நிலைமின்னியல்

இயற்பியல் – 1 | **அலகு 1**

பெயர் :

வகுப்பு : 12 பிரிவு :

பள்ளி :

தேர்வு எண் :

கற்க கசடற கற்பவை கற்றபின்
நிற்க அதற்கு தக

கற்பதற்கு தகுதியான நூல்களை பழுதில்லாமல் கற்க வேண்டும். கற்றதற்கு பின்னர் கற்ற அக்கல்விக்கு தகுந்தபடி நடக்கவும் வேண்டும்

webStrake

victory R. SARAVANAN. M.Sc, M.Phil, B.Ed.,
PG ASST (PHYSICS)
GBHSS, PARANGIPETTAI - 608 502

பகுதி – I 2 மதிப்பெண் வினா – விடைகள்

1) நிலைமின்னியல் என்றால் என்ன ?

- நிலையான மின்னூட்ட துகள்களை பற்றி அறிய உதவும் மின்னியலின் ஒரு பிரிவு நிலை மின்னியல் எனப்படும்.

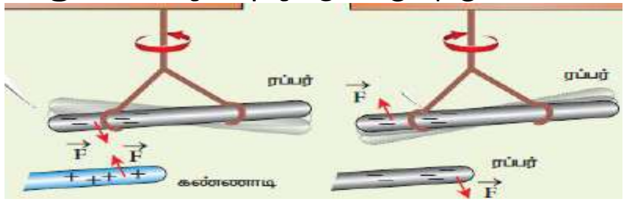
2) உராய்வு மின்னேற்றம் என்றால் என்ன ?

- ஒரு பொருளை தகுந்த மற்றொரு பொருள் கொண்டு தேய்க்கும் போது, உராய்வின் விளைவால் அப்பொருள்கள் மின்னூட்டத்தைப் பெற்று மின்னேற்றம் அடையும். இந்நிகழ்வு உராய்வு மின்னேற்றம் எனப்படும்.

3) மின்னூட்டங்கள் எத்தனை வகைப்படும் ? அவை யாவை ?

- பெஞ்சமின் பிராங்களின் என்பவர் மின்னூட்டங்களை இரு வகைப்படுத்தினார். அவைகள்
  1) நேர்மின்னூட்டம் (+)
  2) எதிர்மின்னூட்டம் (-)
- கண்ணாடி தண்டுகள் பெறுவது நேர்மின்னூட்டமாகும்
- அரக்கு தண்டுகள் பெறுவது எதிர்மின்னூட்டமாகும்.

4) ஓரின மின்னூட்டங்கள் ஒன்றை ஒன்று விலக்கும். வேறின மின்னூட்டங்கள் ஒன்றை ஒன்று கவரும். நிருவுக.



- எதிர் மின்னூட்டம் பெற்று இரப்பர் தண்டு, நேர் மின்னூட்டம் பெற்ற கண்ணாடித் தண்டினால் ஈர்க்கப்படுகிறது.
- மாறாக எதிர்மின்னூட்டம் பெற்ற இரப்பர் தண்டு, எதிர்மின்னூட்டம் பெற்ற மற்றொரு இரப்பர் தண்டினால் விலக்கப்படுகிறது.
- இதிலிருந்து ஓரின மின்னூட்டங்கள் ஒன்றை ஒன்று விலக்கும், வேறின மின்னூட்டங்கள் ஒன்றை ஒன்று கவரும் என்பதை நிருபிக்கலாம்.

5) மின்னூட்ட மாறா விதி அல்லது மின்னூட்ட அழிவின்மை விதியைக் கூறுக.

- பிரபஞ்சத்தில் உள்ள மொத்த மின்னூட்டம் மாறாமல் இருக்கும். மின்னூட்டத்தை ஆக்கவோ அழிக்கவோ இயலாது. எந்த ஒரு இயற்கை நிகழ்விலும் மொத்த மின்னூட்ட மாற்றம் சுழியாகும். இதுவே மின்னூட்ட மாறா விதி எனப்படும்.

6) மின்னூட்டங்களின் குவாண்டமாக்கல் பண்பு பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக.

- எந்த ஒரு பொருளில் உள்ள மின்னூட்டத்தின் மொத்த மதிப்பு (q) ஒரு அடிப்படை மின்னூட்டத்தின் (எலக்ட்ரான் மின்னூட்டம்) முழு எண் மடங்காக அமையும். அதாவது $q = n\,e$
- இங்கு $e = 1.6\ X\ 10^{-19}$ கூலும்

7) நிலைமின்னியலில் கூலூம் விதியினைக் கூறுக.

- இவ்விதிப்படி, நிலையான இரு மின்துகள்களுக்கு இடையேயான நிலைமின்னியல் கவர்ச்சி அல்லது விலக்கு விசையானது,
  1) அவ்விரு மின்துகள்களின் மின்னூட்டங்களின் பெருக்குத் தொகைக்கு நேர்த்தகவிலும்.
  2) அவற்றின் இடைத்தொலைவின் இருமடிக்க எதிர்தகவிலும் அமையும்

$$|\vec{F}| \propto \frac{q_1\, q_2}{r^2}$$

8) ஒரு கூலூம் வரையறு (அல்லது) மின்னூட்டத்தின் அலகு வரையறு.

- மின்னூட்டத்தின் SI அலகு கூலூம் ஆகும்.
- வெற்றிடத்தில் ஒரு மீட்டர் இடைத்தொலைவில் உள்ள இரு ஓரின மின்னூட்டங்களுக்கிடையே செயல்படும் விரட்டு விசையானது $9\ X\ 10^9$ எனில், அம்மின்னூட்ட மதிப்ப ஒரு கூலூம் என வரையறுக்கப்படுகிறது

9) வெற்றிடத்தின் விடுதிறன், ஊடகத்தின் விடுதிறன் மற்றும் சார்பு விடுதிறன் என்றால் என்ன ?

- கூலூம் விதிப்படி

வெற்றிடத்தில் : $\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\ \frac{q_1\,q_2}{r^2}\ \hat{r}_{12}$

ஊடகத்தில் : $\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon}\ \frac{q_1\,q_2}{r^2}\ \hat{r}_{12}$

- இங்கு $\varepsilon_0 = 8.85\ X\ 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$ என்பது வெற்றிடத்தின் விடுதிறன் மற்றும் ε என்பது ஊடகத்தின் விடுதிறன் எனப்படும்.
- ஊடகத்தின் விடுதிறனுக்கும் (ε), வெற்றிடத்தின் விடுதிறனுக்கும் (ε_0) உள்ள தகவு, சார்பு விடுதிறன் (ε_r) எனப்படும். $\left(\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right)$
- காற்றுக்கு, $\varepsilon_r = 1$. மற்ற ஊடகங்களுக்கு $\varepsilon_r > 1$

10) கூலூம் விதியின் வெக்டர் வடிவம் கூறி விளக்கம் தருக.

- q_1 மற்றும் q_2 அளவு மின்னூட்ட மதிப்பு கொண்ட இரு புள்ளி மின்துகள்கள் r இடைத்தொலைவில் உள்ளன என்க.
- கூலூம் விதிப்படி,

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\ \frac{q_1\,q_2}{r^2}\ \hat{r}_{12}$$

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\ \frac{q_1\,q_2}{r^2}\ \hat{r}_{21}$$

- இங்கு, $\vec{F}_{21} \rightarrow q_2$ மீது q_1 செலுத்தும் விசை

  $\vec{F}_{12} \rightarrow q_1$ மீது q_2 செலுத்தும் விசை

  $\hat{r}_{12} \rightarrow q_1$ லிருந்து q_2 ஐ நோக்கிய ஓரலகு வெக்டர்

  $\hat{r}_{21} \rightarrow q_2$ லிருந்து q_1 ஐ நோக்கிய ஓரலகு வெக்டர்
- இஙகு $\hat{r}_{12} = -\ \hat{r}_{21}$ என்பதால் $\vec{F}_{12} = -\ \vec{F}_{21}$ ஆகும்.

11) கூலூம் விசை மற்றும் ஈர்ப்பியல் விசை வேறுபடுத்துக.

கூலூம் விசை	ஈர்ப்பியல் விசை
இது இரு மின் துகள்களுக்கு இடையே செயல்படும்	இது இரு நிறைகளுக்கு இடையே செயல்படும்.
கவரும் விசை மற்றும் விலக்கு விசையாக இருக்கும்	கவரும் விசையாக மட்டுமே இருக்கும்
இதன் மதிப்பு மிக மிக அதிகம் ஆகும்	இதன் மதிப்பு மிகவும் குறைவு ஆகும்.
ஊடகத்தின் தன்மையைச் சார்ந்தது	ஊடகத்தின் தன்மையை சார்ந்ததல்ல
மின்னூட்டங்கள் இயக்கத்தில் உள்ள போது, இதனுடன் சேர்த்து லாரண்ஸ் விசையும் செயல்படும்	நிறைகள் நிலையாகவோ அல்லது இயக்கத்திலோ உள்ளபோது ஈர்ப்பு விசைகள் ஒன்றாகும்.

12) மேற்பொருந்துதல் தத்துவம் வரையறு.

- மேற்பொருந்துதல் தத்துவத்தின் படி, ஒரு குறிப்பிட்ட மின்துகள் மீது செயல்படும் மொத்த விசையானது, மற்ற அனைத்து மின்துகள்கள் அதன் மீது செயல்படுத்தும் விசைகளின் வெக்டர் கூடுதலுக்குச் சமமாகும்.

13) மின்புலம் வரையறு.

- q மின்னூட்டம் கொண்ட புள்ளி மின்துகளால் , r தொலைவில் உள்ள புள்ளி P யில் மின்புலம் என்பது, அப்புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட ஓரலகு மின்னூட்டம் கொண்ட மின்துகளால் உணரப்படும் விசையே ஆகும். மின்புலத்தின் S.I அலகு $N\,C^{-1}$

14) மின் இருமுனை என்றால் என்ன ? எடுத்துக்காட்டு தருக.

- சிறிய இடைவெளியில் பிரித்து வைக்கப்பட்ட இரு சமமான, வேறின மின்துகள்கள் மின் இருமுனையை உருவாக்கும்.

- மூலக்கூறுகளில் உள்ள நேர்மின் துகள்களின் மையமும், எதிர்மின்துகள்களின் மையமும் ஒரே புள்ளியில் பொருந்தியமையாமல் இருந்தால், அம் மூலக்கூறுகள் நிலையான மின் இருமுனையாக செயல்படும்.

(எ.கா) நீர் (H_2O). அம்மோனியா (NH_3), HCl மற்றும் CO

15) மின் இருமுனைத் திருப்பு திறன் வரையறு. அலகு யாது ?

- மின் இருமுனை திருப்புதிறனின் எண்மதிப்பானது (p) அம் மின்துகள்களுள் ஏதேனும் ஒன்றின் மின்னூட்ட மதிப்பினை அவற்றிக்கிடையேயுள்ள தொலைவினால் பெருக்கக் கிடைப்பதாகும். $|\vec{p}| = q.2a$
- இதன் அலகு ***கூலூம் மீட்டர் (C m)***

16) மின்னழுத்த வேறுபாடு வரையறு. அலகை

- மின்புலத்தில் ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளிக்கு ஓரலகு நேர்மின்னூட்டம் கொண்ட மின்துகள் ஒன்றை கொண்டு செல்ல புற விசையினால் புலத்திற்கு எதிராக செய்யப்படும் வேலை அவ்விரு புள்ளிகளுக்கிடையேயான மின்னழுத்த வேறுபாடு என வரையறுக்கப்படுகிறது.
- இதன் S.I அலகு ***வோல்ட்*** (V)

17) மின்னழுத்தம் வரையறு. அதன் அலகை தருக.

- ஒரு புள்ளியில் மின்னழுத்தம் என்பது, புற மின்புலம் செயல்படும் பகுதியில் முடிவிலாத் தொலைவிலிருந்து அப்புள்ளிக்கு ஓரலகு நேர் மின்னூட்டம் கொண்ட மின்துகளை சீரான திசைவேகத்துடன் கொண்டு வர புற விசையால் செய்யப்படும் வேலைக்கு சமமாகும்.
- இதன் S.I அலகு ***வோல்ட்*** (V)
- மின்மின்புலத்திற்கு அதற்கு செங்குத்தாக உள்ள தளங்களாகவும் இருக்கும்.

18) நிலைமின்னழுத்த ஆற்றல் வரையறு.

- மின்னூட்ட துகள்களை ஒருங்கமைக்க புறவிசையால் செய்யப்படும் வேலையே அத்தொகுப்பின் மின்னழுத்த ஆற்றல் என வரையறுக்கப்படுகிறது.
- அதாவது மின்னழுத்த ஆற்றல் $(\boldsymbol{U}) = \boldsymbol{W} = \boldsymbol{q}\,\boldsymbol{V}$
- இதன் S.I அலகு ***ஜூல்*** (J)

19) மின்பாயம் வரையறு.

- மின்புலக் கோடுகளுக்கு குறுக்கே அமைந்த குறிப்பிட்ட பரப்பு ஒன்றின் வழியே பாயும் மின்புலக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை மின்பாயம் (Φ_E) எனப்படும். மின்பாயம் ஒரு ஸ்கேலார் அளவு.
- இதன் S.I அலகு $N\,m^2\,C^{-1}$

20) காஸ் விதியைக் கூறுக.

- ஏதேனும் ஒரு வடிவமுள்ள மூடிய பரப்பினால் ஒரு மின்துகள் சூழப்பட்டிருப்பின், அம்மூடிய பரப்பிற்கான மொத்த மின்பாயமானது அப்பரப்பினுள் அமைந்த மின்துகளின் மின்னூட்டத்தின் $\left[\frac{1}{\varepsilon_0}\right]$ மடங்குக்கு சமமாகும். இதுவே காஸ் விதி எனப்படும். அதாவது,

$$\Phi_E = \oint \vec{E}\,.\,d\vec{A} = \frac{Q_{inside}}{\varepsilon_0}$$

21) காஸ் விதியின் பயன்பாடுகள் யாவை ?

- மின்துகள் அமைப்பு ஏதேனுமொரு சமச்சீர் தன்மையைப் பெற்றிருந்தால், அதனால் ஏற்படும் மின்புலத்தை கணக்கிட காஸ் விதி பயன்படுகிறது.
- இந்நிலையில் மின்காப்புப் பொருள் மின்னோட்டத்தை கடத்த துவங்குகிறது. இதுவே மின்காப்பு முறிவு எனப்படும்.

22) மின்தேக்கி என்றால் என்ன ?

- மின்துகள்கள் மற்றும் மின்னாற்றலை சேமிக்க உதவும் கருவியே மின்தேக்கி எனப்படும்.
- இது சிறிய இடைவெளியில் பிரித்து வைக்கப்பட்ட இரு மின்கடத்தும் தட்டுகள் அல்லது தகடுகளால் ஆனது.
- இது எலக்ட்ரானியல் துறையிலும், அறிவியல் தொழில் நுட்பத் துறையிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

23) மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன் வரையறு.

- மின்தேக்கியில் உள்ள ஏதேனும் ஒரு மின் கடத்து தட்டில் உள்ள மின்துகள்களின் மின்னூட்ட மதிப்பிற்கும் (Q) அதன் இரு தட்டுகளுக்கு இடையே நிலவும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கும் (V) இடையேயுள்ள விகிதம் மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன் (C) என வரையறுக்கப்படுகிறது. ($C = Q/V$)
- இதன் S.I அலகு ***பாரட் (F)*** அல்லது $\boldsymbol{C\,V^{-1}}$

24) நிலை மின்னழுத்த ஆற்றல் அடர்த்தி வரையறு.

- மின்தேக்கியின் இரு தட்டுகளுக்கிடையே உள்ள பகுதியின் ஓரலகு பருமனில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல், நிலை மின்னழுத்த ஆற்றல் அடர்த்தி (u_E) என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$u_E = \frac{U_E}{V} = \frac{1}{2}\varepsilon_o E^2$$

25) கூர்முனை செயல்பாடு அல்லது ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம் வரையறு.

- கடத்தியில் வளைவு தன்மை மிக அதிகம் கொண்ட கூர்முனையில் மின்துகள்கள் அதிகமாக குவிகின்றன. இதனால் அம்முனைக்கு அருகில் மின்புலம் மிக்க வலிமையுடன் இருக்கும்.
- இது இப்பகுதியில் உள்ள காற்றை அயனியாக்கம் செய்கிறது.
- இப்போது கூர்முனைக்கு அருகிலுள்ள நேர்மின்துகள்கள் விரட்டப்படுகின்றன, எதிர் மின்துகள்கள் கூர்முனையை நோக்கி கவரப்படுகின்றன.
- இதனால் கடத்தியின் கூர்முனைப் பகுதியிலுள்ள மின்துகள்களின் மொத்த மின்னூட்ட மதிப்பு குறைகிறது. இந்நிகழ்வு கூர்முனை செயல்பாடு அல்லது ஒளிவட்ட மின்னிறக்கம் எனப்படும்..

பகுதி – II 3 மதிப்பெண் வினா – விடைகள்

1. மின்னூட்டத்தின் அடிப்படை பண்புகளை விளக்குக.

1) மின்னூட்டம் :

- நிறை என்பது பொருளின் உள்ளார்ந்த பண்ப ஆகும். மின்னூட்டமும் நிறையைப்போல் மற்றொரு உள்ளார்ந்த பண்பாகும். மின்னூட்டத்தின் அலகு கூலூம் (C) ஆகும்.

2) மொத்த மின்னூட்ட மாறாத் தன்மை :

- பிரபஞ்சத்தில் உள்ள மொத்த மின்னூட்டம் மாறாமல் இருக்கும். அதாவது மின்னூட்டத்தை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது.
- எனவே மின்னூட்டங்களை ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு இடமாற்றம் செய்ய மட்டுமே முடியும்.

3) மின்னூட்டத்தின் குவாண்டமாக்கல் :

- மின்னூட்டத்தின் அடிப்படை மதிப்பு e ஆகும்.
- எந்தொரு பொருளில் உள்ள மின்னூட்டத்தின் மொத்த மதிப்பு (q), இந்த அடிப்படை மதிப்பின் முழு எண் மடங்காகவே இருக்கும். அதாவது $q = n\,e$
- இங்கு $e = 1.6 \, X\, 10^{-19}\, C$என்பது எலக்ட்ரானின் மின்னூட்ட மதிப்பு ஆகும்.

2. மேற்பொருந்துதல் தத்துவத்தை வரையறு. அது எவ்வாறு பல மின்துகள் அமைப்புகளில் ஏற்படும் இடைவினைகளை பற்றி விளக்குகிறது ?

- மேற்பொருந்துதல் தத்துவத்தின் படி, ஒரு குறிப்பிட்ட மின்துகள் மீது செயல்படும் மொத்த விசையானது, மற்ற அனைத்து மின்துகள்கள் அதன் மீது செயல்படுத்தும் விசைகளின் வெக்டர் கூடுதலுக்குச் சமமாகும்.
- $q_1, q_2, q_3, \dots\, q_n$ ஆகிய மின்னூட்ட மதிப்பு கொண்ட n மின்துகள்கள் உள்ளடக்கிய அமைப்பை கருதுவோம். கூலூம் விதிப்படி,
- q_1 மீது q_2 செலுத்தும் விசை

$$\vec{F}_{12} = k\,\frac{q_1\, q_2}{r_{21}^2}\;\hat{r}_{21}$$

- q_1 மீது q_3 செலுத்தும் விசை

$$\vec{F}_{13} = k\,\frac{q_1\, q_2}{r_{31}^2}\;\hat{r}_{31}$$

- இறுதியாக, q_1 மீது q_n செலுத்தும் விசை

$$\vec{F}_{1n} = k\,\frac{q_1\, q_2}{r_{n1}^2}\;\hat{r}_{n1}$$

- எனவே q_1 மீது மற்ற மின்துகள்களால் செலுத்தப்படும் மொத்த விசை, $\vec{F}_1^{tot} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \dots\dots + \vec{F}_{1n}$

$$\vec{F}_1^{tot} = k\left[\frac{q_1\, q_2}{r_{21}^2}\;\hat{r}_{21} + \frac{q_1\, q_3}{r_{31}^2}\;\hat{r}_{31} + \cdots + \frac{q_1\, q_n}{r_{n1}^2}\;\hat{r}_{n1}\right]$$

3. மின்புலங்களின் மேற்பொருந்துதல் விளக்குக.

- பல மின்துகள்கள் கொண்ட அமைப்பால், ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் காணப்படும் தொகுபயன் மின்புலமானது ஒவ்வொரு மின்துகளும் அப்புள்ளியில் உருவாக்கும் மின்புலங்களின் வெக்டர் கூடுதலுக்கு சமம். இதுவே மின்புலங்களின் மேற்பொருந்துதல் எனப்படும்.
- $q_1, q_2, q_3, \dots\, q_n$ ஆகிய மின்னூட்டங்கள் கொண்ட ஒரு அமைப்பை கருதுவோம்.
- q_1 ஆனது புள்ளி P -யில் உருவாக்கும் மின்புலம்

$$\vec{E}_1 = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{q_1}{r_{1P}^2}\;\hat{r}_{1P}$$

- q_2 ஆனது புள்ளி P -யில் உருவாக்கும் மின்புலம்

$$\vec{E}_2 = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{q_2}{r_{2P}^2}\;\hat{r}_{2P}$$

- q_n ஆனது புள்ளி P -யில் உருவாக்கும் மின்புலம்

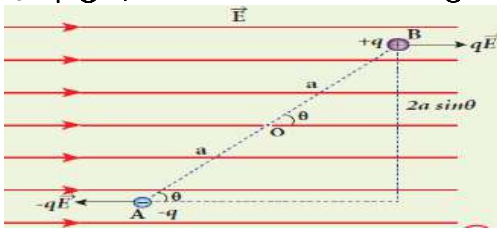
$$\vec{E}_n = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{q_n}{r_{nP}^2}\;\hat{r}_{nP}$$

- எனவே அனைத்து மின்துகள்களால் புள்ளி P–யில் உருவாகும் மொத்த மின்புலம்,

$$\vec{E}_{tot} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots\dots + \vec{E}_n$$

$$\vec{E}_{tot} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\left[\frac{q_1}{r_{1P}^2}\;\hat{r}_{1P} + \frac{q_2}{r_{2P}^2}\;\hat{r}_{2P} + \cdots + \frac{q_n}{r_{nP}^2}\;\hat{r}_{nP}\right]$$

4. சீரான மின்புலத்தில் வைக்கப்பட்ட மின்இருமுனை மீது செயல்படும் திருப்பு விசைக்கான கோவையை பெறுக.



- $\vec{E}$ என்ற சீரான மின்புலத்தில் $\vec{p}$ திருப்புதிறன் கொண்ட மின் இருமுனை வைக்கப்பட்டுள்ளது என்க
- $+q$ மின்துகளானது மின்புலத்தில் திசையில் $+q\,\vec{E}$ என்ற விசையையும், $-q$ மின்துகளானது மின்புலத்திற்கு எதிர் திசையில் $-q\,\vec{E}$ என்ற விசையையும் உணர்கின்றன.எனவே மின்இருமுனை மீதான மொத்த விசை சுழியாகும்.
- ஆனால் இவ்விரு விசைகளும் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் செயல்படுவதால், ***இரட்டை*** உருவாகிறது.
- இதனால் திருப்புவிசை செயல்பட்டு மின்இருமுனையை சுழலச்செய்து, அதனை புலத்தின் திசையில் ஒருங்கமைக்கிறது.
- புள்ளி O -வை பொருத்து மின்இருமுனை மீது செயல்படும் திருப்பு விசை,

$$\vec{\tau} = \overrightarrow{OA}\;X\;(-\,q\,\vec{E}) + \overrightarrow{OB}\;X\;(+q\,\vec{E})$$

$$|\vec{\tau}| = |\overrightarrow{OA}|\,|-\,q\,\vec{E}|\sin\theta + |\overrightarrow{OB}|\,|\,q\,\vec{E}|\sin\theta$$

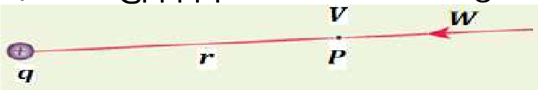
$$\tau = (OA + OB)q\;E\sin\theta$$

$$\tau = 2\,a\,q\,E\sin\theta \qquad \because [OA = OB = a]$$

$$\boldsymbol{\tau = p\;E\sin\theta}$$

- இங்கு, $2\,a\,q = p \rightarrow$ மின்இருமுனை திருப்பு திறன்
- வெக்டர் அடிப்படையில், $\vec{\tau} = \vec{p}\;X\;\vec{E}$
- $\theta = 90^\circ$ எனில், திருப்பு விசை பெருமமாகும்.
- சீரற்ற மின்புலத்தில், திருப்பு விசையுடன் சேர்த்து நிகர விசை ஒன்றும் மின்இருமுனை மீது செயல்படும்.

5. ஒரு புள்ளி மின்துகளால், ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் விளையும் மின்னழுத்தத்திற்கான கோவையை பெறுக.



- ஆதிப்புள்ளியில் $+q$ என்ற நிலையான மின்துகளைக் கருதுவோம்.
- அதிலிருந்து r தொலைவில் உள்ள P என்ற புள்ளியில் மின்னழுத்தம் V என்க.
- வரையறைபடி P – யில் மின்புலம்

$$\vec{E} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{q}{r^2}\;\hat{r}$$

- எனவே மின்னழுத்தம்,

$$V = -\int_{\infty}^{r}\vec{E}\;.\overrightarrow{dr} = -\int_{\infty}^{r}\frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{q}{r^2}\;\hat{r}\;.\overrightarrow{dr}$$

$$V = -\int_{\infty}^{r}\frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_0}\,\frac{q}{r^2}\;\hat{r}\;.dr\,\hat{r} \qquad [\because \overrightarrow{dr} = dr\,\hat{r}]$$

$$V = -\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\infty}^{r}\frac{1}{r^2}\,dr \qquad [\because \hat{r}.\hat{r} = 1]$$

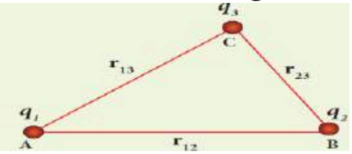
$$V = -\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{1}{r}\right]_{\infty}^{r} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{r}-\frac{1}{\infty}\right]$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$$

- மூல மின்துகள் எதிர்குறி கொண்டிருந்தால் $(-q)$, மின்னழுத்தமும் எதிர்குறி கொண்டிருக்கும். அதாவது

$$V = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$$

6. **வரம்பிற்குட்பட்ட தொலைவகளில் பிரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள மூன்று புள்ளி மின்துகள்களின் தொகுப்பினால் ஏற்படும் நிலை மின்னழுத்த ஆற்றலுக்கான கோவையைப் பெறுக.**



- முடிவிலா தொலைவிலிந்து A -என்ற புள்ளிக்கு q_1 மின்னூட்டமுடைய மின்துகளை கொண்டு வர எவ்வித வேலையும் செய்ய தேவையில்லை. ஏனெனில் தொடக்கத்தில் வேறு எந்த மின்துகள்களும் அதன் அருகில் இல்லை.
- q_1 –ஆல் புள்ளி B –ல் ஏற்படும் மின்னழுத்தம்,

$$V_{1B} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{12}}$$

- q_2 மின்னூட்டமுடைய இரண்டாவது மின்துகளை புள்ளி B - க்கு கொண்டு வர q_1 உருவாக்கிய மின்புலத்திற்கு எதிராக வேலை செய்யப்பட வேண்டும். q_2 – மீது செய்யப்படும் வேலை,

$$W = q_2 V_{1B} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

- இவ்வேலையானது q_1 மற்றும் q_2 மின்துகள் அமைப்பின் நிலைமின்னழுத்த ஆற்றல் (U) ஆக சேமிக்கப்படுகிறது.

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}} \qquad ----(1)$$

- q_1 –ஆல் புள்ளி C –ல் ஏற்படும் மின்னழுத்தம்,

$$V_{1C} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{13}}$$

- q_2 –ஆல் புள்ளி C –ல் ஏற்படும் மின்னழுத்தம்,

$$V_{2C} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_{23}}$$

- இது போல் மூன்றாவது மின்துகள் q_3 –ஐ புள்ளி C - க்கு கொண்டு வர q_1 மற்றும் q_2 உருவாக்கிய மின்புலத்திற்கு எதிராக வேலை செய்யப்பட வேண்டும்.
- எனவே q_3 – மீது செய்யப்படும் வேலை,

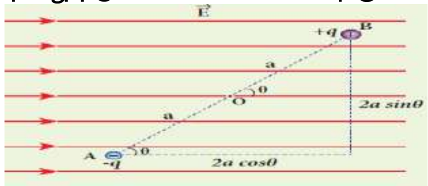
$$W = q_3(V_{1C} + V_{2C}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1}{r_{13}} + \frac{q_2}{r_{23}}\right]$$

$$(or)\ U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}}\right] \qquad ----(2)$$

- எனவே சமன்பாடு (1) மற்றும் (2) இரண்டை கூட்ட, மூன்று மின்துகள்கள் கொண்ட அமைப்பினால் உருவாக்கப்படும் மொத்த நிலை மின்னழுத்த ஆற்றல்,

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}}\right] \qquad ---(3)$$

7. **சீரான மின்புலத்தில் உள்ள இருமுனையின் நிலை மின்னழுத்த ஆற்றலுக்கான கோவையை தருவி.**



- $\vec{E}$ என்ற சீரான மின்புலத்தில் $\vec{p}$ திருப்புதிறன் கொண்ட மின் இருமுனை வைக்கப்பட்டுள்ளது என்க.
- இங்கு இருமுனையின் மீது திருப்புவிசை செயல்பட்டு அதனை புலத்தின் திசையில் ஒருங்கமைக்கிறது.
- எனவே இத்திருப்பு விசைக்கு எதிராக θ' யிலிருந்து θ கோணம் இருமுனையை சுழற்ற புற திருப்பு விசையால் (τ_{ext}) வேலை செய்யப்பட வேண்டும். அதாவது

$$W = \int_{\theta'}^{\theta}\tau_{ext}\,d\theta = \int_{\theta'}^{\theta} p\,E\sin\theta\,d\theta$$

$$W = p\,E\,[-\cos\theta]_{\theta'}^{\theta} = -p\,E\,[\cos\theta - \cos\theta']$$

$$W = p\,E\,[\cos\theta' - \cos\theta]$$

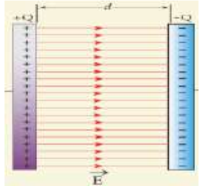
- இவ்வேலையானது இருமுனையின் நிலைமின்னழுத்த ஆற்றலாக (U) சேமிக்கப்படும்.
- தொடக்க கோணம், $\theta' = 90°$ எனக்கொண்டால்,

$$U = W = p\,E\,[\cos 90° - \cos\theta]$$

$$U = -p\,E\cos\theta = -\vec{p}\,.\,\vec{E}$$

- $\theta = 180°$ எனில் மின்னழுத்த ஆற்றல் பெருமமாகும் $\theta = 0°$ எனில் மின்னழுத்த ஆற்றல் சிறுமமாகும்.

8. **இணைதட்டு மின்தேக்கியின் மின்தேக்கு திறனுக்கான கோவையை பெறுக.**



- A - குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு, d- இடைத்தொலைவினால் பிரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள இரு இணைத் தட்டுகளைக் கொண்ட மின்தேக்கியை கருதுவோம்.
- தட்டுகளின் மின்னூட்ட பரப்படர்த்தி σ என்க. எனவே தட்டுகளுக்கிடையேயான மின்புலம்,

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{A\,\varepsilon_0} \qquad ------- (1)$$

- மின்புலம் சீராக இருப்பதால் , தட்டுகளுக்கு இடையேயான மின்னழுத்த வேறுபாடு

$$V = E\,d = \left[\frac{Q}{A\,\varepsilon_0}\right]d \qquad ------ (2)$$

- எனவே மின்தேக்கியின் மின்தேக்கு திறன்,

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\left[\frac{Q}{A\,\varepsilon_0}\right]d} = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \qquad --- (3)$$

- மின்தேக்கு திறன் தட்டின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பிற்கு நேர்தகவிலும் , இடைதொலைவிற்கு எதிர்தகவிலும் உள்ளது.

9. **இணைத்தட்டு மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்படும் ஆற்றலுக்கான கோவையை தருவி.**

- மின்துகள்களையும், மின்னாற்றலையும் சேமிக்கும் கருவி மின்தேக்கி ஆகும்.
- மின்தேக்கியை ஒரு மின்கலனுடன் இணைக்கும் போது, $-Q$ அளவு மின்னூட்ட அளவுடைய எலக்ட்ரான்கள் அதன் ஒரு தட்டிலிருந்து மற்றொரு தட்டுக்கு இடம்பெயர்கின்றன. இதற்கு தேவையான வேலையை மின்கலன் செய்கிறது.
- செய்யப்பட்ட இந்த வேலையே மின்தேக்கியில் நிலை மின்னழுத்த ஆற்றலாகச் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.
- $V-$ மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் $dQ-$ அளவு மின்னூட்டம் கொண்ட மின்துகள்களை நகர்த்த செய்யப்படும் வேலை,

$$dW = V\,dQ = \frac{Q}{C}\,dQ \qquad \left[\because V = \frac{Q}{C}\right]$$

- எனவே மின்தேக்கியை மின்னேற்றம் செய்யத் தேவைப்படும் மொத்த வேலை,

$$W = \int_0^Q \frac{Q}{C}\,dQ = \frac{1}{C}\left[\frac{Q^2}{2}\right]_0^Q = \frac{Q^2}{2\,C}$$

- இந்த வேலை நிலை மின்னழுத்த ஆற்றலாக (U_E) மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்படுகிறது. அதாவது

$$U_E = \frac{Q^2}{2\,C} = \frac{1}{2}\,C\,V^2 \qquad [\because\ Q = C\,V]$$

- ஆனால் நாம் அறிந்தது, $V = E\,d \quad \& \quad C = \frac{\varepsilon_0\,A}{d}$

$$\therefore\ U_E = \frac{1}{2}\,\frac{\varepsilon_0\,A}{d}\,(E\,d)^2 = \frac{1}{2}\,\varepsilon_0\,(A\,d)\,E^2$$

- இங்கு, $(A\,d) \rightarrow$ இரு தட்டுகளுக்கு இடையேயுள்ள பகுதியின் பருமன் **($volume$)**
- எனவே ஓரலகு பருமனில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல் நிலை மின்னழுத்த ஆற்றல் அடர்த்தி **(u_E)** எனப்படும்.

$$u_E = \frac{U_E}{volume} = \frac{1}{2}\,\varepsilon_0\,E^2$$

- இதிலிருந்து இரு தட்டுகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதியில் நிலவும் மின்புலத்தில் தான் ஆற்றல் சேமிக்கப்படுகிறது என்பதை அறியலாம்.
- மின்தேக்கியை மின்னிறக்கம் செய்யும் போது இந்த ஆற்றல் திரும்பப் பெறப்படுகிறது.

10. மின்தேக்கியின் பயன்கள் மற்றும் வரம்புகள் ஆகியவற்றை விளக்குக.

<u>பயன்கள்</u>

- ஒளிப்படக் கருவியில் புகைப்படம் எடுக்கும் போது தெறிப்பொளி வெளிப்படுவதற்கு தேவையான ஆற்றலை ***தெறிப்பு மின்தேக்கி*** அளிக்கிறது
- இதய நிறுத்தம் ஏற்படும் போது, இதய உதறல் நீக்கி என்ற கருவியை பயன்படுத்தி, திடீரென அதிக அளவ மின்னாற்றலை நோயாளியின் நெஞ்சுப் பகுதியில் செலுத்துவதன் மூலம் இதயத் துடிப்பை இயல்புக்க கொண்டு வர முடியம். இச்செயலுக்கு தேவையான கருவியில் $2000\ V$ அளவு மின்னேற்றம் செய்யப்பட்ட $175\ \mu F$ ***மின்தேக்கி*** பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- தானியங்கி எந்திரங்களில், எரியூட்டும் அமைப்புகளில் ***தீப்பொறி உருவாவதை தவிர்க்க*** மின்தேக்கிகள் பயன்படுகின்றன.
- மின்வழங்கிகளில் மின்திறன் ஏற்ற இறக்கத்தை குறைப்பதற்கும், மின்திறன் அனுப்பீட்டில் அதன் ***பயனுறு திறனை அதிகரிக்கச்*** செய்யவும் மின்தேக்கிகள் பயன்படுகின்றன.

<u>குறைபாடுகள்</u>

- மின்தேக்கியை மின்னேற்றம் செய்யும் மின்கலனையோ, மின்வழிங்கியையோ அணைத்த பின்பும், மின்தேக்கியில் தேக்கி வைக்கப்பட்ட மின்துகள்களும், மின்னாற்றலும் சிறிது நேரம் இருக்கும். இது தேவையற்ற மின்அதிர்ச்சியை ஏற்படுத்திவிடும்.

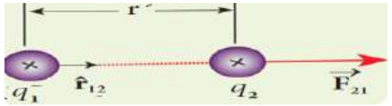
11. நுண்ணலை அடுப்பு பற்றி சிறு குறிப்ப வரைக.

- இது மின் இருமுனையின் மீது செய்படும் திருப்பு விசை என்ற தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்படுகிறது.
- நாம் உண்ணும் உணவில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் நிலையான மின்இருமுனைகள் ஆகும்.
- இந்த அடுப்பு செயல்படும் போது உருவாக்கப்படும் நுண்ணலைகள் அலைவுறும் மின்காந்த புலங்கள் ஆகும்.
- இவை நீர் மூலக்கூறுகள் மீது திருப்பு விசையை செயல்படுத்துவதால், அவை மிக வேகமாக சுழற்றப்படுகின்றன.
- அதிலிருந்து வெப்ப ஆற்றல் உருவாகி, இவ்வெப்பத்தினால் உணவு மிக விரைவாக சூடாக்கப்படுகிறது -

பகுதி – IV 5 மதிப்பெண் வினா – விடைகள்

1. கூலூம் விதி மற்றும் அதன் பல்வேறு தன்மைகள் குறித்து விரிவாகக் கூறுக.

<u>கூலூம் விதி</u>



- q_1 மற்றும் q_2 என்ற இரு நேர் மின்துகள்கள், r இடைதொலைவில் அமைந்தால், q_1 ஆனது q_2 மீது செலுத்தும் விசை

$$\vec{F}_{21} = k\,\frac{q_1\,q_2}{r^2}\,\hat{r}_{12}$$

<u>கூலூம் விதியின் இயல்புகள்</u>

- நிலைமின்னியல் விசையானது, அவ்விரு மின்துகள்களின் மின்னூட்ட மதிப்புகளின் பெருக்குத் தொகைக்கு நேர்தகவிலும், இடைத்தொலைவின் இருமடிக்கு எதிர்தகவிலும் அமையும்
- இவ் விசையானது இரு மின்துகள்களை இணைக்கும் கோட்டின் திசையில் இருக்கும்.
- S.I அலகு முறையில், $k = \frac{1}{4\,\pi\varepsilon_0} = 9\,X\,10^9\ N\,m^2 C^{-2}$ இதில், $\boldsymbol{\varepsilon_0}$ என்பது வெற்றிடத்தின் விடுதிறன். இதன் மதிப்பு $\boldsymbol{\varepsilon_0} = \frac{1}{4\,\pi k} = \mathbf{8.85\,X\,10^{-12}\ C^2\,N^{-1} m^{-2}}$
- ஒரு கூலூம் மின்னூட்ட மதிப்பு கொண்ட ஒரு மீட்டர் இடைவெளியில் வைக்கப்பட்டுள்ள இரு மின்துகள்களுக்கு இடையே செயல்படும் விசையின் மதிப்பு $\mathbf{9\,X\,10^9\ N}$
- எனவே வெற்றிடம் மற்றும் $\boldsymbol{\varepsilon}$ – விடுதிறன் கொண்ட ஊடகத்தில் கூலூம் விதியின் வடிவம்

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\,\pi\varepsilon_0}\,\frac{q_1\,q_2}{r^2}\,\hat{r}_{12}$$

$$\& \quad \vec{F}_{21} = \frac{1}{4\,\pi\varepsilon}\,\frac{q_1\,q_2}{r^2}\,\hat{r}_{12}$$

- இங்கு, $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \boldsymbol{\varepsilon_r}$ → ஊடகத்தின் சார்பு விடுதிறன்
- வெற்றிடம் மற்றும் காற்றுக்கு $\boldsymbol{\varepsilon_r} = \mathbf{1}$ (அலகு இல்லை) மற்ற ஊடகங்களுக்கு $\boldsymbol{\varepsilon_r} > 1$
- கூலூம் விதி நியூட்டனின் ஈர்ப்பியல் விதியின் அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. ஆனால் ஈர்ப்பு விசையயைவிட நிலைமின்விசையின் மதிப்பு மிகவும் அதிகமானது..
- இவ்விசை ஊடகத்தின் தன்மையைச் சார்ந்தது.

- மின்துகள்களின் இயல்பை பொருத்து இது கவரும் விசையாகவோ , விலக்கும் விசையாகவோ இருக்கும்.
- மின்துகள்கள் இயங்கும் போது கூலூம் விசையுடன் சேர்த்து லாரண்ஸ் விசையும் செயல்படும்.
- $\hat{r}_{12} = -\hat{r}_{21}$ என்பதால் $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$ ஆகும். எனவே நிலை மின் விசை நியூட்டன் மூன்றாம் விதிக்கு உட்பட்டது.
- கூலூம் விதியை புள்ளி மின்துகள்களுக்கு மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும். ஆனால் நடைமுறையில், புள்ளி மின்துகள் என்பது சாத்தியமில்லை என்பதால், இடைத்தொலைவை ஒப்பிட மின்துகள்களின் அளவு மிகவும் சிறியதாக இருந்தால் கூலூம் விதியை பயன்படுத்தலாம்.

2. மின்புலத்தை வரையறுத்து அதன் பல்வேறு தன்மைகளை விவாதிக்க.

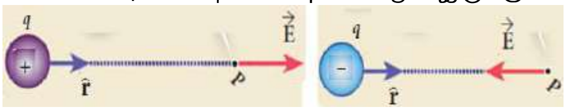
மின்புலம்

- q –என்ற புள்ளி மின்துகளிலிருந்து r – தொலைவில் உள்ள புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட ஓரலகு மின்னூட்டம் கொண்ட மின்துகளால் உணரப்படும் விசையே அப்புள்ளியில் மின்புலம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

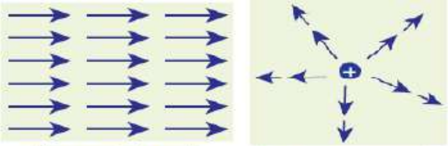
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_o} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{q}{r^2}\,\hat{r}$$

மின்புலத்தின் பண்புகள்

- மின்துகள் நேர்மின்னூட்டம் $(+q)$ கொண்டது எனில், மின்துகளிலிருந்து மின்புலம் வெளிநோக்கிய திசையிலும், எதிர்மின்னூட்டம் $(-q)$ கொண்டது எனில் மின்பும் உள்நோக்கிய திசையிலும் இருக்கும்..



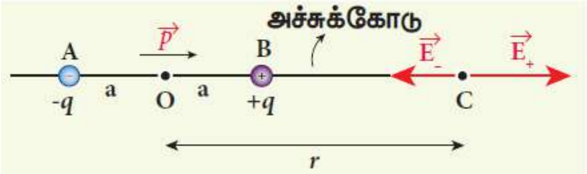
- மின்புலமானது, சோதனை மின்னூட்டத்தை (q_o) சாரந்ததல்ல, ஆனால் மூல மின்துகளின் மின்னூட்டத்தை (q) மட்டுமே சாா்ந்தது.
- மின்புலம் ஒரு வெக்டா் அளவு. எனவே அதற்கு தனித்தவொரு திசையும் எண்மதிப்பும் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் இருக்கும்.
- மின்புலத்தின் மதிப்பு மின்துகளிலிருந்து புள்ளியின் தொலைவுக்கு எதிர்தகவில் உள்ளதால், தொலைவு அதிகரித்தால் மின்புலத்தின் எண்மதிப்பு குறையும்.
- ஒரு புள்ளியில் மின்புலம் $\vec{E}$ எனில், அப்புள்ளியில் வைக்கப்படும் சோதனை மின்துகள் q_o உணரும் விசை : $\vec{F} = q_o\,\vec{E}$
- சோதனை மின்துகள் (q_o) வைக்கப்படும் போது, மூல மின்துகள் (q) நகராமல் இருக்க அல்லது அதன் மின்புலம் பாதிக்காமல் இருக்க q_o –ன் மதிப்பு மிகவும் சிறியதாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.
- மின்னூட்ட தொடர் பரவல்களுக்கும், வரம்பிற்குட்பட்ட மின்னூட்ட பரவல்களுக்கும் தொகையிடல் முறையை பயன்படுத்தி மின்புலம் கணக்கிட வேண்டும்.
- மின்புலம் இரு வகைப்படும். அவைகள்
  1) சீரான மின்புலம் (மாறாத மின்புலம்)
  2) சீரற்ற மின்புலம்



சீரான மின்புலம் சீரற்ற மின்புலம்

3. மின் இருமுனை ஒன்றினால் அதன் அச்சுக்கோட்டில் ஏற்படும் மின்புலத்தைக் கணக்கிடுக.

மின்இருமுனையால் அச்சுக்கோட்டில் மின்புலம்



- X- அச்சில் அமைந்த இருமுனை ஒன்றை கருதுவோம்
- அதன் திருப்பு திறன் $p = 2qa$. மேலும் p –யின் திசையானது $-q$ விலிருந்து $+q$ நோக்கி அமையும்.
- இருமுனையின் மையம் O - விலிருந்து r தொலைவில் அச்சுக்கோட்டில் C – என்ற புள்ளியை கருதுவோம்
- $+q$ ஆல் புள்ளி C – யில் மின்புலம் (BC வழியே)

$$\vec{E}_{+} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{q}{(r-a)^2}\,\hat{p}$$

- $-q$ ஆல் புள்ளி C – யில் மின்புலம் (CA வழியே)

$$\vec{E}_{-} = -\frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{q}{(r+a)^2}\,\hat{p}$$

- $-q$ வை விட $+q$ ஆனது புள்ளி C –க்கு அருகில் உள்ளதால் $\vec{E}_{+} > \vec{E}_{-}$
- எனவே மேற்பொருந்துதல் தத்துவத்தின் படி, புள்ளி C –யில் உருவாகும் மொத்த மின்புலம்

$$\vec{E}_{tot} = \vec{E}_{+} + \vec{E}_{-}$$

$$\vec{E}_{tot} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{q}{(r-a)^2}\,\hat{p} - \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{q}{(r+a)^2}\,\hat{p}$$

$$\vec{E}_{tot} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\,q\left[\frac{1}{(r-a)^2} - \frac{1}{(r+a)^2}\right]\hat{p}$$

$$\vec{E}_{tot} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\,q\left[\frac{(r+a)^2 - (r-a)^2}{(r-a)^2\,(r+a)^2}\right]\hat{p}$$

$$\vec{E}_{tot} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\,q\left[\frac{r^2 + a^2 + 2\,r\,a - r^2 - a^2 + 2\,r\,a}{\langle(r-a)(r+a)\rangle^2}\right]\hat{p}$$

$$\vec{E}_{tot} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\,q\left[\frac{4\,r\,a}{\langle r^2 - a^2\rangle^2}\right]\hat{p}$$

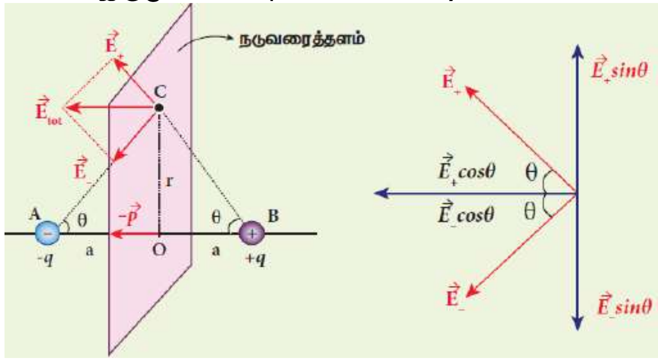
- எனவே மொத்த மின்புலத்தின் திசையானது $\vec{p}$ திசையிலேயே இருக்கும்
- $r \gg a$ எனில், a^2–யை நீக்கலாம். எனவே

$$\vec{E}_{tot} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\,q\left[\frac{4\,r\,a}{r^4}\right]\hat{p} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\,q\left[\frac{4\,a}{r^3}\right]\hat{p}$$

$$\vec{E}_{tot} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{2\,\vec{p}}{r^3} \qquad [\,q\,2a\,\hat{p} = \vec{p}\,]$$

4. மின் இருமுனை ஒன்றினால் அதன் நடுவரைக் கோட்டில் ஏற்படும் மின்புலத்தைக் கணக்கிடுக.

மின்இருமுனையால் நடுவரைக்கோட்டில் மின்புலம்



- X- அச்சில் அமைந்த இருமுனை ஒன்றை கருதுவோம்
- அதன் திருப்பு திறன் $p = 2qa$. மேலும் p –யின் திசையானது $-q$ விலிருந்து $+q$ நோக்கி அமையும்.
- இருமுனையின் மையம் O - விலிருந்து r தொலைவில் நடுவரை தளத்தில் C – என்ற புள்ளியை கருதுவோம்
- $+q$ ஆல் புள்ளி C – யில் மின்புலம் (BC வழியே)

$$|\vec{E}_{+}| = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{q}{(r^2 + a^2)}$$

- $-q$ ஆல் புள்ளி C – யில் மின்புலம் (CA வழியே)

$$|\vec{E}_-| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q}{(r^2 + a^2)}$$

- எனவே, $|\vec{E}_+| = |\vec{E}_-|$
- $\vec{E}_+$ மற்றும் $\vec{E}_-$ இவற்றை இரு கூறுகளாக பகுக்க.
- இதில் $|\vec{E}_+|\sin\theta$ மற்றும் $|\vec{E}_-|\sin\theta$ என்ற செங்குத்து கூறுகள் சமமாகவும், எதிரெதிராகவும் உள்ளதால் ஒன்றையொன்று சமன் செய்து கொள்கின்றன.
- இதில் $|\vec{E}_+|\cos\theta$ மற்றும் $|\vec{E}_-|\cos\theta$ என்ற இணை கூறுகள் ஒரே திசையில் $(-\hat{p})$ உள்ளதால் இவற்றின் கூடுதல் மொத்த மின்புலத்தை தருகிறது. எனவே,

$$\vec{E}_{tot} = |\vec{E}_+|\cos\theta\,(-\hat{p}) + |\vec{E}_-|\cos\theta\,(-\hat{p})$$

$$(or)\quad \vec{E}_{tot} = -2|\vec{E}_+|\cos\theta\,\hat{p}$$

$$\vec{E}_{tot} = -2\left[\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q}{(r^2 + a^2)}\right]\cos\theta\,\hat{p}$$

$$\vec{E}_{tot} = -\left[\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{2q}{(r^2 + a^2)}\right]\frac{a}{(r^2 + a^2)^{\frac{1}{2}}}\hat{p}$$

$$\vec{E}_{tot} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{2qa}{(r^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}\hat{p}$$

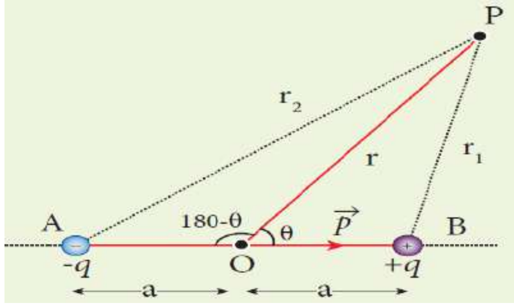
$$\vec{E}_{tot} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{p\,\hat{p}}{(r^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{\vec{p}}{(r^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}$$

- $r \gg a$ எனில், a^2–யை நீக்கலாம். எனவே

$$\vec{E}_{tot} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{\vec{p}}{r^3} \qquad [\,q\,2a\,\hat{p} = p\,\hat{p} = \vec{p}\,]$$

5. மின் இருமுனை ஒன்றினால் ஏற்படும் நிலை மின்னழுத்தத்திற்கான கோவையைப் பெறுக.

<u>மின் இருமுனையால் நிலை மின்னழுத்தம்</u>



- X- அச்சில் அமைந்த இருமுனை ஒன்றை கருதுவோம் அதன் திருப்பு திறன் $p = 2qa$.
- மின் இருமுனையின் நடுப்புள்ளியிலிருந்து r – தொலைவில் உள்ள P – என்ற புள்ளி உள்ளது.
- இருமுனையின் அச்சு AB – க்கும், OP – என்ற கோட்டிற்கும் இடையேயுள்ள கோணம் θ என்க.
- மேலும் $BP = r_1$ மற்றும் $AP = r_2$ என்க.
- $+q$ ஆல் புள்ளி P – யில் மின்னழுத்தம்

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r_1}$$

- $-q$ ஆல் புள்ளி P – யில் மின்னழுத்தம்

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(-q)}{r_2}$$

- புள்ளி P – யில் உருவாகும் மொத்த மின்னழுத்தம்,

$$V = V_1 + V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,q\left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right] \qquad ---(1)$$

- Δ BOP - கொசைன் விதியை பயன்படுத்த,

$$r_1^2 = r^2 + a^2 - 2ra\cos\theta = r^2\left[1 + \frac{a^2}{r^2} - \frac{2a}{r}\cos\theta\right]$$

- $a \ll r$ எனில், $\frac{a^2}{r^2}$–யை நீக்கலாம். எனவே

$$r_1{}^2 = r^2\left[1 - \frac{2a}{r}\cos\theta\right]$$

$$r_1 = r\left[1 - \frac{2d}{r}\cos\theta\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{r}\left[1 - \frac{2a}{r}\cos\theta\right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{r}\left[1 + \frac{a}{r}\cos\theta\right] \qquad ----(2)$$

- Δ AOP - கொசைன் விதியை பயன்படுத்த,

$$r_2^2 = r^2 + a^2 + 2ra\cos\theta = r^2\left[1 + \frac{a^2}{r^2} + \frac{2a}{r}\cos\theta\right]$$

- $a \ll r$ எனில், $\frac{a^2}{r^2}$–யை நீக்கலாம். எனவே

$$r_2{}^2 = r^2\left[1 + \frac{2a}{r}\cos\theta\right]$$

$$r_2 = r\left[1 + \frac{2a}{r}\cos\theta\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{r_2} = \frac{1}{r}\left[1 + \frac{2a}{r}\cos\theta\right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{r_2} = \frac{1}{r}\left[1 - \frac{a}{r}\cos\theta\right] \qquad ----(3)$$

- சமன்பாடு (2) மற்றும் (3) –ஐ, (1) –ல் பிரதியிட

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}q\left\{\frac{1}{r}\left[1 + \frac{a}{r}\cos\theta\right] - \frac{1}{r}\left[1 - \frac{a}{r}\cos\theta\right]\right\}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}\left[1 + \frac{a}{r}\cos\theta - 1 + \frac{a}{r}\cos\theta\right]$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}\frac{2a}{r}\cos\theta = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2qa}{r^2}\cos\theta$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{p}{r^2}\cos\theta \qquad [p = 2qa]$$

$$(or)\quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{\vec{p}\cdot\hat{r}}{r^2} \qquad [p\cos\theta = \vec{p}\cdot\hat{r}]$$

- இங்கு $\hat{r}$ என்பது O -விலிருந்து P–யை நோக்கி செல்லும் ஓரலகு வெக்டர்

<u>வகை 1</u>: $\theta = 0°$; $\cos\theta = 1$ எனில்,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{p}{r^2}$$

<u>வகை 2</u>: $\theta = 180°$; $\cos\theta = -1$ எனில்,

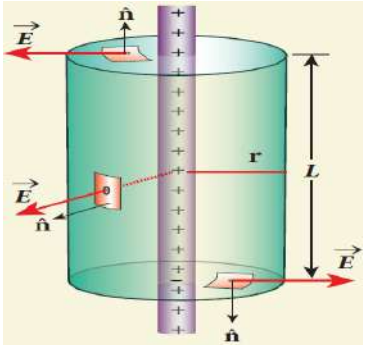
$$V = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{p}{r^2}$$

<u>வகை 3</u>: $\theta = 90°$; $\cos\theta = 0$ எனில்,

$$V = 0$$

6. மின்னூட்டம் பெற்ற முடிவிலா நீளமுள்ள கம்பியினால் ஏற்படும் மின்புலத்திற்கான சமன்பாட்டைப் பெறுக.

<u>மின்னூட்டம் பெற்ற முடிவிலா கம்பியினால் மின்புலம்</u>



- λ – எனும் சீரான மின்னூட்ட நீள் அடர்த்தி கொண்ட முடிவிலா நீளமுடைய கம்பியைக் கருதுவோம்
- கம்பியிலிருந்து r – தொலைவில் உள்ள புள்ளி P–யில் மின்புலம் E – என்க.
- மின்னூட்டம் பெற்ற கம்பியானது, உருளை வடிவ சமச்சீர் தன்மை உடையது. எனவே r – ஆரமும், L – நீளமும் கொண்ட உருளை வடிவ காஸியன் பரப்பைக் கருதுவோம்.

- உருளையின் மேற்பரப்பில் வழியேயான மின்புலபாயம்,

$$\Phi_{top} = \int \vec{E}\,.\,\vec{dA} = \int E\,dA\cos 90° = 0$$

- உருளையின் அடிப்பரப்பின் வழியேயான மின்புலபாயம்,

$$\Phi_{bottom} = \int \vec{E}\,.\,\vec{dA} = \int E\,dA\cos 90° = 0$$

- உருளையின் வளைபரப்பு வழியேயான மின்புலபாயம்,

$$\Phi_{curve} = \int \vec{E}\,.\,\vec{dA} = \int E\,dA\cos 0° = E\int dA$$

$$\Phi_{curve} = E\;2\pi r L$$

- காஸியன் பரப்பிற்கான மொத்த மின்புலபாயம்,

$$\Phi_E = \Phi_{top} + \Phi_{bottom} + \Phi_{curve}$$

$$\boldsymbol{\Phi_E = E\;(2\pi r L)}$$

- காஸ் விதிப்படி, உருளைப் பரப்பிற்கு

$$\Phi_E = \frac{Q_{in}}{\varepsilon_o}$$

$$E\;(2\pi r L) = \frac{\lambda L}{\varepsilon_o}$$

$$\boldsymbol{E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_o r}}$$

- வெக்டர் வடிவில்,

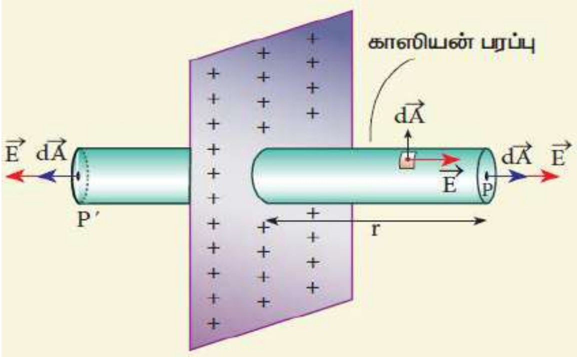
$$\boldsymbol{\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_o r}\,\hat{r}}$$

$\hat{r}$ → வளைபரப்புக்கு செங்குத்தான வெளிநோக்கிய திசையிலுள்ள ஓரலகு வெக்டர்

- இங்கு மின்புலம் $\vec{E}$–யின் திசையானது, $\lambda > 0$ எனில் கம்பிக்குசெங்குத்தாக வெளிநோக்கிய திசையிலும் ($\hat{r}$) $\lambda < 0$ எனில் கம்பிக்கு செங்குத்தாக உள்நோக்கிய திசையிலும் ($-\hat{r}$) இருக்கும்.

7. மின்னூட்டம் பெற்ற முடிவிலா சமதளப் பரப்பினால் ஏற்படும் மின்புலத்திற்கான சமன்பாட்டைப் பெறுக.

<u>மின்னூட்டம் பெற்ற சமதளப்பரப்பால் மின்புலம்</u>



- σ – எனும் சீரான மின்னூட்ட பரப்படர்த்தி கொண்ட முடிவிலா சமதள தட்டு ஒன்றைக் கருதுவோம்
- அத்தட்டிலிருந்து r – தொலைவில் உள்ள புள்ளி P – யில் மின்புலம் E – என்க.
- தட்டிலிருந்து சமதொலைவில் அமைந்த அனைத்து புள்ளிகளிலும் மின்புலத்தின் மதிப்பு சமமாக இருக்கும்.
- மேலும் மின்புலத்தின் திசையானது ஆர வழியே வெளிநோக்கி இருக்கும்.
- $2r$ – நீளமும், A – குறுக்குவெட்டு பரப்பும் உடைய உருளை வடிவ காஸியன் பரப்பைக் கருதுவோம்.
- உருளையின் தட்டை பரப்பு P - வழியே மின்புலபாயம்,

$$\Phi_P = \int \vec{E}\,.\,\vec{dA} = \int E\,dA\cos 0° = \int E\,dA$$

- உருளையின் தட்டை பரப்பு P′ - வழியே மின்புலபாயம்,

$$\boldsymbol{\Phi_{P'}} = \int \vec{E}\,.\,\vec{dA} = \int E\,dA\cos\,0° = \int E\,dA$$

- உருளையின் வளைபரப்பு வழியேயான மின்புலபாயம்,

$$\Phi_{curve} = \int \vec{E}\,.\,\vec{dA} = \int E\,dA\cos\,90° = 0$$

- காஸியன் பரப்பிற்கான மொத்த மின்புலபாயம்,

$$\Phi_E = \Phi_P + \boldsymbol{\Phi_{P'}} + \Phi_{curve}$$

$$\boldsymbol{\Phi_E} = \int E\,dA + \int E\,dA + 0 = 2\;E\int dA$$

$$\boldsymbol{\Phi_E = 2\,E\,A}$$

- காஸ் விதிப்படி, உருளைப் பரப்பிற்கு

$$\Phi_E = \frac{Q_{in}}{\varepsilon_o}$$

$$2\,\mathrm{E}\,\mathrm{A} = \frac{\sigma A}{\varepsilon_o}$$

$$\boldsymbol{\mathrm{E} = \frac{\sigma}{2\,\varepsilon_o}}$$

- வெக்டர் வடிவில்,

$$\boldsymbol{\vec{E} = \frac{\sigma}{2\,\varepsilon_o}\,\hat{n}}$$

$\hat{n}$ → சமதளத்திற்கு செங்குத்தான வெளிநோக்கிய திசையிலுள்ள ஓரலகு வெக்டர்

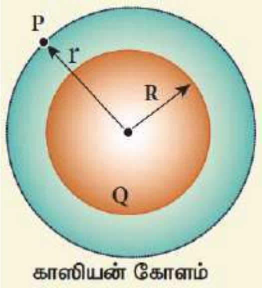
- இங்கு மின்புலம் $\vec{E}$–யின் திசையானது, $\sigma > 0$ எனில் தட்டின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக வெளிநோக்கிய திசையிலும் ($\hat{n}$), $\sigma < 0$ எனில் தட்டின் தளத்திற்கு செங்குத்தாக உள்நோக்கிய திசையிலும் ($-\hat{n}$) இருக்கும்.

8. மின்னூட்டம் சீராக பெற்ற ஒரு கோளக்கூட்டினால் ஏற்படும் மின்புலத்திற்கான சமன்பாட்டைப் பெறுக.

<u>மின்னூட்டம் பெற்ற கோளக்கூட்டினால் மின்புலம்</u>

- R – ஆரமும், Q – மின்னூட்டமும் கொண்ட சீரான மின்துகள் பரவல் பெற்ற உள்ளீடற்ற கோளம் ஒன்றை கருதுவோம்

1) **<u>கோளத்திற்க வெளியில் உள்ள புள்ளயில் ($r > R$)</u>** :



- கோளத்தின் மையத்திலிருந்து r – தொலைவில் வெளிப்புறத்தே உள்ள புள்ளி P – யைக் கருதுவோம்.
- இங்கு $\boldsymbol{Q} > 0$ எனில் மின்புலம் ஆர வழியே வெளிநோக்கிய திசையிலும், $\boldsymbol{Q} < 0$ எனில் ஆர வழியே உள்நோக்கிய திசையிலும் அமையும்.
- r – ஆரம் கொண்ட கோள வடிவ காஸியன் பரப்பினைக் கருதுவோம். இப்பரப்பினால் சூழப்படும் மின்துகள்களின் மின்னூட்டம் Q ஆகும்.
- இங்கு $\vec{E}$ மற்றும் $\vec{dA}$ இரண்டும் ஒரே திசையில் ஆர வழியே வெளிநோக்கி செயல்படுவதால் $\theta = 0°$
- காஸியன் பரப்பின் வழியேயான மின்புல பாயம்,

$$\Phi_E = \oint \vec{E}\,.\,\vec{dA} = \oint E\,dA\cos\,0°$$

$$\boldsymbol{\Phi_E = E\oint dA = E\,(4\pi r^2)}$$

- காஸ் விதியைப் பயன்படுத்த,

$$\Phi_E = \frac{Q_{in}}{\varepsilon_o}$$

$$E\,(4\pi r^2) = \frac{Q}{\varepsilon_o}$$

$$\boldsymbol{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\,\frac{Q}{r^2}}$$

- வெக்டர் வடிவில்,

$$\boldsymbol{\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\,\frac{Q}{r^2}\,\hat{r}}$$

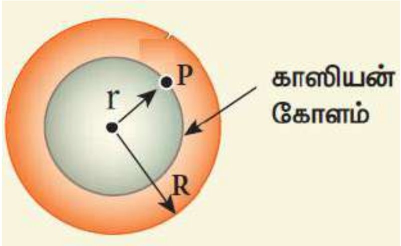
$\hat{r}$ → கோளப்பரப்பின் ஆர வழியே வெளிநோக்கிய திசையிலுள்ள ஓரலகு வெக்டர்

2) **கோளத்தின் புறப்பரப்பில் உள்ள புள்ளியில் ($r = R$) :**

- புள்ளி P –ஆனது கோளத்தின் புறப்பரப்பில் அமைந்தால் $r = R$ ஆகும். எனவே மின்புலமானது

$$\vec{E} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{Q}{R^2}\,\hat{r}$$

3) **கோளத்திற்கு உள்ளே உள்ள புள்ளியில் ($r < R$) :**



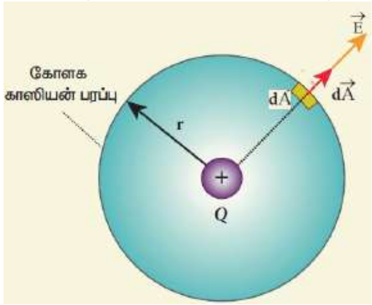
- கோளத்தின் மையத்திலிருந்து $r -$ தொலைவில் உட்புறத்தே உள்ள புள்ளி P – யைக் கருதுவோம்
- $r -$ ஆரம் கொண்ட கோள வடிவ காஸியன் பரப்பினைக் கருதுவோம்.
- இந்த காஸியன் பரப்பினுள் எவ்வித மின்துகள்களும் இல்லை என்பதால் $Q = 0$ ஆகும்.
- காஸ் விதிப்படி,

$$\Phi_E = \oint \vec{E}\,.\,\vec{dA} = \frac{Q_{in}}{\varepsilon_o}$$
$$E\,(4\,\pi\,r^2) = 0$$
$$\mathbf{E = 0}$$

- கோளத்தின் மேற்பரப்பின் மீது மின்துகள்கள் சீராக பரவப் பெற்ற உள்ளீடற்ற *கோளத்தின் உள்ளே அமைந்துள்ள அனைத்து புள்ளிகளிலும் மின்புலம் சுழியாகும்.*

9. **கூலூம் விதியிலிருந்து காஸ் விதியைப் பெறுக.**

கூலூம் விதியிலிருந்து காஸ் விதியை தருவித்தல்



- $+Q$ மின்னூட்ட அளவுடைய மின்துகள் ஒன்றை கருதுவோம்.
- மின்துகளை மையமாகவும், $r -$ ஐ ஆரமாகவும் கொண்ட ஒரு கற்பனை கோளம் ஒன்றை வரைவோம் இது காஸியன் கோளப்பரப்பு எனப்படும்.
- மின்துகள் நிலையமைப்பின் கோளக சமச்சீர் தன்மையால் காஸியன் பரப்பில் உள்ள அனைத்து புள்ளிகளிலும் மின்புலம் $\vec{E}$ –ன் எண்மதிப்பு சமமாக இருக்கும் மற்றும் அதன் திசையானது ஆர வழியே வெளிநோக்கி அமையும்.
- காஸியன் பரப்பில் சோதனை மின்னூட்டம் (q_o) வைக்கப்படும் போது அதன் மீது செயல்படும் நிலைமின் விசையானது, கூலூம் விதிப்படி

$$|\vec{F}| = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{Q\,q_o}{r^2}$$

- எனவே மின்புலம் வரையறைபடி ,

$$|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{q_o} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{Q}{r^2} \qquad ----(1)$$

- இங்கு $\vec{E}$ மற்றும் $\vec{dA}$ இரண்டும் ஒரே திசையில் ஆர வழியே வெளிநோக்கி செயல்படுவதால் $\theta = 0°$
- காஸியன் பரப்பின் வழியேயான மின்புல பாயம்,

$$\Phi_E = \oint \vec{E}\,.\,\vec{dA} = \oint E\,dA\cos 0° = E\oint dA$$

- இங்கு $\oint dA = 4\,\pi\,r^2 \rightarrow$ காஸியன் கோளத்தின் பரப்பு.
- எனவே சமன்பாடு (1) –ஐ பிரதியிட,

$$\Phi_E = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o}\frac{Q}{r^2}\;X\;4\,\pi\,r^2$$
$$\therefore\quad \mathbf{\Phi_E = \frac{Q}{\varepsilon_o}}$$

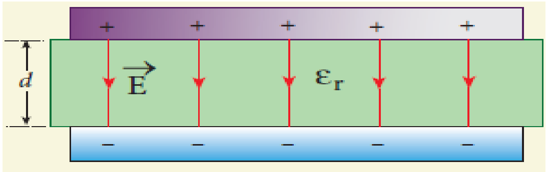
- இதுவே காஸ் விதி எனப்படும்.

முடிவுகள் :

- சூழ்ந்துள்ள பரப்பை கடக்கும் மின்புல பாயமானது, அதனுள் அமைந்த மின்துகள்களை மட்டுமே சார்ந்தது. அப்பரப்புக்கு வெளியே அமைந்துள்ள மின்துகள்கள் மின்பாயத்தை தராது.
- மொத்த மின்பாய மதிப்பானது, சூழும் பரப்பிற்குள்ளே அமைந்துள்ள மின்துகள்களின் அமைவிடத்தை சார்ந்ததல்ல மற்றும் சூழும் பரப்பின் வடிவத்தைச் சார்ந்ததல்ல
- கூலூம் விதியின் மற்றொரு வடிவமே காஸ் விதியாகும். நிலையாக அமைந்த மின்துகள்களுக்கு மட்டுமே கூலூம் விதியை பயன்படுத்த இயலும். ஆனால் இயக்கத்திலுள்ள மின்துகள்களுக்கும் காஸ் விதியை பயன்படுத்தலாம்.

10. **இணைத்தட்டு மின்தேக்கியில் மின்கலனுடன் இணைப்பு துண்டிக்கப்பட்ட நிலையில் மின்காப்பு புகுத்தப்படுவதால் ஏற்படும் விளைவுகளை விரிவாக எழுதுக.**

மின்கலனுடன் இணைப்பு துண்டிக்கப்பட்ட நிலையில் மின்தேக்கியில் மின்காப்பின் விளைவு :



- இணைத்தட்டு மின்தேக்கி ஒன்றை கருதுவோம்.
- இரு தட்டுகளின் குறுக்கு வெட்டு பரப்பு $= A$
  இரு தடடுகளுக்கு இடையேயான தொலைவு $= d$
- V_o மின்னழுத்தமுடைய மின்கலனால் மின்தேக்கியானது Q_o மின்னூட்டம் பெறும் அளவுக்கு மின்னேற்றம் செய்யப்படுகிறது. இந்நிலையில் மின்தேக்கு திறன்,

$$C_o = \frac{Q_o}{V_o}$$

- மின்கலனுடனான இணைப்பைத் துண்டித்து பின்பு, தட்டுகளுக்கு இடையே மின்காப்பு நுழைக்கப்படுகிறது
- இதனால் தட்டுகளுக்கு இடையேயுள்ள மின்புலம் குறையும்.
- மின்காப்பு இல்லாத நிலையில் மின்புலம் $= E_o$
  மின்காப்பை நுழைத்த பிறகு மின்புலம் $= E$
  மின்காப்பின் சார்பு விடுதிறன் (மின்காப்ப மாறிலி)= ε_r

$$\therefore\quad E = \frac{E_o}{\varepsilon_r}$$

- இங்கு $\varepsilon_r > 1$ என்பதால், $E < E_o$ ஆகும்.
- இதனால் தட்டுகளுக்கு இடையேயான மின்னழுத்த வேறுபாடு குறையும். மின்கலன் இணைப்பு துண்டிக்கப்பட்டுள்ளதால், மின்னூட்டம் (Q_o) மாறாது.

$$V = E\,d = \frac{E_o}{\varepsilon_r}\,d = \frac{V_o}{\varepsilon_r}$$

- எனவே மின்காப்பு பெற்ற மின்தேக்கியின் மின்தேக்கு திறன்

$$C = \frac{Q_o}{V} = \frac{Q_o}{\left[\frac{V_o}{\varepsilon_r}\right]} = \varepsilon_r\,\frac{Q_o}{V_o} = \varepsilon_r\,C_o$$

- இங்கு $\varepsilon_r > 1$ என்பதால், $C > C_o$ ஆகும். எனவே மின்காப்பை புகுத்திய பின் மின்தேக்குதிறன் அதிகரிக்கும்.

- நாம் அறிந்தது, $C_o = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$
- எனவே

$$C = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 A}{d} = \frac{\varepsilon A}{d}$$

- இங்கு, $\varepsilon_r \varepsilon_0 = \varepsilon \rightarrow$ மின்காப்பு ஊடகத்தின் விடுதிறன்
- இதேபோல் மின்காப்பை நுழைக்கும் முன் மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல்,

$$U_o = \frac{1}{2}\frac{Q_o^2}{C_o}$$

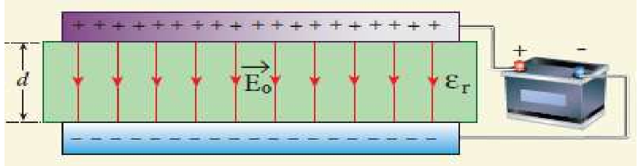
- மின்காப்பு நுழைக்கப்பட்ட பின்பு,

$$U = \frac{1}{2}\frac{Q_o^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{Q_o^2}{\varepsilon_r C_o} = \frac{U_o}{\varepsilon_r}$$

- இங்கு $\varepsilon_r > 1$ என்பதால், $U < U_o$ ஆகும். எனவே மின்காப்பை புகுத்தும் போது அதை மின்தேக்கி இழுப்பதால், ஆற்றல் செலவிடப்பட்டு மின்தேக்கியின் ஆற்றல் அளவு குறைகிறது.

11. **இணைத்தட்டு மின்தேக்கியில் மின்கலனுடன் இணைக்கப்பட்ட நிலையில் மின்காப்பு புகுத்தப்படுவதால் ஏற்படும் விளைவுகளை விரிவாக எழுதுக.**

<u>மின்கலனுடன் இணைக்கப்பட்ட நிலையில் மின்தேக்கியில் மின்காப்பின் விளைவு</u> :



- இணைத்தட்டு மின்தேக்கி ஒன்றை கருதுவோம்.
- இரு தட்டுகளின் குறுக்கு வெட்டு பரப்பு $= A$
  இரு தட்டுகளுக்கு இடையேயான தொலைவு $= d$
- V_o மின்னழுத்தமுடைய மின்கலனால் மின்தேக்கியானது Q_o மின்னூட்டம் பெறும் அளவுக்கு மின்னேற்றம் செய்யப்படுகிறது. இந்நிலையில் மின்தேக்கு திறன்,

$$C_o = \frac{Q_o}{V_o}$$

- மின்கலனுடனான இணைப்பு உள்ள நிலையிலேயே தட்டுகளுக்கு இடையே மின்காப்பு நுழைக்கப்பபடுகிறது
- இதனால் தட்டுகளுக்கு மின்துகள்களின் அளவு அதிகரிக்கும்.
- மின்காப்பு இல்லாத நிலையில் மின்னூட்டம் $= Q_o$
  மின்காப்பை நுழைத்த பிறகு மின்னூட்டம் $= Q$
  மின்காப்பின் சார்பு விடுதிறன் (மின்காப்ப மாறிலி)$= \varepsilon_r$

$$\therefore \quad Q = \varepsilon_r Q_o$$

- இங்கு $\varepsilon_r > 1$ என்பதால், $Q < Q_o$ ஆகும்.
- மின்கலனுடன் மின்தேக்கியானது இணைக்கப்பட்ட நிலையிலேயே மின்காப்பை நுழைத்தால், அம்மின்னழுத்த வேறுபாடு மாறாது.
- ஆனால் மின்துகள்களின் அளவு அதிகரிப்பதால், மின்தேக்கு திறனும் அதிகரிக்கிறது. எனவே புதிய மின்தேக்குதிறன்,

$$C = \frac{Q}{V_o} = \frac{\varepsilon_r Q_o}{V_o} = \varepsilon_r C_o$$

- இங்கு $\varepsilon_r > 1$ என்பதால், $C > C_o$ ஆகும். எனவே மின்காப்பை புகுத்திய பின் மின்தேக்குதிறன் அதிகரிக்கும்.
- நாம் அறிந்தது, $C_o = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$
- எனவே

$$C = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 A}{d} = \frac{\varepsilon A}{d}$$

- இங்கு, $\varepsilon_r \varepsilon_0 = \varepsilon \rightarrow$ மின்காப்பு ஊடகத்தின் விடுதிறன்
- இதேபோல் மின்காப்பை நுழைக்கும் முன் மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றல்,

$$U_o = \frac{1}{2} C_o V_o^2$$

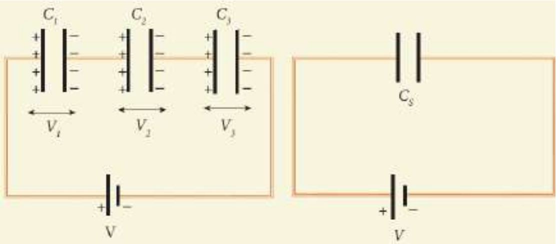
- மின்காப்பு நுழைக்கப்பட்ட பின்பு,

$$U = \frac{1}{2} C V_o^2 = \frac{1}{2}\varepsilon_r C_o V_o^2 = \varepsilon_r U_o$$

- இங்கு $\varepsilon_r > 1$ என்பதால், $U > U_o$ ஆகும். எனவே இந்த வகையில் மின்காப்பை புகுத்துவதால் மின்தேக்கியின் ஆற்றல் அதிகரிக்கும்.

12. **தொடரிணைப்பு மற்றும் பக்க இணைப்பில் மின்தேக்கிகள் இணைக்கப்படும் போது விளையும் தொகுபயன் மின்தேக்கு திறனுக்கான சமன்பாடுகளைப் பெறுக.**

<u>தொடரிணைப்பில் மின்தேக்கிகள்</u> :



- C_1, C_2, C_3 மின்தேக்கு திறன்கள் கொண்ட மூன்று மின்தேக்கிகள் தொடராக இணைக்கப்பட்டு, இத்தொகுப்பு V மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மின்கலனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.
- தொடர் இணைப்பில்,
  1) ஒவ்வொரு மின்தேக்கியும் சம அளவு மின்னூட்டம் (Q) கொண்ட மின்துகள்களை கொண்டிருக்கும்
  2) ஆனால் ஒவ்வொரு மின்தேக்கிக்கு குறுக்கே நிலவும் மின்னழுத்த வேறுபாடு வெவ்வேறாக இருக்கும்.
- C_1, C_2, C_3 குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்து வேறுபாடுகள் முறையே V_1, V_2, V_3 எனில்,

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} \qquad [\because Q = C V]$$

$$V = Q\left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right] \qquad ------(1)$$

- தொடரிணைப்பின் தொகுபயன் மின்தேக்க திறன் C_S எனில்,

$$V = \frac{Q}{C_S} \qquad ------(2)$$

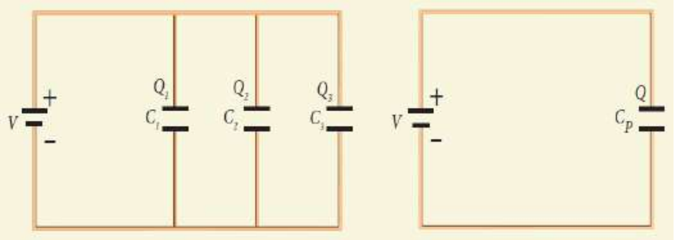
- சமன்பாடு (1) மற்றும் (2) –லிருந்து

$$\frac{Q}{C_S} = Q\left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right]$$

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

- எனவே *மின்தேக்கிகள் தொடரிணைப்பில் உள்ளபோது தொகுபயன் மின்தேக்குத்திறனின் தலைகீழ் மதிப்பானது, ஒவ்வொரு மின்தேக்குதிறனின் தலைகீழ் மதிப்புகளின் கூடுதலுக்குச் சமமாகும்.*
- மேலும் தொகுபயன் மின்தேக்குதிறனின் மதிப்பானது (C_S) தொடரிணைப்பிலுள்ள மிகக்குறைந்த தனித்த மின்தேக்குதிறனை விட எப்போதும் குறைவாகவே இருக்கும்.

<u>பக்க இணைப்பில் மின்தேக்கிகள்</u> :



- C_1, C_2, C_3 மின்தேக்கு திறன்கள் கொண்ட மூன்று மின்தேக்கிகள் பக்கஇணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு, இத்தொகுப்பு V மின்னழுத்த வேறுபாடு கொண்ட மின்கலனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

- பக்க இணைப்பில்,
  1) ஒவ்வொரு மின்தேக்கிக்கு குறுக்கே நிலவும் மின்னழுத்த வேறுபாடு (V) சமமாக இருக்கும்
  2) ஆனால் ஒவ்வொரு மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்படும் மின்துகள்களின் அளவு வெவ்வேறாக இருக்கும்.
- C_1, C_2, C_3 மின்தேக்குதிறன்கள் கொண்ட மின்தேக்கியில் சேமிக்கப்பட்ட மின்துகள்கள் அளவு முறையே Q_1, Q_2, Q_3 எனில்,

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$
$$Q = C_1 V + C_2 V + C_3 V \qquad [\because Q = C V]$$
$$Q = V\,[C_1 + C_2 + C_3] \qquad ------(1)$$

- பக்க இணைப்பின் தொகுபயன் மின்தேக்க திறன் C_P எனில்,

$$Q = C_P\, V \qquad ------(2)$$

- சமன்பாடு (1) மற்றும் (2) –லிருந்து

$$C_P\, V = V\,[C_1 + C_2 + C_3]$$
$$\boldsymbol{C_P = C_1 + C_2 + C_3}$$

- மின்தேக்கிகள் பக்க இணைப்பில் உள்ளபோது, அவற்றின் *தொகுபயன் மின்தேக்கு திறன் ஆனது, தனித்தன மின்தேக்கிகளின் மின்தேக்குதிறன்களின் கூடுதலுக்குச் சமம்.*
- மேலும் தொகுபயன் மின்தேக்குதிறனின் மதிப்பானது ($\boldsymbol{C_P}$) பக்க இணைப்பிலுள்ள அதிகபட்ச தனித்த மின்தேக்குதிறனை விட எப்போதும் அதிகமாக இருக்கும்.

13. கடத்தியில் மின்துகள்களின் பரவலைப் பற்றி விரிவாக எழுதுக. மின்னல் கடத்தியின் தத்துவத்தை விளக்குக.

- A மற்றும் B என்ற இரு மின்கடத்தும் கோளங்கள் ஒரு மெல்லிய கடத்து கம்பியினால் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இங்கு $\boldsymbol{r_1 > r_2}$
- Q -அளவு மின்னூட்டம் அளிக்கப்படும் போது, இரு கோளங்களின் மின்னழுத்தம் சமமாகும் வரை இம்மின்துகள்கள் இரு கோளப்பரப்பில் சீராக பரவும்.
- இரு கோளப்பரப்பிலும் மின்துகள்கள் சீராக பரவுவதால. அவை நிலை மின்சமநிலையை அடையும்.
- இச்சமநிலையில், A மற்றும் B மின்னூட்ட பரப்படர்த்திகள் முறையே σ_1 மற்றும் σ_2 எனில்,

A - யின் மீதான மின்னூட்ட அளவு $= q_1 = \sigma_1 4\pi r_1^2$
B - யின் மீதான மின்னூட்ட அளவு $= q_2 = \sigma_2 4\pi r_2^2$

- எனவே மொத்த மின்னூட்ட அளவு : $q_1 + q_2 = Q$
- இங்கு கோளத்தின் உட்புறம் எவ்வித நிகர மின்னூட்டமும் இருக்காது.
- A மற்றும் B பரப்பில் மின்னழுத்தம்,

$$V_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_1} \qquad \& \qquad V_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_2}$$

- நிலைமின் சமநிலையில், $V_A = V_B$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_2}$$
$$\frac{q_1}{r_1} = \frac{q_2}{r_2}$$
$$\frac{\sigma_1 4\pi r_1^2}{r_1} = \frac{\sigma_2 4\pi r_2^2}{r_2}$$
$$\sigma_1 r_1 = \sigma_2 r_2$$
$$(or) \qquad \boldsymbol{\sigma r = constant}$$

- அதாவது, கோளத்தின் மின்னூட்டப் பரப்படர்த்தி ஆனது அதன் ஆரத்திற்கு எதிர்தகவில் உள்ளது.
- எனவே ***ஆரம் குறைவாக இருந்தால் மின்னூட்ட பரப்படர்த்தி அதிகமாக இருக்கும் (அல்லது) ஆரம் அதிகமாக இருந்தால், மின்னூட்டப் பரப்படர்த்தி குறைவாக இருக்கும்.***

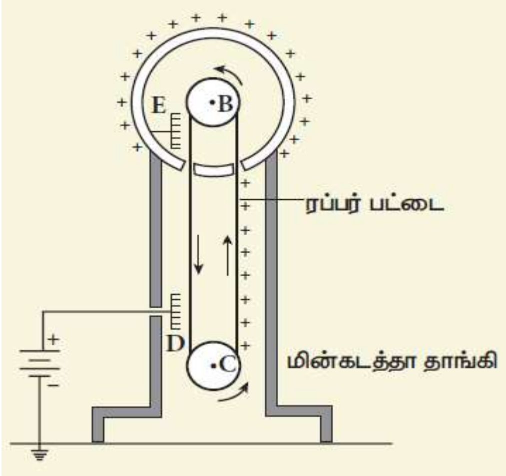
<u>**கூர்முனை நிகழ்வு (மின்னல் கடத்தியின் தத்துவம்)**</u>

- கூர்முனையின் வளைவு ஆரம் மிக மிக குறைவு என்பதால், அவ்விடத்தில் மின்னூட்ட பரப்படர்த்தி மிக மிக அதிகமாகும். அதாவது கூர்முனைகளில் மின்துகள்கள் அதிமாக குவிகின்றன.
- இதனால் கூர்முனைக்கு அருகே வலியான மின்புலம் உருவாகி அப்பகுதியிலுள்ள காற்றை அயனியாக்கும்.
- இதனால் கூர்முனைக்கு அருகே உள்ள நேர் மின் துகள்கள் விரட்டப்படுகின்றன, எதிர் மின் துகள்கள் கூர்முனையை நோக்கி கவரப்படுகின்றன.
- இதனால் கடத்தியின் கூர் முனைப் பகுதியிலுள்ள மின்துகள்களின் மொத்த மின்னூட்ட மதிப்பு குறைகிறது. இதையே கூர்முனை செயல்பாடு அல்லது ஒளி வட்ட மின்னிறக்கம் என்பர்.

இந்நிகழ்வு மின்னல் கடத்தி மற்றும் வான் டி கிரா.ஃப் மின்னியற்றிகளில் பயன்படுகிறது

14. வாண்டி கிராப் மின்னியற்றியின் அமைப்பு மற்றும் வேலை செய்யும் விதத்தை விரிவாக விளக்கவும்.

<u>வாண்டி கிராப் மின்னியற்றி</u> :



- இதனை வடிவமைத்தவர் ராபர்ட் வான் டி கிராப் ஆவார்.
- இது $10^7\ V$ அளவிலான மிக அதிக நிலை மின்னழுத்த வேறுபாட்டை உருவாக்கும் கருவியாகும்..

<u>தத்துவம்</u> :

- நிலைமின்தூண்டல்
- கூர்முனைச் செயல்பாடு

<u>அமைப்பு</u> :

- இதில் மின்காப்பு பெற்ற தாங்கியின் மீது ஒரு பெரிய உள்ளீடற்ற மின்கடத்தும் கோளம் பொருத்தப்பட்டு உள்ளது.
- கோளத்தின் மையத்தில் B -என்ற கப்பியும், தாங்கியின் அடிப்பகுத்திக்கு அருகில் C -என்ற கப்பியும் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.
- இரு கப்பிகளின் வழியே பட்டு அல்லது இரப்பரால் செய்யப்பட்ட மின்கடத்தாப் பட்டை ஒன்று செல்கிறது.
- கப்பி C –ஆனது மின்மோட்டாரால் இயக்கப்படுகிறது
- இரு கப்பிகளுக்கு அருகே கூர்முனைகள் கொண்ட D மற்றும் E ஆகிய இரு சீப்பு வடிவக் கடத்திகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.
- மின்வழங்கியின் மூலம் $10^4\ V$ அளவிலான நேர்மின்னழுத்த வேறுபாடு சீப்பு D - க்கு அளிக்கப்படுகிறது.
- சீப்பு E - ஆனது கோளக்கூட்டின் உட்புறம் இணைக்கப்படுகிறது.

செயல்பாடு :

- கூர்முனை செயல்பாட்டினால் சீப்பு D - க்கு அருகிலுள்ள உயர் மின்புலத்தினால் அதன் அருகே உள்ள காற்று அயனியாக்கப்படுகிறது.
- இதன் நேர்மின்துகள்கள் பட்டையை நோக்கியும், எதிர்மின்துகள்கள் சீப்பு D–ஐ நோக்கியும் நகர்கின்றன.
- இந்த நேர்மின்துகள்கள் பட்டையில் ஒட்டிக்கொண்டு மேல்நோக்கிச் செல்கின்றன.
- அவை சீப்பு E –ஐ நெருங்கும் போது நிலைமின்தூண்டலால் அதிக அளவிலான எதிர் மற்றும் நேர் மின்துகள்கள் சீப்பின் இருமுனைகளிலும் உருவாகின்றன.
- மேலும் நேர் மின்துகள்கள் சீப்பு E – யிலிருந்து விரட்டப்பட்டு கோளத்தின் புறப்பகுதியை அடைகின்றன.
- கோளம் கடத்தும் பொருளானதால், நேர்மின்துகள்கள் கோளத்தின் புறப்பரப்பில் சீராகப் பரவுகின்றன.
- அதேசமயம் சீப்பு E –யில் ஏற்படும் கூர்முனை செயல்பாட்டால், பட்டையில் உள்ள நேர்மின்துகள்களை காற்றில் உள்ள எதிர்மின்துகள்கள் சமன்செய்கின்றன.
- இதனால் பட்டை கீழிறங்கும் போது மின்னூட்டமற்ற நிலையை அடைகிறது.
- இந்நிகழ்வு மீண்டும் மீண்டும் நடைபெறுவதால் கோளத்தின் புறப்பரப்பில் ஏறக்குறைய $10^7\ V$ அளவு மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அடையும் வரை தொடரும்.
- கோளத்தில் மின்துகள்களை ஏற்கமுடியாத நிலையை எட்டியவுடன் காற்றின் அயனியாக்கம் காரணமாக மின்துகள்கள் கசியத் தொடங்குகின்றன.
- உயர் அழுத்தத்தில் வாயு நிரப்பப்பட்ட எஃகுக் கலத்தினால் கோளத்தை மூடுவதன் மூலம் கோளத்திலிருந்து மின்துகள்களின் கசிவினைக் குறைக்கலாம்.

பயன்பாடு :

- வான் டி கிராப் இயற்றியின் மூலம் பெறப்படும் உயர்மின்னழுத்த வேறுபாடு அணுக்கருப் பிளவையில் பயன்படும் நேர் அயனிகளை (புரோட்டான்கள் மற்றும் டியூட்டிரான்கள்) முடுக்குவிக்கப் பயன்படுகிறது.