

## 4. மின்தேக்குத் திறனும், மின் தேக்கிகளும் (Capacity and Condensers)

4 - 1 மின்தேக்குத் திறன்:

கொடுக்கப்பட்ட பொருளின் மின்னழுத்தத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மாற்றுவதற்கு கொடுக்கப்பட்ட வேண்டிய மின்னூட்டத்தின் அளவு எவ்வளவு என்பதை அறிவது முக்கியமாகும். கொடுக்கப்படும் மின்னூட்டத்தால் தோன்றும் மின்னழுத்த மாற்றம் கொடுக்கப்பட்ட பொருளின் அளவினை மட்டுமின்றி, அருகிலுள்ள மின்னூட்டப்பட்ட பொருட்களையும் சார்ந்தது. அருகில் மின்னூட்டப்பட்ட பொருட்கள் எதுவும் இல்லாதபோது, மின்னழுத்தமாற்றம், கொடுக்கப்படும் மின்னூட்டத்திற்கு நேர் தகவில் அமைகிறது.

வெற்றிடத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள மின்னூட்டப்பட்ட கோளத்தின் மின்னழுத்தம்,

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$\text{அல்லது } Q = 4\pi\epsilon_0 a V$$

இங்கு  $Q$ -என்பது கோளத்திலுள்ள மின்னூட்டம்,  $a$ -என்பது கோளத்தின் ஆரம். எனவே கோளத்தின் மின்னூட்டம், அதன் ஆரத்திற்கு நேர் தகவில் அமைகிறது. எனவே மின்னூட்டம்  $Q$ , பொருளின் மின்னழுத்தத்தை  $V$  அளவு அதிகரிக்கச் செய்தால்,

$$Q \propto V \quad \text{அல்லது} \quad Q = CV \quad \dots (2)$$

$$\therefore C = \frac{Q}{V} \quad \dots (3)$$

இங்கு  $C$  ஒரு மாறிலி. இதனை மின்தேக்குத் திறன் (Capacity or capacitance) என்பர்.

மின்தேக்குத் திறன் வரையறை

ஒரு கடத்திக்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள மின்னூட்டத்திற்கும், அதனால் ஏற்படும் மின்னழுத்தத்திற்குமுள்ள தகவு, கடத்தியின் மின்தேக்குத் திறன் என்பர். இதனைக் கீழ்க்கண்டவாறும் வரையறுக்கலாம். ஓர் கடத்தியின் மின்னழுத்தத்தை ஓரலகு அதிகரிப்பதற்கு கொடுக்கப்பட வேண்டிய மின்னூட்டம், கடத்தியின் மின்தேக்குத் திறன் எனப்படும்.

மின்தேக்குத் திறனின் அலகு:

வரையறையிலிருந்து மின்தேக்குத் திறன் கூலுமுக்கும், வோல்ட்டிற்கும் உள்ள தகவாகும். இதனை ஃபாரட் (Farad) என்பர்.

$$1 \text{ ஃபாரட்} = \frac{1 \text{ கூலும்}}{1 \text{ வோல்ட்}}$$

ஓர் கடத்திக்கு 1 கூலும் மின்னூட்டம் கொடுக்கப்படும்போது, அதன் மின்னழுத்தம் 1 வோல்ட் அதிகரித்தால், அந்தக் கடத்தியின் மின்தேக்குத்திறன் 1 ஃபாரட் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஃபாரட் என்பது மிகப்பெரிய அலகாகும். எனவே நடைமுறையில், மைக்ரோ ஃபாரட் (MicroFarad) பைகோ பாரட் (PicoFarad) போன்ற சிறிய அலகுகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$1 \text{ மைக்ரோ ஃபாரட் } (1 \mu F) = 10^{-6} \text{ ஃபாரட்}$$

$$1 \text{ பைக்கோ ஃபாரட் } (1 \mu\mu F) = 10^{-12} \text{ ஃபாரட்}$$

கோளக் வடிவக் கடத்தியின் மின்தேக்குத்திறன்

$$C = \frac{Q}{V} = 4\pi\epsilon_0 a$$

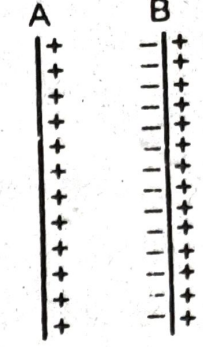
எனக்காட்டலாம். எனவே கோள வடிவக் கடத்தியின் மின்தேக்குத்திறன் அதன் ஆரத்திற்கு நேர் தகவில் அமையும்.

## 4-2 மின்தேக்கியின் தத்துவம் (Principle of a condenser)

காப்பிடப்பட்ட கடத்தி A-ற்கு நேர் மின்னூட்டம்  $+Q$  கொடுக்கப்படும்போது, மின்னழுத்தம்  $V$ -எனக் கொள்வோம்.

$$A\text{-ன் மின்தேக்குத் திறன் } C = \frac{Q}{V}$$

A-ற்கு அருகில் இதேபோன்ற கடத்தி B ஒன்றினை வைப்பதாகக் கொள்வோம். இவற்றிற்கிடையே மின்கடத்தாப் பொருள் (dielectric medium) அமைந்திருப்பதாகக் கொள்வோம். தூண்டல் காரணமாக A - ற்கு அருகில் அமைந்துள்ள B - ன் பக்கத்தில் எதிர் மின்னூட்டமும், அடுத்த பக்கத்தில் நேர் மின்னூட்டமும் தோன்றுகிறது (படம் 1 - 24).



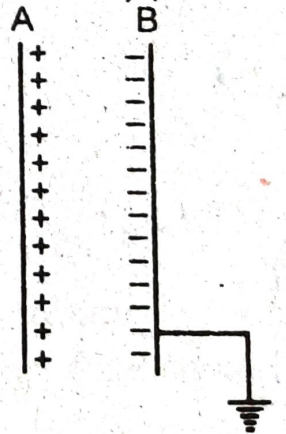
படம் 1-24

B-ன் உள் பக்கத்தில் அமைந்துள்ள எதிர் மின்னூட்டம் A-ன் மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கிறது. ஆனால் அடுத்த பக்கத்திலுள்ள நேர் மின்னூட்டம் A - ன் மின்னழுத்தத்தை உயர்த்துகிறது. இவை இரண்டும் ஒன்றையொன்று எதிர்க்கிறது. தூண்டப்பட்ட எதிர் மின்னூட்டம் A-ற்கு அருகில் உள்ளமையால் இதன் விளைவு அதிகமாகும். எனவே A-ன் மின்னழுத்தம் மொத்தத்தில் குறைகிறது. எனவே A-ஐ பழைய மின்னழுத்தத்திற்குக் கொண்டு வருவதற்கு மேலும் மின்னூட்டம் அளிக்கப்படவேண்டும். இப்போது A -லுள்ள மின்னூட்டம்  $Q_1$  எனக் கொள்வோம்.

$$A\text{-ன் மின்தேக்குத் திறன் } C_1 = \frac{Q_1}{V}$$

$Q_1 > Q$  எனவே  $C_1 > C$  இவ்வாறு A - ற்கு அருகில் கடத்தி B அமைப்பதால் A - ன் மின்தேக்குத்திறன் அதிகரிக்கிறது.

இப்போது கடத்தி B தரையிடப்படுவதாகக் கொள்வோம். எனவே B-ல் தூண்டப்பட்ட நேர் மின்னூட்டம் தரையை அடைகிறது. எதிர் மின்னூட்டத்தால் ஏற்படும் விளைவினை எதிர்ப்பதற்கான நேர் மின்னூட்டம் இல்லாமையால், A-ன் மின்னழுத்தம் மிக அதிகமாகக் குறைகிறது. எனவே A-னை, அதன் பழைய மின்னழுத்த மதிப்பிற்குக் கொண்டுவர, மிக அதிகமான மின்னூட்டம் அளிக்கப்படவேண்டும். A - ற்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னூட்டம்  $Q_2$  எனக் கொள்வோம்.



படம் 1-25

$$A\text{-ன் மின்தேக்குத் திறன் } C_2 = \frac{Q_2}{V}$$

$$Q_2 > Q_1 > Q \text{ எனவே } C_2 > C_1 > C$$

எனவே ஓர் கடத்திக்கு அருகில் தரையிடப்பட்ட கடத்தி அமைக்கும்போது, அதன் மின்தேக்குத் திறன் அதிகமாகிறது. இவ்வாறு மின்னூட்டப்பட்ட கடத்திக்கு அருகில் தரையிடப்பட்ட கடத்தி அமைக்கப்பட்ட அமைப்பு ஓர் மின்தேக்கியாகும்.

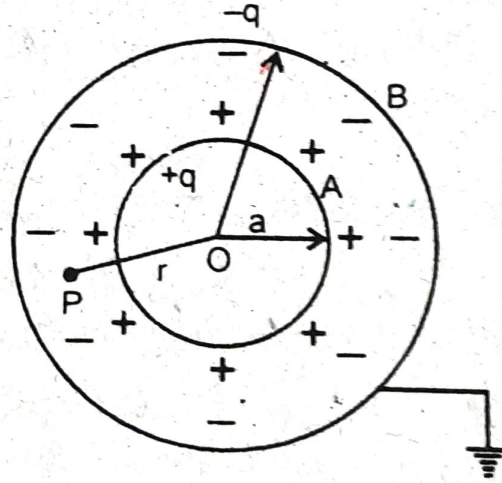
#### 4-3 மின்தேக்கிகளின் மின்தேக்குத் திறன்.

i) கோளக மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன்.  
(Capacity of a spherical capacitor)

a) வெளிக்கோளம் தரையிடப்பட்டுள்ளபோது  
(when the outer sphere is earthed)

கோளக மின்தேக்கி,  $a, b$  ஆரங்கள் கொண்ட  $A, B$  என்ற இரு ஒருமையக் கோளங்களால் ஆனது. இவ்விரு கோளங்கட்கிடையே உள்ள இடைவெளி காற்றால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது.

உள் கோளம்  $A$ -ற்கு  $+q$  மின்னூட்டம் கொடுத்து, வெளிக் கோளம்  $B$  தரையிடப்பட்டுள்ளது. வெளிக் கோளத்தின் உட்பரப்பில்  $-q$  அளவு மின்னூட்டம் தூண்டப்படுகிறது. வெளிப் பரப்பில் தூண்டப்படும் நேர் மின்னூட்டம் தரையை அடைகிறது.



படம் 1 - 26

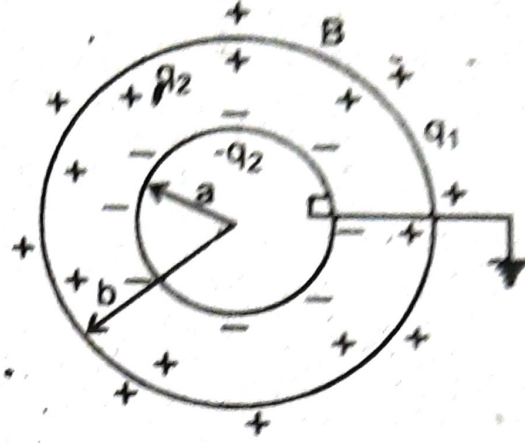
மையம்  $O$  விலிருந்து  $r$  தொலைவில் அமைந்துள்ள  $P$  என்ற புள்ளியைக் கருதுவோம்.

$$P\text{-லுள்ள மின்செறிவு } E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad \dots (1)$$

ஒரலகு நேர் மின்னூட்டத்தை  $dr$  தொலைவு நகர்த்தும்போது, செய்யப்பட்ட வேலை

$$-E dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot dr \quad \dots (2)$$

B - ன் உட்பரப்பிலுள்ள மின்னூட்டம்  $+q_2$  A - ன் வெளிப் பரப்பில்  $-q_2$  அளவு மின்னூட்டத்தைத் தூண்டுகிறது. கோளம் A-ன் உட்பகுதி தரையிடப்பட்டிருப்பதால், இப்பகுதியில் தூண்டப்படும் மின்னூட்டம் தரையை அடைகிறது.



படம் 1-27

B-ன் உட்பரப்பிலுள்ள மின்னூட்டம்  $+q_2$  ம் A-ன் வெளிப் பரப்பிலுள்ள மின்னூட்டம்  $-q_2$  ம் இணைந்து மின்தேக்கியாகச் செயற்படுகிறது.

இந்த மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன்.

$$C_1 = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{(b-a)} \quad \dots (8)$$

மின்னூட்டம்  $+q_1$ -ம், ஆரம்  $b$ -ம் கொண்ட வெளிக் கோளத்தின் மின்தேக்குத்திறன்

$$C_2 = 4\pi\epsilon_0 b \quad \dots (9)$$

மொத்த மின்தேக்குத்திறன்

$$C = C_1 + C_2 \quad \dots (10)$$

$$= \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{(b-a)} + 4\pi\epsilon_0 b$$

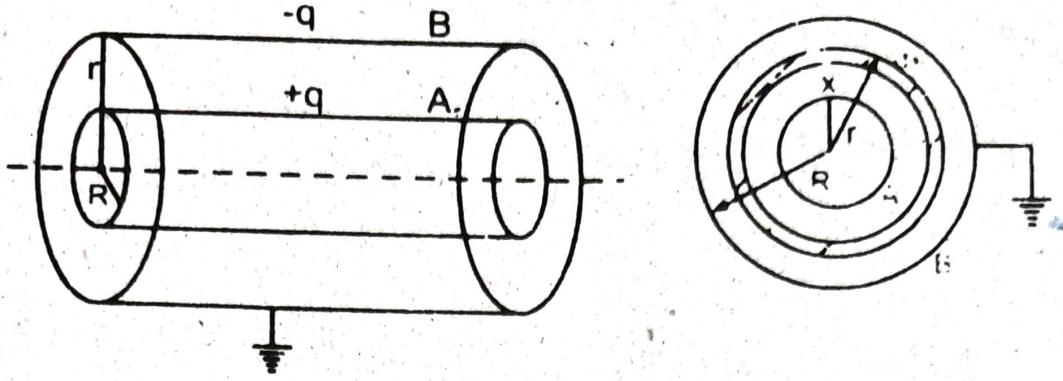
$$= 4\pi\epsilon_0 \left[ \frac{ab}{b-a} + b \right] = 4\pi\epsilon_0 \left[ \frac{ab + b^2 - ab}{b-a} \right]$$

$$\therefore C = \frac{4\pi\epsilon_0 b^2}{b-a} \quad \dots (11)$$

காற்றிற்குப் பதிலாக மின்கடத்தாப் பொருள் உள்ளபோது

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r b^2}{b-a} \quad \dots (12)$$

ii) நீள் உருளை மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத்திறன்  
(Capacity of a Cylindrical Condenser)



படம் 1 - 28

A, B என்ற ஓர்ச்சு கொண்ட உருளையை கருதுவோம். இவற்றின் ஆரங்கள் முறையே  $r, R$  எனவும், இவற்றின் நீளம்  $l$  எனவும் கொள்வோம். இவ்விரு உருளைகட்கிடையே உள்ள இடை வெளி காற்றால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. வெளி உருளை B தரையிடப்பட்டுள்ளது.

உள் உருளை A-ற்கு, ஓரலகு நீளத்திற்குக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள மின்னூட்டம்  $+q$  எனக் கொள்வோம். இந்த மின்னூட்டத்தால் வெளி உருளையின் உட்பகுதியில்  $-q$  மின்னூட்டமும், வெளிப் பகுதியில்  $+q$  மின்னூட்டமும் தூண்டப்படும். வெளி உருளை தரையிடப்பட்டிருப்பதால், தூண்டப்பட்ட  $+q$  மின்னூட்டம் தரையை அடைகிறது. உருளையின் பொது அச்சிலிருந்து  $x$  தொலைவில் அமைந்த புள்ளியைக் கருதுவோம். இந்தப் புள்ளியிலுள்ள மின்புலச் செறிவு.

$$E = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 x} \quad \dots (1)$$

ஓரலகு நேர் மின்னூட்டத்தை  $dx$  தொலைவு நகர்த்துவதற்கு செய்யப்பட வேண்டிய வேலை

$$dw = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 x} \cdot dx \quad \dots (2)$$

செய்யப்பட்ட வேலை நிலையாற்றலாகச் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. எனவே அடுத்தடுத்த புள்ளிகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு

$$dV = -\frac{q}{2\pi\epsilon_0 x} dx \quad \dots (3)$$

A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு,

$$V = -\int_R^r \frac{q}{2\pi\epsilon_0 x} dx = -\frac{q}{2\pi\epsilon_0} \int_R^r \frac{dx}{x}$$

$$= -\frac{q}{2\pi\epsilon_0 x} \left[ \log_e x \right]_R^r$$

... (4)

$$\therefore V = \frac{q}{2\pi\epsilon_0} [\log_e R - \log_e r]$$

மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன்

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

$$\therefore C = \frac{q}{\frac{q}{2\pi\epsilon_0} [\log_e R - \log_e r]}$$

$$\therefore C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\log_e R - \log_e r}$$

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{2.3026 [\log_{10} R - \log_{10} r]} \quad \dots (5)$$

இது ஓரலகு நீளம் கொண்ட உருளையின் மின் தேக்குத் திறனாக உருளையின் நீளம்  $l$  எனின் உருளையின் மின்தேக்குத்திறன்

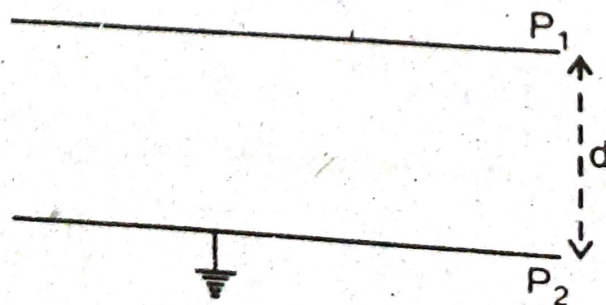
$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 l}{2.3026 [\log R - \log r]}$$

காற்றிற்குப் பதில் மின்கடத்தாப் பொருள் உள்ளபோது

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 \epsilon_r l}{2.3026 [\log R - \log r]}$$

iii) இணைத் தகடு மின்தேக்கி (Parallel plate condenser)

இணைத் தகடு மின்தேக்கி, ஒவ்வொன்றும் பரப்பளவு  $A$  கொண்ட இணைத் தகடுகளால் ஆனது. இவற்றிற்கு இடையே உள்ள இடைவெளி  $d$  ஆகும். இந்த இடைவெளி காற்றால் நிரப்பப்பட்டு தகடு  $P_2$  தரையிடப்பட்டுள்ளது.



தகடு  $P_1$  - ற்கு கொடுக்கப்படும் மின்னூட்டம்  $q$  எனின் பரப்பு மின்னூட்ட அடர்த்தி (Surface density of charge)  $\sigma = q/A$

$$\therefore q = \sigma A \quad \dots (1)$$

தகடு  $P_1$  - ன் மேற்பகுதியில் எவ்விதமான மின்னூட்டமும் இல்லை எனின்,  $P_2$  - ன் ஓரலகுப் பரப்பில் தூண்டப்படும் மின்னூட்டம்  $-\sigma$  ஆகும்.  $P_1, P_2$  ஆகியவை ஒன்றையொன்று நோக்கி அமைந்த பக்கங்களைக் கருதினால், மின்னூட்டம் நீளவாக்கில் முடிவிலாத தூரம் வரை அமைந்திருப்பதாகக் கருதலாம்.  $P_1, P_2$  ஆகியவற்றிற்கிடையே ஏதாவதொரு புள்ளியில்  $P_1$  ஆல் தோன்றும் செறிவு  $\sigma/2\epsilon_0$  ஆகும். இது  $P_1$  - லிருந்து  $P_2$  திசையில் செயற்படுகிறது.

இதே புள்ளியில்  $P_2$  தகட்டிலுள்ள  $-\sigma$  காரணமாகத் தோன்றும் செறிவு  $P_1, P_2$  திசையில்  $\sigma/2\epsilon_0$  ஆகும். ஆகவே இந்தப்புள்ளியிலுள்ள தொகுபயன் செறிவு.

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad \dots (2)$$

$P_1, P_2$  ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு

$$V = \int_d^0 -E dr = \int_d^0 -\frac{\sigma}{\epsilon_0} dr = \frac{\sigma d}{\epsilon_0} \quad \dots (3)$$

மின்தேக்குத்திறன் ( $C$ ) =  $\frac{\text{மின்னூட்டம் (q)}}{\text{மின்னழுத்த வேறுபாடு (V)}}$

$$\therefore C = \frac{q}{V} = \frac{\sigma A}{(\sigma d/\epsilon_0)} = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad \dots (4)$$

எனவே இணைத் தகடு மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத்திறன் தகட்டின் பரப்பளவிற்கு நேர் தகவிலும், தகடுகட்கிடையே உள்ள இடைவெளித் தொலைவிற்கு எதிர் தகவிலும் அமைகிறது.

தகடுகட்கிடையே காற்றிற்குப் பதிலாக மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி (Dielectric Constant)  $\epsilon$  கொண்ட ஊடகத்தால் நிரப்பப்படும்போது,

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \quad \dots (5)$$

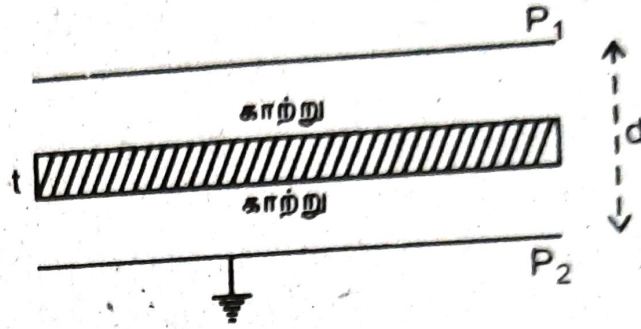
ஆனால்  $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$

$$\therefore C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r \cdot A}{d} \quad \dots (6)$$



இணைத் தகடுக்கிடையே பகுதி மின்கடத்தாப் பானம் வைக்கப்பட்டுள்ள மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத்திறன்  
(Capacity of a parallel plate condenser partly filled with a dielectric slab)

பரப்பளவு A கொண்ட தகடுகள்  $P_1, P_2$  ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள இடைவெளி  $d$ . இந்த இடைவெளியில் தடிமன்  $l$  கொண்ட மின்கடத்தாப் பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் ஒப்புமை விடுதிறன்  $\epsilon_r$



படம் 1 - 30

$P_1$  - ற்கு நேர் மின்னூட்டம் கொடுக்கப்பட்டு தகடு  $P_2$  தரையிடப்பட்டுள்ளது. தகடு  $P_1$  - லுள்ள மின்னூட்ட அடர்த்தி  $\sigma = q/A$  அல்லது

$$q = \sigma A \quad \dots (1)$$

(d-l) தடிமன் கொண்ட காற்றுப் பகுதியின் மின் செறிவு

$$E_a = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad \dots (2)$$

மின்கடத்தாப் பொருளின் மின்செறிவு.

$$E_s = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r} \quad \dots (3)$$

ஒரலகு மின்னூட்டத்தை  $P_2$  லிருந்து  $P_1$ -ற்கு நகர்த்தும்போது செய்யப்பட்ட வேலை

$$\begin{aligned} &= E_a (d - l) + E_s \cdot l \\ &= \frac{\sigma}{\epsilon_0} (d - l) + \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon_r} \cdot l \\ &= \frac{\sigma}{\epsilon_0} \left[ (d - l) + \frac{l}{\epsilon_r} \right] \quad \dots (4) \end{aligned}$$

இது இரு தகடுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு.

$$\therefore V = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \left[ (d - l) + \frac{l}{\epsilon_r} \right] \quad \dots (5)$$

$P_1$  லுள்ள மின்னூட்டம்  $q = \sigma A$

$\therefore$  மின்தேக்குத்திறன்  $C = \frac{q}{V}$

$$C = \frac{\sigma A}{\frac{\sigma}{\epsilon_0} \left[ (d - l) + \frac{l}{\epsilon_r} \right]}$$

$$\therefore C = \frac{\epsilon_0 A}{(d - l) + \frac{l}{\epsilon_r}} \quad \dots (6)$$

$l_1, l_2$  தடிமன் கொண்ட பல மின்கடத்தாப் பானங்கள் அமைக்கப் பட்டிருந்தால், மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன்

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d - (l_1 + l_2 + \dots) + \frac{l_1}{\epsilon_{r1}} + \frac{l_2}{\epsilon_{r2}}} \quad \dots (7)$$

#### 4-4 மின்னூட்டப்பட்ட மின் தேக்கியின் ஆற்றல் (Energy of Charged Condenser)

ஒர் கடத்திக்குத் தொடர்ந்து மின்னூட்டம் அளிப்பதாகக் கொள்வோம். ஏதாவதொரு நேரத்தில் கடத்தியின் மின்னழுத்தம்  $V$  எனவும், மின்னூட்டம்  $q$ -எனவும் கொள்வோம். கடத்திக்கு மேலும் மின்னூட்டம் அளிக்கப்படும் போது, கடத்தியிலுள்ள மின்னூட்டத்தை எதிர்த்து, வேலை செய்யவேண்டும். கடத்திக்கு  $dq$  அளவு மின்னூட்டம் அளிப்பதற்குச் செய்யப்படவேண்டிய வேலையின் அளவு  $V \cdot dq$  ஜூல். கடத்திக்குக் கொடுக்கப்பட வேண்டிய மொத்த மின்னூட்டம்  $Q$  எனின், செய்யப்படவேண்டிய மொத்த வேலை.

$$W = \int_0^Q V \cdot dq \quad \dots (1)$$

கடத்தியின் மின்தேக்குத்திறன்  $C$ -எனின்

$$V = \frac{q}{C} \quad \dots (2)$$

$$\begin{aligned} \therefore W &= \int_0^Q \frac{q}{C} \cdot dq \\ &= \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \text{ ஜூல்} \end{aligned} \quad \dots (3)$$

கடத்தியை மின்னூட்டுவதற்கு செய்யப்பட்ட வேலை, நிலையாற்றலாக அமைகிறது. எனவே கடத்தியிலுள்ள ஆற்றல்,

$$E = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \text{ ஜூல்} \quad (4)$$

ஆனால்  $Q = CV$

$$\therefore E = \frac{1}{2} \frac{(CV)^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 \quad \dots (5)$$

$$\therefore E = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{(Q/V)} = \frac{1}{2} QV \quad \dots (6)$$

$\therefore$  மின்தேக்கியின் ஆற்றல்

$$E = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV^2 \quad \dots (7)$$

i) இணைத் தகடு மின்தேக்கியின் ஆற்றல்

$$\text{மின்தேக்கியின் ஆற்றல் } E = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

இணைத் தகடு மின்தேக்கியில்  $Q = \sigma A$

இங்கு  $A$  என்பது தகட்டின் பரப்பளவு.  $\sigma$  மின்னூட்ட அடர்த்தி இணைத்தகடு மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத்திறன்.

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

$$\text{ஆற்றல் } E = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma^2 A^2}{\epsilon_0 A} \times d$$

$$\therefore E = \frac{1}{2} \frac{\sigma^2 Ad}{\epsilon_0} \text{ ஜூல்}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} \left[ \frac{C_1^2 V_1^2 + C_1 C_2 V_1^2 + C_2^2 V_2^2 + C_1 C_2 V_2^2 - C_1^2 V_1^2 - C_2^2 V_2^2 - 2C_1 C_2 V_1 V_2}{(C_1 + C_2)} \right] \\
&= \frac{1}{2} \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} (V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2) \\
&= \frac{1}{2} \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} (V_1 - V_2)^2 \quad \dots(4)
\end{aligned}$$

$V_1, V_2$  ஆகியவற்றின் மதிப்பு எவ்வாறு இருப்பினும்  $(V_1 - V_2)^2$ -ன் மதிப்பு எப்போதும் நேர்குறி கொண்டதாக இருக்கும்.  $\therefore E_1$ ன் மதிப்பு  $F_2$  ஐ விட அதிகமாகும். எனவே இரு கடத்திகள் இணைக்கப்படும்போது ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த இழப்பு வெப்ப ஆற்றலாக மாறுகிறது.

## ii) மின்தேக்கித் தகடுக்கிடையே உள்ள விசை (Force Between Capacitor Plates)

P, Q என்ற இரு தகடுகள் இணையாக அமைந்த மின் தேக்கியைக் கருதுவோம். தகடு P-ற்கு  $+q$  மின்னூட்டம் அளித்து, தகடு Q தரையிடப்பட்டுள்ளது. தகடுகளின் பரப்பளவு A எனவும், தகடுக்கிடையே உள்ள தொலைவு d எனவும் கொள்வோம்.

மின்விசைக் கோடுகள் P -ல் ஆரம்பித்து Q -ல் முடிவடைகிறது. தகடுகளின் நீளம் மிக அதிகமாக இருப்பதாகவும், தகடுகளின் முனைகளிலுள்ள விளைவு புறக்கணிக்கத் தக்கதாகவும் கொண்டால், இரு தகடுக்கிடையே உள்ள புலச்செறிவு, மிக நீளமான மின்னூட்டப்பட்ட கடத்தியின் மின்புலத்திற்கு இணையாகும். பரப்பு மின்னூட்ட அடர்த்தி  $\sigma$  எனக் கொண்டால், மின்புலச் செறிவு  $E = \sigma/\epsilon_0$  இரு தகடுக்கிடையே உள்ள விசையினை இரு வகைகளில் கணக்கிடலாம்.

### a) மின்னூட்டம் மாறிலியாக உள்ளபோது (When the charges are constant)

இரு தகடுக்கிடையே ஓரலகுப் பரப்பிலுள்ள விசையானது, தகடு P-ன் மேற்பரப்பில் ஓரலகுப் பரப்பில் செயற்படும் வெளியே நோக்கிய விசைக்குச் சமமாகும்.

$$F = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} = \frac{(q/A)^2}{2\epsilon_0} = \frac{q^2}{2\epsilon_0 A^2} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

எனவே தகடுக்கிடையே செயற்படும் விசை

$$= \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \cdot A$$

b) இரு தகடுகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு நிலையாக உள்ளபோது.

இப்போது இரு தகடுகட்கிடையே ஒரு மின்மூலம் இணைக்கப்படுகிறது. மின்னழுத்தம் அளவிடப்படுவதால், விசைக்கான கோவை மின்னழுத்த வேறுபாட்டால், தரவேண்டும். மின்னழுத்த வேறுபாடு  $V$ -எனின், மின்புலச் செறிவு  $E = V/d$ .

$$\therefore F = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 A = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \cdot V^2 \cdot A}{d^2}$$

#### 4-5 மின் தேக்கி வகைகள் (Types of Capacitor)

மின் தேக்கிகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிப்பர். அவை.

1. திட மின்காப்புப் பொருள் கொண்ட மின் தேக்கிகள் (capacitors with solid dielectric)
2. காற்று மின்காப்புப் பொருள் கொண்ட மின் தேக்கிகள் (Capacitors with air dielectric)
3. மின்னாற் பகுப்பு மின் தேக்கிகள் (Electrolytic capacitors)

i) திட மின்காப்புப் பொருள் கொண்ட மின் தேக்கிகள்:

இவ்வகையான மின் தேக்கிகளில் மைக்கா, கண்ணாடி, மண்பாண்டப் பொருள், காகிதம், எண்ணெய் போன்ற மின்காப்புப் பொருட்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகையான மின் தேக்கிகளில் பல நிலையான மின் தேக்குத்திறன் கொண்டவைகளாகவும், சில மாறுகின்ற மின் தேக்குத்திறன்கொண்டவையாகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

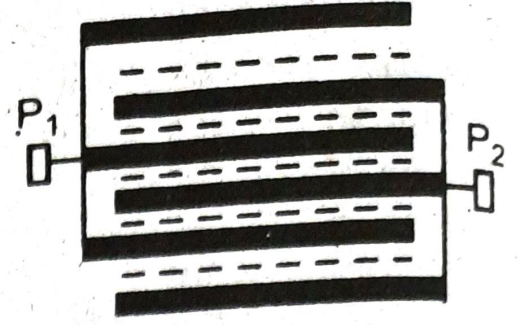
a) விடன் ஜாடி (Leyden jar):

இது ஓர் கண்ணாடி ஜாடியால் ஆனது. கண்ணாடி ஜாடியில் உள், மற்றும் வெளிப் புறங்களில் மூன்றில் இரு பங்கு உயரத்திற்கு உலோகத் தகடு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. உட்பகுதிப் பூச்சு ஓர் சங்கிலி வழியாக ஓர் தண்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தண்டின் மேல் முனையில் ஓர் கைப்பிடியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. உட்பகுதிப் பூச்சிற்கு நேர் மின்னூட்டமோ அல்லது எதிர் மின்னூட்டமோ கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

உலோகப் பூச்சு மின் தேக்கியின் இணைத் தகடுகளாகச் செயற்படுகிறது. கண்ணாடி மின்காப்புப் பொருளாகும். ஆகவே இது இணைத் தகடு மின் தேக்கி போன்றதேயாகும். இந்த மின் தேக்கியின் மின் தேக்குத்திறன்  $(\epsilon A)/d$  ஆகும். இங்கு  $\epsilon$  - என்பது ஊடகத்தின் விடுதிறன்,  $A$  என்பது உள், வெளிப் பூச்சுகட்கிடையே உள்ள பரப்பளவு,  $d$  - என்பது கண்ணாடியின் தடிமன். விடன் ஜாடி மின் தேக்கியின் மின் தேக்குத்திறன் அதிகமாக இல்லை எனினும் இது உயர் மின்னழுத்த வேறுபாட்டினைத் தரக் கூடியது.

### b) மைக்கா மின்தேக்கி (Mica capacitor)

இணைத் தகடு மின்தேக்கியில் பரப்பளவு அதிகமாகவும், மின்காப்புப் பொருளின் தடிமன் குறைவாகவும் இருந்தால் மின்தேக்குத்திறன் அதிகமாக இருக்கும். மேலும்  $N$  மின்தேக்கிகளை இணையாக அமைக்கும்போது, மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத்திறன் ஒவ்வொரு மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறனின்  $N$  மடங்காகும். அதிக பரப்பளவு பெறுவதற்கு அதிக எண்ணிக்கை கொண்ட தகடுகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 1 - 32

இவ்வகையான மின்தேக்கி படம் 1-32 -ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.  $P_1, P_2$  என்பவை இரு ஜோடி வெள்ளியம் பூசப்பட்ட தகரம். இவற்றிற்கு இடையிடையே மைக்காத் தகடு வைக்கப்பட்டுள்ளது. அடுத்தடுத்த வெள்ளியம் பூசப்பட்ட தகரங்களை தாமிரம் கொண்டு பற்றவைத்து காப்பிடப்பட்ட முனையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மேற்பகுதியிலும் கீழ் பகுதியிலும் அமைந்துள்ள உலோகத் தகடுகள் தவிர மற்றவை மின்தேக்கியின் பரப்பளவு  $A$  ஆக அமைகிறது.  $N$  மின்தேக்கிகள் இருந்தல் மின்தேக்குத்திறன்  $C = N \epsilon_0 \epsilon_r A/d$  இங்கு  $d$  - என்பது மைக்காத்தகட்டின் தடிமன்.

### c) காகித மின்தேக்கி (Paper capacitor)

இவற்றை 500 வோல்ட் வரை பயன்படுத்தமுடியும். இவை வானொலி பெட்டிகளிலும், வடிப்பான் சுற்றுகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. காகிதத்தினால் மின்காப்பிடப்பட்ட இரு தகர அல்லது அலுமினிய தகட்டினை சுற்றி கட்டாக மாற்றி இவ்வகையான மின் தேக்கிகள் அமைக்கப்படுகிறது பாரஃபின் மெழுகுக் காகிதம் பயன்படுத்துவதால், மின்காப்புப் பொருளின் தடிமன் மிகக் குறைவாகும். எனவே இவ்வகையான மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன் மிக அதிகமாகும். இவ்வகையான மின்தேக்கிகளை, மின்தடைப் பெட்டிகளில் உள்ளது போன்று பெட்டியில் அமைக்கலாம். இவற்றை பக்க இணைப்பிலும், தொடர் இணைப்பிலும் அமைத்து, தேவையான மின்தேக்குத் திறன் பெறலாம்.

### d) செராமிக் மின்தேக்கிகள்:

இவ்வகையான மின்தேக்கிகள் உயர் வெப்பநிலையையும் தாங்கக் கூடியது. இவை உயர் அதிர்வெண் செயற்பாட்டிற்கு அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மெல்லிய செராமிக் தட்டுகள் மின்காப்புப் பொருட்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த செராமிக் தகட்டின் இரு புறங்களிலும் வெள்ளிப் பூச்சு பூசப்படுகிறது.

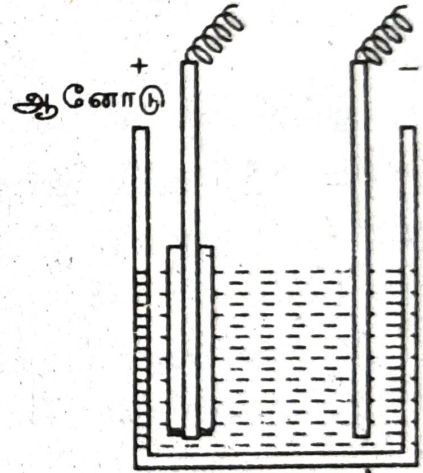
## (2) மாறும் காற்று மின்தேக்கி (Variable Air Capacitor)

இவ்வகையான மின்தேக்கிகளில் அலுமினியம் அல்லது பித்தளைத் தகடுகளாலான இரு வரிசைகள் உள்ளன. வரிசைகளில் ஒன்று நிலையானது. மற்ற வரிசையிலுள்ள தகடுகள் நகரக்கூடியது. நிலையான தகடுகள் வேறொரு முனையிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த தகடுக்கிடையே உள்ள காற்று உட்கமராகும். இந்த அமைப்பு பல் மின்தேக்கியாகச் செயற்படுகிறது. கைப்பிடியினைச் சுழற்றும்போது, தகடுக்கிடையே உள்ள பரப்பளவு மாறுகின்ற காரணத்தால், இவ்வகையான மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன் மாறுகின்றது. இந்த மாறி காற்று மின்தேக்கிகள் வானொலிப் பெட்டிகளில் அதிர்வெண்களை மாற்றி, ஒரு குறிப்பிட்ட வானொலி நிலையத்துடன் இயைவு செய்யப் பயன்படுகிறது. மேலும் இந்தமின்தேக்கிகள் மின்னணுவியல் (electronic) கருவிகளிலும் பயன்படுகிறது.

## 3) மின்னாற் பகுப்பு மின்தேக்கி

[Electrolytic Capacitor]

இவ்வகையான மின்தேக்கிகளில் அலுமினியத்தினால் ஆன இரு மின்வாய்கள் உள்ளன. இவ்விரு மின்வாய்களும் அலுமினியம் போரேட் கரைசல் அடங்கிய பாத்திரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தக் கரைசல் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தக்கூடிய மின்னாற் பகுப்புக் கரைசலாகும். ஒரு மின்வாய் மின் மூலத்தின் நேர்மின் வாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனை ஆனோடு என்பர். மறு மின்வாய் எதிர்மின்வாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் போது, ஆனோட்டினைச் சுற்றி மெல்லிய அலுமினிய ஆக்சைடு படலம் தோன்றுகிறது. இந்தப் படலம் மின்காப்புப் பொருளாகும். ஆனோடு ஓர் தகடாகவும், கரைசல் ஓர் தகடாகவும் பயன்படுகிறது. இவற்றிற்கிடையே உள்ள அலுமினிய ஆக்சைடு படலம் மின்காப்புப் பொருளாகச் செயற்படும். எனவே இந்த அமைப்பு ஓர் மின்தேக்கியாகும். மின்காப்பு அடுக்கின் தடிமன் மிக மெல்லியதாக இருப்பதால், இவ்வகையான மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன் மிக அதிகமாகும். இவ்வகையான மின்தேக்கிகளை D.C சுற்றில் மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும். A.C சுற்றில் பயன்படுத்த முடியாது. இவ்வகையான மின்தேக்கிகள் மாறு மின்னோட்டத்தை சீரானதாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

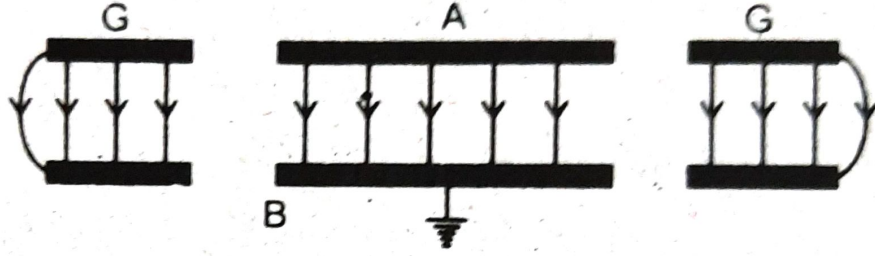


படம் 1-33

#### 4. காப்பு வளைய மின்தேக்கி (Guard Ring Condenser)

இணைத்தகடு மின்தேக்கியின் மின் தேக்குத்திறன்  $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

இந்தச் சமன்பாட்டினை வருவிக்கும்போது, இரு தகடுக்கிடையே உள்ள மின்புலம் சீரானதாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. ஆனால் தகடுகள் முனைகளிலுள்ள மின் விசைக் கோடுகள் வளைவாக இருக்கும். எனவே முனைகளில் மின்புலம் சீரற்றதாகும். எனவே பயனுறு பரப்பளவு மாறும். எனவே மேற்கண்ட சமன்பாடு சரியானதானது எனக் கூற முடியாது. ஸார்டு கெல்வின் இந்தக் குறைபாட்டினை அகற்றிய மின்தேக்கியை அமைத்தார். இதனைக் காப்பு வளைய மின்தேக்கி என்பர்.



படம் 1-34

இவ்வகையான மின்தேக்கியில் மேற்க்கடு வட்டத் தகடு A - ஆகும். இதனைச் சுற்றி இதே தளத்தில் காப்பு வளையம் (G) - ஐ அமைத்தார். தரையிடப்பட்ட தகடு B-ன் பரப்பளவு தகடு A-ன் பரப்பளவிற்கும், வளையத்தின் பரப்பளவிற்கும் சமமாகும்.

B-யினை தரையிட்டு A, G-ஓன்றாக இணைத்து மின்னூட்டப்படுகிறது. A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள பொதுப் பரப்பில் புலம் சீரானதாக அமையும். B-ன் விளைவு முனை விளைவினை நீக்குவதற்காகப் பயன்படுவதால் கணக்கீட்டில் இந்தப் பரப்பினை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டியதில்லை.

தகட்டின் பயனுறு பரப்பளவு தகடு A, வளையம் (G) ஆகியவற்றின் சராசரி பரப்பளவாகும். தகடு A-ன் ஆரம்  $r_1$  எனவும் (G)-ன் ஆரம்  $r_2$  எனவும்

$$\text{கொண்டால், பயனுறு பரப்பளவு } A = \frac{\pi (r_1^2 + r_2^2)}{2}$$

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

d - என்பது தகடுக்கிடையே உள்ள தூரம். இரு தகடுக்கிடையே உள்ள தூரத்தை மைக்ரோ மீட்டர் கொண்டு அளவிடலாம்.



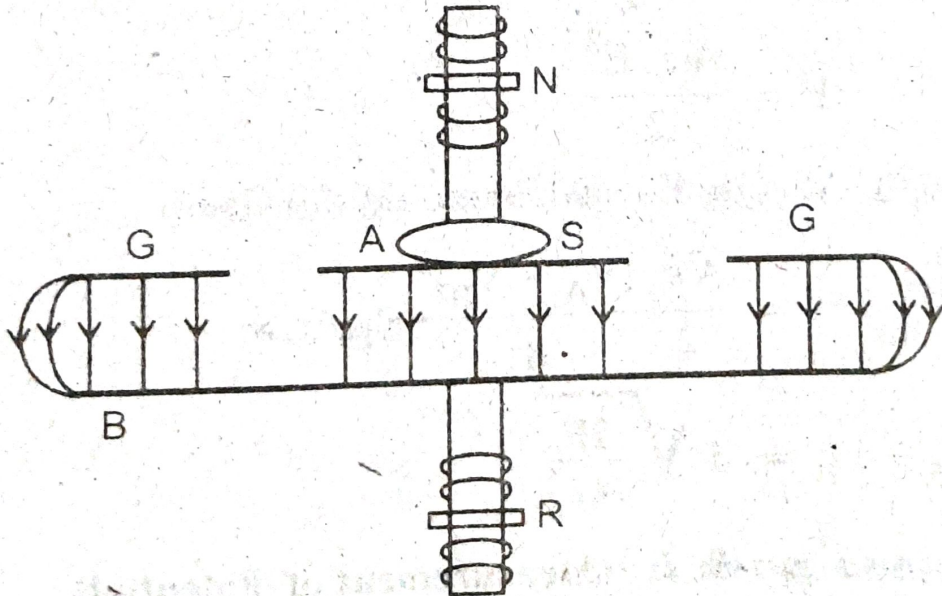
#### 4-6 எலக்ட்ரோ மீட்டர் (Electrometer)

வோல்ட் மீட்டரைப் பயன்படுத்தி மின்னழுத்த வேறுபாடு அளவிடப்படுகிறது. இந்தக் கருவி செயற்படுவதற்கு சிறிது மின்னோட்டம் தேவைப்படுகிறது. இந்த மின்னோட்டம் அளவிடப்பட வேண்டிய மின்னழுத்தம் அல்லது மின்னழுத்த வேறுபாட்டினைக் குறைக்கிறது. எனவே வோல்ட் மீட்டர் கொண்டு அளவிடப்படும் மின்னழுத்தம் துல்லியமானதல்ல.

மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை அளவிடுவதற்கு மின்னோட்டத்தைச் சார்ந்திராத கருவி அமைப்பதற்கு முயற்சி செய்யப்பட்டது. பாரடோ தங்க இலை மின்மானியைப் பயன்படுத்தி மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை அளவிட்டார். ஆனால் பெறப்பட்ட முடிவு சரியானது எனக் கூறமுடியவில்லை. மேலும் இவற்றின் உணர்வு நுட்பம் மின்னழுத்தத்தைவிட மின்னூட்டத்திற்கே அதிகமாகும். மின்னழுத்தத்தை துல்லியமாக அளவிட சில கருவிகள் அமைக்கப்பட்டன. இவை எலக்ட்ரோ மீட்டர் என அழைக்கப்படுகிறது. இவற்றில் முக்கியமானவை இரு வகைப்படும். அவை (1) ஈர்ப்பு வட்டு எலக்ட்ரோமீட்டர் (2) குவாட்ரண்டு எலக்ட்ரோ மீட்டர்.

#### i) ஈர்ப்பு வட்டு எலக்ட்ரோமீட்டர் (Attracted Disc Electrometer)

தத்துவம் : நிலைமின் விசையினை அடிப்படையாகக் கொண்டு இரு மின்னூட்டங்கட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை அளவிடப் பயன்படும் கருவியை எலக்ட்ரோமீட்டர் என்பர். லார்டு கெல்வின் என்பவர் ஈர்ப்பு வட்டு எலக்ட்ரோ மீட்டரை அமைத்தார். இணைத் தகடு மின்தேக்கியின் தகடுகட்கிடையே மின்னழுத்த வேறுபாட்டினைத் தோற்றுவிக்கும்போது, அவற்றிற்கிடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசை அளவிடுவதை அடிப்படையாகக் கொண்டது இக்கருவியாகும்.



அமைப்பு : இது ஓர் ஈர்ப்பு வளைய மின்தேக்கியே ஆகும். இது A, B என்ற இரு உலோகத் தகடுகளால் ஆனது. முனை விளைவினைத் தவிர்ப்பதற்கு காப்பு வளையம் G அமைக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 1 - 35) காப்பு வளையம் G, மெல்லிய கம்பியின் மூலம் A - உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வட்டு B - ன் ஆரம் கவர்ச்சி வளையத்தின் வெளி ஆரத்திற்குச் சமமாகும்.

தகடு A ஓர் மெல்லிய கம்பிச் சுருளுடன் இணைக்கப்பட்டு, இது ஓர் தண்டு N-உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் மறைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மறைகளைப் பயன்படுத்தி தகடு A-யினை மேலோ அல்லது கீழோ நகர்த்தலாம். தகடு B ஓர் மைக்ரோமீட்டர் திருகுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனைப் பயன்படுத்தி B - யினை மேலோ கீழோ நகர்த்தலாம். நகர்த்தப்படும் தூரத்தைத் துல்லியமாக அளவிடலாம்.

### கொள்கை (Theory)

தகடு A - ன் செயலுறு பரப்பளவு  $A$  மீ<sup>2</sup> எனவும், A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தூரம்  $d$  எனவும் கொள்வோம். A, G ஆகியவை மிக அதிகமாகவும், B குறைவாகவும் மின்னூட்டப்படுவதாகவும் கொள்வோம். A, B ஆகிய தகடுகளின் மின்னழுத்தங்கள் முறையே  $V_A, V_B$  எனக் கொள்வோம். தகடு A, காப்பு வளையம் G ஆகிய இரண்டும் ஒரே தளத்தில் அமையும்போது, இரு தகடுகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு  $V_A - V_B$  ஆகும்.

A, B ஆகிய தகடுகட்கிடையே உள்ள நிலைமின்புலச் செறிவு  $E$  எனின்

$$Ed = V_A - V_B$$

$$\therefore E = \frac{V_A - V_B}{d} \quad \dots (1)$$

A ன் செயலுறு பரப்பில் செயற்படும் விசை

$$F = \frac{A \epsilon_0 E^2}{2} \quad \dots (2)$$

சமன்பாடு (1) - லிருந்து  $E$  - மதிப்பினைப் பதிலீடு செய்ய

$$F = \frac{A \epsilon_0 (V_A - V_B)^2}{2 d^2} \text{ நியூட்டன்} \quad \dots (3)$$

$$\therefore V_A - V_B = d \sqrt{\frac{2F}{A \epsilon_0}} \quad \dots (4)$$

### i) மின்னழுத்தம் அளவிடல் (Measurement of Potential)

முதலில் தகடு A, B மற்றும் காப்பு வளையம் G ஆகியவற்றைத் தரையிடவேண்டும். திருகு N-னைச் சரி செய்து A-ம், G-ம் ஒரே தளத்தில் அமையுமாறு செய்யவேண்டும். A-ன்மீது ஓர் சிறிய நிறை  $m$ -ஐ

வகைவேண்டும். இதனால் செயற்படும் விசை  $mg$ -ஆல் தகடு A கீழிறங்குகிறது. திருகு N -ஐச் சரிசெய்து மீண்டும் A -யினை காப்பு வளையத் தளத்திற்குக் கொண்டுவர வேண்டும்.

A-லுள்ள நிறை  $m$ -ஐ அகற்றும்போது A-ன் தளம் காப்பு வளையத்திற்கு மேலே ஏறுகிறது. இப்போது நிலைமின் ஈர்ப்பு விசையினால் தளம் A-ஐ, GG-ன் தளத்திற்குக் கொண்டுவந்தால், தேவையான விசையின் அளவு  $mg$  ஆகும்.

A, B மற்றும் காப்பு வளையம் GG-க்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ள தரையிணைப்பிணை அகற்றி, தகடு A, காப்பு வளையம் GG ஆகியவற்றை மின் மூலத்தின் நேர் முனையுடன் இணைக்க வேண்டும். எதிர் முனையினை தரையிட வேண்டும். A -ற்கு அளிக்கப்பட்டுள்ள நிலையான மின்னழுத்தம்  $V_A$  எனக் கொள்வோம். தகடு B-ற்கு குறைந்த மின்னழுத்தம்  $V_B$  கொடுத்து, மைக்ரோமீட்டர் R -னைப் பயன்படுத்தி, B-ன் நிலையை மாற்றி தகடு A-ன் தளம் GG-ன் தளத்துடன் அமையுமாறு செய்யவேண்டும். இப்போது A -ன் மீது செயற்படும் விசை  $mg$  ஆகும்.

$$\therefore V_A - V_B = d \sqrt{\frac{2mg}{\epsilon_0 A}}$$

இரு புள்ளிகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை அளவிட தகடு A, GG ஆகியவற்றிற்கு உயர் மின்னழுத்தம்  $V_A$  கொடுக்கவேண்டும். தகடு B-னை, மின்னழுத்த வேறுபாடு கணக்கிடப்பட வேண்டிய இரு புள்ளிகளில் ஒரு புள்ளியுடன் இணைக்கவேண்டும். B-ற்கு கொடுக்கப் பட்டுள்ள மின்னழுத்தம்  $V_1$  எனக் கொள்வோம். மைக்ரோ மீட்டர் திருகினைப் பயன்படுத்தி B-ஐ நகர்த்தி, A-ன் தளம் GG-ஐ அடையுமாறு செய்யவேண்டும். மைக்ரோமீட்டர் அளவீட்டினைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தூரம்  $d_1$  எனின்

$$V_A - V_1 = d_1 \sqrt{\frac{2mg}{\epsilon_0 A}} \quad \dots (5)$$

அடுத்து தகடு B-னை மின்னழுத்த வேறுபாடு காணவேண்டிய அடுத்த புள்ளியுடன் இணைக்கவேண்டும். B-ன் மின்னழுத்தம்  $V_2$  எனக் கொள்வோம். மீண்டும் B-ன் நிலையினைச் சரி செய்து, A-ன் தளம் GG-ன் தளத்துடன் அமையுமாறு செய்யவேண்டும். மைக்ரோமீட்டர் அளவீட்டினைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இப்போது A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தூரம்  $d_2$  எனின்

$$V_A - V_2 = d_2 \sqrt{\frac{2mg}{\epsilon_0 A}} \quad \dots (6)$$

சமன்பாடு (5), (6) ஆகியவற்றிலிருந்து

$$V_2 - V_1 = (d_1 - d_2) \sqrt{\frac{2mg}{\epsilon_0 A}} \quad \dots (7)$$

இரு மைக்ரோமீட்டர் அளவீடுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடு  $(d_1 - d_2)$  ஆகும். எனவே சமன்பாடு (7) - னைப் பயன்படுத்தி இரு புள்ளிகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு  $(V_2 - V_1)$  கணக்கிடலாம்.

சிறப்பு

1. A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள உண்மையான தொலைவிற்கு அளவிட வேண்டியதில்லை.

2. இரு புள்ளிகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு நினை தூரம், பரப்பளவு ஆகியவை மட்டும் கொண்டு அளவிடப்படுகிறது.

3. அளவீட்டின்போது மின்னோட்டம் எதுவும் உட்கவரப்படுவதில்லை.

4. எந்த விதமான அளவு திருத்தமும் தேவையில்லை. எனவே இதனை தனி எலக்ட்ரோமீட்டர் (absolute electrometer) என்பர்.

இந்த எலக்ட்ரோமீட்டரை அமைப்பது கடினமாகும். மேலும் வோல்ட்மீட்டர் கொண்டு மின்னழுத்த வேறுபாடு அளவிடுவது போன்று, இது எளிதானதல்ல.

ii) மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி அளவிடல்.

(Measurement of dielectric constant)

வட்டு A, காப்பு வளையம் GG ஆகியவற்றிற்கு மின்னழுத்தம்  $V_A$  யும் வட்டு B-ற்கு மின்னழுத்தம்  $V_B$  -ம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கொள்வோம்.

$V_B < V_A$  வட்டின் நிலையை மைக்ரோமீட்டர் கொண்டு சரி செய்து A-ன் தளம் GG-ன் தளத்தில் அமையுமாறு செய்யவேண்டும். மைக்ரோமீட்டர் அளவீட்டினைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தொலைவு  $d$  எனின், இந்த மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத்திறன்

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad \dots (8)$$

தடிமன்  $l$  கொண்ட ( $l < d$ ) மின்கடத்தாப் பொருள் பளத்தை B-யின் வைக்கவேண்டும். இதனால் காப்பு வளைய மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத்திறன் அதிகரிக்கிறது. மின்தேக்குத்திறன் அதிகமாகும்போது வட்டுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு நிலையாக அமைவதற்கு A-ன் மின்னூட்டம் அதிகப்படுகிறது. இப்போது மைக்ரோமீட்டரைச் சரி செய்து B-ன் நிலையை மாற்றி, A-ன் தளம் GG- உடன் அமையுமாறு செய்யவேண்டும். இப்போதுள்ள மைக்ரோமீட்டர் அளவீட்டினைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தூரம்  $d_1$  எனின்

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d_1 - t + \frac{t}{\epsilon_r}}$$

$$\frac{\epsilon_0 A}{d_1 - t \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) + x} \dots (9)$$

$$x = t - \frac{t}{\epsilon_r}$$

சமன்பாடு (8), (9) ஆகியவற்றிலிருந்து,

$$\frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon_0 A}{d_1 - t + \frac{t}{\epsilon_r}}$$

$$\frac{\epsilon_0 A}{d_1 - \left(t - \frac{t}{\epsilon_r}\right) + x}$$

$$\therefore d_1 - d = t \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) \dots (10)$$

$d_1 - d$  என்பது இரு மைக்ரோ மீட்டர் அளவீடுகட்கிடையே உள்ள வேறுபாடு. இதனை  $x$  எனக் கொள்வோம்.

$$\therefore x = t \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right)$$

$$\epsilon_r = \frac{t}{t - x} \dots (11)$$

$$\therefore \epsilon_r = \frac{t}{(t - x)} \frac{t}{t - x} \dots (12)$$

இதிலிருந்து கடத்தாப்பொருள் மாறிலி கணக்கிடலாம்.