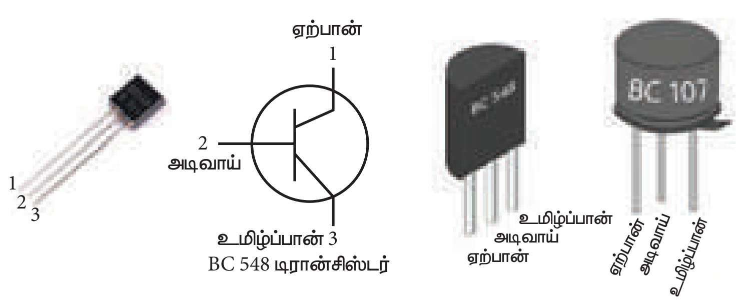
r_o → வெளியீடு மின்எதிர்ப்பு (Ω)

ΔV_{CE} → ஏற்பான் – உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் உள்ள மாறுதல் (V)

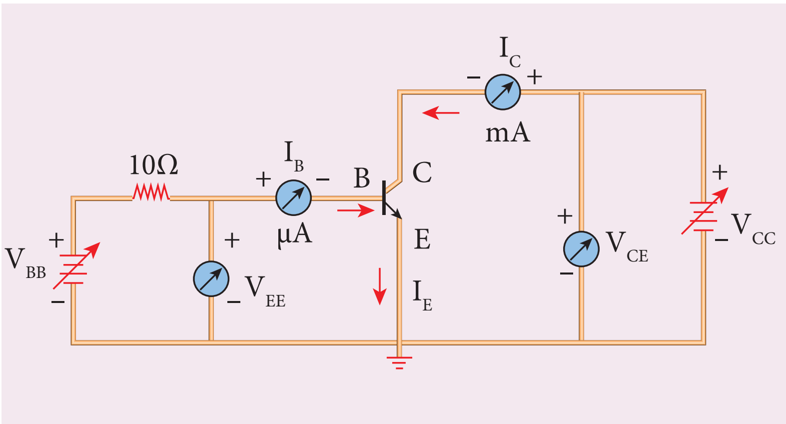
ΔI_C → ஏற்பான் மின்னோட்ட மாறுதல் (mA)

β → டிரான்சிஸ்டரின் மின்னோட்டப் பெருக்கம் (அலகு இல்லை)

மின்சுற்று



படம் (அ) *NPN* – சந்தி டிரான்சிஸ்டர் மற்றும் அதன் குறியீடு
(டிரான்சிஸ்டரின் தட்டைப்பகுதி நம்மை நோக்கியப்படி வைக்கப்பட்டுள்ளது)



படம் (ஆ) *NPN* சந்தி டிரான்சிஸ்டர் – *CE* மின்சுற்றுமைப்பு

குறிப்பு

அடிவாயுடன் தொடர் இணைப்பில் ஒரு மின்தடையாக்கியை இணைப்பதால், அடிவாய்க்கு கூடுதலாக பாயும் மின்னோட்டத்தை தடுக்கலாம்.

முன்னெச்சரிக்கைகள்

- டிரான்சிஸ்டர், அம்மீட்டர்கள், வோல்ட்மீட்டர்கள் மற்றும் DC மின்மூலம் ஆகியவை சரியான முனைகளில் கவனமாக இணைக்கப்பட வேண்டும்.
- டிரான்சிஸ்டரின் ஏற்பான் மற்றும் உமிழ்ப்பான் முனைகளை மாற்றிப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

செய்முறை

- படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு மின்சுற்றின் இணைப்புகள் தரப்படுகின்றன.
- DC மின்மூலத்தைப் பயன்படுத்தி, உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு மின்னழுத்த வேறுபாடுகளை மாற்ற முடியும்.

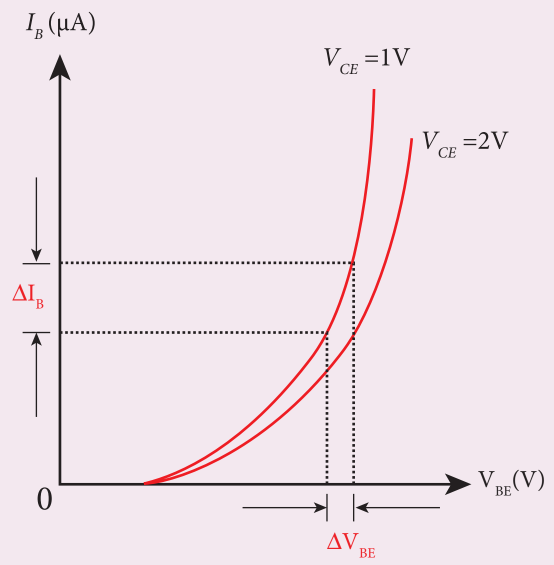
1. உள்ளீடு பண்பு வரைகோடுகள் : V_{BE} *vs* I_B (V_{CE} – மாறிலி)

- ஏற்பான் – உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு V_{CE} ஆனது மாறிலியாக வைக்கப்படுகிறது.
- அடிவாய் – உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடானது (V_{BE}) $0.1V$ என்ற படிகளில் அதிகரிக்கப்படுகிறது. அதனுடன் தொடர்புடைய அடிவாய் மின்னோட்டம் I_B குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது.
- V_{CE} –இன் வெவ்வேறு மதிப்புகளுக்கு, சோதனை மீண்டும் செய்யப்பட்டு அளவீடுகள் அட்டவணைப் படுத்தப்படுகின்றன.
- V_{BE} இன் மதிப்பை X–அச்சிலும், I_B இன் மதிப்பை Y–அச்சிலும் கொண்டு, V_{CE} இன் வெவ்வேறு மதிப்புகளுக்கு வரைகோடுகள் வரையப்படுகின்றன.
- இந்த வரைகோடுகள் டிரான்சிஸ்டரின் உள்ளீடு பண்பு வரைகோடுகள் (Input characteristic curves) என அழைக்கப்படுகின்றன.
- வரைகோட்டில் இருந்து அதன் சாய்வு கணக்கிடப்படுகிறது. சாய்வின் தலைகீழ் மதிப்பு டிரான்சிஸ்டரின் உள்ளீடு மின்எதிர்ப்பின் மதிப்பைத் தருகிறது.

அட்டவணை 1

உள்ளீடு பண்பு வரைகோடுகள்

வ.எண்	$V_{CE} = 1V$		$V_{CE} = 2V$	
	V_{BE} (V)	I_B (μA)	V_{BE} (V)	I_B (μA)



சாய்வு $= \dfrac{\Delta I_B}{\Delta V_{BE}}$

உள்ளீடு மின்எதிர்ப்பு $= \dfrac{1}{\text{சாய்வு}}$

2. வெளியீடு பண்பு வரைகோடுகள் : V_{CE} vs I_c (I_B –மாறிலி)

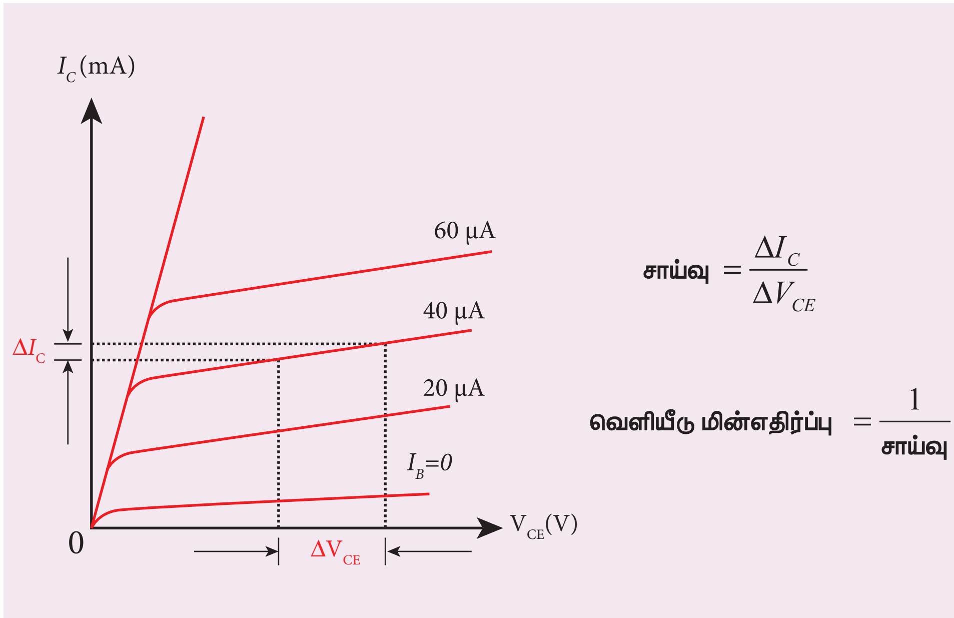
- அடிவாய் மின்னோட்டம் I_B ஆனது மாறிலியாக வைக்கப்படுகிறது.
- ஏற்பான் – உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு V_{CE} ஆனது $1V$ என்ற படிகளில் அதிகரிக்கப்பட்டு, அதற்குரிய ஏற்பான் மின்னோட்டம் I_C குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. ஏற்பான் மின்னோட்டம் ஏறக்குறைய மாறிலியாகும் வரை அளவீடுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.
- தொடக்கத்தில் I_B ன் மதிப்பு $0\ mA$ ஆக வைத்து, அதற்குரிய ஏற்பான் மின்னோட்டம் I_C குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இந்த மின்னோட்டம் பின்னோக்குத் தெவிட்டிய மின்னோட்டம் I_{CEO} ஆகும்.
- I_B இன் வெவ்வேறு மதிப்புகளுக்கு, இச்சோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது. அளவீடுகள் அட்டவனைப்படுத்தப்படுகின்றன.
- V_{CE} இன் மதிப்பை X–அச்சிலும், I_C இன் மதிப்பை Y–அச்சிலும் கொண்டு, I_B இன் வெவ்வேறு மதிப்புகளுக்கு வரைகோடுகள் வரையப்படுகின்றன.
- இவ்வாறு கிடைக்கும் வரைகோடுகள் டிரான்சிஸ்டரின் வெளியீடு பண்பு வரைகோடுகள் (Output characteristic curves) எனப்படும்.
- வரைகோட்டில் இருந்து அதன் சாய்வு கணக்கிடப்படுகிறது. சாய்வின் தலைகீழ் மதிப்பு டிரான்சிஸ்டரின் வெளியீடு மின்எதிர்ப்பின் மதிப்பைத் தருகிறது.

அட்டவணை 2

வெளியீடு பண்பு வரைகோடுகள்

வ.எண்	$I_B = 20\ \mu A$		$I_B = 40\ \mu A$	
	V_{CE} (V)	I_C (mA)	V_{CE} (V)	I_C (mA)

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 332 09-04-2019 21:51:42



3. பரிமாற்றுப் பண்பு வரைகோடுகள்: I_B *vs* I_c (V_{CE} – மாறிலி)

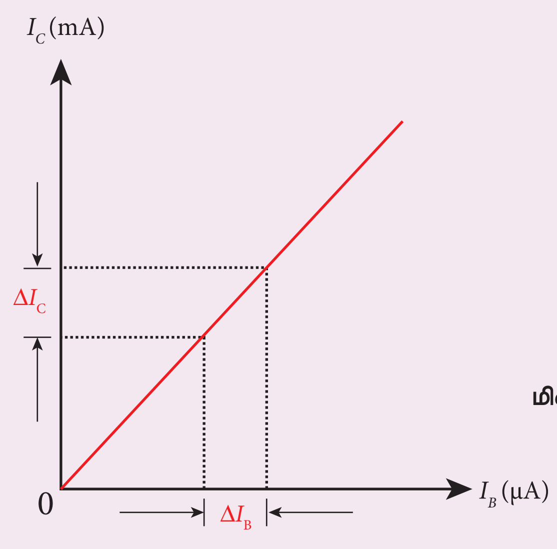
- ஏற்பான் – உமிழ்ப்பான் மின்னழுத்த வேறுபாடு V_{CE} ஆனது மாறிலியாக வைக்கப்படுகிறது.
- அடிவாய் மின்னோட்டம் I_B ஆனது $10\mu A$ என்ற படிகளில் உயர்த்தப்பட்டு, அதனைச் சார்ந்த ஏற்பான் மின்னோட்டம் I_C குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது.
- V_{CE} யின் வெவ்வேறு மதிப்புகளுக்கு, சோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது. அளவீடுகள் அட்டவணைப் படுத்தப்படுகின்றன.
- V_{CE} மதிப்பை மாறிலியாகக் கொண்டு, I_B இன் மதிப்பை X–அச்சிலும், I_C இன் மதிப்பை Y–அச்சிலும் கொண்டு, பரிமாற்று பண்பு வரைகோடுகள் (Transfer characteristic curves) வரையப்படுகின்றன.
- பரிமாற்று பண்பு வரைகோட்டின் சாய்வானது மின்னோட்ட பெருக்கத்தின் β மதிப்பைத் தருகிறது.

அட்டவணை 3

பரிமாற்று பண்பு வரைகோடுகள்

வ.எண்	$V_{CE}=1V$		$V_{CE}=2V$	
	I_B (μA)	I_C (mA)	I_B (μA)	I_C (mA)

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 333 09-04-2019 21:51:43



முடிவு:

i) **பொது உமிழ்ப்பான் சுற்று அமைப்பில் இணைக்கப்பட்ட** *NPN* **டிரான்சிஸ்டரின் உள்ளீடு, வெளியீடு மற்றும் பரிமாற்று பண்பு வரைகோடுகள் வரையப்பட்டன.**

ii) **(அ) உள்ளீடு மின்னெதிர்ப்பு** r_i = __________________ Ω

(ஆ) வெளியீடு மின்னெதிர்ப்பு r_0 = __________________ Ω

(இ) மின்னோட்டப் பெருக்கம் β = __________________ **அலகு இல்லை**

9. தொகுப்புச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி தர்க்க வாயில்களின் உண்மை அட்டவணைகளைச் சரிபார்த்தல்

நோக்கம்

தொகுப்புச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி *AND*, *OR*, *NOT*, *EX – OR*, *NAND* மற்றும் *NOR* ஆகிய தர்க்க வாயில்களின் உண்மை அட்டவணைகளைச் சரிபார்த்தல்.

தேவையான கருவிகள்

AND வாயில் (*IC* 7408), *OR* வாயில் (*IC* 7432), *NOT* வாயில் (*IC* 7404), *EX – OR* வாயில் (*IC* 7486), *NAND* வாயில் (*IC* 7400), *NOR* வாயில் (*IC* 7402), மின்மூலம், இலக்க தொகுப்புச்சுற்று பயிற்சிக் கருவி (Digital IC trainer kit) மற்றும் இணைப்புக் கம்பிகள்.

பூலியன் சமன்பாடுகள்:

i) *AND* **வாயில்** $Y = A.B$

ii) *OR* **வாயில்** $Y = A+B$

iii) *NOT* **வாயில்** $Y = \overline{A}$

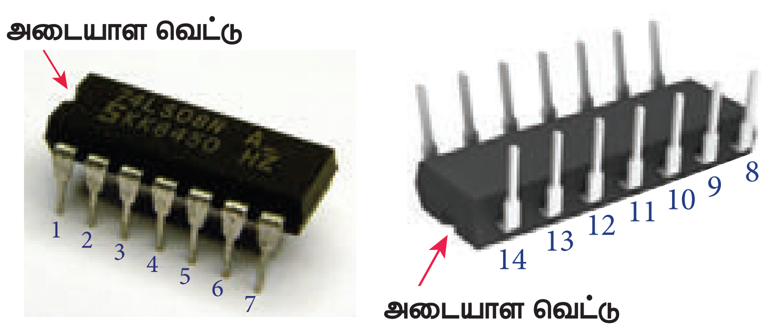
iv) *EX-OR* **வாயில்** $Y = \overline{A}B + A\overline{B}$

v) *NAND* **வாயில்** $Y = \overline{A.B}$

vi) *NOR* **வாயில்** $Y = \overline{A+B}$

மின்சுற்று

IC மின்முனைகள் அடையாளம் காணல்



படம் (அ) தொகுப்புச் சுற்று

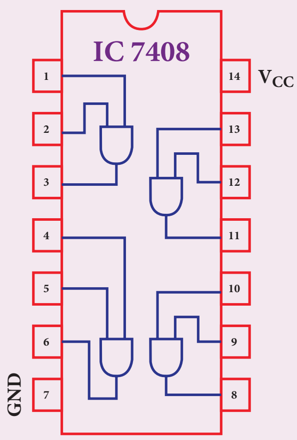
குறிப்பு:

தொகுப்புச் சுற்றினை மின்சுற்றுப் பலகையில் நுழைக்கும் போது, அதன் அடையாள வெட்டு இடது புறமாக இருக்க வேண்டும். பின்னர் படத்தில் உள்ளவாறு *IC* மின்முனைகள் (*IC* pins) எண்ணப்பட வேண்டும். பின்வரும் படங்களில் உள்ள அனைத்து தொகுப்புச் சுற்றுகளுக்கும் மேற்கூறியவாறே, *IC* மின்முனைகள் அடையாளம் காணப்படுகின்றன.

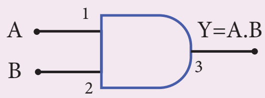
XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 335 09-04-2019 21:51:45

AND வாயில்:

மின்முனைப் படம்-IC 7408



குறியீடு

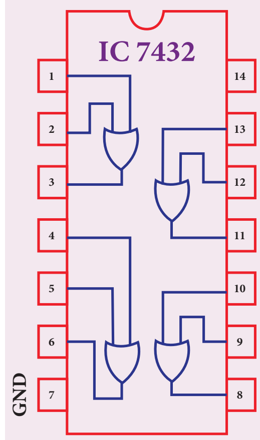


மெய் அட்டவணை

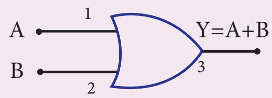
A	B	Y=AB
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR வாயில்:

மின்முனைப் படம்-IC 7432



குறியீடு

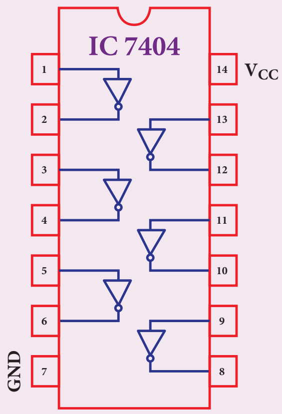


மெய் அட்டவணை

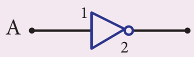
A	B	Y=A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOT வாயில்:

மின்முனைப் படம்-IC 7404



குறியீடு

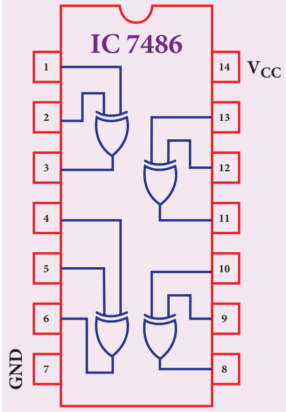


மெய் அட்டவணை

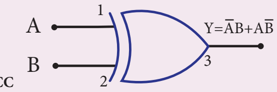
A	$Y=\overline{A}$
0	1
1	0

EX-OR வாயில்:

மின்முனைப் படம்-IC 7486



குறியீடு

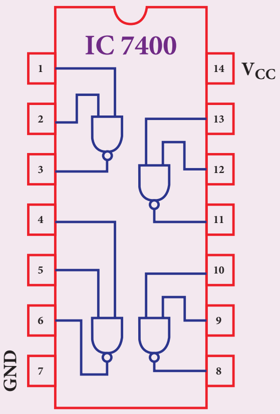


மெய் அட்டவணை

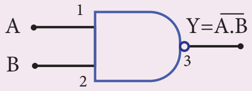
A	B	$Y=\overline{A}B+A\overline{B}$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NAND வாயில்:

மின்முனைப் படம்-IC 7400



குறியீடு

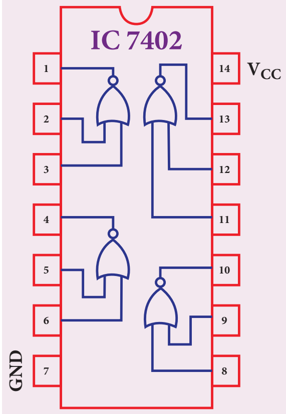


மெய் அட்டவணை

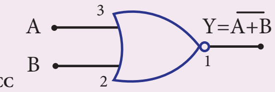
A	B	$Y=\overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR வாயில்:

மின்முனைப் படம்-IC 7402



குறியீடு



மெய் அட்டவணை

A	B	$Y=\overline{A+B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

செய்முறை:

- கொடுக்கப்பட்ட தர்க்க வாயிலின் உண்மை அட்டவணையைச் சரிபார்ப்பதற்கு, உரிய தொகுப்புச் சுற்றினை எடுத்துக் கொண்டு மின்சுற்றில் உள்ளவாறு இணைப்புகள் தரப்படுகிறது.
- அனைத்து தொகுப்புச்சுற்றுகளுக்கும், 14 ஆம் *IC* மின்முனைக்கு $5V$ மின்னழுத்த வேறுபாடும், 7ஆம் *IC* மின்முனைக்கு புவி இணைப்பும் (Earthing) தரப்படுகிறது.
- உண்மை அட்டவணையில் உள்ள உள்ளீடுகளின் சேர்க்கைகளுக்கு, அதற்குரிய வெளியீடுகள் குறிக்கப்பட்டு, அட்டவணைப் படுத்தப்படுகிறது.
- இந்த வகையில், அனைத்து தர்க்க வாயில்களின் உண்மை அட்டவணைகளும் சரி பார்க்கப்படுகின்றன.

முடிவு:

தொகுப்புச் சுற்றுகளை பயன்படுத்தி AND, OR, NOT, EX – OR, NAND மற்றும் NOR ஆகிய தர்க்க வாயில்களின் உண்மை அட்டவனைகள் சரிபார்க்கப்பட்டன.

முன்னெச்சரிக்கைகள்

- V_{CE} மற்றும் புவி இணைப்புகளை மாற்றி இணைத்தல் கூடாது. அவ்வாறு செய்தால் தொகுப்புச் சுற்றுகள் பழுதடைந்து விடும்.
- *NOR* தர்க்க வாயிலின் *IC* மின்முனை வரைபடமானது, மற்ற தர்க்க வாயில்களின் வரைபடங்களில் இருந்து வேறுபட்டது ஆகும்.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 337 09-04-2019 21:51:48

10. டீ மார்கனின் தேற்றங்களைச் சரி பார்த்தல்

நோக்கம் டீ மார்கனின் முதல் மற்றும் இரண்டாவது தேற்றங்களைச் சரிபார்த்தல்.

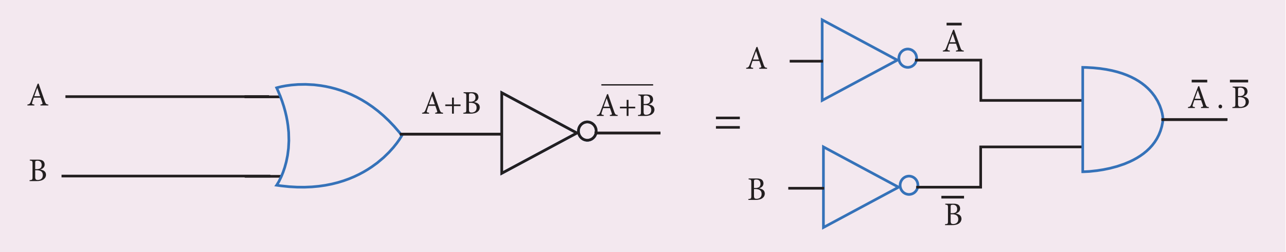
தேவையான கருவிகள் மின்மூலம் (0 – 5V), IC 7400, 7408, 7432, 7404 மற்றும் 7402 இலக்க தொகுப்புச் சுற்று பயிற்சிக்கருவி (Digital IC trainer kit) மற்றும் இணைப்புக் கம்பிகள்.

வாய்ப்பாடு: **டீ மார்கனின் முதல் தேற்றம்** $\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$

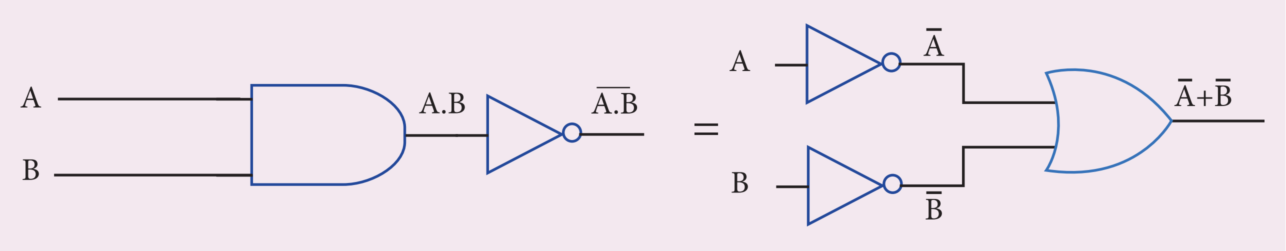
டீ மார்கனின் இரண்டாவது தேற்றம் $\overline{A.B} = \overline{A}+\overline{B}$

மின்சுற்று

டீ மார்கனின் முதல் தேற்றம்



டீ மார்கனின் இரண்டாவது தேற்றம்



செய்முறை:

1) **டீ மார்கனின் முதல் தேற்றத்தைச் சரிபார்த்தல்**

- தேற்றத்தின் இடது பக்கக் கூறுக்கான $\left[\overline{A+B}\right]$ இணைப்புகள் படத்தில் காட்டியவாறு, தகுந்த தொகுப்புச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.
- உண்மை அட்டவணையில் உள்ள அனைத்து உள்ளீடுகளின் சேர்க்கைகளுக்கும் உரிய வெளியீடுகள் குறித்துக் கொள்ளப்பட்டு, அட்டவணை படுத்தப்படுகின்றன.
- இதே செய்முறை, தேற்றத்தின் வலது பக்கக்கூறுக்கும் $\left[\overline{A}.\overline{B}\right]$ செய்யப்படுகிறது.
- உண்மை அட்டவணையிலிருந்து, $\overline{A+B} = \overline{A}.\overline{B}$ என நிரூபிக்கப்படுகிறது.

2) **டீ மார்கனின் இரண்டாவது தேற்றத்தைச் சரிபார்த்தல்**

- தேற்றத்தின் இடது பக்கக் கூறுக்கான $\left[\overline{A.B}\right]$ இணைப்புகள் படத்தில் காட்டியவாறு தகுந்த தொகுப்புச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 338 09-04-2019 21:51:58

- உண்மை அட்டவணையில் உள்ள அனைத்து உள்ளீடுகளின் சேர்க்கைளுக்கும் உரிய வெளியீடுகள் குறித்துக் கொள்ளப்பட்டு, அட்டவணை படுத்தப்படுகின்றன.
- இதே செய்முறை, தேற்றத்தின் வலது பக்கக்கூறுக்கும் $\left[\overline{A}+\overline{B}\right]$ செய்யப்படுகிறது.
- உண்மை அட்டவனையிலிருந்து, $\overline{A.B}=\overline{A}+\overline{B}$ என நிரூபிக்கப்படுகிறது.

காட்சிப்பதிவுகள்

டீமார்கனின் முதல் தேற்றம்

உண்மை அட்டவனை

A	B	$\overline{A+B}$	$\overline{A}.\overline{B}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

டீ மார்கனின் இரண்டாவது தேற்றம்

உண்மை அட்டவனை:

A	B	$\overline{A.B}$	$\overline{A}+\overline{B}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

முடிவு:

டீ மார்கனின் முதல் மற்றும் இரண்டாவது தேற்றங்கள் நிரூபிக்கப்பட்டன.

குறிப்பு:

- $IC\,7408$, $IC\,7432$, மற்றும் $IC\,7404$ ஆகியவற்றின் மின் முனை படங்கள், முந்தைய சோதனையில் இருந்து எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.
- அனைத்து தொகுப்புச்சுற்றுகளுக்கும், 14 ஆம் IC மின்முனைக்கு $5V$ மின்னழுத்த வேறுபாடும், 7ஆம் IC மின்முனைக்கு புவி இணைப்பும் (Earthing) தரப்படுகிறது.

முன்னெச்சரிக்கை:

- V_{CC} மற்றும் புவி இணைப்பு IC மின்முனைகள் மாற்றி இணைத்தால், தொகுப்புச் சுற்று பழுதடைந்து விடும்.

செய்முறை தேர்வுக்கு பரிந்துரைக்கபடும் வினாக்கள்

1. மீட்டர் சமனச் சுற்றைப் பயன்படுத்தி, கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின் மின்தடையைக் கண்டுபிடி. மேலும் திருகுஅளவியை பயன்படுத்தி கம்பியின் ஆரத்தை அளவிட்டு, அதிலிருந்து கம்பிச்சுருள் செய்யப்பட்ட பொருளின் மின்தடை எண்ணையும் கண்டுபிடிக்கவும் (குறைந்த பட்சம் 4 அளவீடுகள் தேவை).
2. டேஞ்சன்ட் கால்வனா மீட்டரைப் பயன்படுத்தி, புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக் கூறின் மதிப்பினை கண்டறிக (குறைந்த பட்சம் 4 அளவீடுகள் தேவை).
3. மின்னோட்டம் தாங்கிய வட்ட வடிவ கம்பிச்சுருளின் அச்சின் ஒரு புள்ளியில் உள்ள காந்தப்புலத்தைப் பயன்படுத்தி, புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறினை கண்டுபிடிக்கவும் (குறைந்த பட்சம் 2 அளவீடுகள் தேவை).
4. நிறமாலைமானியைப் பயன்படுத்தி, கொடுக்கப்பட்ட முப்பட்டகத்தின் கோணம் மற்றும் சிறும திசைமாற்றக் கோணத்தை அளவிட்டு, அதிலிருந்து முப்பட்டகம் செய்யப்பட்ட பொருளின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் கணக்கிடுக.
5. நிறமாலைமானியைப் பயன்படுத்தி, கீற்றணியை நேர்க்குத்து படுகதிர் முறையில் சரி செய்து, பாதரச வாயு விளக்கின் நிறமாலையில் உள்ள நீலம், பச்சை, மஞ்சள், மற்றும் சிவப்பு நிறங்களின் அலைநீளத்தைக் கண்டுபிடிக்கவும் (ஒரு மீட்டர் நீளத்திற்கான கோடுகளின் எண்ணிக்கை கீற்றணியிலிருந்து குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்).
6. PN சந்தி டையோடின் V – I பண்பு வரைகோடுகளை வரைந்து, முன்னோக்குச் சார்பு வரைகோடுகளில் இருந்து முன்னோக்குச் சார்பு மின்தடை மற்றும் வளைவுப்புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாட்டை கண்டுபிடிக்கவும்.
7. சௌனர் டையோடின் V – I பண்பு வரைகோடுகளை வரைந்து, முன்னோக்குச் சார்பு வரைகோட்டில் இருந்து முன்னோக்குச் சார்பு மின்தடை மற்றும் வளைவுப்புள்ளி மின்னழுத்த வேறுபாட்டை கண்டுபிடி. மேலும் பின்னோக்குச் சார்பு வரைகோட்டில் இருந்து செனார் டையோடின் முறிவு மின்னழுத்த வேறுபாட்டையும் கண்டுபிடிக்கவும்.
8. கொடுக்கப்பட்ட NPN டிரான்சிஸ்டரை பொது உமிழ்ப்பான் சுற்று முறையில் அமைத்து, உள்ளீடு மற்றும் பரிமாற்று பண்பு வரைகோடுகளை வரைக. மேலும் உள்ளீடு பண்பு வரைகோட்டில் இருந்து உள்ளீடு மின்எதிர்ப்பையும், பரிமாற்று பண்பு வரைகோட்டில் இருந்து மின்னோட்டப் பெருக்கத்தையும் கண்டுபிடிக்கவும்.
9. கொடுக்கப்பட்ட NPN டிரான்சிஸ்டரின் பொது உமிழ்ப்பான் சுற்று முறையில் அமைத்து, வெளியீடு மற்றும் பரிமாற்று பண்பு வரைகோடுகள் வரைக. மேலும் வெளியீடு பண்பு வரைகோட்டில் இருந்து வெளியீடு மின்எதிர்ப்பையும், பரிமாற்று பண்பு வரைகோட்டில் இருந்து மின்னோட்டப் பெருக்கத்தையும் கண்டுபிடிக்கவும்.
10. தொகுப்புச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி, AND, NOT, EX – OR, மற்றும் NAND ஆகிய தர்க்க வாயில்களின் உண்மை அட்டவணைகளைச் சரிபார்க்கவும்.
11. தொகுப்புச் சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தி OR, NOT, EX – OR மற்றும் NOR ஆகிய தர்க்க வாயில்களின் உண்மை அட்டவணைகளைச் சரிபார்க்கவும்.
12. டீ மார்கனின் முதல் மற்றும் இரண்டாவது தேற்றங்களைச் சரிபார்க்கவும்.

WD4YZZ

தீர்க்கப்பட்ட கணக்குகள்

ESIE1H

போட்டித் தேர்வுப் பகுதி

XII - PHYSICS PRACTICAL SECOND YEAR.indd 340 09-04-2019 21:52:03

கலைச்சொற்கள்
GLOSSARY

D3NUWU

1.	உட்கவர் நிறமாலை	-	Absorption spectra
2.	சுருளி	-	Armature
3.	அச்சுச் சமச்சீர்	-	Axial symmetry
4.	சராசரி மின்னோட்டம்	-	Average current
5.	சமன்செய் நீளம்	-	Balancing Length
6.	கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு	-	Blackbody radiation
7.	மின்னூட்டம்	-	Charge(Property)
8.	மின்துகள்	-	Charge(particle)
9.	மின்துகள்களின் தொடர் பரவல்	-	Continuous charge distribution
10.	மரபு மின்னோட்டம்	-	Conventional current
11.	மின்னூட்டம் மாறாத் தன்மை	-	Conservation of charges
12.	மின்தேக்கி	-	Capacitor
13.	ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம் அல்லது சிதறொளி மின்னிறக்கம்	-	Corona discharge
14.	மின்தேக்குத்திறன்	-	Capacitance
15.	காந்த நீக்குத்திறன்	-	Coercivity
16.	மின்னோட்ட அடர்த்தி	-	Current density
17.	மின்கடத்து எண்	-	Conductivity
18.	நிலை அமைப்பு	-	Configuration
19.	கடத்து மின்னோட்டம்	-	Conduction current
20.	கார்பன் மின்தடையாக்கி	-	Carbon Resistor
21.	மின்னோட்ட உணர்திறன்	-	Current sensitivity
22.	மின்காப்புகள்	-	Dielectrics
23.	இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம்	-	Displacement current
24.	காந்த ஒதுக்கக்கோணம்	-	Declination angle
25.	மின்காப்பு வலிமை	-	Dielectric strength
26.	இழுப்பு திசைவேகம்	-	Drift velocity
27.	மின்காப்பு மாறிலி	-	Dielectric constant
28.	சுழல் மின்னோட்டம்	-	Eddy current
29.	மின்காந்தத் தணிப்பு	-	Electromagnetic damping
30.	மின்னணு சாதனங்கள்	-	Electronic devices
31.	நிலை மின்னியல்	-	Electrostatics
32.	மின்புலம்	-	Electric field
33.	மின்னிருமுனை (மின் இருமுனை)	-	Electric dipole

Glossary.indd 341 09-04-2019 21:54:08

34.	தொகுபயன் மின்தேக்குத்திறன் அல்லது இணை மின்தேக்குத்திறன் -	Equivalent capacitance
35.	நிலைமின் தூண்டல் -	Electrostatic induction
36.	நிலை மின்னழுத்த ஆற்றல் -	Electrostatic potential energy
37.	மின்பாயம் -	Electric flux
38.	சமமின்னழுத்தப் பரப்பு -	Equi-potential surface
39.	நிலை மின் சமநிலை -	Electrostatic equilibrium
40.	நிலை மின் தடுப்புறை -	Electrostatic shielding
41.	ஆற்றல் அடர்த்தி -	Energy density
42.	நிலை மின்னழுத்தம் -	Electrostatic potential
43.	மின்கலத் தொகுப்பு -	Electric battery
44.	வெளியிடு நிறமாலை -	Emission spectra
45.	தொகுபயன் மின்தடை -	Equivalent Resistance
46.	பாயக்கசிவு -	Flux leakage
47.	கால்வானா மீட்டரின் தர ஒப்பீட்டு எண் -	Figure of merit of a galvanometer
48.	வரம்பிற்குட்பட்ட மதிப்பு -	Finite value
49.	கட்டுறா எலக்ட்ரான்கள் -	Free electrons
50.	புவி காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தளக்கூறு -	Horizontal component of the Earth's magnetic field
51.	காந்தத் தயக்கம் -	Hysteresis
52.	சுருள்பாதை -	Helical path
53.	மேற்பொருந்தல் தத்துவம் -	superposition principle
54.	காப்பான்கள் -	Insulators
55.	மின் புரட்டி -	Inverter
56.	மின்தூண்டல் எண் -	Inductance
57.	மின்தூண்டி -	Inductor
58.	காந்தச் சரிவுக்கோணம் -	Inclination angle
59.	காந்தமாக்கும் செறிவு -	Intensity of magnetization
60.	மின்மறுப்பு -	Impedance
61.	மின்னூட்ட நீள் அடர்த்தி -	Linear charge density
62.	மின்னல் வெட்டு -	Lighthing bolt
63.	மென்தகட்டு உள்ளகம் -	Laminated Core
64.	மின்னல் கடத்தி -	Lightning conductor
65.	பரிமாற்று மின்தூண்டல் -	Mutual-induction
66.	உலோகக் கடத்தி -	Metallic conductor
67.	இயங்குசுருள் கால்வானா மீட்டர் -	Moving Coil galvanometer
68.	காந்த துருவத்தளம் -	Magnetic meridian
69.	காந்தப் பெருங்கூறு, காந்தக் களம் -	Magnetic domain
70.	காந்தத்தூண்டல் -	Magnetic induction
71.	காந்தமாக்கு புலம் -	Magnetising field
72.	காந்தப்பாயம் -	Magnetic Flux
73.	காந்த ஏற்புத்திறன் -	Magnetic susceptibility
74.	காந்த உட்புகுதிறன் -	Magnetic permeability
75.	காந்தப்பாயம் -	Magnetic flux

Glossary.indd 342 09-04-2019 21:54:08

76.	காந்த இருமுனை திருப்புத்திறன்	-	Magnetic dipole moment
77.	காந்த ஒதுக்கம்	-	Magnetic declination
78.	காந்தச் சரிவு	-	Magnetic dip or inclination
79.	ஓம் விதிக்கு உட்படாத கடத்தி	-	Non ohmic conductor
80.	பரவும் வெக்டர்	-	Propagation vector
81.	கட்ட வெக்டர்	-	Phasor
82.	திறன் காரணி	-	Power factor
83.	மின்னழுத்த வேறுபாடு	-	Potential difference
84.	விடுதிறன்	-	Permittivity
85.	குவாண்டமாக்கல் அல்லது துளிமமாக்கல்	-	Quantization
86.	ஒத்ததிர்வு	-	Resonance
87.	சுழலி	-	Rotor
88.	சார்பு உட்புகுதிறன்	-	Relative permeability
89.	மின்தடையாக்கிகளின் தொடரிணைப்பு	-	Resistors in series
90.	காந்தப்பற்றுத்திறன்	-	Retentivity
91.	மின்னூட்டப் பரப்படர்த்தி	-	Surface charge density
92.	நழுவு வளையங்கள்	-	Slip rings
93.	தொடரிணைப்பு, பக்கவினைப்பு	-	Series and parallel
94.	தன்மின்தூண்டல்	-	Self-induction
95.	அடுத்தடுத்த மோதல்கள்	-	Successive collisions
96.	நிலையி	-	Stator
97.	மீக்கடத்திகள்	-	Superconductors
98.	குறை கடத்தி	-	Semiconductor
99.	சூரிய நிறமாலை	-	Solar spectrum
100.	இணை மின்தடை	-	Shunt resistance
101.	வரிச்சுருள்	-	Solenoid
102.	வெப்பநிலை மின்தடை எண்	-	Temperature coefficient of Resistivity
103.	வட்ட வரிச்சுருள்	-	Toroid
104.	முறுக்குக் கோணம்	-	Torsional constant
105.	குறுக்கலை	-	Transverse wave
106.	முறுக்குத் தராசு	-	Torsion balance
107.	மின்மாற்றி	-	Transformer
108.	வெப்பமாறு மின்தடை	-	Thermistor
109.	மின்னழுத்த வேறுபாடு	-	Voltage
110.	மின்னழுத்த உணர்திறன்	-	Voltage sensitivity
111.	பருமக் கூறு	-	Volume element
112.	அலை வரைபடம்	-	Wave diagram
113.	முழுத்திறன் மின்னோட்டம்	-	Wattful current
114.	சுழித்திறன் மின்னோட்டம்	-	Wattless current
115.	கம்பிச் சுற்று	-	Winding

மாநில கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்
மேல்நிலை இயற்பியல்
பாடநூல் தயாரிப்பில் பணியாற்றியவர்கள்

பாட வல்லுநர் மற்றும் நெறியாளர்

பேராசிரியர் முனைவர். ரீட்டா ஜான்
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத்தலைவர்
கோட்பாட்டு இயற்பியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், சென்னை.

மேலாய்வாளர்கள்

முனைவர். வி.என். மணி
முதன்மை அறிவியல் அறிஞர் F. Head (C– MET)
மின்னணுவியல் மற்றும் தகவல் தொழில்நுட்பத் துறை
ஹைதராபாத், இந்திய அரசு.

பேராசிரியர் முனைவர். பி. ரவீந்திரன்
இயற்பியல் துறை அடிப்படை மற்றும்
பயன்பாட்டு அறிவியல் துறை
தமிழ்நாடு மத்திய பல்கலைக்கழகம், திருவாரூர்.

முனைவர். ரஜீவ் ஷேஷா ஜோஷி
உதவிப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் புலம்
கர்நாடகா மத்தியப்பல்கலைக்கழகம்.

பாடநூல் ஆசிரியர்கள்

திரு சி. ஜோசப் பிரபாகர்
உதவிப் பேராசிரியர்
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி இயற்பியல் துறை
லயோலா கல்லூரி, சென்னை.

முனைவர். சா. ச. நெய்னா முஹம்மது
உதவிப் பேராசிரியர்
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி இயற்பியல் துறை
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
உடுமலைப்பேட்டை, திருப்பூர் மாவட்டம்.

முனைவர் ப.பாலமுருகன்
உதவிப்பேராசிரியர்
இயற்பியல் முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி துறை
அரசினர் ஆடவர் கலைக்கல்லூரி (தன்னாட்சி)
நந்தனம், சென்னை

முனைவர்.சி.இராமச்சந்திர ராஜா
இணைப்பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை
அரசினர் கலைக்கல்லூரி (தன்னாட்சி)
கும்பகோணம்

தமிழாக்கம் செய்தோர்

திரு.ஏ.இளங்கோவன்
தலைமை ஆசிரியர்,
அரசு மேல்நிலைப்பள்ளி
இராமநாயக்கன்பேட்டை,
வேலூர் மாவட்டம்.

முனைவர்.கொ.வாசுதேவன்
முதுகலைப் பட்டதாரி ஆசிரியர் (இயற்பியல்)
அரசு.ஆ.தி.நல மேல்நிலைப்பள்ளி
களங்காணி,
நாமக்கல் மாவட்டம்

திரு.வா.பாலமுருகன்
முதுகலை ஆசிரியர்,
அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி,
கடம்பத்தூர்,
திருவள்ளூர் மாவட்டம்.

திரு.சு.ரவிசங்கர்,
முதுகலை ஆசிரியர்,
எஸ்.ஆர்.எம்.மேல்நிலைப் பள்ளி,
அம்பத்தூர், திருவள்ளூர் மாவட்டம்.

பாட ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்

திருமதி. பா. நந்தா
முதுநிலை விரிவுரையாளர்
மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்
சென்னை.

திருமதி. த. சண்முகசுந்தரி
பட்டதாரி ஆசிரியை (அறிவியல்)
ஊராட்சி ஒன்றிய நடுநிலைப் பள்ளி
மேலதுலுக்கன்குளம், காரியாபட்டி ஒன்றியம்
விருதுநகர் மாவட்டம்.

திரு. ஞா. அருள்ராஜா
பட்டதாரி ஆசிரியர் (கணிதம்)
ம.க.வி. அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
ஆரணி, திருவள்ளூர் மாவட்டம்.

தகவல் தொழிநுட்ப ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்

திரு.ஞா. பெர்ஜின்
முதுகலைப் ஆசிரியர் இயற்பியல்
அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
சாயல்குடி, இராமநாதபுரம் மாவட்டம்.

விரைவுக் குறியீடு மேலாண்மைக் குழு

இரா. ஜெகநாதன், இ.நி.ஆ,
ஊ.ஒ.ந.நி.பள்ளி, கணேசபுரம், போளூர்,
திருவண்ணாமலை மாவட்டம்.

வ.பத்மாவதி, ப.ஆ,
அ.உ.நி. பள்ளி, வெற்றியூர், திருமானூர், அரியலூர்.

ஆ.தேவி ஜெஸிந்தா, ப.ஆ,
அ.உ.நி.பள்ளி, என்.எம்.கோவில், வேலூர்

தட்டச்சு செய்தவர்

திருமதி. தெ. கவிதா

கலை மற்றும் வடிவமைப்புக் குழு

வரைபடம்

சசிகுமார்.K
துர்காதேவி.S

வடிவமைப்பு

அஸ்கர் அலி.மு

அட்டை வடிவமைப்பு– கதிர் ஆறுமுகம்

ஒருங்கிணைப்பாளர்

ரமேஷ் முனிசாமி

இந்நூல் 80ஜி.எஸ்.எம். எலிகண்ட் மேப்லித்தோ தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்: