

க.பொ.த (உயர்தரம்)

பௌதிகவியல் தரம் - 13

வளநூல்

அலகு - 06

மின் புலம்

ஏளைய அலகுகளுக்குரிய வளநூல்களை தரவிறக்கம் செய்ய **இங்கு** அழுத்தவும்



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



/ ScienceEagle

[CLICK HERE TO JOIN](#)

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



072-5161322

[CLICK HERE](#)

www.ScienceEagle.com

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்

முதலாம் அத்தியாயம்

நிலைமின் விசை
Electrostatic Force

1.1 அறிமுகம்

கி.மு. 6ஆம் நூற்றாண்டில் தேல்ஸ் (Thales) எனும் கிரேக்க நாட்டு ஆராய்ச்சி யாளர் உலர்ந்த வெவ்வேறு திண்மப் பொருள்களை உலர்ந்த வேறு பொருள்களால் உரசுவதன் மூலம் அவ்வாறு உரசப்பட்ட பொருள் சிறிய தூசு, மயிர் போன்ற இலேசான பொருள்களை ஈர்க்கின்றமையை கண்டறிந்தார். பட்டினால் உரசப்பட்ட அம்பர் (amber) துண்டின் மூலமே முதன்முதலாக இந்த இயல்பு எடுத்துக் காட்டப்பட்டது.

இவ்வாறாக யாதேனும் பொருளை வேறொரு பொருளினால் உரசும் போது அப்பொருள் பெறும் கவர்ச்சி இயல்பு தொடர்பாக பலநூறு ஆண்டுகளின் பின்னர், ஆங்கிலேயரான வில்லியம் கில்பட் அமெரிக்கரான பென்சமின் பிராங்க்லின் ஆகிய விஞ்ஞானிகளினால் முறைமையான ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டு அத்தோற்றப்பாடு தொடர்பான விஞ்ஞான யூர்வமாகப் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்ட முடிபுகள் கீழே சுருக்கமாக தரப்பட்டுள்ளன.

1. வேறொரு பொருளினால் உரசப்பட்ட ஒரு பொருள் கவர்ச்சி இயல்பைப் பெற்றுள்ளபோது அப்பொருள் மின்னேற்றமடைந்துள்ளது எனப்படும்.
2. உரசுவதன் மூலம் ஏற்றப்பட்ட சில பொருள்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளுவதோடு மற்றும் சில பொருள்கள் ஒன்றையொன்று கவரும் எனவே ஒன்றுக்கொன்று எதிரான இயல்புகளைக் காட்டுகின்ற இரண்டு வகை மின்னேற்றங்கள் உண்டு. அவை நேர் (+) ஏற்றம் எனவும் மறை (-) ஏற்றம் எனவும் அழைக்கப்படும்.
3. ஒத்த ஏற்றங்கள் (+, + மற்றும் -, -) ஒன்றையொன்று தள்ளுவதோடு, எதிரான ஏற்றங்கள் (+, -) ஒன்றையொன்று கவரும்.
4. நடுநிலையான பொருளொன்றில் இந்த இரண்டு ஏற்ற வகைகளும் சம அளவில் இருக்கும். அவற்றுள் மறை (-) ஏற்றங்கள் மாத்திரம் அசையக்கூடியன அவை "இலத்திரன்" எனப்படும்.
5. யாதேனும் பொருளிலிருந்து மறை (-) ஏற்றங்களை நீக்கும்போது மீதியாகும் மிகை நேர் (+) ஏற்றங்கள் காரணமாக அப்பொருள் நேரெற்றமுள்ள பொருளாவதோடு, மறை ஏற்றங்களைப் பெற்ற பொருள் மறையேற்றமுள்ள பொருளாகும்.

1.2 இரண்டு நிலைமின்னேற்றங்களுக்கு இடையிலான விசை

இரண்டு நிலைமின்னேற்றங்கள் ஒத்தவை எனின், அவற்றுக்கு இடையே தள்ளுகை விசையும், அவை எதிரானவை எனின் அவற்றுக்கு இடையே கவர்ச்சி விசையும் ஏற்படும் என்பது உறுதிசெய்யப்பட்ட பின்னர், ஏற்றங்களுக்கு இடையே உள்ள இந்த பரஸ்பர விசை தொடர்பாக கி.பி.18ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த சான்ஸ் கூலோம் எனும் பிராங்க் நாட்டு விஞ்ஞானி, நடத்திய பரிசோதனைகள் மூலம் எடுக்கப்பட்ட முடிபுகளின்படி பின்வரும் விதி முன்வைக்கப்பட்டது.

கூலோம் விதி

புள்ளி வடிவ மின்னேற்றங்கள் இரண்டுக்கு இடையிலான தம்முள் விசையானது, இவ்விரண்டு ஏற்றங்களினதும் பெருக்கத்துக்கு நேர்விகித சமவாதோடு அவற்றுக்கு இடையிலான தூரத்தின் வர்க்கத்துக்கு எதிர் விகிதசமமானது.



$$F \propto Q_1 Q_2 \text{ உம் } F \propto \frac{1}{r^2}$$

இந்த இரண்டு பெறுபேறுகளையும் சேர்ப்பதால்

$$\Rightarrow F \propto \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$\Rightarrow F = k \times \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \text{ ————— ① } k \text{ என்பது ஒரு மாறிலி}$$

ஏற்றங்கள் இரண்டுக்கும் இடையிலான விசையானது அவற்றுக்கு இடையே காணப்படும் ஊடகத்தில் தங்கியிருக்கும். k எனும் மாறிலியில் உள்ளடக்கப்பட்டுள்ள மேற்படி ஊடகத்தின் இயல்பானது அனுமதித்திறன் எனப்படுவதோடு, அது "ε" எனும் குறியீட்டினால் காட்டப்படும்.

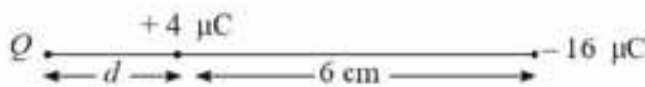
கயாதீன வெளியில் "ε₀" எனவும் வேறு ஊடகங்களில் "ε" எனவும் குறியிடப்பட்டு காட்டப்படுவதோடு $\frac{\epsilon}{\epsilon_0}$ எனும் விகிதமானது சார் அனுமதித்திறன் எனப்படுவதோடு அது ε_r இனால் காட்டப்படும் கயாதீன வெளியில் ε_r = 1 ஆவதோடு வளிக்காக அண்ணளவாக ε_r = 1 எனக் கருதப்படும். வேறு ஊடகங்களுக்காக ε_r > 1 ஆகும்.

மேற்படி $k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$ எனக் காட்டப்படும். அதற்கமைய கயாதீன வெளியில் ஒன்றுக்கொன்று r தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள Q₁, Q₂ ஆகிய இரண்டு மின்னேற்றங்களுக்கு இடையேயான விசையை $F = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

சர்வதேச அலகுமுறையின்படி $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{C}^{-2}$

தீர்க்கப்பட்ட பயிற்சி:

நேர்கோடொன்றில் ஒன்றுக்கொன்று 6 cm தூரத்தில் +4 μC மற்றும் -16 μC ஆகிய இரண்டு ஏற்றங்கள் அசையாது வைக்கப்பட்டுள்ளன. அக்கோட்டின் வழியிலேயே 4 μC ஏற்றத்துக்கு வெளியே அந்த ஏற்றத்திலிருந்து d தூரத்தில் வைக்கப்பட்ட Q ஏற்றமொன்று சமனிலையில் உள்ளது. அத்தூரம் d இனைக் காண்க.



Q ஏற்றத்தின் சமனிலைக்காக,

Q மீது $+4 \mu\text{C}$ ஏற்றத்தினால் ஏற்படும் கவர்ச்சி விசையாது அதன் மீது $-16 \mu\text{C}$ ஏற்றத்தினால் ஏற்படும் கவர்ச்சி விசைக்குச் சமமானதல் வேண்டும்.

$$\frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{4 \times 10^{-6} Q}{d^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{16 \times 10^{-6} Q}{(6+d)^2}$$

$$\frac{4}{d^2} = \frac{16}{(6+d)^2}$$

$$\frac{2}{d} = \frac{4}{6+d}$$

$$d = 6 \text{ cm}$$

1.3 நிலைமின் புலம்

யாதேனும் மின்னேற்றத்தின் அயற்பகுதியில் மற்றுமோர் ஏற்றம் புகுமாயின் அதன் மீது விசையொன்று தொழிற்படுகின்றமையால் அப்பிரதேசம் ஒரு விசைப்புலமாக மாறும். இவ்விசைகள் நிலைமின்னேற்றங்களின் மீது தொழிற்படுகின்றமையால் அப்புலம் நிலைமின் எனப்படுகின்றது.

1.3.1 மின்புலச் செறிவு

நிலைமின் புலமொன்று ஓர் இடத்தில் வலிமைமிக்கதாயும் மற்றுமோர் இடத்தில் நடுத்தர வலிமைமிக்கதாயும் மற்றுமோர் இடத்தில் நலிவானதாகவும் இருக்க இடமுண்டு. மின்புலத்தின் இந்த நிலைமையானது மின் புலச் செறிவு எனும் கணியத்தினால் அளக்கப்படும்.

மின் புலமொன்றின் யாதேனும் புள்ளியின் புலச் செறிவு என்பது அப்புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட அலகு நேரேற்றமொன்றின் $(+1 \text{ C})$ மீது தொழிற்படும் விசை ஆகும். மேலும் அச்செறிவானது ஒரு காவிக் கணியமாவதோடு அந்நேர் ஏற்றத்தின் மீது தொழிற்படும் விசையானது திசையினால் செறிவின் திசை காட்டப்படும்.

அதற்கமைய, மின் புலத்தின் யாதேனும் புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட " q " ஏற்றத்தின் மீது விசை F எனின், அப்புள்ளியின் மின் புலச்செறிவு, $E = \frac{F}{q}$ ஆவதோடு அதன் அலகு NC^{-1} ஆகும்.

மேலும் E செறிவுள்ள புள்ளி மீது வைக்கப்பட்ட " q " ஏற்றத்தின் மீது விசை $F = Eq$ ஆகும்.

1.3.2 மின்புலத்தை வகைகுறித்தல்

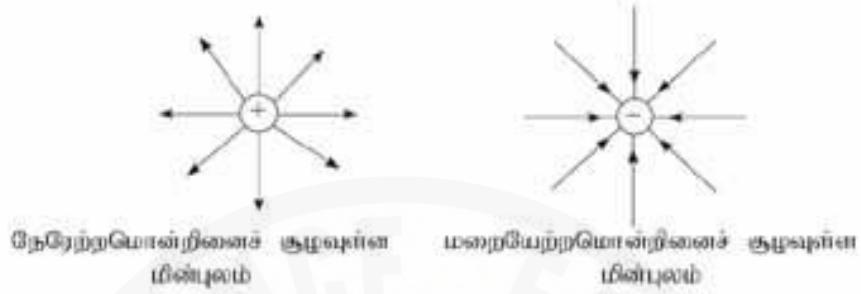
மின்புலம் என்பது ஒரு விசைப்புலமாயினும் கூட, அது மின் ஏற்றமொன்றை அல்லது ஏற்றப்பரம்பலொன்றைச் சூழவுள்ள ஒரு வெற்றுவெளியாக இருக்க இடமுண்டு. எனினும் இந்த விசைப்புலம் பற்றிக் கற்றாயும்போது அவ்விசைகள் தொழிற்படும் பாதைகளைக் காட்ட நேரிடும்.

அதற்காக மின்விசைக் கோடுகள் எனப்படும் கற்பனையான ஒரு வகைக் கோடுகள் பயன்படுத்தப்படும். மின்விசைக் கோடு என்பது மின்புலமொன்றில் வைக்கப்பட்ட மிகச் சிறிய நேர்மின் ஏற்றமொன்று பயணிக்கும் ஒரு பாதையாகும் எனக் கருதலாம்.

நேர் ஏற்றம் பயணிக்கும் திசையே விசைக் கோட்டின் திசையாகும். மின்புலத்தில் மிகச் சிறிய பிரதேசமொன்றுள் இவ்வாறான பெருந்தொகையான விசைக்கோடுகள் பயணிக்க முடிவதோடு அவற்றுள் எந்த இரண்டு விசைக்கோடுகளும் ஒருபோதும் ஒன்றையொன்று ஊடறுப்பதோ தோடுவதோ இல்லை.

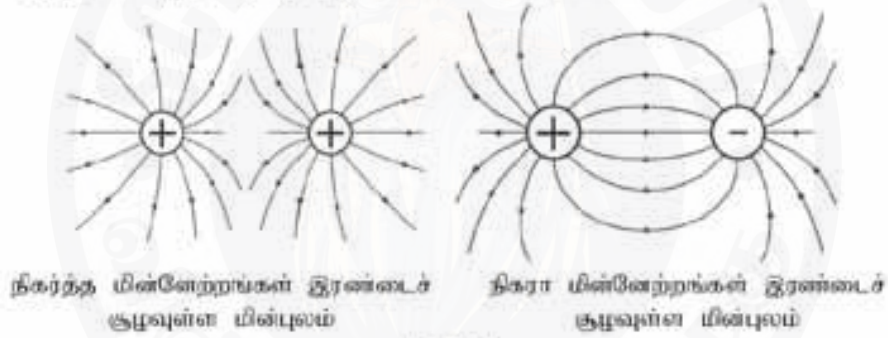
உதாரணம்:

1. புள்ளி மின்னேற்றமொன்றைச் சூழ மின்புலம்



உரு 1.1

2. புள்ளி ஏற்றங்கள் இரண்டுக்கு இடையிலான மின்புலங்கள்



உரு 1.2

3. ஏற்றம் கொண்ட சமாந்தரமான இரண்டு தகடுகளுக்கு இடையிலான மின்புலம்

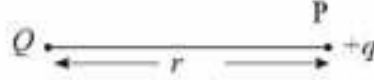


உரு 1.3

எதிர் ஏற்றங்களினால் ஏற்றம் பெற்றஇரண்டு தகடுகளுக்கு இடையிலான மின்புலம்

1.3.4 புள்ளி ஏற்றம் காரணமாக ஏற்படும் மின்புலத்தின் ஒரு புள்ளியில் மின்புலச் செறிவு தனிப்படுத்திய புள்ளி ஏற்றமொன்றைச் சூழவுள்ள மின்புலமே ஓர் எளிமையான நிலைமின் புலமாகும்.

உரு 1.4 இல் காட்டியுள்ளவாறாக அனுமதித்திறன் E ஆகவுள்ள ஓர் ஊடகத்தில் அமைந்துள்ள Q புள்ளி ஏற்றத்தைச் சூழவுள்ள மின்புலத்தில் P புள்ளியானது அவ்வேற்றத்தில் இருந்து r தூரத்தில் அமைந்துள்ளது. P இனது மிகச்சிறிய $+q$ ஏற்றமொன்றினை வைத்து அதன் மீதான விசையைத் துணியோம்.



உரு 1.4

கூலோமின் விதிப்படி $+q$ ஏற்றத்தின் மீது விசை (F) = $\frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Qq}{r^2}$

$\therefore P$ இல் மின்புலச் செறிவு $E = \frac{F}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Qq}{r^2q}$

$\therefore E = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon}\right) \frac{Q}{r^2}$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

மின்புல சுயாதீன வெளிமீயாயின் $E = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{Q}{r^2}$ ஆகும்.

கூம்பின்புலச் செறிவானது ஏற்றத்திலிருந்து தூரத்துடன் மாறும் விதம் உரு 1.5 இல் உள்ள வரைபில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



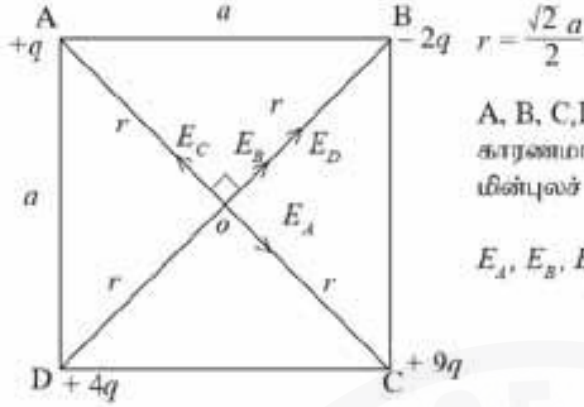
உரு 1.5

இரண்டு அல்லது அதிலும் மேற்பட்ட புள்ளி ஏற்றங்கள் காரணமாக யாதேனும் புள்ளியில் தோன்றும் புலச் செறிவானது அவ்வொவ்வோர் ஏற்றத்தையும் தனித்தனியாகக் கருதுகையில், அப்புள்ளிகளில் தோன்றும் ஏற்றங்களின் விளையுள் ஆகும்.

தீர்க்கப் பயிற்சி

பக்கநீளம் 'a' ஆகவுள்ள ABCD எனும் சதுரத்தின் நான்கு உச்சிகளில் $+q, -2q, +9q, +4q$ எனும் ஏற்றங்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. சதுரத்தின் மையமாகிய அதன் மூலைவிட்டங்கள் வெட்டும் புள்ளி O வில் மின்புலச் செறிவைக் காண்க.

$a = 2 \text{ cm}$ உம் $q = 200 \mu\text{C}$ உம் ஆயின், இச்செறிவின் பெறுமானம் யாது?



A, B, C, D ஆகிய உச்சிகளில் உள்ள ஏற்றங்கள் காரணமாகச் சதுரத்தின் மையத்தில் தோன்றும் மின்புலச் செறிவுகள் முறையே

E_A, E_B, E_C, E_D என்க.

$$E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q}{r^2} \quad E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{2q}{r^2} \quad E_C = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{9q}{r^2} \quad E_D = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{4q}{r^2}$$

வினையுள் செறிவைக் காண்பதற்காக,

\vec{OA} திசையிலான துணிதல் மூலம்

$$E_1 = E_C - E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{8q}{r^2}$$

\vec{OB} திசையிலான துணிதல் மூலம்

$$E_2 = E_B + E_D = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{6q}{r^2}$$

$$\begin{aligned} \text{வினையுள் செறிவு} &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q}{r^2} \sqrt{8^2 + 6^2} \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q}{2a^2/4} \sqrt{100} \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot q \cdot \frac{4 \times 10}{2a^2} \\ &= \left(\frac{1}{4\pi\epsilon}\right) \frac{2 \times 10}{a^2} q \end{aligned}$$

$\frac{1}{4\pi\epsilon} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$, $q = 200 \mu\text{C}$ உம் $a = 2 \text{ cm}$ உம் ஆகும்போது

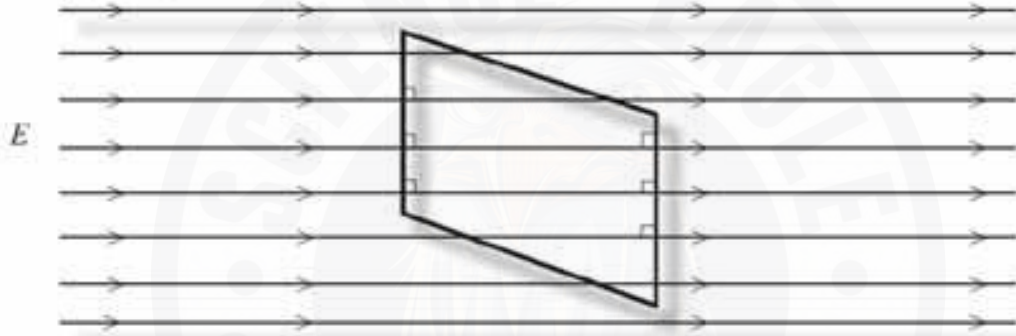
$$E = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10 \times 200 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 9 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1}$$

இரண்டாம் அத்தியாயம்

நிலைமின் புலமொன்றின் பாய மாதிரி
Flux Model of an Electrostatic Field

மின் புலங்கள் தொடர்பான கற்கையின் போது அம்புலங்களில் தொழிற்படும் விசைகளைக் காட்டுவதற்காக மின் விசைக்கோடுகள் (பாயம்) எனும் கற்பனையான ஒரு விசைக் கோடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றமை ஏற்கனவே குறிப்பிடப்பட்டது. அவ்வெண்ணக் கருவை ஒர் அணுகுமுறையாகக் கொண்டு மின்புலமொன்றுக்கான பாய மாதிரி உருவாகியுள்ளது. இப்பாய மாதிரியானது மின் புலத்தின் தொழிற்பாட்டை விளங்கிக்கொள்வதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு மாதிரி மாதிரியேயாகும்.

இப்பாய மாதிரியின்படி, சீரான மின் புலமொன்றின் விசைக்கோடுகள் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமானவையாவதோடு இவ்விசைக்கோடுகள் மின் பாயக் கோடுகள் எனவும் அழைக்கப்படும்.



உரு 2.1

வசதி கருதி, மின்புலச் செறிவு E என்பது இப்பாயக் கோடுகளுக்குச் செங்குத்தான ஓரலகு குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவுக்கு செவ்வனாக ஊறுத்துச் செல்லும். மின்பாயக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை எனக் கொள்ளப்படுகின்றது.

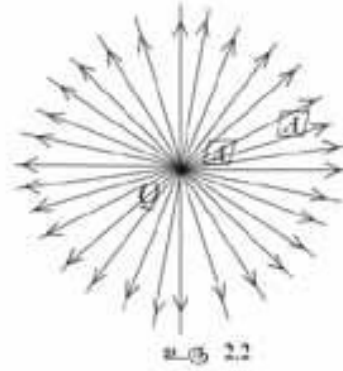
அவ்வாறெனின் A குறுக்கு வெட்டுக்குப் பரப்பளவுகளின் ஊடாகச் செல்லும் மொத்த மின்பாயம் $\phi = EA$ ஆகும்.

அதற்கமைய மின்புலச் செறிவு $E = \frac{\phi}{A}$ எனவும் குறிப்பிடலாம்.

• மின்விசைக் கோடுகள் தொடர்ச்சியானவையாவதோடு, அவை நேர் ஏற்றங்களிலிருந்து வெளிப்பட்டு மறை ஏற்றங்களின் முடிவடைவதாகக் கருதப்படும்.

• புள்ளி ஏற்றமொன்றிலிருந்து பரவிச் செல்லும் மின்பாயக்கோட்டுப்படத்தின் படி, உரு-2.2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறாக, $+Q$ ஏற்றத்திலிருந்து அப்பால் செல்லும்போது விசைக்கோடுகளின் பரம்பல் விரிவடைவதுடன், தூரத்துடன் அவை ஒன்றிலிருந்து ஒன்று அப்பால் விரிந்து செல்வதால் ஓரலகுப் பரப்பளவுகளுக்கு குறுக்காகச் செல்லும் பாயக்கோடுகளின் அளவு குறைவடையும்.

$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$ எனும் கோவையும் இவ்விடயத்தை உறுதிப்படுத்துகிறது.



உரு 2.2

2.1 கவுசின் தேற்றம்



Q நிலைமின் ஏற்றமொன்றிலிருந்து r தூரத்தில் அமைந்துள்ள P எனும் புள்ளியில் மின்புலச் செறிவு

$$E = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon} \right) \frac{Q}{r^2} \quad \text{--- ①}$$

① $\times 4\pi r^2$ $(4\pi r^2) E = \frac{Q}{\epsilon}$ --- ② இங்கு ϵ என்பது ஊடகத்தின் மின் அனுமதித்திறன் ஆகும்

கேந்திர கணிதத்தின்படி $4\pi r^2$ என்பது Q வை மையமாகவுள்ள r அரையுள்ள கோள மேற்பரப்பாகும். எனவே மேற்குறிப்பிட்ட கோவை Q வை சூழ வெளியேறும் கணியத்தை குறிக்கிறது. அத்துடன் கோவையின்படி Q வை சூழவுள்ள கோளப்பரப்பிற்கு செங்குத்தாக வெளியேறும் மின்பாயம் $\frac{Q}{\epsilon_0}$ இற்கு சமனாகும்.

இது கவுஸ் (புரளன்) எனும் விஞ்ஞானியால் நிறுவப்பட்டது. மேற்குறிப்பிட்ட பரப்பு கோளப்பரப்பாக இருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. மேற்குறிப்பிட்ட தொடர்பு எந்த வடிவான மூடிய பரப்பிற்கும் செல்லுபடியாகும். கவுசின் இந்த மூடிவாகும்.

கவுசின் தேற்றம்

ϵ எனும் அனுமதித்திறனை உடைய ஊடகத்தில் வைக்கப்பட்ட Q ஏற்றத்தை சூழவுள்ள எந்த வடிவத்தை உடைய மூடிய பரப்பிற்கு செங்குத்தாக வெளியேறும் மின்பாயம் $\frac{Q}{\epsilon}$ இற்கு சமனாகும்.

$$\text{குறியீட்டின்படி } \phi = \frac{Q}{\epsilon}$$

மூடிய பரப்பின் பரப்பளவு A ஆகவும் அதன் மின்புலச் செறிவு E ஆகும். எனின் $\phi = EA$

$$\therefore EA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

கவுசின் விதியினது பிரயோகங்கள்

தனிப்படுத்திய புள்ளி ஏற்றம் Q இலிருந்து r தூரத்தில் அமைந்துள்ள புள்ளியொன்றில் நிலைமின் புலச் செறிவை கூலோமின் விதியைப் பயன்படுத்தி, $E = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{Q}{r^2}$ எனக் காட்டலாம்.

எவ்வாறாயினும் ஒரு தொகுதி ஏற்றங்கள் அல்லது பரம்பல் காரணமாகத் தோன்றும் மின்புலத்தின் செறிவைத் துணிவதற்காக இம்முறையை பயன்படுத்த முடியுமா? சமச்சீராகப் பரம்பியுள்ள ஏற்றத் தொகுதிகளின் காரணமாக தோன்றும் மின்புலச் செறிவை துணிய கவுசின் தேற்றம் பயன்படும்.

இதற்காக, குறித்த ஏற்றப்பரம்பலை மூடிய யாதேனும் பொருத்தமாக கேத்திர கணித வடிவத்தைக் கொண்ட மூடிய மேற்பரப்பொன்று கவனத்திற் கொள்ளப்படும். இந்த, கற்பனையான மேற்பரப்பு கவுசிய மேற்பரப்பு எனப்படும்.

2.1.1 புள்ளி ஏற்றமொன்றினைச் சூழவுள்ள மின்புலத்தின் புள்ளியொன்றில் மின்புலச் செறிவு



உரு 2.4

அனுமதித்திறன் ϵ கொண்ட ஊடகமொன்றில் அமைந்துள்ள Q எனும் புள்ளி ஏற்றத்திலிருந்து r தூரத்தில் உள்ள P புள்ளி உரு: 2.4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. Q ஏற்றம் காரணமாகத் தோன்றிய மின்புலத்தில் அமைந்துள்ள P புள்ளியின் மின்புலச் செறிவைத் துணிவதற்காக, Q இனை மையமாகக் கொண்ட r ஆரையுள்ள P இற்கு குறுக்காகச் செல்லும் கோள கவுசிய மேற்பரப்பொன்றைக் கருதுவோம். (Q இலிருந்து வெளிப்படும், மின் பாயம் இந்த கவுசிய மேற்பரப்பினைச் செங்குத்தாக ஊடறுக்கின்றது)

இந்த P புள்ளி உட்பட கவுசிய மேற்பரப்பின் சகல புள்ளிகளிலும் புலச்செறிவு E எனின்,

கவுசின் தேற்றத்தின் படி

$$EA = \frac{Q}{\epsilon_0} \text{ ஆகும்.}$$

$$E \times 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{Q}{r^2} \text{ எனப் பெறலாம்.}$$

(கூலோமின் விதியின் மூலமும் இக்கோவை பெறப்பட்டுள்ளது)

2.1.2. ஏற்றம்பெற்ற பொள்ளான கடத்திக் கோளம் காரணமாகத் தோன்றும் மின்புலச்செறிவு



உரு 2.5

R ஆரையுள்ள, பொள்ளான கடத்திக் கோளமொன்று கரு உரு:2.5 இல் காட்டியுள்ளவாறு, தேற்றமொன்று வழங்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம் (இவ்வேற்றமானது கோளத்தின் வெளிமேற்பரப்பில் மாத்திரம் சீராகப் பரம்பியுள்ளதோடு, உட்கோளத்தில் எவ்வித ஏற்றமும் தங்கியிருக்கவில்லை). கோளத்தின் சீரான வளைதன்மை காரணமாக சமச்சீரின்படி, மின்பாயக் கோடுகள் மேற்பரப்புக்குச் செங்குத்தாக வெளியே பரம்பும்.

P என்பது கோளத்தின் மையத்தில் இருந்து r தூரத்தில் அமைந்துள்ள ஒரு புள்ளியாகும்.

(i). P புள்ளியானது கோளத்துக்கு வெளியே அமைப்போது ($r > R$) கோளத்தின் மையத்தை மையமாகக் கொண்ட r ஆரையுள்ள P இற்குக் குறுக்காகச் செல்லும் கவுசிய மேற்பரப்பொன்றைக் கருதுவோம்.

இந்த கவுசிய மேற்பரப்பின் மீது மின்புலச் செறிவு E ஆயின், கவுசின் தேற்றத்தின் படி,

$$EA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E \times 4\pi R^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{Q}{R^2}$$

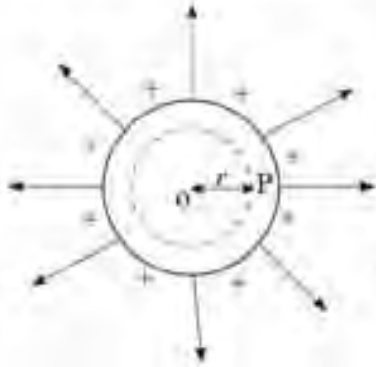
(ii). P புள்ளியானது கோளத்தின் மீது அமைந்துள்ள போது ($r = R$) இங்கு கோளத்தின் மேற்பரப்பு கவுசிய மேற்பரப்பாக மாறும். அதன் மீது மின்புலச் செறிவு E ஆயின்,

$$EA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E \times 4\pi R^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{Q}{R^2}$$

(iii) P புள்ளி கோளத்தினுள்ளே அமைந்துள்ள போது ($r < R$)



உரு 2.6

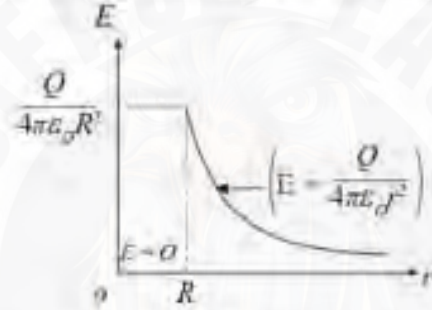
இங்கு உரு.2.6 இல் காட்டியுள்ளவாறாக, கவுசிய மேற்பரப்பானது கோளத்தின் உள்ளே அமைபும், அதனுள் எவ்வித ஏற்றங்களும் இல்லையாதலால் $Q = 0$ ஆகும்.

அப்போது கவுசின் தேற்றத்தின் ல்லு.

$$E \cdot 4\pi r^2 = 0$$

$$E = 0$$

கூ.த்திக் கோளமொன்றின் மையத்திலிருந்து தூரத்துக்கேற்ப மின்புலச் செறிவின் மாறலானது உரு: 2.7 இல் உண்டா வகையில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 2.7

2.1.3 சீராக ஏற்றம் பெற்றுள்ள முடிவில் பரப்புக் தகடொன்றுக்கு அண்மித்த புள்ளியொன்றில் மின்புலச் செறிவு



உரு 2.8

ஏற்றம் பெற்ற கூ.த்தி மேற்பரப்பினது ஏற்றத்தின் மேற்பரப்பு அடர்த்தியை σ (cm^{-2}) எனக் கருதுவோம்.

உரு: 2.8 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு சிறிய உருளை வடிவ கவுசிய மேற்பரப்பைக் கருதுவோம். அதன் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு ΔA ஆவதோடு, அதன் அடியானது ஏற்றம்பெற்ற மேற்பரப்பின் மீதும், புலச்செறிவு வானப்படவேண்டிய P புள்ளியானது உருளைமீன் மேல் மேற்பரப்பு மீதும் திருப்பதாகக் கருதுவோம். P புள்ளியானது ஏற்றம்பெற்ற மேற்பரப்புக்கு அண்மித்துள்ளது. ஆகலால், மின்பாயக் கோடுகள் இந்த மேல் மேற்பரப்புக்குக் குறுக்காக அதற்குச் செங்குத்துகளாகப் படும்.

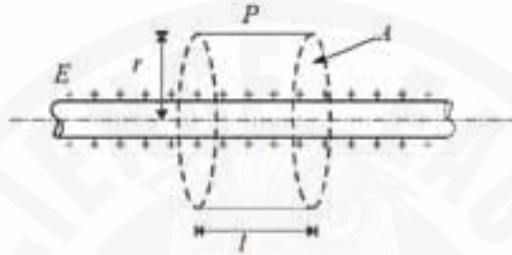
இவ்வாறாகப் பாயும் மின்பாயத்துக்காக, கவுசின் தேற்றத்தைப் பிரயோகிப்பதால்

$$EA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E \Delta A = \frac{\sigma \Delta A}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

2.1.4 முடிவில்லி நீளமுள்ள மெல்லிய ஏற்றம் பெற்ற கம்பியொன்றில் இருந்து r தூரத்தில் அமைந்துள்ள புள்ளியின் மின்புலச்செறிவு



உரு 2.9

ஏற்றத்தின் ஏகபரிமாண அடர்த்தி λ (cm^{-1}) ஆகுமாறு ஏற்றப்பட்டுள்ள மெல்லிய கம்பியொன்றிலிருந்து r தூரத்தில் P புள்ளி அமைந்துள்ளது. கம்பியின் அச்சையே அச்சாகக் கொண்ட r ஆரையுள்ள l நீளமுள்ள உருளைவடிவ கவுசிய மேற்பரப்பொன்றைக் கருதுவோம். அப்போது P புள்ளியானது அதன் வளை மேற்பரப்பில் அமையும். கம்பியின் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக சகல திசைகளிலும் பரவும் மின்பாயக் கோடுகள், P புள்ளிக்குரிய வளை மேற்பரப்புக்கும் செங்குத்தாக அதனுடாகச் செல்லும்.

அப்போது கவுசிய மேற்பரப்பினுள் அமைந்துள்ள l நீளமான கம்பியினுடைய மீட்டர் உள்ள ஏற்றம் $Q = \lambda l$.

கவுசிய மேற்பரப்பின் வளைமேற்பரப்புக்குக் குறுக்காகச் செல்லும் மின்பாயத்தைக் கருதுவதால், அதன் புலச்செறிவு E ஆயின் கவுசின் தேற்றத்தின்படி

$$EA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E \times 2\pi r l = \frac{\lambda l}{\epsilon_0}$$

$$E = \left(\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \right) r$$

முன்றாம் அத்தியாயம்

நிலைமின் அழுத்தம் Electrostatic Potential

3.1 மின் அழுத்தம்

மின்புலமொன்றில் யாதேனும் புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட ஏற்றமொன்றின் மீது விசையொன்று தொழிற்படுகின்றமையால் அதன் மூலம் வேலைசெய்யும் ஆற்றல் உண்டு. அதாவது அந்த ஏற்றத்தில் ஒரு குறித்த அளவு அழுத்த சக்தி காணப்படும். மின்புலத்தில் ஏற்றம் உள்ள புள்ளியில் காணப்படும் மின் அழுத்தம் காரணமாகவே அவ்வேற்றத்துக்கு இச்சக்தி கிடைக்கின்றது. இங்கு ஏற்றத்தை விடுவிப்போமாயின் அது இருக்கும் அழுத்தத்திலிருந்து குறைந்த அழுத்தத்துக்கு இடம்பெயரும். அதன்போது அது கொண்டுள்ள அழுத்தச் சக்தி விரயமாகும்.

மறுபுறமாக, குறைந்த அழுத்தத்திலிருந்து கூடுதலான அழுத்தத்தை நோக்கி ஏற்றங்களைக் கொண்டு செல்வதற்காக புலத்துக்கு எதிராக அதன் மீது வேலை செய்யப்படுகிறது. அப்போது ஏற்றமானது அழுத்த சக்தியைப் பெற்றுக்கொள்ளும்.

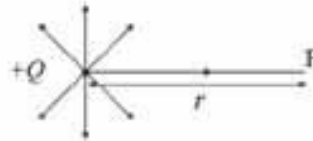
மின்புலமொன்றின் யாதேனும் புள்ளியின் மின் அழுத்தமானது அழுத்தம் பூச்சியமாக உள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து அப்புள்ளி வரையில் ஓரலகு நேரேற்றமொன்றைக் கொண்டு செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலையின் மூலமே அளக்கப்படும். பூச்சிய அழுத்தத்தில் உள்ளதாகக் கருதக்கூடிய மிகப் பொருத்தமான புள்ளியாக அமைவது புலத்திலிருந்து முற்றுமுழுதாக புறத்தே முடிவிலித் தூரத்தில் அமைந்த புள்ளியாகும்.

இதற்கமைய, மின் அழுத்தம் என்பதைப் பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம்.

மின்புலமொன்றின் யாதேனும் ஒரு புள்ளியில் மின் அழுத்தம் என்பது முடிவிலித் தூரத்தில் இருந்து அப்புள்ளியை நோக்கி ஓரலகு ஏற்றமொன்றைக் (+1C) கொண்டுவரும்போது செய்யப்படும் வேலை ஆகும்.

அலகு : JC^{-1} ஆனது V (வோல்ட்டு) ஆகவும் தரப்படும்.

3.2 புள்ளி ஏற்றமொன்றைச் சூழவுள்ள மின்புலத்தின் புள்ளியொன்றில் மின் அழுத்தம்



உரு 3.1

Q புள்ளி ஏற்றத்தைச் சூழ உள்ள மின் புலத்தில் அவ்வேற்றத்தில் இருந்து r தூரத்தில் P புள்ளி அமைந்துள்ளது.

Q ஏற்றத்தில் இருந்து r தூரத்தில் அமைந்துள்ள ஒரு புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட $+1\text{ C}$ ஏற்றமொன்றின் மீது விசை.

$$F = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \frac{Q}{r^2}$$

இந்த ஏற்றத்தை Q Δx தூரம் கொண்ட செல்லும்போது

$$\begin{aligned} \Delta w &= F \times (-\Delta x) \\ &= \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \frac{Q}{x^2} (-\Delta x) \end{aligned}$$

$x = \infty$ இலிருந்து $x = r$ வரை $+1\text{ C}$ ஏற்றத்தைக் கொண்டு வரும்போது நிகழும் வேலை

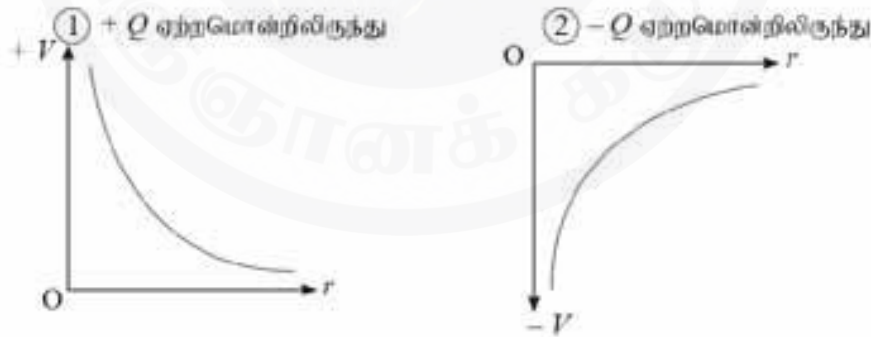
$$W = \sum \Delta w$$

$$\begin{aligned} &= \sum_{x=\infty}^r \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2} (-\Delta x) \\ &= \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \frac{Q}{r} \text{ என நிரூபிக்கலாம்} \end{aligned}$$

\therefore P புள்ளியில் மின் அழுத்தம் $V = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \frac{Q}{r}$ (எண்ணிக்கணியமாகும்)

$+Q$ ஏற்றம் காரணமாக நேர் அழுத்தமும் $-Q$ ஏற்றம் காரணமாக மறை அழுத்தமும் தோன்றும்.

புள்ளி ஏற்றமொன்றிலிருந்து தூரத்துக்கேற்ப மின் அழுத்தத்தின் மாறலை உரு: 3.2 இல் தரப்பட்டுள்ளவாறு வரையாகக் காட்டலாம்.



உரு 3.2

3.3 மின்புலமொன்றில் வைக்கப்பட்ட ஏற்றமொன்றின் அழுத்த சக்தி

மின்புலமொன்றின் யாதேனும் புள்ளியில் அழுத்தம் V என்பதால் கருதப்படுவது முடிவிலியில் இருந்து அப்புள்ளிக்கு ஓரலகு (+) ஏற்றமொன்றைக் கொண்டு செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலை என்பதாகும். எனவே முடிவிலியிலிருந்து கொண்டு வரப்படும் q ஏற்றத்தின் மீது நிகழும் வேலை $W = Vq$

இவ்வேலையானது, அவ்வேற்றத்தில் அழுத்த சக்தியாகச் சேமிக்கப்படும்.

∴ மின் புலமொன்றின் V அழுத்தமுள்ள ஒரு புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட q ஏற்றத்தின் அழுத்த சக்தி $W = Vq$

3.4 ஏற்றச் சோடியொன்றினைக் கொண்ட தொகுதியொன்றின் அழுத்த சக்தி



q_1 ஏற்றம் காரணமாகத் தோன்றிய மின்புலத்தில் P புள்ளியானது அவ்வேற்றத்திலிருந்து r தூரத்தில் அமைந்துள்ளது.

$$\text{எனவே P இனது மின் அழுத்தம் } V_p = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{q_1}{r}$$

= முடிவிலியிலிருந்து + IC ஏற்றத்தினை P இற்கு கொண்டு செல்லும்போது நிகழும் வேலை,

(1) முடிவிலியிலிருந்து q_2 ஏற்றமொன்றினை P வரை கொண்டு வரும்போது நிகழும் வேலை

$$W = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{q_1}{r} q_2$$

இவ்வேலையானது q_2 இல் அழுத்தச் சக்தியாகச் சேமிக்கப்படுவதோடு q_1 ஏற்றத்தின் பங்களிப்பினால் அது நிகழ்ந்தமையால் அவ்வேற்றச் சோடியின் அழுத்த சக்தியாகக் கருதப்படும்.

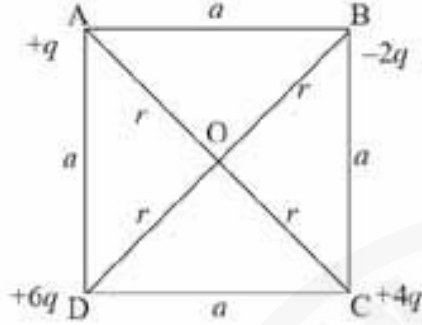
∴ ஒன்றுக்கொன்று r தூரத்தில் அமைந்துள்ள q_1, q_2 ஏற்றச் சோடியின் அழுத்த சக்தி

$$(W) = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{q_1 q_2}{r}$$

சில ஏற்றங்களைக் கொண்ட தொகுதியொன்றின் மொத்த அழுத்த சக்தியானது அவ்வெல்லா ஏற்றச் சோடிகளதும் அழுத்த சக்தியின் கூட்டுத்தொகையாகும்.

தீர்க்கப்பட்ட பயிற்சி

- (1) பக்க நீளம் " a " ஆகவுள்ள ABCD சதுரத்திலிருந்து நான்கு உச்சிகளிலும் முறையே $+q, -2q, +4q, +6q$ ஆகிய ஏற்றங்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. $a = 10 \text{ cm}$ உம் $q = 1.0 \mu\text{C}$ உம் ஆயின் சதுரத்தின் O நடுப்புள்ளியில் மின் அழுத்தத்தைக் காண்க.

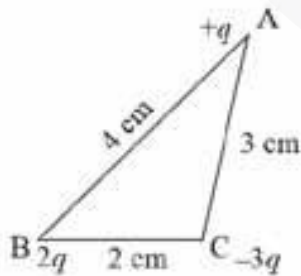


$$AO = BO = CO = DO = \sqrt{\frac{2a^2}{2}} = \frac{a}{\sqrt{2}}$$

மின்னழுத்தம் ஓர் எண்ணிக் கணியமாதலால், நான்கு உச்சிகளிலும் உள்ள ஏற்றங்கள் காரணமாக O நடுப்புள்ளியில் தோன்றும் அழுத்தங்கள் எல்லாவற்றினதும் அட்சரகணித கூட்டுத்தொகை அதன் விளைவுள் அழுத்தமாகும்.

$$\begin{aligned} V_o &= \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \left(\frac{q}{r} - \frac{2q}{r} + \frac{4q}{r} + \frac{6q}{r} \right) \\ &= 9 \times 10^9 \left(\frac{9q}{r} \right) \\ &= \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 1.0 \times 10^{-6}}{10 \times 10^{-2} / \sqrt{2}} = 81 \times \sqrt{2} \times 10^4 = \underline{\underline{11.5 \times 10^5 \text{ V}}} \end{aligned}$$

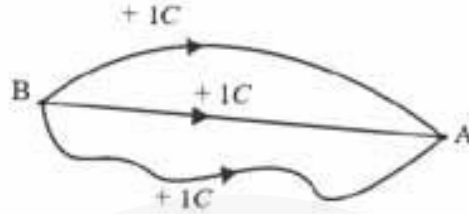
- (2) $AB = 4 \text{ cm}$, $BC = 2 \text{ cm}$, $AC = 3 \text{ cm}$ ஆகவுள்ள ABC முக்கோணியின் மூன்று உச்சிகளிலும் முறையே $+q, 2q, -3q$ ஏற்றங்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. $q = 2 \mu\text{C}$ ஆயின், இத்தொகுதியின் மொத்த அழுத்தச் சக்தியைக் காண்க.



$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{+q \times 2q}{4 \times 10^{-2}} + \frac{2q \times -3q}{2 \times 10^{-2}} + \frac{-3q \times q}{3 \times 10^{-2}} \right) \\ &= \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \times 10^2 \left(\frac{2}{4} - \frac{6}{2} - \frac{3}{3} \right) \\ &= \frac{(2 \times 10^{-6})^2 \times 9 \times 10^9}{10^{-2}} \left(\frac{1}{2} - 3 - 1 \right) \\ &= 4 \times 9 \times 10^{-1} \times \frac{7}{2} = \underline{\underline{12.6 \text{ J}}} \end{aligned}$$

3.5 மின்புலமொன்றில் இரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையிலான அழுத்த வித்தியாசம்

மின்புலமொன்றில் இரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையிலான அழுத்த வித்தியாசம் என்பது, குறைவான அழுத்தம் உள்ள புள்ளியொன்றிலிருந்து கூடுதலான அழுத்தம் உள்ள ஒரு புள்ளி வரையில் ஓரலகு தேர் ஏற்றத்தைக் கொண்டு செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலையாகும். (இவ்வேலையானது ஏற்றத்தைக் கொண்டு செல்லும் பாதை சாராததாகும்.)

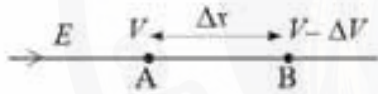


உரு 3.4

உதாரணமாக, மின்புலமொன்றில் A எனும் புள்ளியில் அழுத்தம் V_A உம் B எனும் புள்ளியில் அழுத்தம் V_B உம் ஆயின், ($V_A > V_B$),

A இற்கும் B இற்கும் இடையே அழுத்த வித்தியாசம் $V_{AB} = V_A - V_B$

இந்த A, B புள்ளிகள் இரண்டும் புலத்தில் விசைக்கோடொன்றின் வழியே ஒன்றுக்கொன்று Δx தூரத்தினால் வேறாக உள்ளதாயும் அவ்வீச்சினால், மின் புலத்தின் செறிவு E பெறுமானம் மாறாது இருப்பதாயும் கருதுவோம்.



A புள்ளியின் அழுத்தம் V உம் A, B இற்கு இடையே அழுத்த வித்தியாசம் ΔV உம் ஆயின்,

A இலிருந்து B வரை ஓரலகு தேர்ஏற்றமொன்றைக் கொண்டு செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலை,

$\Delta W = \text{விசை} \times \text{இடப்பெயர்ச்சி} = \text{அழுத்த மாற்றம்}$

$$E \times 1 \times \Delta x = (V - \Delta V) - V$$

$$E = \frac{-\Delta V}{\Delta x}$$

மேற்படி $\frac{\Delta V}{\Delta x}$ எனும் கணியமானது மின்புலத்தில் அழுத்தப் படித்திறன் என்பதும், அக்கோவையின்படி மின்புலமொன்றின் யாதேனும் புள்ளியில் புலச்செறிவானது அதன் அழுத்தப்படித்திறனுக்குச் சமமாகும்.

A, B புள்ளிகளின் இடைத்தூரம் மிகக்கிட்டிய எல்லையை அடையும்போது, மேற்படி கோவையை $E = -\frac{dV}{dx}$ எனக் காட்டலாம்.

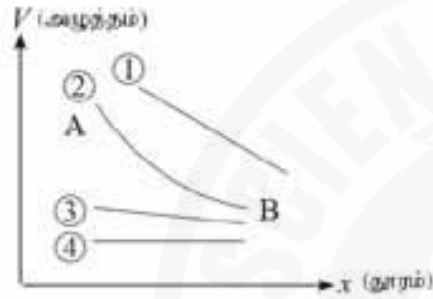
சீரான மின்புலமொன்றில் x அளவு தூர வீச்சில் $E = -\frac{V}{x}$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

இதன்மூலம் மின்புலச் செறிவுக்கான Vm^{-1} எனும் மேலதிக அலகொன்று கிடைக்கின்றது.

மின் அழுத்த வித்தியாசத்தை அளக்கும் அலகு "வோல்ட்" (V) ஆவதோடு, அதனைப் பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம்.

"மின்புலமொன்றில் யாதேனும் புள்ளியில் இருந்து வேறொரு புள்ளிக்கு ஒரளகு ஏற்றமொன்றினைக் (1 C) கொண்டு செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலை 1 யூல் எனின், அந்த இரண்டு புள்ளிகளுக்கும் இடையிலான அழுத்த வித்தியாசம் ஒரு வோல்ட் ஆகும்"

மின்புலமொன்றின் யாதேனும் திட்டவட்டமான புள்ளியிலிருந்து அளக்கப்படும் தூரத்துக்கு அமைய, புலத்தின் அழுத்தம் மாறலானது வெவ்வேறு விதங்களில் நிகழலாம். இத்தூரத்துக்கு எதிரே அழுத்தத்தை வரையும்போது கிடைக்கும் வளையியின் படித்திறன் புலத்தின் வழியே அழுத்தப்படித்திறனைக் காட்டுகின்றது.



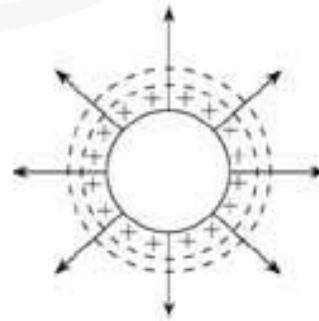
1. வலிமைமிக்க சீரான செறிவைக்கொண்ட ஒரு மின் புலமாகும்
2. A யில் கூடுதலான புலச் செறிவையும், B இல் குறைவான புலச் செறிவையும் கொண்ட மின் புலமாகும்.
3. நலிவான சீரான செறிவைக்கொண்ட மின் புலமாகும்
4. படித்திறன் பூச்சியமாகும் அதாவது அழுத்தம் மாறாது இருக்கும். குறித்த திசையில் புலமொன்று தொழிற்படமாட்டாது.

உரு 3.5

மேற்படி வகையில் ④ ஆம் சந்தர்ப்பத்தின்போன்று யாதேனும் மேற்பரப்பின் வழியே மின் அழுத்தம் மாறாது இருக்குமாயின் அம்மேற்பரப்பு "சம அழுத்த மேற்பரப்பு" எனப்படும். சம அழுத்த மேற்பரப்பொன்றின் வழியே மின் புலமொன்று இல்லையாதலால் அம்மேற்பரப்பின் வழியே ஏற்றமொன்றினைக் கொண்டு செல்வதற்கு வேலை தேவைப்படுவதில்லை. எவ்வாறாயினும் சம அழுத்த மேற்பரப்புக்குச் செங்குத்தாக மின்புலமொன்று தொழிற்படலாம்.



புள்ளி நேரேற்றமொன்றைச் சூழ சம அழுத்த மேற்பரப்புகள் (a)



நேரேற்றம் கொண்ட கடத்திக் கொளமொன்றைச் சூழ சம அழுத்த மேற்பரப்புகள் (b)

உரு 3.6

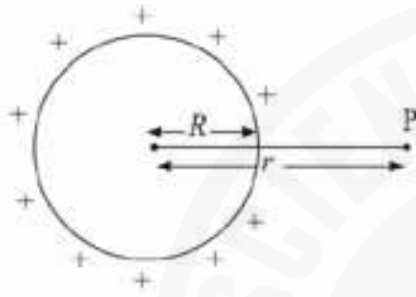
அழுத்த வித்தியாசத்தை அளப்பதற்காக வோல்ட்ஸ் எலும் அலகு பயன்படுத்தப்படுவதோடு மிகச்சிறிய வேலை மற்றும் சக்தி அளவை அளப்பதற்கான "இலத்திரன் வோல்ட்ஸ்" எனும் அலகு, குறிப்பாக கதிர்ப்புச் சக்தி தொடர்பான அளவீடுகளில் பயன்படுகிறது.

1V அழுத்த வித்தியாசத்துக்க்க குறுக்காக, இலத்திரனொன்று ஆர்முடுகும்போது பெறும் இயக்கச் சக்தியே ஓர் இலத்திரன் வோல்ட்ஸ் என வரையறுக்கப்படுகின்றது.

$$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{C} \times 1 \text{V} = 1.60 \times 10^{-19} \text{J}$$

(1 வோல்ட்ஸ் அழுத்த வேறுபாட்டிற்க்கடாக 1 இலத்திரன் எடுத்துச் செல்லப்படும்போது செய்யப்படும் வேலையின் அளவு)

3.5 ஏற்றிய கடத்திக் கோளமொன்றின் மின் அழுத்தம்



கடத்திக்கோளமொன்றுக்கு மின்னேற்றமொன்றினை வழங்கியதும் அவை அதன் ஸ்ர மேற்பரப்பில் மாத்ரம் பரம்பியிருக்கும் என ஏற்கனவே நாம் அறிந்துள்ளோம். அவ்வாறான ஒரு கோளத்தின் மையத்திலிருந்து r தூரத்தில் அமைந்துள்ள P புள்ளியைக் கருதுவோம். கோளத்தின் ஆரையை R என்க.

உரு 3.7

1. P புள்ளி கோளத்துக்கு வெளியே அமைந்துள்ளபோது ($r > R$)

P புள்ளிக்குச் சார்பாக கோளத்தின் Q ஏற்றமானது அதன் மையத்தில் குவிந்துள்ள Q ஏற்றமாக தென்படும் என்பதை நாம் அறிவோம்.

அப்போது, $r > R$ ஆகும்போது P புள்ளியில் மின் அழுத்தம்,

$$V = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \frac{Q}{r}$$

2. P புள்ளியானது கோளத்தின் மீது அமைந்துள்ளபோது ($r = R$)

கோளத்தின் மேற்பரப்பு வரையில் மேற்படி $r > R$ இற்கான தர்க்கம் செல்லுபடியாகும்.

அதற்கமைய, $r = R$ ஆகவுள்ள கோளத்தின் மேற்பரப்பு மீது அமைந்துள்ள புள்ளியின் மின் அழுத்தம்

$$V = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \frac{Q}{R}$$

3. P புள்ளியானது கோளத்தின் உள்ளே அமைந்துள்ளபோது ($r < R$)

கோளத்தினுள் ஏற்றம் இல்லையாதலால் அதன் மின்புலச் செறிவு பூச்சியம் ஆகும்.

$$E = 0$$

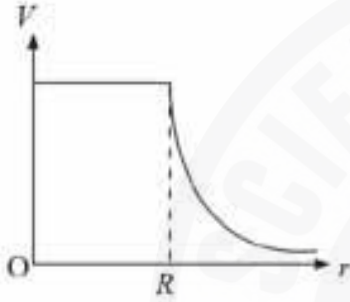
∴ கோளத்தின் உள்ளே அழுத்தப்படித்திறன் $\frac{dV}{dr} = 0$

அதாவது கோளத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்து உட்புறமாக அதன் மின் அழுத்தம் வேறுபடாது அநாவது சீராகக் காணப்படும்.

∴ கோளத்தினுள் சகல மேற்பரப்புகளிலும் மின் அழுத்தம் $V =$ கோளத்தின் மேற்பரப்பு அழுத்தம்

$$V = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right) \frac{Q}{R}$$

கோளத்தின் மையத்திலிருந்து மின் அழுத்தம் மையத்திலிருந்து மாறும் விதம்

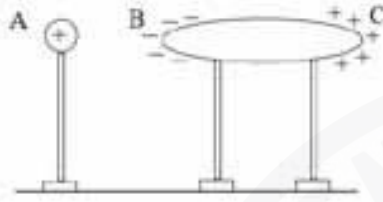


உரு 3.8

நான்காம் அத்தியாயம்

நிலைமின் கொள்ளளவம்
Electrostatic Capacitance

4.1 நிலைமின் தூண்டல்



உரு 4.1

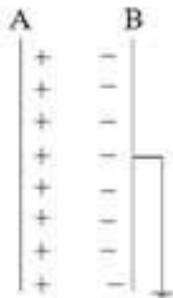
A என்பது காவலிடப்பட்ட கைபிடியொன்றில் பொருத்தப்பட்ட நேர் (+) ஏற்றமுள்ள ஒரு பொருளாகும். BC என்பது காவலி மீது பொருத்தப் பட்டுள்ள ஏற்றக் கடத்தியாகும். A யின் அருகே BC இணை வைப்பதால் நிகழுவது யாது?

BC இணை B அந்தம் மறை (-) ஏற்றத்தையும் C அந்தம் நேர் (+) ஏற்றத்தையும் பெறும். BC இணை B, C பகுதிகளை இப்போது வேறாக்க முடியுமெனின், B எனும் மறையேற்றமுள்ள ஒரு பொருளையும் C எனும் நேரேற்றமுள்ள ஒரு பொருளையும் வெவ்வேறாகப் பெறலாம்.

ஏற்றிய பொருளொன்றின் அருகே ஏற்றாத பொருளொன்றினை வைத்துக் கண நேரத்தின் பின்னர் ஏறத்தாழ அப்பொருளின் ஏற்றம் பெறும் இத்தோற்றப்பாடு நிலைமின் தூண்டல் எனப்படுகின்றது.

இங்கு B யிலும் C யிலும் தூண்டப்பட்ட ஏற்றங்களின் பருமன்கள் A இல் தூண்டப்பட்ட ஏற்றத்தின் பருமனுக்குச் சமமானது என விஞ்ஞானி மைக்கல் பரடே எடுத்துக்காட்டியுள்ளார்.

4.2 கொள்ளளவிகள்



உரு 4.2

A, B என்பன சமாந்தரமாக வைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு கடத்தித் தகடுகளாகும். அவ்விரு தகடுகளும் மின்முதலிற்கு அதாவது கலத்திற்கு இணைக்கப்பட்டு ஏற்றம் பெறச் செய்யப்பட்டு பின் ஒரு மின்கலவடுக்குடன் இணைக்கப்பட்டு ஏற்றமுற்ற பின்னர் மின்கலவடுக்கை அப்புறப்படுத்தி B தட்டுப் புவியுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அல்லது A நேரேற்றம் ஆக இருக்கையில் தூண்டலினால் B மறை ஏற்றிப் புவியுடன் தொடுப்பதால் அதில் தூண்டலினால் மறை ஏற்றம் மாத்திரம் மீதியாக விடப்பட்டுள்ளது. இனி A, B எனும் ஏற்றிய

இரண்டு தகடுகளைக் கொண்ட தொகுதி ஓர் ஏற்றக் களஞ்சியமாகும். இந்த ஏற்றக் களஞ்சியமானது "கொள்ளளவி" (Capacitor) எனப்படுகின்றது.

அதற்கமைய கொள்ளளவி என்பது நிலைத்த ஏற்றங்கள் களஞ்சீயப்படுத்தி வைக்கப்படும் ஒரு மின் சாதனாகும். மின்கலவடுக்கொன்றிலிருந்து வரும் ஏற்ற ஓட்டத்தை அதாவது மின்னோட்டத்தை வெவ்வேறு வேலைகளுக்காகப் பயன்படுத்துவதைப் போன்று கொள்ளளவியொன்றில் ஏற்றங்கள் நிலைத்த நிலையில் குறுக்கும் போதிலேயே பல்வேறு வேலைகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உதாரணமாக வானொலி, தொலைக்காட்சி, கணினி மற்றும் பல்வேறு தொடர்பாடல் சாதனங்களில் கொள்ளளவிகள் இன்றியமையாத துணைச்சாதனாக இடம்பிடித்துள்ளது.

முதன்முதலாக கொள்ளளவி வடிவமைக்கப்பட்ட விதமே மேலே உள்ள உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது. அது "சமாந்தரக் தட்டுக் கொள்ளளவி" எனப்படுகின்றது. சமகாலத்தில் பயன்பாட்டில் உள்ள கொள்ளளவிகள் அதன் வடிவத்திலும் மாற்றம் பெற்று மருத்துக் குளிகையளவுக்குச் சிறியதாக மாறியுள்ளன. எனினும் சகல கொள்ளளவிகளது கூறுகளும், மேற்படி சமாந்தரத் தட்டுக் கொள்ளளவியின் கூறுகளால் அணுகிக்கப்படும் தேவைகளை அவ்வாறே அணுகிக்கின்றன. அதாவது இரண்டு மின்கடத்திகளுக்கு இடையே சீரையப்படுத்தப்பட்டுள்ள மின்காவலியொன்றினை சகல கொள்ளளவிகளும் கொண்டுள்ளன.



உரு. 4.3 பயன்பாட்டில் உள்ள சில கொள்ளளவிகள்

மேற்படி உரு 4.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ள பல்வகை கொள்ளளவிகளும் வானொலி, தொலைக்காட்சி போன்ற கருவிகளில் முக்கியமான பணியை ஆற்றுகின்றன. கொள்ளளவியின் கொள்ளளவை மாற்றுவதன் மூலமே அதில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள ஏற்றங்களின் அளவைச் செப்பஞ்செய்வதன் மூலம், அக்கருவிகளில் வெவ்வேறு அலைவரிசைகளை இசைவுபடுத்தல் போன்றவற்றைச் செய்யலாம்.

கொள்ளளவியொன்றின் தகடுகளுக்கு இடையிலான ஊடகமாக வளியோ அல்லது வேறு மின்னுதைய ஊடகமொன்றே இருப்பது அவசியமானதோடு அல்லடகம் "மின்னுதையம்" என அழைக்கப்படும் சமகாலப் பயன்பாட்டில் உள்ள கொள்ளளவிகளில் மேல்விய உலோக இதழ்களிரண்டுக்கு இடையே பரவின் மெழுகு நடவாப்பட்ட இடமொன்றினை வைத்துச் சுற்றுவதன் மூலம் இந்த திபந்தனை யூத்தி செய்யப்பட்டுள்ளது.

4.3 கொள்ளளவியொன்றின் கொள்ளளவு (கொள்ளளவம்)

கொள்ளளவியொன்றின் "கொள்ளளவு" என்பது அக்கொள்ளளவியினால் ஏற்றங்களைச் சேமித்து வைத்திருக்கும் ஆற்றல் திறப்பை ஒர் அளவீடாகும். அது மின்வருமான வரையறுக்கப்படும்.

கொள்ளளவியொன்றின் கொள்ளளவு (C) = $\frac{\text{ஒரு தகட்டின் ஏற்றம் (Q)}{\text{தகடுகளுக்கு இடையே அழுத்த வித்தியாசம் (V)}}$

$$C = \frac{Q}{V}$$

அதாவது கொள்ளளவியொன்றின் கொள்ளளவு என்பது அதன் ஏற்றத்துக்கு தகடுகளிரண்டுக்கும் இடையிலான அழுத்த வித்தியாசத்துக்கும் இடையிலான விகிதம் ஆகும்.

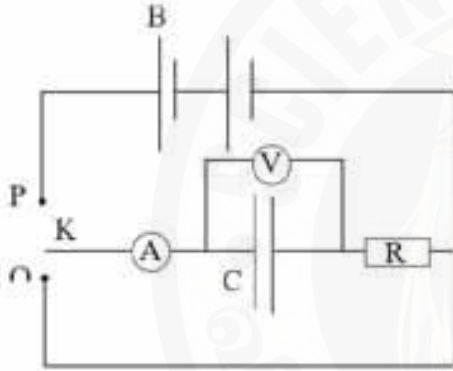
அலகு பரட்டு (F)

$$\text{பரட்டு } 1 = \frac{1 \text{ கூலோம்}}{1 \text{ வோல்ட்}}$$

நடைமுறை அலகு μF

$$1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$$

4.4 கொள்ளளவியொன்றினை மின்னேற்றறுதலும் மின்னிறக்குதலும்



உரு 4.4

கொள்ளளவியொன்றுக்கு மின்னேற்றுவதற்காகவும் மின்னர் மின்னிறக்குவதற்காகவும் உரு: 4.4 இல் காட்டியுள்ளது போன்ற ஒரு சுற்றைப் பயன்படுத்தலாம். C என்பது ஏற்றவேண்டிய ஏறத்தாழ $100 \mu\text{F}$ அளவுள்ள ஒரு கொள்ளளவி ஆகும். R என்பது மெகா ஒம் ($\text{M}\Omega$) வகையைச் சேர்ந்த உயர்தடையி ஆகும். K என்பது இருவழி ஆளி ஆவதோடு B என்பது ஏறத்தாழ 6V அளவுள்ள ஒரு நேரோட்ட முதலாகும். A என்பது மைக்கிரோ அம்பியர் மானியும் B முதலின் வோல்ட்றளவுப் பொருத்தமான V வோல்ட்றமானியும் தரப்பட்டுள்ள சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.



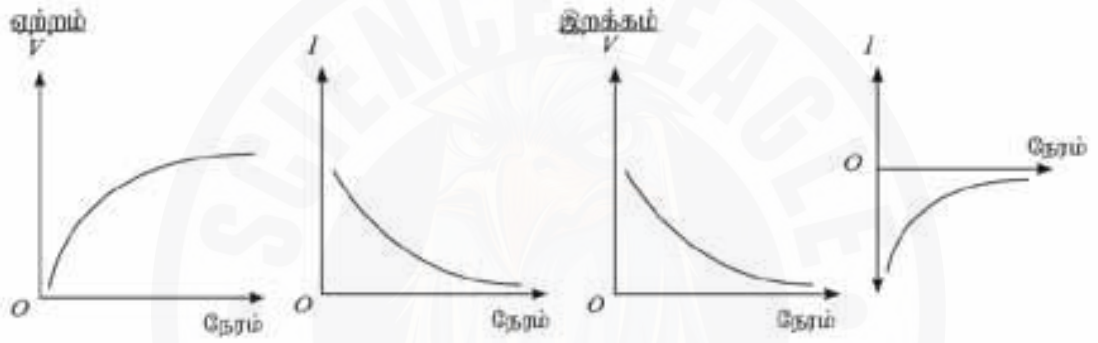
உரு 4.5

K ஆளியை P முகையுடன் தொடுத்தால் C கொள்ளளவு ஏற்றமடையத் தொடங்கும். வோல்ட்றமானியின் பெறுமானம் படிப்படியாக உயருவதோடு, மைக்கிரோ அம்பியர்மானி ஒரு குறித்த உச்ச ஒட்டத்தைக் காட்டி, படிப்படியாகக் குறைவடைந்து சென்று பூச்சியத்தை அடையும். இதேவேளை வோல்ட்றமானி உச்ச அளவீட்டை காட்டுவது கொள்ளளவி உச்சமாக மின்னேற்றம் அடைந்துள்ளதை காட்டுகிறது. கொள்ளளவி ஏற்றம்பெற்ற பின்னர் அதற்குக் குறுக்காக ஒட்டம் பாயாமையினாலேயே அம்பியர்மானி வாசிப்பு பூச்சியமாகின்றது.

இனி K ஆளியை Q முனையுடன் தொடுத்தால் மைக்குரோ அம்பியர்மணி மீண்டும் ஆரம்ப ஓட்டத்தையே எதிர்த்திசையில் காட்டி, அவ்வோட்டமும் படிப்படியாகக் குறைவடைந்து பூச்சியமாகும். கசிவு இல்லையெனில், இதுவரையில் மாறாது இருந்த வோல்ற்றமானி வாசிப்பும் படிப்படியாகக் குறைவடைந்து பூச்சியத்தை அடையும் அதாவது கொள்ளளவி மின்னிறக்கமடையும்.

மேற்படி மின்னேற்றத்தின்போது மின் முதலின் மறை முடிவடத்தில் அதனுடன் இணைந்துள்ள கொள்ளளவித் தகட்டுக்குக் குறுக்காக மறையேற்றங்கள் அதாவது இலத்திரன்கள் பாய்வதோடு அம்மறையேற்றங்களுடன் நேர்த் தகட்டின் நேர் ஏற்றங்களை நடுநிலையாகும் வரை அது நிகழும்.

மின்னேற்றத்தின் போதும் மின்னிறக்கத்தின் போதும் வோல்ற்றமானி வாசிப்பும் அம்பியர்மணி வாசிப்பும் நேரத்திற்கேற்ப மாறும் விதம் உரு 4.6 இல் வரைபாக காட்டப்பட்டுள்ளது.

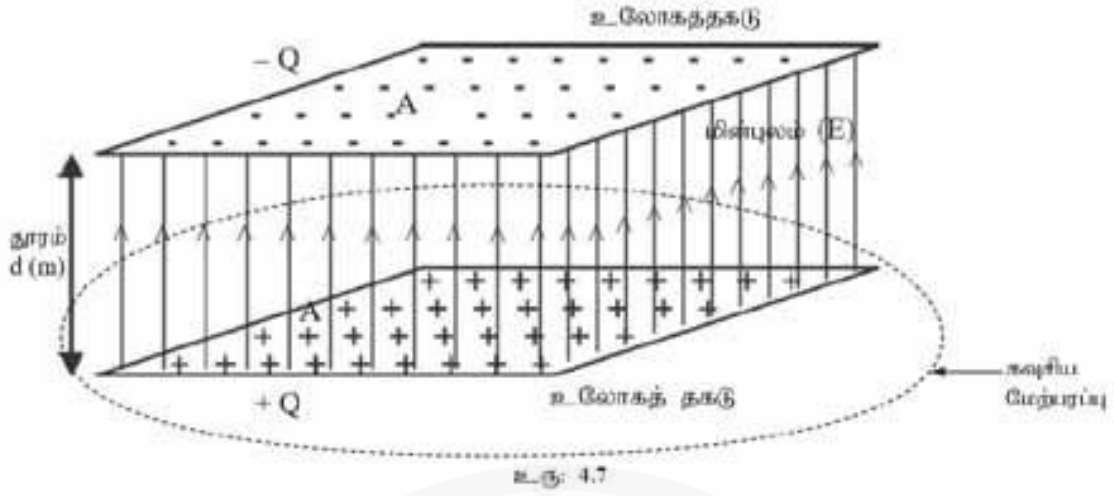


உரு 4.6

கொள்ளளவியானது "கணநிலை" ஓட்டங்களை இருபுறங்களிலும் பாயச் செய்கின்றமை மேற்படி வரைபுகள் மூலம் தெரிகின்றது. அதற்கமைய கொள்ளளவியானது அதன் ஊடாக ஆடல் ஓட்டத்தை பாயச் செய்கின்றது. பொதுவாக நேரோட்டச் சுற்றுகளில் கொள்ளளவிகளைக் காணமுடிவதில்லை. எனினும் ஆடலோட்டச் சுற்றுகளில் அவற்றைக் காணலாம்.

4.5 சமாந்தரத் தகட்டுக் கொள்ளளவியின் கொள்ளளவுக்கான கோவை

சமாந்தரத் தகட்டுக் கொள்ளளவியே முதன்முதலாகத் வடிவமைக்கப்பட்ட கொள்ளளவியாகும் எனக் கருதப்படுகின்றது. சமகாலத்தில் நடைமுறையில் பயன்படும் கொள்ளளவிகளும் அக்கோட்பாட்டிற்கு அமையவே தொழிற்படுகின்றது.



பரப்பளவு A வீதம் கொண்ட ஒவ்வொன்றினதும் பருமன் Q வீதம் கொண்ட, ஏற்றங்கள், சீராகப் பரம்பியுள்ள ஒன்றுக்கொன்று d தூரத்தில் சமாந்தரமாக வைக்கப்பட்டுள்ளன தளவழுவத் தகடுகளிரண்டினைக் கொண்ட கொள்ளளவியொன்று உரு: 4.7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

தகடுகளிரண்டுக்கு இடையே மின்பாயக்கோடுகள், $+Q$ தகட்டில் ஆரம்பித்து $-Q$ தகடு வரையில் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாகச் செலுத்தப்படுகின்றதாகக் கருதலாம். (தகடுகளின் விளிம்புகளுக்கு அருகே சற்று வெளியே பரம்புவதைப் புறக்கணித்து விடலாம்). தகடுகளிற்கு சமச்சீராகவும் தகடுகளிற்கு இடையேயும் பாயக்கோடுகளிற்கு செங்குத்தாகவும் ஒரு தட்டை மாத்திரம் கொண்டதுமான கவுசிய மேற்பரப்பை கருதும்போது உரு 4.7

கவுசிய தேற்றத்தின்படி,

$$AE = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{A\epsilon_0}$$

எனினும் $E =$ அழுத்தப் படித்திறன் $= \frac{V}{d}$

$$\therefore V = Ed$$

$$\therefore \text{கொள்ளளவியின் கொள்ளளவு } C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{Ed} = \frac{Q}{\frac{Q}{A\epsilon_0} \times d} = C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

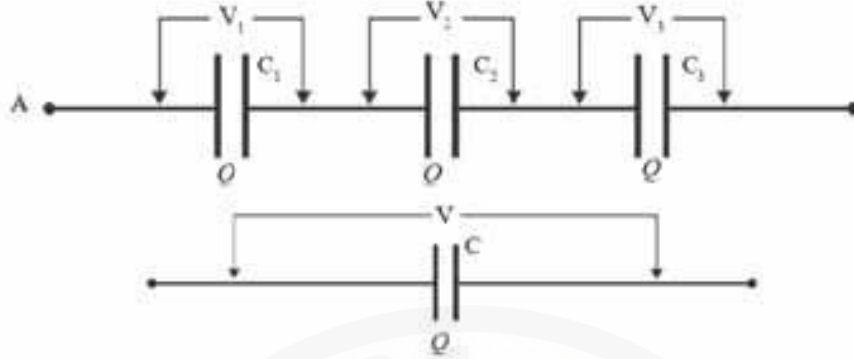
தகடுகளுக்கு இடையே சார் அனுமதித்திறன் ϵ_r ஆகவுள்ள இன்னொரு ஊடகம் உள்ளதாயின்,

$$C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 A}{d}$$

$\epsilon_r = k$ (மின்னுழைய மாறிவி) எனக் காட்டுவதன் மூலம், $C = \frac{K \epsilon_0 A}{d}$ எனக் காட்டலாம். கயாதின வெளிக்காக $k = 1$ ஆவதோடு, வேறு ஊடகங்களுக்காக $k > 1$ ஆகும்.

4.6 கொள்ளளவித் தொகுதிகள்

4.5.1 தொடரான கொள்ளளவிகள்



உரு 4.8

ஒரே ஏற்றத்தை வைத்திருக்கக்கூடியவாறாக சில கொள்ளளவிகள் தொடுக்கப்பட்டுள்ள வையாயின் அது தொடரான இணைப்பாகும்.

ஆரம்பக் கொள்ளளவித் தொகுதியின் அதே ஏற்றத்தை வைத்தவாறு அவற்றின் மொத்த அழுத்த வித்தியாசத்தை வைத்திருக்கும் தனிக் கொள்ளளவியின் கொள்ளளவு "சமவலுக் கொள்ளளவம்" எனப்படும்.

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} \text{ ————— ①}$$

$$V_2 = \frac{Q}{C_2} \text{ ————— ②}$$

$$V_3 = \frac{Q}{C_3} \text{ ————— ③}$$

$$\text{①} + \text{②} + \text{③} \text{ இனால், } V_1 + V_2 + V_3 = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) \text{ ————— ④}$$

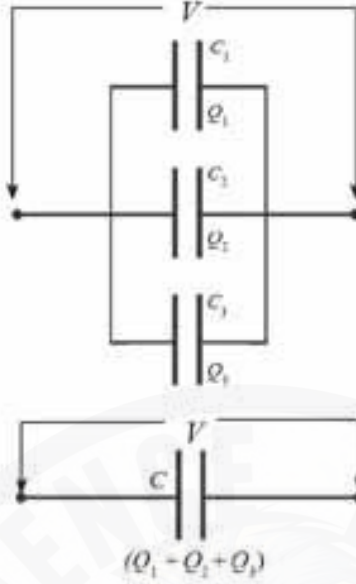
சமவலுக் கொள்ளளவு C ஆயின்,

$$V_1 + V_2 + V_3 = \frac{Q}{C} \text{ ————— ⑤}$$

$$\text{④, ⑤ இனால், } \frac{Q}{C} = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

$$\frac{1}{C} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

4.5.2 சமாந்தரக் கொள்ளளவம்



உரு 4.9

ஒரே அழுத்த வித்தியாசத்தை வைத்திருக்குமாறு சில கொள்ளளவிகள் தொடுக்கப்பட்டுள்ளவாயின், அது சமாந்தரமான இணைப்பாகும்.

ஆரம்பக் கொள்ளளவித் தொகுதியின் அதே அழுத்த வித்தியாசத்தை வைத்திருந்தவாறு அவற்றின் மொத்த ஏற்றத்தை வைத்திருக்கும் தனிக்கொள்ளளவியின் கொள்ளளவானது "சமவலுக் கொள்ளளவு" ஆகும்.

$$Q_1 = C_1 V \text{ ————— ①}$$

$$Q_2 = C_2 V \text{ ————— ②}$$

$$Q_3 = C_3 V \text{ ————— ③}$$

$$\text{①} + \text{②} + \text{③} \quad Q_1 + Q_2 + Q_3 = (C_1 + C_2 + C_3) V \text{ ————— ④}$$

சமவலுக் கொள்ளளவு C ஆயின்,

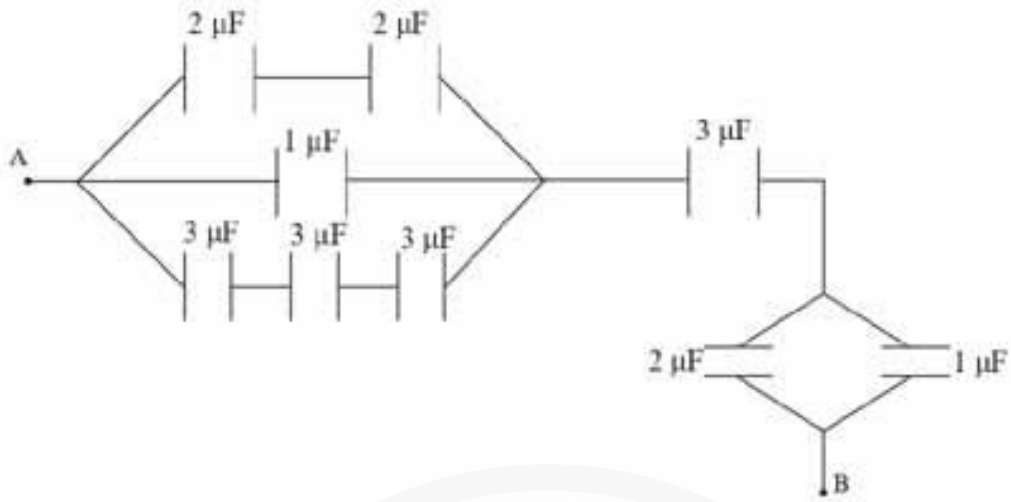
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = CV \text{ ————— ⑤}$$

$$\text{④, ⑤ இனால் } CV = (C_1 + C_2 + C_3) V$$

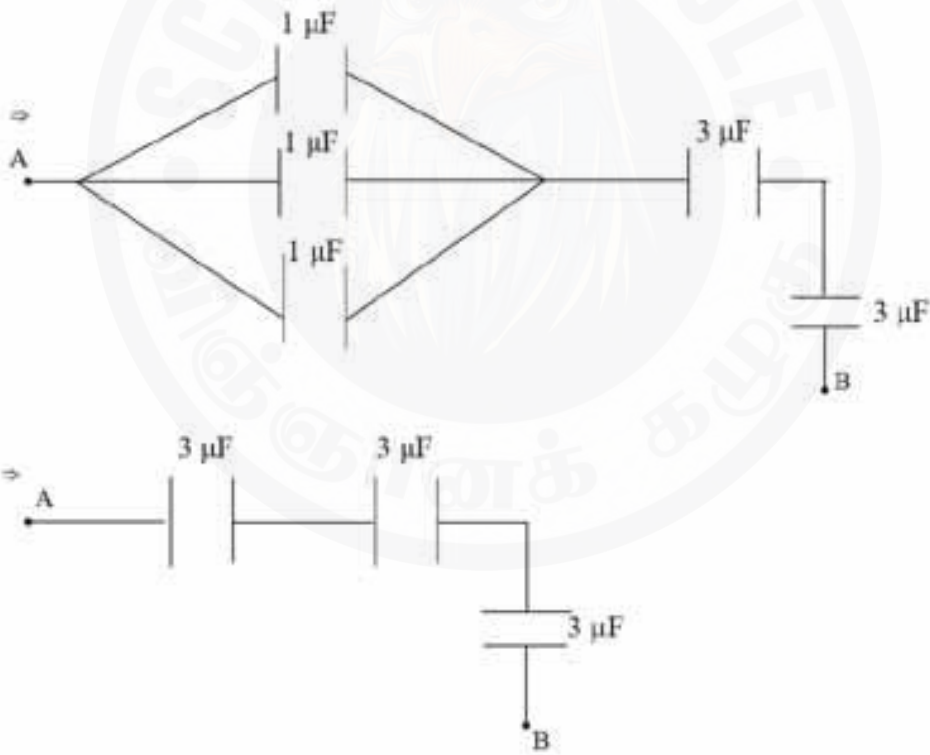
$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

தீர்க்கப்பட்ட பயிற்சிகள்

(1). A இற்கும் B இற்கும் இடையே சமவலுக்கொள்ளளவைக் காண்க.



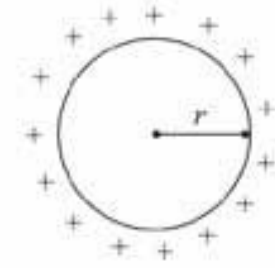
தீர்வு



$$\Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1$$

$$C = 1\mu F$$

4.7 கடத்திக் கோளமொன்றின் கொள்ளளவி



உரு.4.10

r ஆரையாகவுள்ள கடத்திக் கோளமொன்று $+Q$ ஏற்றத்தினால் ஏற்றப்பட்டுள்ளது. அக்கோளம் திண்மக்கோளமாயினும் போள்ளான கோளமாயினும் இவ்வேற்றம் அதன் வெளி மேற்பரப்பில் மாத்திரம் பரம்பியிருக்கும்). இக்கோளத்தை ஒரு கொள்ளளவியாகக் கருதுவதற்காக, புவிமைய இதன் புவித்தொடுப்புக் கூறாகக் கருதுவோம்.

அப்போது ஏற்றிய கோளத்தின் அழுத்தம் $V_1 = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{Q}{r}$

புவியின் அழுத்தம் $V_2 = 0$

∴ கோளக் கொள்ளளவியின் கொள்ளளவு $C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{V_1 - V_2}$

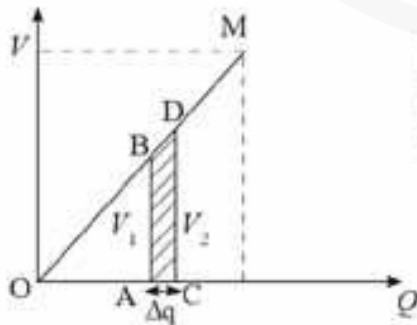
$$C = \frac{Q}{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} - 0} = 4\pi\epsilon_0 r$$

$$C = 4\pi\epsilon_0 r$$

4.8 ஏற்றிய கொள்ளளவியொன்றில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தி

ஏற்றிய கொள்ளளவியொன்றினை அதன் தகடுகளுக்கு இடையே இறக்கும்போது தீப்பொறியொன்று வெளிப்படுவதைக் காணலாம். ஏற்றிய கொள்ளளவியில் சக்தி சேமிக்கப்பட்டிருந்து என்பதும், இறக்கத்தின்போது அச்சக்தியானது வெப்பம் போன்ற வேறொரு சக்தி வடிவமாக மாற்றப்பட்டது என்பதும் இதிலிருந்து தெரிகின்றது.

$Q = CV$ இன்படி, கொள்ளளவியொன்றின் $Q \propto V$ ஆகும். அதற்கமைய Q எதிர் V வரைபு ஒரு நேர்கோடாவதோடு, சிறிய Δq ஏற்றம் வீதம் அது Q ஆகும் வரையில் ஒரு தகட்டிலிருந்து மற்றைய தகடு வரை கொண்டு செல்லும்போது V இனது மாறலைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.



அழுத்தம் V_1 ஆக இருக்கும் சந்தர்ப்பத்தில் சிறிய Δq ஏற்றமொன்றினை முதலாம் தகட்டிலிருந்து மற்றைய தகட்டின் பால் கொண்ட செல்லும் நிகழும் வேலை ΔW ஆயின்,

$$\begin{aligned} \Delta W &= \text{அழுத்தம்} \times \text{ஏற்றம்} \\ &= V \times \Delta q \\ &= \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right) \Delta q \\ &= \left(\frac{AB + CD}{2}\right) AC \\ &= \text{ABCD சரிவகத்தின் பரப்பளவு} \end{aligned}$$

இவ்வாறாக Δq ஏற்றங்கள் மூலம் Q ஏற்றத்தை அடையும்போது அழுத்தம் V ஆகின்றமையால், அப்போது நிகழும் மொத்த வேலை ABCD போன்ற நிரல்களின் பரப்பளவுகளின் கூட்டுத்தொகை இந்தப் பரப்பளவானது OLM முக்கோணியின் பரப்பளவாகும்.

கொள்ளளவியில் சேமிக்கப்பட்ட சக்தி $W =$ நிகழ்ந்த மொத்த வேலை

$$W = \Sigma \Delta W$$

$$W = OLM \text{ பரப்பளவு}$$

$$W = \frac{1}{2} OLLM$$

$$W = \frac{1}{2} QV$$

$$Q = CV \text{ ஐயும் } V = \frac{Q}{C} \text{ ஐயும் பிரதியிடு செய்வதால் } W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

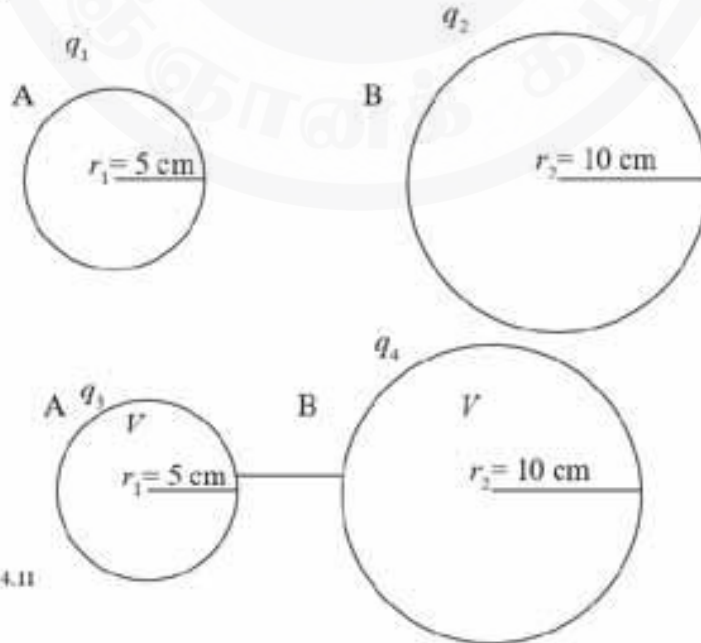
தீர்க்கப்பட்ட பயிற்சி

$r_1 = 5 \text{ cm}$ மற்றும் $r_2 = 10 \text{ cm}$ ஆரையுள்ள இரண்டு கடத்திக் கோளங்கள் முறையே $q_1 = +70 \mu\text{C}$ மற்றும் $q_2 = +20 \mu\text{C}$ ஆக ஏற்றப்பட்டுள்ள இந்த ஏற்றிய இரண்டு கோளங்களும் கொள்ளளவு யூக்கலிப்டிகத்தக்க குறுகிய கடத்திக் கம்பியொன்றினால் தொடுக்கப்பட்டுள்ளபோது,

- (i) அவற்றில் எஞ்சியிருக்கும் ஏற்றங்கள்
- (ii) நிகழும் அழுத்த சக்தி இழப்பு ஆகியவற்றைக் காண்க.

தீர்வு

- (i) $q_2 = +20 \mu\text{C}$
 $q_1 = +70 \mu\text{C}$



உரு 4.11

A கோளத்தின் கொள்ளளவு $C_1 = 4\pi\epsilon_0 r$, B கோளத்தின் கொள்ளளவு $C_2 = 4\pi\epsilon_0 r$ கோளங்களைத் தொடுப்பதால் அவை ஒரே அழுத்தத்தை (V) அடைவதோடு, அவற்றில் எஞ்சியிருக்கும் ஏற்றங்கள் முறையே q_3 உம் q_4 ஆகும் எனக் கருதுவோம்.

$$\begin{aligned} \text{அப்போது, } V &= \frac{q_3}{C_1} = \frac{q_4}{C_2} \\ &= \frac{q_3}{q_4} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$$\text{மேலும், } q_3 + q_4 = q_1 + q_2$$

$$\begin{aligned} q_3 + q_4 &= 70 + 20 = 90 \\ \Rightarrow \frac{q_3}{q_4} &= \frac{1}{2} \quad \text{--- ①} \end{aligned}$$

$$q_3 + q_4 = 90 \quad \text{--- ②}$$

$$\text{தீர்ப்பதால், } q_3 = 30 \mu\text{c } q_4 = 60 \mu\text{c}$$

$$\text{(ii) ஆரம்ப அழுத்தச் சக்தி } E_1 = \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C_1} + \frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C_2}$$

$$\text{பின்னைய அழுத்தச் சக்தி } E_2 = \frac{1}{2} \frac{q_3^2}{C_1} + \frac{1}{2} \frac{q_4^2}{C_2}$$

$$\therefore \text{ அழுத்தச் சக்தி இழப்பு } E = E_1 + E_2$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C_1} + \frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C_2} - \left(\frac{1}{2} \frac{q_3^2}{C_1} + \frac{1}{2} \frac{q_4^2}{C_2} \right) \\ &= \frac{1}{2} \left\{ \frac{q_1^2 - q_3^2}{C_1} - \frac{q_4^2 - q_2^2}{C_2} \right\} \\ &= \frac{1}{2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left\{ \frac{(70 \times 10^{-6})^2 - (30 \times 10^{-6})^2}{5 \times 10^{-2}} \right\} - \frac{(60 \times 10^{-6})^2 - (20 \times 10^{-6})^2}{10 \times 10^{-2}} \\ &= \underline{\underline{216 \text{ J}}} \end{aligned}$$

4.9 கடத்தி மேற்பரப்பொன்றில் ஏற்றங்களின் பரம்பல்

கடத்திப் பொருளொன்றை ஏற்றுவதால், அதன் வடிவம் எதுவாயினும் அந்த ஏற்றமானது அதன் வெளிமேற்பரப்பில் மாத்திரமே தங்கியிருக்கும் என்பதை நாம் ஏற்கனவே அறிந்துள்ளோம். எவ்வாறாயினும் அம்மேற்பரப்பில் ஏற்றப் பரம்பல் அதாவது தங்கியிருக்கும் ஒழுங்கானது அதன் வளைவு $\left(\frac{1}{r}\right)$ அதாவது வளைந்துள்ள அளவின் மீது தங்கியுள்ளது. எனினும், வெவ்வேறு வளைவைக் கொண்ட கடத்தி மேற்பரப்பொன்றில் சீரான ஏற்றப் பரம்பலை எதிர்பார்க்க முடியாது.

ஏற்றப்பரப்பு அடர்த்தி மூலம் மேற்பரப்பொன்றின் ஏற்றப் பரம்பல் அளக்கப்படுகிறது. ஏற்றப்பரப்படர்த்தி என்பது அலகு பரப்பில் உள்ள ஏற்றத்தின் அளவாகும். கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பின் வளைவு மாறுபடும்போது மேற்பரப்படர்த்தியும் மாறுபடும் என்பதை பரிசோதனை ரீதியாக காட்டலாம்.

அதற்கமைய, இழிவு வளைவுள்ள தளவடிவ மேற்பரப்பில் இழிவு மேற்பரப்பு ஏற்ற அடர்த்தி இருப்பதோடு, வளைவு மாறாமலாக அதிகரித்து கோளவடிவத்தைப் பெறும்போது அது மிக அதிகரிக்கும். எனினும் சீரான ஏற்ற அடர்த்தியே இருக்கும்.

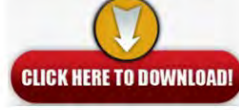
உச்ச ஏற்ற அடர்த்தியானது கூர்முனை போன்ற மேற்பரப்பில் இருக்கும். குமுத மொட்டு வடிவக் கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பில் ஏற்றங்களின் பரம்பலைப் பின்வருமாறு காட்டலாம்.



கடத்திக் கோளமொன்றின் மேற்பரப்பில் சீரான ஏற்றம் பரம்பல் இருக்கும்.

கடத்திக் கூர்முனையொன்றில் தோன்றும் இவ்வாறான ஏற்ற அடர்த்தி காரணமாக அதனைச் சூழ மின்புலத்தின் செறிவு மிக உயர்வானதாகும். அதன் விளைவாக கூர்முனையைச் சூழ வளியின் காவலி இயல்பு உடைவதோடு, கூர்முனைக்கு அருகே வளியில் உள்ள மூலக்கூறுகளில் ஏற்றம் முனைவாக்கமடையும். அப்போது கூர்முனையில் உள்ள ஏற்றத்துக்குச் சமமான ஏற்றத்தைப் பெற்றுள்ள அயலில் உள்ள வளி / வாயு மூலக்கூறுகள் ஒரு பிரகாசமாக அதிலிருந்து வெளிப்படும். இச்செயல்முறை இருளில் நிகழுமாயின் கூர்முனையைச் சூழவுள்ள வளி பிரகாசமான தூரிகை போன்று காட்சியளிப்பதோடு, அது "ஒளிவட்ட இறக்கம்" எனப்படும்.

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



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



உயிரியல் வளநூல்
(TAMIL MEDIUM)



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



/ **ScienceEagle**

CLICK HERE TO JOIN

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



072-5161322

CLICK HERE

www.ScienceEagle.com

இலங்கையின் உயர்தர கணித விஞ்ஞான பிரிவிற்கான தனித்துவமான இணையதளம்