अध्याय-2 स्थिर वैद्युत विभव एवं धारिता

→ विद्युत विभव [Electric Potential]

Youtube video के लिए type करे BCS12Th-#17

→ किसी प्रति एकांक धनावेश को अनन्त से विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु तक विद्युत क्षेत्र के विरूद्ध लाने मे किया गया कार्य, विद्युत विभव कहलाता है।

→ यदि किसी आवेश q_0 को अनन्त से विद्युत क्षेत्र के बिन्दु A तक लाने मे किया गया कार्य $W_{A\infty}$ है तो विद्युत विभव (V)

$$V = \frac{W_{A\infty}}{q_0}$$

→ किसी आवेश को अनन्त से विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु तक लाने मे किया गया कार्य विद्युत स्थितिज ऊर्जा के बराबर होता है, अतः विद्युत विभव को निम्न प्रकार भी लिखा जा सकता है।

$$V = \frac{U}{q_0}$$

→ विद्युत विभव एक अदिश राशि होती है।

→ विद्युत विभव का मात्रक

$$V \text{ का मात्रक} = \frac{W}{q_0} \text{ का मात्रक}$$

$$= \frac{\text{जूल}(J)}{\text{कुलाम}(C)} = \text{वोल्ट}(V)$$

विद्युत विभव का मात्रक = वोल्ट (Volt)

→ 1 वोल्ट की परिभाषा :-

हम जानते हैं $V = \frac{W}{q_0}$ यदि $q_0 = 1C$ तथा $W = 1J$

तो $V = \frac{1J}{1C} = 1\,\text{Volt}$

अर्थात् " किसी प्रति एकांक धनावेश को अनन्त से विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु तक लाने में किया गया कार्य 1 जूल हो तो विद्युत विभव 1 वोल्ट होगा"

→ विद्युत विभव (V) की विमा :-

$$V \text{ की विमा} = \frac{W}{q} \text{ की विमा}$$

$$= \frac{[M^1L^2T^{-2}]}{[A^1T^1]}$$

$$V \text{ की विमा} = [M^1L^2T^{-3}A^{-1}]$$

⇒ विद्युत विभवान्तर [Electric Potential Difference] :-

→ किसी प्रति एकांक धनावेश को विद्युत क्षेत्र के एक बिन्दु से दुसरे बिन्दु तक ले जाने मे किया गया कार्य, विद्युत विभवान्तर कहलाता है।

→ माना किसी आवेश q_0 को विद्युत क्षेत्र के बिन्दु A से बिन्दु B तक ले जाने मे किया गया कार्य W_{BA} है तो विद्युत विभवान्तर (V_{BA})

$$\text{विद्युत विभवान्तर} (V_{BA}) = V_B - V_A = \frac{W_{BA}}{q_0}$$

→ विद्युत विभवान्तर का मान बिन्दु A व बिन्दु B के विद्युत विभवों के अन्तर के तुल्य होता है।

→ विभवान्तर भी अदिश राशि होती है।

→ विभवान्तर का भी मात्रक - वोल्ट होता है।

→ विभवान्तर की विमा = $[M^1L^2T^{-3}A^{-1}]$ (विद्युत विभव के समान)

Note -

→ विद्युत विभव किसी भाग पर विद्युत क्षेत्र का अदिश रूप होता है।

→ पृथ्वी के विद्युत विभव को मानक विभव लिया गया है। पृथ्वी के विभव को शून्य लिया गया है।

→ आवेशों का प्रवाह सदैव उच्च विभव से निम्न विभव की ओर होता है।

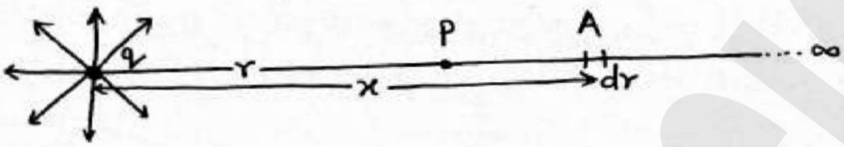
→ धनावेशित वस्तु पृथ्वी के सापेक्ष उच्च विभव पर तथा ऋणावेशित वस्तु पृथ्वी के सापेक्ष निम्न पर होती है। (इलेक्ट्रॉन (ऋण) निम्न विभव से उच्च विभव की ओर चलते है।

→ अनन्त पर भी विभव का मान शून्य माना गया है। (मानक विभव)

→ बिन्दु आवेश के कारण विभव [Potential due to Point Charge]

→ माना एक बिन्दु आवेश q है जिससे r दूरी पर बिन्दु P स्थित है जिस पर हमें विद्युत विभव ज्ञात करना है।

→ इसके लिए हम एक परीक्षण आवेश q_0 को अनन्त से बिन्दु P तक लेकर आने में किया गया कार्य ज्ञात करेंगे।



→ परीक्षण आवेश q_0 तथा आवेश q के मध्य लगने वाला बल (बिन्दु A पर)

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_0}{x^2}\hat{x} \quad \text{—①}$$

→ आवेश q_0 को dx विस्थापन देने मे किया गया कार्य

$$dw = \vec{F}.\vec{dx} = F dx \cos 180^\circ = -F dx$$

समी.① को उपरोक्त समी. मे रखने पर

$$dw = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_0}{x^2}dx$$

→ आवेश q_0 को अनन्त से r दूरी तक (बिन्दु A तक) लाने मे किया गया कार्य

$$W = \int dw = -\int_{\infty}^{r}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_0}{x^2}dx$$

$$W = -\frac{qq_0}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\infty}^{r}\frac{1}{x^2}dx = -\frac{qq_0}{4\pi\varepsilon_0}\int_{\infty}^{r}x^{-2}dx$$

$$W = \frac{-qq_0}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{x^{-2+1}}{-2+1}\right]_{\infty}^{r} \qquad \left[\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c\right.$$

$$W = -\frac{qq_0}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{x^{-1}}{-1}\right]_{\infty}^{r} = \frac{qq_0}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{x}\right]_{\infty}^{r}$$

$$W = \frac{qq_0}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty}\right] = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_0}{r} \quad \text{—②}$$

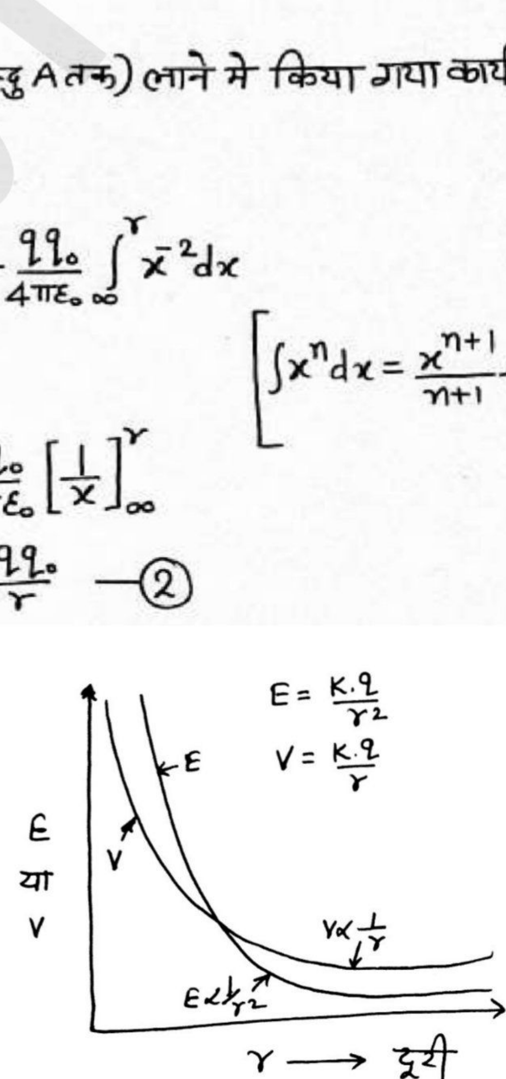
→ विद्युत विभव की परिभाषा से

$$V = \frac{W}{q_0}$$

समी② को उपरोक्त समी.मे रखने पर

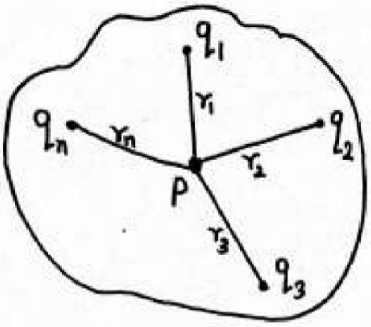
$$V = \frac{1}{q_0} \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{qq_0}{r}$$

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



→ आवेशों के निकाय के कारण विद्युत विभव [Potential due to N-point Charge]

→ माना बहुआवेशों के निकाय मे $q_1, q_2, q_3, \ldots q_n$ आवेश स्थित है, निकाय मे स्थित बिन्दु P पर विद्युत विभव ज्ञात करना है।



→ इन आवेशों की बिन्दु P से दूरी क्रमशः $r_1, r_2, r_3 \ldots r_n$ है।

→ बिन्दु P पर कुल विद्युत विभव अलग-अलग आवेशों के कारण उत्पन्न विभवों के बीजगणितीय योग के बराबर होता है।

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_n \quad \text{—} \ (1)$$

→ आवेश q_1 के कारण बिन्दु P पर विभव

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1}{r_1} \quad \text{—} \ (2)$$

आवेश q_2 के कारण बिन्दु P पर विभव $\quad V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_2}{r_2}$ — (3)

आवेश q_3 के कारण बिन्दु P पर विभव $\quad V_3 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_3}{r_3}$ — (4)

इसी प्रकार q_n के कारण P पर विभव $\quad V_n = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_n}{r_n}$ — (5)

समी. (2), (3), (4) व (5) को समी. (1) में रखने पर

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_1} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_2} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_3}{r_3} + \cdots + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_n}{r_n}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} + \cdots + \frac{q_n}{r_n}\right]$$

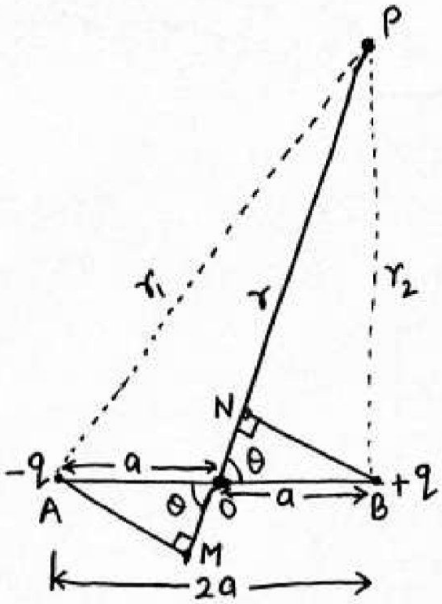
$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{r_i}}$$

Youtube video के लिए **type** करे
BCS12Th-#18

⇒ विद्युत द्विध्रुव के कारण विद्युत विभव [Electric potential due to Electric dipole]

→ माना एक विद्युत द्विध्रुव AB है, जिसके बिन्दु A पर +q तथा बिन्दु B पर +q आवेश है, द्विध्रुव के केन्द्र O से r दूरी व θ कोण पर बिन्दु P स्थित है जिस पर हमें विद्युत विभव ज्ञात करना है।

BCS BASIC PHYSICS



→ बिन्दु A से P की दूरी r_1 तथा बिन्दु B से P की दूरी r_2 है तो

→ −q आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(-q)}{r_1} \quad \text{—— (1)}$$

→ +q आवेश के कारण बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{(+q)}{r_2} \quad \text{—— (2)}$$

→ अतः विद्युत द्विध्रुव के कारण बिन्दु P पर कुल विद्युत विभव

$$V = V_1 + V_2$$

समी (1) व (2) को उपरोक्त समी॰ मे रखने पर

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

$$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}\right] \quad \text{—— (3)}$$

→ बहुत छोटे द्विध्रुव के लिए $r_1 = AP \simeq MP = MO + OP$

चित्र से ΔAMO से $\cos\theta = \frac{\text{आधार}}{\text{कर्ण}} = \frac{MO}{AO} \Rightarrow MO = AO\cos\theta = a\cos\theta$

तो $r_1 = r + a\cos\theta$ —— (4)

तथा $r_2 = BP \simeq NP = OP - ON$

चित्र से ΔOBN से $\cos\theta = \frac{\text{आधार}}{\text{कर्ण}} = \frac{ON}{OB} \Rightarrow ON = OB\cos\theta = a\cos\theta$

तो $r_2 = r - a\cos\theta$ —— (5)

→ समी. (4) व (5) को समी (3) मे रखने पर

$$V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{r + a\cos\theta - r + a\cos\theta}{(r + a\cos\theta)(r - a\cos\theta)}\right] = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2a\cos\theta}{(r^2 - a^2\cos^2\theta)}$$

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p\cos\theta}{(r^2 - a^2\cos^2\theta)}} \qquad [p = q.2a]$$

→ यदि $r^2 >> a^2$ तो r^2 की तुलना में $a^2\cos^2\theta$ को नगण्य मानने पर

तो
$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{P\cos\theta}{r^2}$$

→ सदिश रूप मे, बिन्दु $P(r,\theta)$ पर विद्युत विभव
$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{\vec{P}\cdot\vec{r}}{r^3}$$

→ स्थिति-I विद्युत द्विध्रुव की अक्ष पर विद्युत विभव $\theta = 0° \Rightarrow \cos 0° = 1$
$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{P}{r^2}$$

→ स्थिति-II विद्युत द्विध्रुव की निरक्ष पर विद्युत विभव i.e $\theta = 90°$

$\cos 90° = 0$ तो $V = 0$

Youtube video के लिए type करे BCS12Th-#19

➡ समविभव पृष्ठ (Equipotential Surface) :-

→ विद्युत क्षेत्र मे स्थित ऐसा पृष्ठ जिसके सभी बिन्दुओं पर विद्युत विभव समान हो समविभव पृष्ठ कहलाता हैं।

→ समविभव पृष्ठ के गुणधर्म -

1. सम विभव पृष्ठ के सभी बिन्दुओं पर विभव समान होता है।

   समविभव पृष्ठ पर विभव = constant

2. सम विभव पृष्ठ के दो बिन्दुओं के मध्य का विभवान्तर शून्य होता है।

   विभवान्तर $= V_A - V_B = V - V = 0$

3. समविभव पृष्ठ पर किसी आवेश को एक बिन्दु से दुसरे बिन्दु तक ले जाने में किया गया कार्य शून्य होता है।

   $W = q \times$ विभवान्तर $= q(V_A - V_B) = q(V - V) = q \times 0 = 0$

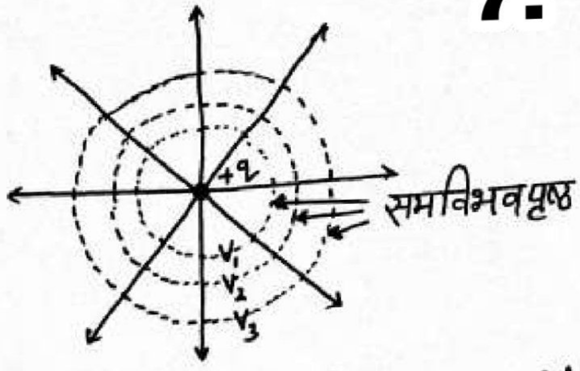
4. विद्युत क्षेत्र की दिशा सदैव समविभव पृष्ठ के लम्बवत होती है।
5. दो समविभव पृष्ठ कभी भी एक-दुसरे को प्रतिच्छेद नही करते क्योंकि कटान बिन्दु पर विभव के दो मान होंगे जो कि सम्भव नही हैं।
6. किसी चालक की सतह सदैव समविभव पृष्ठ होती है।

→ समविभव पृष्ठ के उदाहरण

a) बिन्दु आवेश के लिए :-

हम जानते हैं, बिन्दु आवेश के लिए

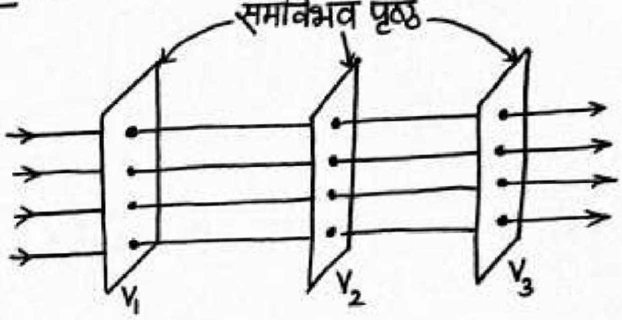
विद्युत विभव $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$



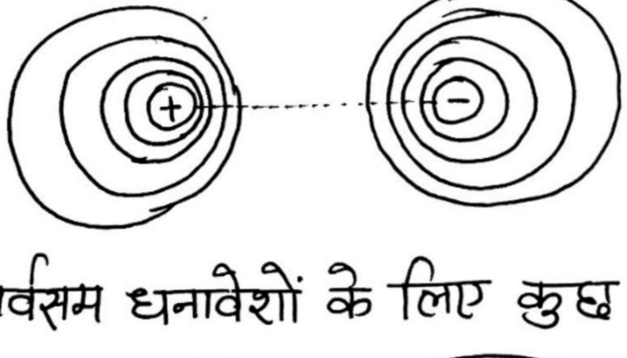
दूरी r के अलग-अलग मान के लिए अलग-अलग गोलीय समविभव पृष्ठ बनते हैं।

b) एकसमान विद्युत क्षेत्र के लिए :-

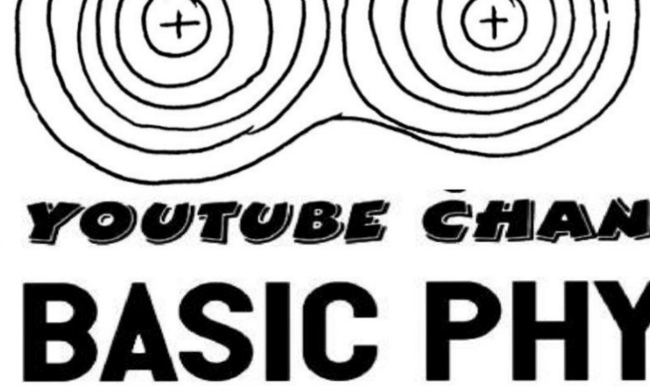
→ एक समान विद्युत क्षेत्र में क्षेत्र के लम्बवत समविभव पृष्ठ बनते हैं, जो कि भिन्न-2 विभव वाले समतल पृष्ठ होते हैं।



c) किसी वैद्युत द्विध्रुव के लिए सम विभव पृष्ठ



d) दो सर्वसम धनावेशों के लिए कुछ समविभव पृष्ठ



OUR YOUTUBE CHANNEL

BCS BASIC PHYSICS

Please like, share and subscribe the channel

Youtube video के लिए type करे
BCS12Th-#20

→ स्थिर विद्युत स्थितिज ऊर्जा [Electrostatic Potential energy] (U) :-

→ किसी आवेश को अनन्त से विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु तक विद्युत क्षेत्र के विरुद्ध लाने मे किया गया कार्य, स्थिर विद्युत स्थितिज ऊर्जा कहलाता है।

→ माना किसी आवेश q को अनन्त से विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु तक लाया जा रहा है, उस बिन्दु का विद्युत विभव V है तो कार्य

$$W = q \cdot V$$

विभव $V = \frac{W}{q}$

यह किया गया कार्य विद्युत स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

$$\boxed{U = qV}$$

→ स्थितिज ऊर्जा अदिश राशि होती है।

→ स्थितिज ऊर्जा का मात्रक = जूल होता है।

अन्य मात्रक = कुलाम × वोल्ट = जूल

विद्युत ऊर्जा का मात्रक - इलेक्ट्रॉन वोल्ट लिया जाता है।

$$\boxed{1 \text{ इलेक्ट्रॉन वोल्ट } (eV) = 1.6 \times 10^{-19} J}$$

→ स्थितिज ऊर्जा की विमा = $[M^1L^2T^{-2}]$

→ दो आवेशों के निकाय की विद्युत स्थितिज ऊर्जा :-

→ माना दो आवेश q_1 व q_2 है जिनके मध्य की दूरी r है, इनके मध्य संचित विद्युत स्थितिज ऊर्जा ज्ञात करनी है।

→ इसके लिए हमे इन दोनों आवेशों को अनन्त से निकाय तक लाने मे किया गया कार्य ज्ञात करना है।

q_1 •A ←—— r ——→ B• q_2

→ आवेश q_1 को अनन्त से निकाय के बिन्दु A तक लाने मे किया गया कार्य

$W_1 = q_1 \times$ (बिन्दु A पर विभव)

$W_1 = q_1 \times 0$

$W_1 = 0$ —— ①

[बिन्दु A पर विभव शून्य होता है क्योंकि वहां अन्य कोई आवेश नहीं है, जिसके कारण विभव उत्पन्न हो।

→ अब आवेश q_2 को अनन्त से निकाय के बिन्दु B तक लाने मे किया गया कार्य

$$W_2 = q_2 \times (\text{बिन्दु B पर विभव})$$

बिन्दु B पर, आवेश q_1 के कारण विभव $= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r}$

तो $$W_2 = q_2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r} \quad —②$$

→ आवेश q_1 व q_2 को अनन्त से निकाय तक लाने मे किया गया कुल कार्य

$$W = W_1 + W_2 \quad —③$$

समी ① व ② को समी. ③ मे रखने पर

$$W = 0 + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r}$$

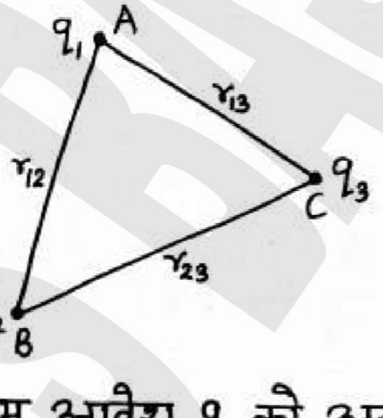
यह किया गया कार्य निकाय मे विद्युत ऊर्जा के रूप मे संचित हो जाता है। $W = U$

$$\boxed{U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r}}$$

➡ बहुआवेशों के निकाय मे संचित विद्युत स्थितिज ऊर्जा :-

→ सर्वप्रथम हम तीन। आवेशों के निकाय मे संचित विद्युत स्थितिज ऊर्जा ज्ञात करेंगे फिर व्यापक रूप में n आवेशों की स्थितिज ऊर्जा ज्ञात कर लेंगे।

→ हम जानते हैं, किसी निकाय की स्थितिज ऊर्जा उन आवेशों को अनन्त से निकाय तक लाने में किये गये कार्य के तुल्य होती है।

→ 

→ माना तीन आवेशों q_1, q_2, q_3 का निकाय है, जिनके मध्य की दूरी चित्र मे दर्शायी है।

→ सबसे पहले q_1; फिर q_2 फिर q_3 को अनन्त से लेकर आयेंगे।

→ सर्वप्रथम आवेश q_1 को अनन्त से बिन्दु A तक लाने मे किया गया कार्य

$$W_1 = 0$$

→ अब आवेश q_2 को अनन्त से बिन्दु B तक लाने मे किया गया कार्य

$$W_2 = q_2 \times (\text{बिन्दु B पर } q_1 \text{ के कारण विभव})$$

$$W_2 = q_2 \times \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{12}} \quad —(2)$$

→ अब आवेश q_3 को अनन्त से बिन्दु C तक लाने में किया गया कार्य

$$W_3 = q_3 \times (\text{बिन्दु C पर आवेश } q_1 \text{ व } q_2 \text{ के कारण विभव})$$

$$W_3 = q_3 \times \left[\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1}{r_{13}} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2}{r_{23}}\right]$$

$$W_3 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2 q_3}{r_{23}} \quad —(3)$$

→ आवेश q_1, q_2, q_3 को अनन्त से निकाय तक लाने में किया गया कुल कार्य

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

समी (1), (2) व (3) को उपरोक्त समी. मे रखने पर

$$W = 0 + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2 q_3}{r_{23}}$$

→ यह किया गया कार्य निकाय मे विद्युत स्थितिज ऊर्जा के रूप मे संचित हो जाता है ($W=U$)

तो
$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}}\right]$$

→
$$U = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{3}\sum_{\substack{j=1 \\ i\neq j}}^{3}\frac{q_i q_j}{r_{ij}}$$

→ व्यापक रूप मे, N-आवेशों के निकाय की विद्युत स्थितिज ऊर्जा

$$U = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{N}\sum_{\substack{j=1 \\ i\neq j}}^{N}\frac{q_i q_j}{r_{ij}}$$

→ यहां योग के चिन्ह से पहले $\frac{1}{2}$ लगाया है जो यह बता रहा है कि प्रत्येक युग्म दो बार आता है, जबकि योगदान एक युग्म का ही होता है जैसे

$i=1, j=2$ तथा $i=2, j=1$ ये दो युग्म आते हैं इसलिए एक युग्म के लिए $\frac{1}{2}$ लगाते हैं।

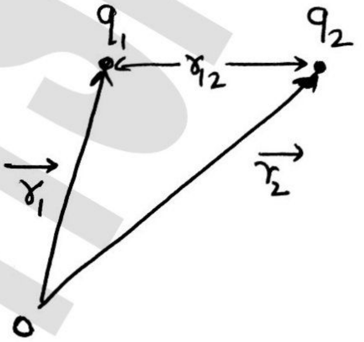
Youtube video के लिए type करे BCS12Th-#21

किसी बाह्य क्षेत्र मे दो आवेशों के निकाय की स्थितिज ऊर्जा - 11.

→ माना बाह्य विद्युत क्षेत्र मे ($\vec{E}$) मे दो आवेश q_1 व q_2 एक-दुसरे से r_{12} दुरी पर स्थित होते हैं। ये दोनो आवेशों के स्थिति सदिश $\vec{r}_1$ व $\vec{r}_2$ हैं तो दोनो आवेशों के निकाय मे संचित स्थितिज ऊर्जा, दोनो आवेशों को अनन्त से लाने मे किये गये कार्य के बराबर होगी है।

→ आवेश q_1 को अनन्त से विद्युत क्षेत्र मे लाने किया गया कार्य

$$W_1 = q_1 V(r_1) \quad — (1)$$



→ आवेश q_2 को अनन्त से विद्युत क्षेत्र मे लाने में किया गया कार्य

W_2 = बाह्य वि॰क्षे॰ के विरुद्ध किया गया कार्य + q_1 द्वारा उत्पन्न वि॰क्षे. के विरुद्ध कार्य

$W_2 = q_2 V(r_2) + q_2 \times$ (आवेश q_1 द्वारा उत्पन्न विभव)

$$W_2 = q_2 V(r_2) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}} \quad — (2)$$

→ दोनो आवेशो को अनन्त से बाह्य वि॰क्षे॰ मे लाने मे किया गया कुल कार्य

$$W = W_1 + W_2$$

$$W = q_1 V(r_1) + q_2 V(r_2) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

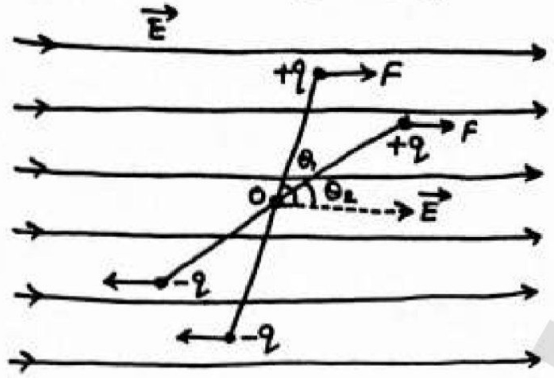
→ यह किया गया कार्य निकाय मे स्थितिज ऊर्जा के रूप मे संचित हो जाता है अत:

निकाय की स्थितिज ऊर्जा

$$U = q_1 V(r_1) + q_2 V(r_2) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

➡ एकसमान विद्युत क्षेत्र में विद्युत द्विध्रुव को घुमाने में किया गया कार्य

→ माना एकसमान विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ मे कोई विद्युत द्विध्रुव रखा हुआ है जिसे θ_1 कोण से θ_2 कोण तक घुमाना है।



→ हम जानते है एक समान वि.क्षेत्र मे रखे विद्युत द्विध्रुव पर लगने वाला बलयुग्म आघूर्ण

$$\tau = pE\sin\theta \quad \text{—(1)}$$

जहां θ, $\vec{P}$ व $\vec{E}$ के मध्य का कोण

→ विद्युत द्विध्रुव को अल्प कोणीय विस्थापन $d\theta$ देने मे किया गया कार्य

$$dw = \tau\, d\theta$$

विद्युत द्विध्रुव को θ_1 से θ_2 कोण तक घुमाने में किया गया कार्य

$$w = \int dw = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau\, d\theta$$

समी (1) को उपरोक्त समी. में रखने पर

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} pE\sin\theta\, d\theta$$

$$W = pE\int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta\, d\theta \qquad \left[\int \sin\theta\, d\theta = -\cos\theta + c\right.$$

$$W = pE\left[-\cos\theta\right]_{\theta_1}^{\theta_2} = -pE\left[\cos\theta\right]_{\theta_1}^{\theta_2}$$

$$W = -pE\left[\cos\theta_2 - \cos\theta_1\right]$$

→ किसी विद्युत द्विध्रुव को θ_1 कोण से θ_2 कोण तक घुमाने मे किया गया कार्य

$$\boxed{W = pE\left[\cos\theta_1 - \cos\theta_2\right]}$$

→ एक समान विद्युत क्षेत्र
$\theta = 0°$ द्विध्रुव की स्थायी सन्तुलन की स्थिति
$\theta = 180°$ द्विध्रुव की अस्थायी सन्तुलन की स्थिति
$\theta = 90°$ द्विध्रुव की शून्य ऊर्जा की स्थिति

BCS PHYSICS

→ स्थिति-I

$\theta_1 = 0°$ तो $W = pE[\cos 0° - \cos\theta]$

$\theta_2 = \theta$

$$W = pE[1 - \cos\theta]$$

→ स्थिति-II

$\theta_1 = 0°$ तो $W = pE[\cos 0° - \cos 90°]$

$\theta_2 = 90°$

$$W = pE$$

→ स्थिति-III

$\theta_1 = 0°$ तो $W = pE[\cos 0° - \cos 180°]$

$\theta_2 = 180°$

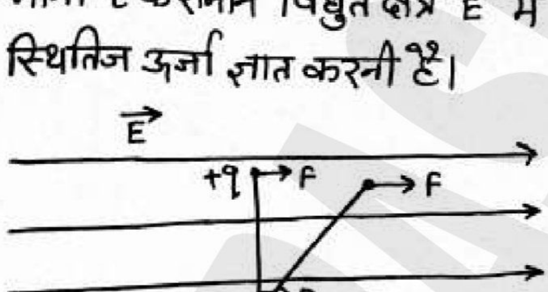
$W = pE[+1 - (-1)]$

$$W = 2pE$$

➡ बाह्य विद्युत क्षेत्र मे किसी विद्युत द्विध्रुव की विद्युत स्थितिज ऊर्जा :-

[Potential energy of an electric dipole in electric field]

→ माना एक समान विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ मे कोई विद्युत द्विध्रुव रखा हुआ है, जिसकी विद्युत स्थितिज ऊर्जा ज्ञात करनी है।



→ स्थितिज ऊर्जा का मान विद्युत द्विध्रुव को अनन्त से विद्युत क्षेत्र तक लाने में किये गये कार्य के बराबर होता है।

→ यहां पर हम विद्युत द्विध्रुव को शून्य ऊर्जा ($\theta = 90°$) से किसी कोण θ तक घुमाने मे किया गया कार्य ज्ञात करेंगे जो कि स्थितिज ऊर्जा के तुल्य होगा।

→ हम जानते है, एक समान वि. क्षेत्र में, द्विध्रुव पर कार्यरत बलयुग्म आघूर्ण

$$\tau = pE\sin\theta \quad \text{—— (1)}$$

→ एक समान विद्युत क्षेत्र में विद्युत द्विध्रुव को, अल्प कोणीय विस्थापन $d\theta$ देने में किया गया कार्य

$$dw = \tau\, d\theta \quad \text{— (2)}$$

→ समी.① को उपरोक्त समी. मे रखने पर

$$dw = pE\sin\theta d\theta$$

→ विद्युत द्विध्रुव को शून्य ऊर्जा की स्थिति (90°) से किसी कोण θ तक घुमाने मे किया गया कार्य

$$w = \int dw = \int_{90^\circ}^{\theta} pE\sin\theta d\theta$$

$$\int \sin\theta d\theta = -\cos\theta + C$$

$$W = pE\int_{90^\circ}^{\theta}\sin\theta d\theta$$

$$W = pE[-\cos\theta]_{90^\circ}^{\theta} = -pE[\cos\theta]_{90^\circ}^{\theta}$$

$$W = -pE[\cos\theta - \cos 90^\circ]$$

$$W = -pE\cos\theta$$

→ यह किया गया कार्य विद्युत स्थितिज ऊर्जा के रूप मे संचित हो जाता है

$$\boxed{U = -pE\cos\theta}$$

सदिश रूप में $\boxed{U = -\vec{p}\cdot\vec{E}}$

→ <u>स्थिति-I</u>

जब $\theta = 0^\circ$ (स्थायी सन्तुलन की स्थिति)

$$U = -pE\cos 0^\circ$$

$$\boxed{U = -pE}$$

→ <u>स्थिति-II</u> जब $\theta = 90^\circ$ (शून्य ऊर्जा की स्थिति)

$$U = -pE\cos 90^\circ$$

$$\boxed{U = 0}$$

→ <u>स्थिति-III</u> जब $\theta = 180^\circ$ (अस्थायी सन्तुलन की स्थिति)

$$U = -pE\cos 180^\circ$$

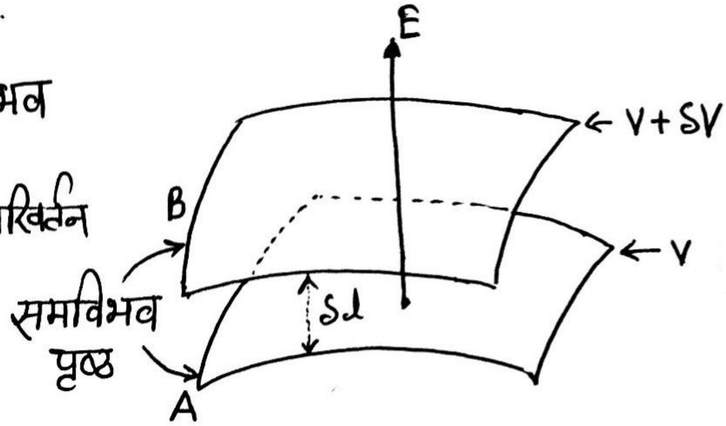
$$U = -pE(-1)$$

$$\boxed{U = pE}$$

BASIC PHYSICS

→ विद्युत क्षेत्र तथा वैद्युत विभव मे सम्बन्ध -

→ माना एक-दुसरे के पास रखे दो समविभव पृष्ठ A व B हैं जिनके विभव क्रमश V व V+δV हैं।



→ जहां δV विद्युतक्षेत्र E की दिशा मे V मे परिवर्तन

→ दोनो पृष्ठो के मध्य की लम्बवत दूरी δl है।

→ विद्युत क्षेत्र के विरुद्ध एकांक धनावेश को पृष्ठ B से A तक ले जाने मे किया गया कार्य $= F\delta l = q.E(\delta l)$

$$\text{कार्य} = q.E(\delta l) = q \times \text{विभवान्तर}\,(V_A - V_B) = [V - (V+\delta V)]q$$

$$q.E(\delta l) = -\delta V.q$$

$$\boxed{E = -\frac{\delta V}{\delta l}}$$

$\frac{\delta V}{\delta l}$ = विभव प्रवणता

→ किसी बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र का परिमाण, उस बिन्दु पर समविभव पृष्ठ के अभिलम्बवत विभव के परिमाण मे प्रति एकांक विस्थापन मे परिवर्तन द्वारा व्यक्त किया जाता है।

उपरोक्त **Topic** के **Youtube video** के लिए **type** करे **BCS12Th-#23**

OUR YOUTUBE CHANNEL

BCS BASIC PHYSICS

Please like, share and subscribe the channel

➡ चालक - स्थिरवैद्युतिकी :-

→ चालक स्थिर वैद्युतिकी मे चालको मे उपस्थित स्थिर आवेशों का अध्ययन किया जाता है।

→ चालको मे गतिशील आवेश वाहक होते हैं। धात्विक चालको मे गतिशील आवेश वाहक इलेक्ट्रॉन होते हैं

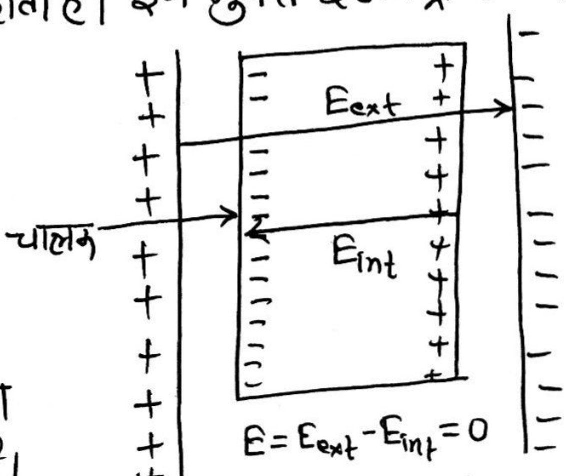
→ ये इलेक्ट्रॉन धातु मे स्वतन्त्र रूप से गति करते हैं इसलिए इन्हे मुक्त इलेक्ट्रॉन कहते हैं। ये मुक्त e^- धातु के पृष्ठ से बाहर नही निकलते हैं।

→ ये मुक्त इलेक्ट्रॉन बाह्य विद्युत क्षेत्र की विपरीत दिशा मे गति करते हैं।

→ चालक स्थिर वैद्युतिकी से सम्बन्धित महत्वपूर्ण परिणाम-

1) चालक के भीतर स्थिरवैद्युत क्षेत्र शून्य होगा है।

→ बाह्य विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में, चालक मे मुक्त इलेक्ट्रॉन विद्युत बल का अनुभव करते हैं जिससे इनकी गति होती है। इन मुक्त इलेक्ट्रॉनों की गति तब तक चलती रहती है, जब चालक के पृष्ठ पर एकत्रित होकर, बाह्य विद्युत क्षेत्र की विपरीत दिशा मे समान परिमाण का विद्युत क्षेत्र उत्पन्न ना हो जाए। ये आन्तरिक विद्युत क्षेत्र, बाह्य विद्युत क्षेत्र के परिमाण के बराबर व विपरीत दिशा मे होता है।



इसलिए चालक के भीतर स्थिरवैद्युत क्षेत्र शून्य होता है।

2) आवेशित चालक के पृष्ठ के प्रत्येक बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र पृष्ठ के लम्बवत होता है।

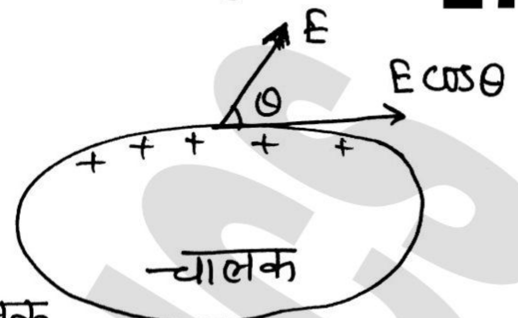
→ स्थैतिक स्थिति में, चालक के पृष्ठ पर आवेश स्थिर होते हैं अर्थात आवेशों पर लगने वाला बल शुन्य होता है। बल शुन्य होने का अर्थ है कि चालक के पृष्ठ के अनुदिश विद्युत क्षेत्र का घटक शुन्य होना चाहिए

माना विद्युत क्षेत्र चालक के पृष्ठ से θ कोण बनाये हुए है।

स्थैतिक स्थिति में $E\cos\theta = 0$

$E \neq 0$ अत: $\cos\theta = 0$

अत: $\theta = 90^\circ$ होना चाहिए



अर्थात् स्थैतिक स्थिति में आवेशित चालक के पृष्ठ पर विद्युत क्षेत्र, पृष्ठ के लम्बवत होता है।

3) स्थैतिक स्थिति मे किसी चालक के अभ्यन्तर मे कोई अतिरिक्त आवेश नही हो सकता

→ हम जानते हैं उदासीन चालक मे धनावेश व ऋणावेश समान मात्रा मे होते है।

→ जब किसी चालक को आवेशित किया जाता है तो स्थैतिक स्थिति में अतिरिक्त आवेश चालक के पृष्ठ पर ही विद्यमान रहता है।

→ चालक के अन्दर गाउस के नियम से

$$\phi = \oint \vec{E}\cdot\vec{ds} = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$$

हम जानते है चालक के अन्दर विद्युत क्षेत्र $E = 0$

अत: $$\oint 0 \cdot ds = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0} \Rightarrow \boxed{\Sigma q = 0}$$

अर्थात स्थैतिक स्थिति मे चालक के अभ्यन्तर (अन्दर) मे कोई अतिरिक्त आवेश नही हो सकता। तथा यदि कोई अतिरिक्त आवेश है तो पृष्ठ पर विद्यमान होना चाहिए।

4) चालक के समस्त आयतन में स्थिरवैद्युत विभव नियत रहता है तथा इसका मान इसके पृष्ठ पर भी (भीतर के बराबर) समान होता है।

→ हम जानते हैं चालक के अन्दर $(E=0)$ तथा चालक के पृष्ठ के स्पर्श रेखीय घटक $E\cos\theta = 0$ होता है, अत: इसके अन्दर या पृष्ठ के अनुदिश किसी छोटे परीक्षण आवेश को गति कराने मे कोई कार्य नही करना पड़ता है।

विभवान्तर $(V_A - V_B) = \frac{W}{q_0} = 0$ $(W=0)$

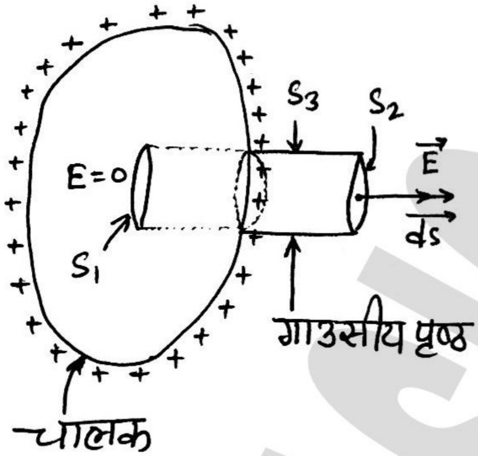
विभवान्तर $(V_A - V_B) = 0$ अर्थात विभव $(V) =$ नियत

अर्थात चालक के अन्दर व पृष्ठ पर विभव का मान नियत रहता है, चाहे चालक का आकार, आकृति व आवेश विन्यास यादृच्छिक हो

5) आवेशित चालक के पृष्ठ पर विद्युत क्षेत्र -

→ आवेशित चालक के पृष्ठ पर विद्युत क्षेत्र गाउस के नियम की सहायता से ज्ञात करते हैं।

→ माना एक आवेशित चालक है, जिसका पृष्ठीय आवेश घनत्व σ है।



→ गाउस के नियम से

$$\phi = \oint \vec{E}.\vec{ds} = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$$

$$\int_{S_1} \vec{E}.\vec{ds} + \int_{S_2} \vec{E}.\vec{ds} + \int_{S_3} \vec{E}.\vec{ds} = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$$

($\vec{E} = 0$ on S_1)

$$\int_{S_1} 0.\vec{ds} + \int_{S_2} E\,ds + \int_{S_3} E\,ds\cos 90^\circ = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$$

$$E\int_{S_2} ds = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$$

$\int_{S_2} ds = S$ (बेलन का वृत्ताकार भाग का क्षेत्रफल)

$\Sigma q = \sigma S$ (गाउसीय पृष्ठ मे कुल आवेश)

तो $E.S = \frac{\sigma.S}{\varepsilon_0} \Rightarrow$ $\boxed{E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$

→ यह विद्युत क्षेत्र चालक के पृष्ठ के लम्बवत होता है।

→ यदि $\sigma > 0$ तो विद्युत क्षेत्र पृष्ठ के लम्बवत बहिर्मुखी होता है।

→ यदि $\sigma < 0$ तो विद्युत क्षेत्र पृष्ठ के लम्बवत अन्तर्मुखी होता है।

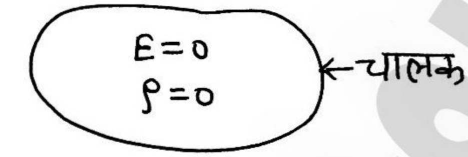
→ स्थिर वैद्युत परिरक्षण :-

→ किसी क्षेत्र विशेष को बाहय विद्युत क्षेत्र से सुरक्षित रखने की घटना को स्थिर वैद्युत परिरक्षण कहते हैं।

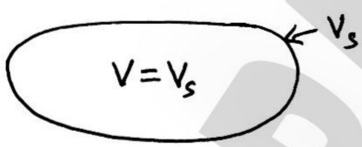
→ यदि किसी यादृच्छिक आकार या आकृति के गुहा (कोटर) वाले चालक को, कितनी भी तीव्रता वाले बाहय विद्युत क्षेत्र मे रख दिया जाए तो भी कोटर के भीतर विद्युत क्षेत्र शून्य होता है।

→ हम जानते हैं चालक के अन्दर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता शुन्य होती है तथा चालक को दिया गया सम्पूर्ण आवेश उसके पृष्ठ पर विद्यमान रहता है।

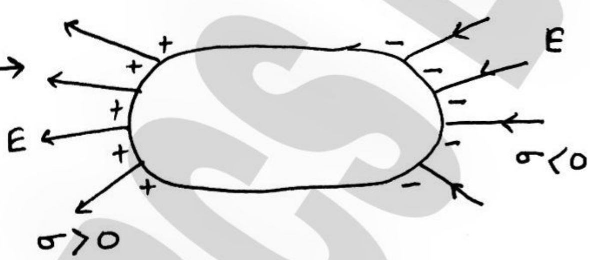
→ चालक मे मौजुद कोटर या गुहा बाहय विद्युत क्षेत्र से स्थिर वैद्युत परिरक्षण प्रदान करता है। चाहे चालक को कितना भी आवेश दे दिया जाये या कितनी भी तीव्रता वाले बाहय विद्युत क्षेत्र मे क्यों ना रख दिया जाये।

→ 

→ उदासीन या आवेशित चालक के अन्दर विद्युत क्षेत्र (आयतन आवेश घनत्व) शुन्य होता है।

→ 

→ चालक के अन्दर विभव का मान नियत व पृष्ठ के समान होता है।

→ 

→ चालक के पृष्ठ पर विद्युत क्षेत्र $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ होता है।

→

→ चालक मे बनी कोटर मे वि.क्षे व पृष्ठीय आवेश घनत्व शुन्य होता है।

→ स्थिरवैद्युत परिरक्षण प्रभाव का उपयोग कर संवेदनशील उपकरणों को बाहय विद्युत क्षेत्र से सुरक्षित रखा जाता है।

→ चालक एवं विद्युतरोधी [Conductor and Insulator] :-

→ चालकता के आधार पर पदार्थों को मुख्य रूप से निम्न दो भागो मे बाँटते हैं।

1) चालक [Conductor]

→ वे पदार्थ जिनमें से आवेशों का प्रवाह आसानी से हो, चालक कहलाते हैं।

→ उदाहरण - चाँदी (सबसे अच्छा चालक), सोना, ताँबा, लोहा, एलुमिनियम पारा, पृथ्वी, अम्ल, क्षार आदि

→ धात्विक चालको में आवेश वाहक मुक्त इलेक्ट्रॉन होते हैं।

→ विद्युत अपघट्य पदार्थो मे आवेश वाहक धनायन एवं ऋणायन होते हैं।

→ अर्द्धचालकों में आवेश वाहक मुक्त इलेक्ट्रॉन एवं होल होते हैं।

→ जब किसी धात्विक चालक को आवेश दिया जाता है तो वह आवेश चालक के पृष्ठ पर फैल जाता है तथा चालक के भीतर आवेश शून्य होगा है।

2) विद्युतरोधी / कुचालक [Insulator] :-

→ वे पदार्थ जिनमे से आवेशों का प्रवाह नही हो सकता हो, विद्युतरोधी कहलाते हैं।

→ जैसे - कांच, प्लास्टिक, मोम, सीसा, अभ्रक, शुद्ध जल, रेशम आदि

→ इनमें मुक्त इलेक्ट्रॉन नही होते हैं इसलिए इनमें धारा का प्रवाह नही होता है।

→ मुक्त एवं बद्ध आवेश [free and Bound charge] :-

→ हम जानते हैं, इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारो ओर निश्चित कक्षाओं मे चक्कर लगाते हैं, ये इलेक्ट्रॉन नाभिक के साथ विद्युत आकर्षण बल से बन्धे होते हैं

→ इन इलेक्ट्रॉनों की नाभिक से जैसे-जैसे दूरी बढती हैं, आकर्षण बल घटता जाता है। परमाणु की बाह्यतम कक्षा मे उपस्थित इलेक्ट्रॉन, नाभिक से दुर्बल बल से बन्धे होते हैं, ये इलेक्ट्रॉन थोडी सी ऊर्जा पाकर, पदार्थ मे स्वतन्त्र रूप से विचरण करते हैं, इन इलेक्ट्रॉनों को मुक्त इलेक्ट्रॉन कहा जाता है।

→ मुक्त इलेक्ट्रॉन - किसी परमाणु की बाह्यतम कक्षा मे उपस्थित वे इलेक्ट्रॉन जो नाभिक से दुर्बल बल से बन्धे होते हैं तथा थोड़ी सी ऊर्जा पाकर पदार्थ मे स्वतन्त्र रूप से विचरण करते हैं, मुक्त इलेक्ट्रॉन कहलाते हैं।

→ बद्ध इलेक्ट्रॉन - परमाणु की आन्तरिक कक्षाओं में उपस्थित इलेक्ट्रॉन, नाभिक से प्रबल बल से बन्धे होते है. पदार्थ मे स्वतन्त्र रूप से विचरण नही करते हैं, बद्ध इलेक्ट्रॉन कहलाते हैं।

→ चालको में विद्युत धारा का प्रवाह मुक्त इलेक्ट्रॉनों द्वारा ही होता है।

→ परावैद्युत पदार्थ [Dielectric substance] :-

Youtube video के लिए **type** करे
BCS12Th-#26

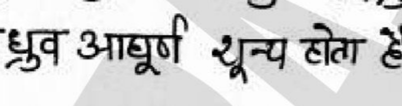
→ वे कुचालक पदार्थ जिन्हे बाह्य विद्युत क्षेत्र मे रखने पर विद्युतीय प्रभाव प्रदर्शित करे, परावैद्युत पदार्थ कहलाते हैं।

→ Example- एबोनाइट, कांच, मोम, कागज, तेल अभ्रक आदि

→ ध्रुवी अणु (Polar molecule) - वे अणु जिनमें धनावेश एवं ऋणावेश के केन्द्र अलग-अलग हो, ध्रुवी अणु कहलाते हैं। Example- HCl, H_2O

→ अध्रुवी अणु (Non-polar molecule) — वे अणु जिनमें धनावेश एवं ऋणावेश के केन्द्र एक ही हो, अध्रुवी अणु कहलाते हैं। Example- H_2, O_2, CO_2, N_2

→ प्रत्येक ध्रुवी अणु का विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण होता है, जबकि अध्रुवी अणु का विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होता है।



ध्रुवी अणु = HCl $p \neq 0$

अध्रुवी अणु $\vec{p} = 0$

→ परावैद्युत के प्रकार :-

→ परावैद्युत पदार्थ दो प्रकार के होते हैं -

I) ध्रुवी परावैद्युत (Polar dielectrics)

II) अध्रुवी परावैद्युत (Non-polar dielectrics)

→ **ध्रुवी परावैद्युत** - वे परावैद्युत जो ध्रुवी अणुओं से मिलकर बने होते हैं, ध्रुवी परावैद्युत कहलाते हैं।

↳ प्रत्येक ध्रुवी अणु का विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण अशून्य होता है, लेकिन ध्रुवी परावैद्युत मे अनियमित रूप से व्यवस्थित होते हैं, तथा कुल विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होता है।

→ **अध्रुवी परावैद्युत** – वे परावैद्युत जो अध्रुवी अणुओं से मिलकर बने होते हैं, अध्रुवी परावैद्युत कहलाते हैं।

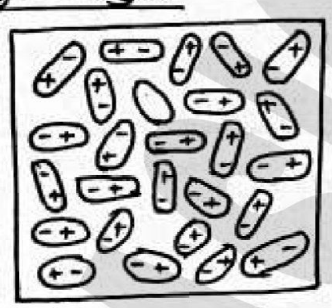
→ प्रत्येक अध्रुवी अणु का विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होता है तथा अध्रुवी परावैद्युत का कुल द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होता है।

➔ विद्युत ध्रुवण [Electric polarisation] :-

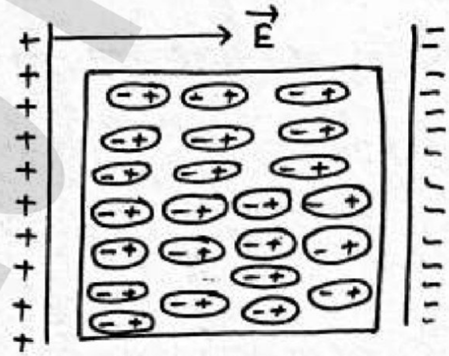
→ जब किसी परावैद्युत पर बाह्य विद्युत क्षेत्र लगाया जाता है, तो परावैद्युत मे विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण उत्पन्न हो जाता है, इस घटना को विद्युत ध्रुवण कहते हैं।

→ **ध्रुवी परावैद्युत का ध्रुवण** -

$E=0$
$p=0$



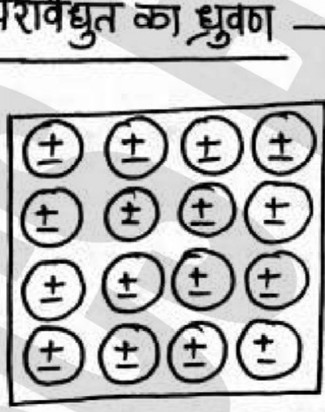
विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में



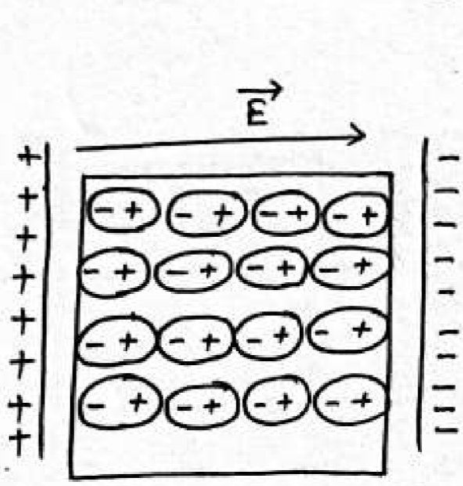
विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में ($p \neq 0$)

→ **अध्रुवी परावैद्युत का ध्रुवण** —

$E=0$
$p=0$



विद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में



विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में
($p \neq 0$)

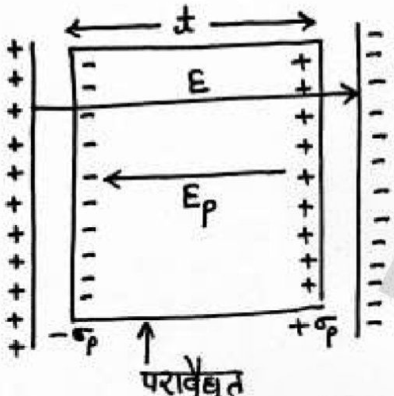
→ ध्रुवण सदिश [Polarisation Vector] ($\vec{P}$) :-

→ परावैद्युत पदार्थ को बाह्य विद्युत क्षेत्र मे रखने पर, प्रति एकांक आयतन मे उत्पन्न विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण 'ध्रुवण सदिश' कहलाता है। इसे $\vec{P}$ से व्यक्त करते है।

→ माना A अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल एवं t मोटाई वाले परावैद्युत पर $\vec{E}$ विद्युत क्षेत्र लगाया गया है। तो परावैद्युत का ध्रुवण सदिश

$$\text{ध्रुवण सदिश } (\vec{P}) = \frac{\text{विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण } (\vec{p})}{\text{आयतन } (V)} \quad \text{—— (1)}$$

→



विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण

$$p = q \cdot t$$

तथा आयतन $V = A \cdot t$

तो समी. (1)

$$\vec{P} = \frac{q \cdot t}{A \cdot t} = \frac{q}{A}$$

$$\boxed{\vec{P} = \sigma_p}$$

$\sigma_p = \frac{q}{A}$ = परावैद्युत के पृष्ठ पर प्रेरित पृष्ठीय आवेशघनत्व

→ ध्रुवण सदिश का मान, परावैद्युत पर लगे विद्युत क्षेत्र की तीव्रता के समानुपाती होता है।

$$\vec{P} \propto \vec{E}$$

$$\boxed{\vec{P} = \varepsilon_0 \chi \vec{E}}$$

→ जहाँ χ (काई) = विद्युत प्रवृति है

χ - एक विमाहीन, मात्रकहीन राशि है, जिसका मान पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है। विद्युत प्रवृति (χ) परावैद्युत की ध्रुवता के मापन को बताती है।

→ 'ध्रुवण सदिश' एक सदिश राशि होती है, जिसकी दिशा परावैद्युत मे उत्पन्न विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण की दिशा मे होती है।

→ ध्रुवण सदिश '$\vec{P}$') का मात्रक = कुलाम/मीटर² (C/m^2)

→ ध्रुवण सदिश '$\vec{P}$' की विमा = $[L^{-2} T^{1} A^{1}]$

→ चालक की धारिता [Capacity of a conductor]

→ किसी चालक के द्वारा आवेश ग्रहण करने की क्षमता को चालक की धारिता कहते हैं।

→ किसी चालक को आवेश देने पर प्रतिकर्षण बल के विरूद्ध किया गया कार्य चालक की स्थितिज ऊर्जा मे वृद्धि कर देता है, जिससे उसके विभव मे वृद्धि हो जाती है।

→ किसी चालक को दिया गया आवेश, चालक के विभव मे वृद्धि के समानुपाती होती है। यदि चालक को q आवेश देने पर उसके विभव मे वृद्धि V हो तो

$$q \propto V$$

$$\boxed{q = CV}$$

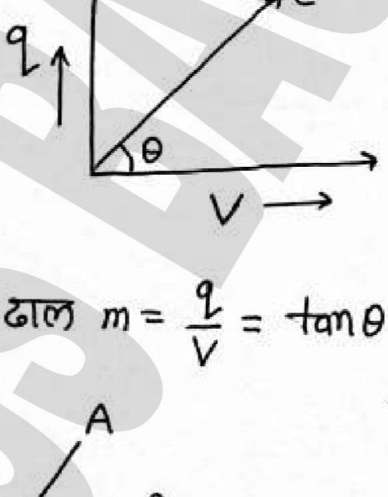
जहाँ C- समानुपाती स्थिरांक है, जिसे चालक की धारिता कहते हैं।

→

$$\boxed{C = \frac{q}{V}} \quad -(1)$$

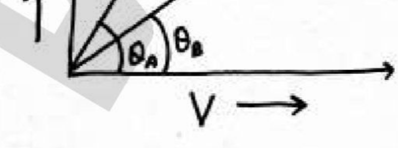
→ अर्थात् किसी चालक को दिया गया आवेश एवं विभव मे वृद्धि का अनुपात, चालक की धारिता के बराबर होता है।

→ किसी चालक की धारिता, उसको दिये गये आवेश एवं उसके विभव के मध्य खीचे ग्राफ की ढाल के बराबर होती है



रेखा का ढाल $m = \frac{q}{V} = \tan\theta = C$

→



→ चालक A की धारिता C_A
चालक B की धारिता C_B

यहाँ पर $\theta_A > \theta_B$

अत: $\boxed{C_A > C_B}$

→ चालक की धारिता (C) का मात्रक :-

$$C \text{ का मात्रक} = \left[\frac{q}{V}\right] \text{ का मात्रक}$$

$$C \text{ का मात्रक} = \frac{\text{कुलाम}}{\text{वोल्ट}} = \text{फैरड (F)}$$

→ फैरड(F) धारिता की बहुत बड़ी इकाई होती है | अत: अन्य व्यवहारिक छोटी इकाईयां

$1 mF = 10^{-3} F$
$1 \mu F = 10^{-6} F$
$1 nF = 10^{-9} F$
$1 pF = 10^{-12} F$

→ विद्युत धारिता का C.G.S पद्धति मे मात्रक = स्टेट फैरड

$$1 \text{ फैरड} = \frac{1 \text{ कुलाम}}{1 \text{ वोल्ट}} = \frac{3 \times 10^9 \text{ स्टेट कुलाम}}{\frac{1}{300} \text{ स्टेट वोल्ट}}$$

$$= 900 \times 10^9 \frac{\text{स्टेट कुलाम}}{\text{स्टेट वोल्ट}}$$

$$1 \text{ फैरड} = 9 \times 10^{11} \text{ स्टेट फैरड}$$

→ 1 फैरड की परिभाषा –

$C = \frac{q}{V}$ यदि $q = 1 C$ तथा $V = 1$ वोल्ट तो

$$C = \frac{1 \text{ कुलाम}}{1 \text{ Volt}} = 1 \text{ फैरड}$$

" यदि किसी चालक को 1 कुलाम आवेश देने पर, उसके विभव मे वृद्धि 1 वोल्ट होती है तो चालक की धारिता 1 फैरड होगी।"

→ विद्युत धारिता की विमा :-

$$C \text{ की विमा} = \frac{q}{V} \text{ की विमा} = \frac{q}{W/q} \text{ की विमा} = \frac{q^2}{W} \text{ की विमा}$$

$$C \text{ की विमा} = \frac{[A^1 T^1]^2}{[M^1 L^2 T^{-2}]}$$

$$C \text{ की विमा} = [M^{-1} L^{-2} T^4 A^2]$$

→ विद्युत धारिता से सम्बन्धित तथ्य :-

1. विद्युत धारिता सदैव धनात्मक होती है।
2. विद्युत धारिता का मान, चालक को दिये गये आवेश एवं विभव मे वृद्धि पर निर्भर नही करता है।
3. चालक की धारिता का मान, चालक के पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर नही करता है।
4. चालक को एक सीमा से अधिक आवेश देने पर आवेश वायु मे विसर्जित हो जाता है।

→ चालक की धारिता को प्रभावित करने वाले कारक :-

I) चालक का क्षेत्रफल - आवेश को स्थिर रखते हुए, चालक का क्षेत्रफल बढाने पर धारिता का मान कम हो जाता है।

II) चालक के समीप अन्य चालक की उपस्थिति पर - किसी चालक के समीप अन्य चालक लाने पर आवेशित चालक का विभव कम हो जाता है, जिससे धारिता बढ जाती है।

III) चालक के चारो ओर के माध्यम पर - किसी चालक की धारिता (C) हो तथा उसके चारों ओर ε_r परावैद्युतांक वाला माध्यम भर दिया जाये तो विभव $\frac{1}{\varepsilon_r}$ गुणा तथा धारिता $C\varepsilon_r$ गुणा हो जाती है।

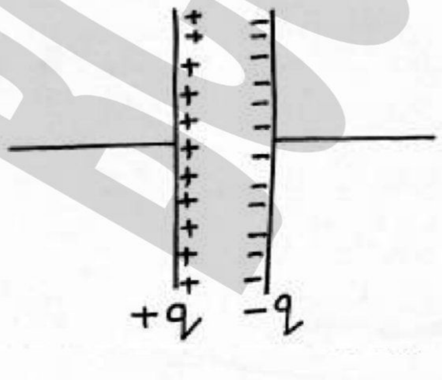
Youtube video के लिए **type** करे
BCS12Th-#28

→ संधारित्र [Capacitor] :-

→ दो समान्तर चालकों का ऐसा समुह जिस पर समान परिमाण व विपरीत प्रकृति का आवेश उपस्थित हो, संधारित्र कहलाता है।

→ संधारित्र मे चालक प्लेट का बिना क्षेत्रफल बढाये धारिता बढायी जाती है।

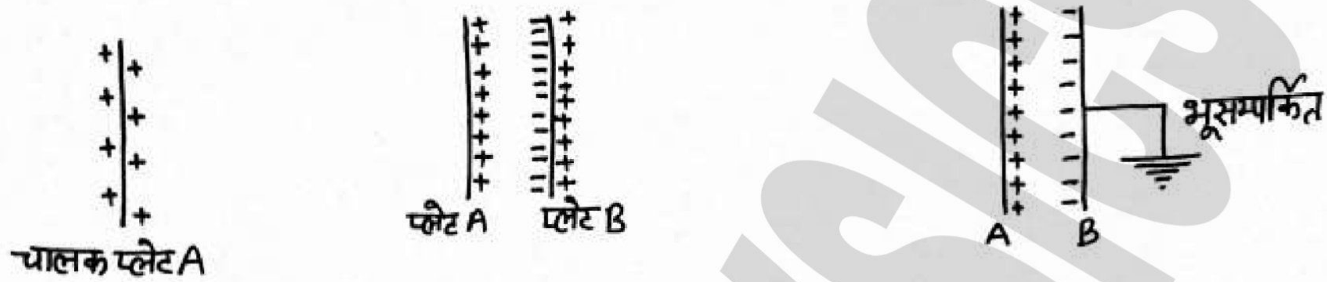
→ संधारित्र ऊर्जा संचित करने वाली युक्ति है।

→ 

→ संधारित्र की किसी एक प्लेट पर q आवेश देने पर उसके विभव मे वृद्धि V हो तो संधारित्र की धारिता $C = \frac{q}{V}$

→ संधारित्र का सिद्धान्त [Principle of Capacitor] :-

→ किसी चालक प्लेट का बिना क्षेत्रफल बढाये, विभव को कम करके उसकी धारिता बढाने की प्रक्रिया को संधारित्र का सिद्धान्त कहते है।



→ माना चालक प्लेट A है जिस पर q आवेश है तथा उसका विभव V है तो चालक A की धारिता

$$C = \frac{q}{V} \quad \text{——} \ (1)$$

→ अब चालक प्लेट A के पास उदासीन चालक प्लेट B लेकर आते है, जिससे चालक प्लेट B पर, A के पास वाले पृष्ठ पर ऋणावेश व दूर वाले पृष्ठ पर धनावेश प्रेरित हो जाता है। अब प्लेट B के दूर वाले पृष्ठ को भूसम्पर्कित कर देते है जिससे धनावेश जमीन मे चला जाता है।

→ प्लेट B पर उपस्थित ऋणावेश प्लेट A के विभव को कम कर देता है माना इस स्थिति में प्लेट A का विभव V' हो जाता है तो चालक प्लेट A की धारिता

$$C' = \frac{q}{V'} \quad \text{—} \ (2)$$

समी (2) ÷ (1) से

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

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

→ यहाँ पर $V' < V$ है अत: $\boxed{C' > C}$

→ अर्थात चालक का बिना क्षेत्रफल बढाये, बिना आवेश की मात्रा बदले चालक के विभव को कम करके चालक की धारिता को बढाया जाता है। यही संधारित्र का सिद्धान्त है।

→ संधारित्र से सम्बन्धित महत्वपूर्ण बातें –

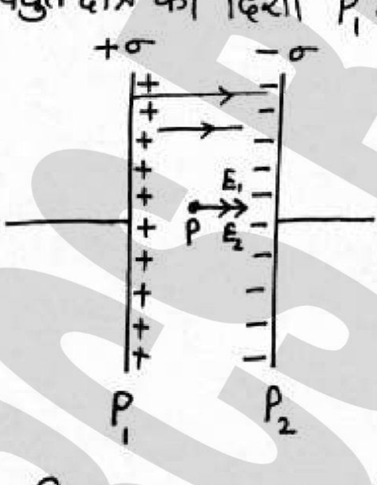
1) संधारित्र की प्लेटो पर समान परिमाण व विपरीत प्रकृति का आवेश होता है जिससे संधारित्र का कुल या नेट आवेश शून्य होता है।
2) संधारित्र की धारिता सदैव धनात्मक होती है।
3) प्रत्येक चालक को संधारित्र माना जा सकता है, जिसकी दुसरी प्लेट अनन्त पर शून्य विभव के साथ स्थित हो।
4) संधारित्र को भी निश्चित सीमा से अधिक आवेश नही दिया जा सकता है क्योंकि लगातार आवेश देने से प्लेटों के मध्य का विभवान्तर बढता जाता है और एक सीमा से अधिक विभवान्तर होने पर प्लेटो के मध्य विद्युत विसर्जन होने लगता है।
5) संधारित्र का प्रतीक चिन्ह

(a) नियत धारिता के लिए (b) परिवर्ती धारिता के लिए

→ समान्तर प्लेट संधारित्र या समान्तर पट्टिका संधारित्र [Parallel plate capacitor]

→ ऐसी व्यवस्था जिसमें दो समान क्षेत्रफल वाली प्लेटे एक-दुसरे से कुछ दूरी पर समान्तर व्यवस्थित हो, जिन पर समान परिमाण व विपरीत प्रकृति का आवेश हो, समान्तर प्लेट संधारित्र कहलाता है।

→ माना एक समान्तर प्लेट संधारित्र है, जिसकी P_1 प्लेट का पृष्ठ आवेश घनत्व $+\sigma$ तथा P_2 प्लेट का पृष्ठ आवेश घनत्व $-\sigma$ है। प्लेटो के मध्य दूरी d है।
→ विद्युत क्षेत्र की दिशा P_1 प्लेट से P_2 प्लेट की ओर होगी है।



→ बिन्दु P पर प्लेट P_1 के कारण वि. क्षेत्र

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \quad (\text{प्लेट } P_1 \text{ से परे})$$

→ बिन्दु P पर प्लेट P_2 के कारण वि. क्षेत्र

$$E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \quad (\text{प्लेट } P_2 \text{ की ओर})$$

→ बिन्दु P पर कुल वि. क्षेत्र की तीव्रता

$$E = E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \quad \text{--- (1)} \qquad (P_1 \text{ से } P_2 \text{ की ओर})$$

→ यदि प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल A व आवेश q है, तो पृष्ठीय आवेश घनत्व

$$\sigma = \frac{q}{A} \quad \text{--- (2)}$$

समी (2) को समी. (1) में रखने पर

$$E = \frac{q}{A\varepsilon_0} \quad \text{--- (3)}$$

→ इस विद्युत क्षेत्र के कारण प्लेटो के मध्य विभवान्तर V हो तो

$$E = \frac{V}{d}$$

$$V = Ed \quad \text{--- (4)}$$

समी (3) को उपरोक्त समी में रखने पर

$$V = \frac{qd}{A\varepsilon_0} \quad \text{--- (5)}$$

→ अतः समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता

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

समी. (5) को उपरोक्त समी. मे रखने पर

$$C = \frac{q}{qd/A\varepsilon_0} = \frac{A\varepsilon_0}{d}$$

$$\boxed{C = \frac{A\varepsilon_0}{d}}$$

→ यदि प्लेटो के मध्य परावैद्युत माध्यम भर दे तो धारिता

$$C_m = \frac{A\varepsilon}{d} = \frac{A\varepsilon_0\varepsilon_r}{d} \qquad \varepsilon = \varepsilon_0\varepsilon_r$$

$$\boxed{C_m = \frac{A\varepsilon_0\varepsilon_r}{d}}$$

जहां ε_r = माध्यम का परावैद्युतांक

→ उपरोक्त से स्पष्ट है कि संधारित्र की धारिता

i) प्लेटों के क्षेत्रफल के समानुपाती होती है। $\boxed{C \propto A}$

ii) प्लेटो के मध्य भरे माध्यम के परावैद्युतांक के समानुपाती होती है। $\boxed{C \propto \varepsilon_r}$

iii) प्लेटों के मध्य की दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होती है। $\boxed{C \propto \frac{1}{d}}$

➜ विद्युत धारिता पर परावैद्युत का प्रभाव –

→ माना एक समान्तर प्लेट संधारित्र है जिसकी प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल A तथा प्लेटो के मध्य की दुरी d है। यदि प्लेटो का पृष्ठ आवेश घनत्व σ है, तो निर्वात मे विद्युत क्षेत्र

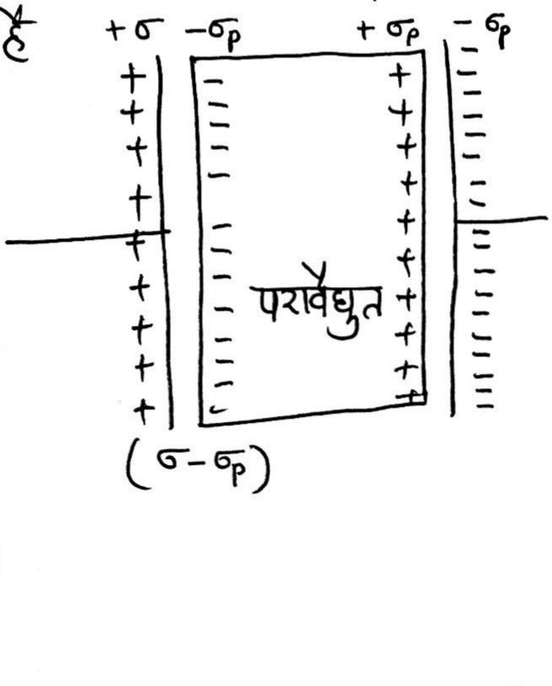
$$E_0 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \quad \text{—} (1)$$

→ निर्वात मे प्लेटो के मध्य का विभवान्तर

$$V_0 = E_0 d \quad \text{—} (2)$$

→ तथा धारिता $C_0 = \frac{Q}{V_0} = \frac{A\varepsilon_0}{d}$ — (3)

→ अब यदि दोनो प्लेटो के मध्य K (या ε_r) परावैद्युतांक वाला परावैद्युत माध्यम भर दिया जाये तो ध्रुवण के कारण परावैद्युत के पृष्ठो $\pm\sigma_p$ पृष्ठीय आवेश घनत्व प्रेरित हो जाता है। जिससे संधारित्र की प्लेटो पर नेट आवेश घनत्व $\pm(\sigma - \sigma_p)$ होजाता है



→ तो परिभाणी विद्युत क्षैत्र

$$E = \frac{\sigma - \sigma_p}{\varepsilon_0} \quad \text{—} (4)$$

तथा $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 K}$ — (5)

→ इस स्थिति मे परिणामी विभवान्तर

$$V = Ed = \frac{\sigma d}{\varepsilon_0 K} = \frac{Q.d}{A\varepsilon_0 K} \quad \text{—} (6)$$

→ इस स्थिति मे विद्युत धारिता

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{Qd/A\varepsilon_0 K} \Rightarrow C = \frac{A\varepsilon_0 K}{d} \quad \text{—} (7)$$

→ सम्मी (7) ÷ (3) से –

$$\frac{C}{C_0} = \frac{A\varepsilon_0 K/d}{A\varepsilon_0/d} \Rightarrow \boxed{\frac{C}{C_0} = K} \quad \text{—} (8)$$

अर्थात् जब प्लेटो के मध्य पूर्णत: परावैद्युत माध्यम भर दिया जाता है तो उसके धारिता के मान में निर्वात के मान से वृद्धि हो जाती है।

→ हम जानते हैं विद्युत ध्रुवण सदिश $P = \sigma_p$ —⑨

समी⑨ को समी④ मे रखने पर

$$E = \frac{\sigma - P}{\varepsilon_0} \Rightarrow \sigma = \varepsilon_0 E + P$$

जहां $(P + \varepsilon_0 E)$ को विद्युत विस्थापन कहते हैं, इसे D से प्रदर्शित करते हैं

अत: विद्युत विस्थापन $\boxed{D = \varepsilon_0 E + P = \varepsilon E}$ —⑩

$$P = \varepsilon E - \varepsilon_0 E = (\varepsilon - \varepsilon_0) E = (\varepsilon_0 K - \varepsilon_0) E$$

$$P = \varepsilon_0 (K-1) E \quad —⑪$$

NCERT BOOK के अनुसार

$$P = \chi E \quad —⑫$$

समी ⑪ व ⑫ की तुलना से

$$\boxed{\chi = \varepsilon_0 (K-1)}$$

$P = \varepsilon_0 \chi E$ की तुलना समी ⑪ से करने पर

$$\chi = K - 1$$

$$\boxed{K = 1 + \chi}$$

K = परावैद्युतांक (ε_r)

उपरोक्त समी विद्युत प्रवृति (χ) व परावैद्युतांक (K) मे सम्बन्ध को बताती हैं।

सरल, सहज और आसान भाषा में
कक्षा 11 और 12 के भौतिक विज्ञान के
RBSE SYLLABUS के अनुसार वीडियो के लिए
OUR YOUTUBE CHANNEL
BCS BASIC PHYSICS
Please like, share and subscribe the channel

→ संधारित्रों का संयोजन [Combination of Capacitors]

→ संधारित्रों का संयोजन निम्न दो प्रकार से होता है।

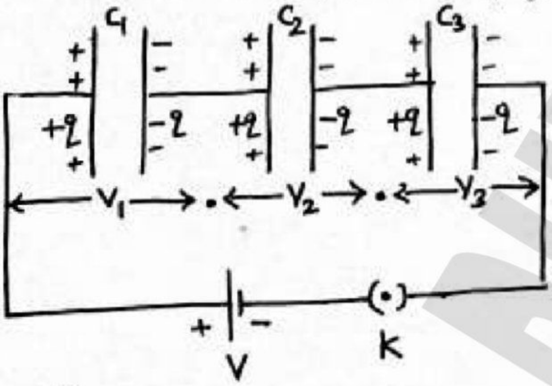
Youtube video के लिए type करे BCS12Th-#30

i) श्रेणीक्रम संयोजन ii) समान्तर क्रम संयोजन

i) संधारित्रों का श्रेणीक्रम संयोजन [Series combination of capacitors]

→ धारिता को कम करने के लिए संधारित्रों का श्रेणीक्रम संयोजन किया जाता है।

→ श्रेणीक्रम संयोजन मे पहले संधारित्र की दुसरी प्लेट, दुसरे संधारित्र की पहली प्लेट से, फिर दुसरे संधारित्र की दुसरी प्लेट को तीसरे संधारित्र की पहली प्लेट से इसी प्रकार शेष संधारित्रों को जोड़ देते हैं।



→ माना तीन संधारित्र जिनकी धारिता C_1, C_2, C_3 श्रेणीक्रम में जुड़े हुए हैं।

→ इन संधारित्रों को V वोल्ट के विभवान्तर से संयोजित किया गया है।

→ संयोजन पर आरोपित विभवान्तर अलग-अलग धारिताओं के अनुसार आरोपित हो जाता है। यदि संयोजन का विभवान्तर V है तो

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad \text{—(1)}$$

→ प्रत्येक संधारित्र पर आवेश की मात्रा समान है

→ पहले संधारित्र पर आरोपित विभवान्तर $V_1 = \frac{q}{C_1}$ — (2)

→ दुसरे संधारित्र पर आरोपित विभवान्तर $V_2 = \frac{q}{C_2}$ — (3)

→ तीसरे संधारित्र पर आरोपित विभवान्तर $V_3 = \frac{q}{C_3}$ —(4)

→ यदि संयोजन की तुल्य धारिता C हो तो उस पर आरोपित

विभवान्तर $V = \frac{q}{C}$ —(5)

समी (2), (3), (4) व (5) को समी (1) मे रखने पर

$$\frac{q}{C} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

$$\frac{q}{C} = q\left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right]$$

$$\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

→ व्यापक रूप मे, n संधारित्रों के लिए $\boxed{\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}}$

→ श्रेणीक्रम संयोजन की तुल्य धारिता का व्युत्क्रम, अलग-अलग संधारित्रों की धारिताओं के व्युत्क्रमों के योग के बराबर होती है।

→ तथ्य :-

1. सभी संधारित्रों पर आवेश की मात्रा समान होती है।

2. $$V_1 : V_2 : V_3 = \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} : \frac{1}{C_3}$$

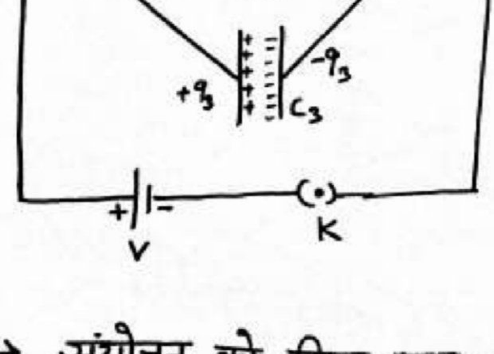
3. यदि C धारिता वाले n संधारित्र श्रेणीक्रम मे जुड़े हो तो तुल्य धारिता

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \cdots + \frac{1}{C} \text{ (n बार)}$$

$$\frac{1}{C_s} = \frac{n}{C} \Rightarrow \boxed{C_s = \frac{C}{n}}$$

4. यदि संधारित्र की प्लेटो के मध्य, प्लेटों के समान्तर $\varepsilon_{r_1}, \varepsilon_{r_2}, \varepsilon_{r_3}$ परावैद्युतांक वाली परावैद्युत पट्टियाँ रखी हो तो ऐसा संयोजन अलग-अलग पट्टी रखे संधारित्रो के श्रेणीक्रम संयोजन के तुल्य होता है।

2) संधारित्रों का पार्श्वक्रम या समान्तरक्रम संयोजन [Parallel combination of capacitors]



→ धारिता को अधिक करने के लिए संधारित्रों का समान्तर क्रम संयोजन किया जाता है।

→ समान्तर क्रम संयोजन मे सभी संधारित्रों की प्रथम प्लेट एक बिन्दु से दुसरी प्लेटे दुसरे बिन्दु से संयोजित की जाती है।

→ सभी संधारित्रों पर विभव समान होता है।

→ संयोजन को दिया गया कुल आवेश अलग-अलग धारिताओं के अनुसार विभक्त हो जाता है।

→ संयोजन को दिया गया कुल आवेश

$$q = q_1 + q_2 + q_3 \quad \text{—①}$$

→ पहले संधारित्र पर आवेश $q_1 = C_1V$ — ②

→ दुसरे संधारित्र पर आवेश $q_2 = C_2V$ — ③

→ तीसरे संधारित्र पर आवेश $q_3 = C_3V$ — ④

→ यदि संयोजन की तुल्य धारिता C है तो उस पर आवेश

$$q = CV \quad — ⑤$$

सम्मी ②, ③, ④ व ⑤ को सम्मी ① मे रखने पर

$$CV = C_1V + C_2V + C_3V$$

$$CV = V(C_1 + C_2 + C_3)$$

$$\boxed{C = C_1 + C_2 + C_3}$$

→ व्यापक रूप में, n संधारित्रों के लिए $\boxed{C = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n}$

→ समान्तर क्रम संयोजन की तुल्य धारिता का मान, अलग-अलग संधारित्रों की धारिताओं के योग के बराबर होता है।

→ महत्वपूर्ण तथ्य :-

1. समान्तर संयोजन में प्रत्येक संधारित्र पर विभवान्तर समान होता है।

$$V_1 : V_2 : V_3 = 1 : 1 : 1$$

2. संधारित्रों पर आवेशों का अनुपात

$$\boxed{q_1 : q_2 : q_3 = C_1 : C_2 : C_3}$$

3. यदि n संधारित्रों को समान्तर क्रम मे संयोजित कर दे, जिनमें प्रत्येक संधारित्र की धारिता C हो

$$C_p = C + C + C + \cdots + C \text{ (n बार)}$$

$$\boxed{C_p = nC}$$

4. यदि किसी संधारित्र की प्लेटो के मध्य समान मोटाई व भिन्न परावैद्युतांक वाले परावैद्युत माध्यम भरे हो तो उसे भिन्न परावैद्युत भरे संधारित्रों के समान्तर क्रम संयोजन के तुल्य माना जा सकता है।

→ संधारित्र मे संचित ऊर्जा एवं ऊर्जा घनत्व [Energy stored in a Capacitor and energy density].

→ किसी संधारित्र को आवेश देने मे प्रतिकर्षण बल के विरुद्ध किया गया कार्य संधारित्र की प्लेटों के मध्य स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

→ संधारित्र को आवेश 0 से Q दिया जाता है, जिससें उसके विभव मे भी 0 से V तक की वृद्धि होती है।

→ माना किसी क्षण पर संधारित्र का विभव V है तो संधारित्र को अल्पांश आवेश dq देने में किया गया कार्य

$$dw = V\,dq$$

संधारित्र को 0 से Q आवेश देने मे किया गया कुल कार्य

$$w = \int dw = \int_0^Q V\,dq$$

हम जानते है $V = \frac{Q}{C} = \frac{q}{C}$ को उपरोक्त समी. मे रखने पर

$$W = \int_0^Q \frac{q}{C}\,dq = \frac{1}{C}\int_0^Q q\,dq$$

$$W = \frac{1}{C}\left[\frac{q^2}{2}\right]_0^Q \qquad \left[\int x^n\,dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c\right.$$

$$W = \frac{1}{2C}\left[Q^2 - 0\right]$$

→ यह किया गया कार्य निकाय में स्थितिज ऊर्जा के रूप मे संचित हो जाता है

$$\boxed{U = \frac{Q^2}{2C}} \quad \text{—(1)}$$

उपरोक्त समी में $Q = CV$ रखने पर

$$U = \frac{1}{2C}(CV)^2 \Rightarrow \boxed{U = \frac{1}{2}CV^2} \quad \text{—(2)}$$

उपरोक्त समी. मे $C = \frac{Q}{V}$ रखने पर

$$U = \frac{1}{2}\cdot\frac{Q}{V}\cdot V^2$$

$$\boxed{U = \frac{1}{2}QV} \quad \text{—(3)}$$

→ समान्तर प्लेट संधारित्र का ऊर्जा घनत्व [Energy density of a parallel plate capacitor]

→ हम जानते है समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटो के मध्य वि.क्षे. की तीव्रता

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{q}{A\varepsilon_0} \quad —①$$

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

संधारित्र की धारिता

$$C = \frac{A\varepsilon_0}{d} \quad —②$$

समी ①

$$q = A\varepsilon_0 E \quad —③$$

समी② व ③ को संधारित्र की ऊर्जा $U = \frac{q^2}{2C}$ मे रखने पर

$$U = \frac{(A\varepsilon_0 E)^2}{2(A\varepsilon_0/d)} = \frac{1}{2}\frac{A^2\varepsilon_0^2E^2d}{A\varepsilon_0}$$

$$\boxed{U = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 Ad} \quad —④$$

→ ऊर्जा घनत्व (u) – प्रति एकांक आयतन मे संचित स्थितिज ऊर्जा को ऊर्जा घनत्व कहते है।

$$\text{ऊर्जा घनत्व } (u) = \frac{\text{ऊर्जा } (U)}{\text{आयतन}}$$

संधारित्र की प्लेटो के मध्य का आयतन = Ad

A - प्लेटो का क्षेत्रफल
d - प्लेटो के मध्य की दूरी

समी④ को उपरोक्त समी मे रखने पर

$$u = \frac{\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 Ad}{Ad}$$

$$\boxed{u = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2}$$

→ समान्तर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के मध्य विद्युत क्षेत्र E है तो उसके प्रति एकांक आयतन मे संचित ऊर्जा $u = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$ होती है।

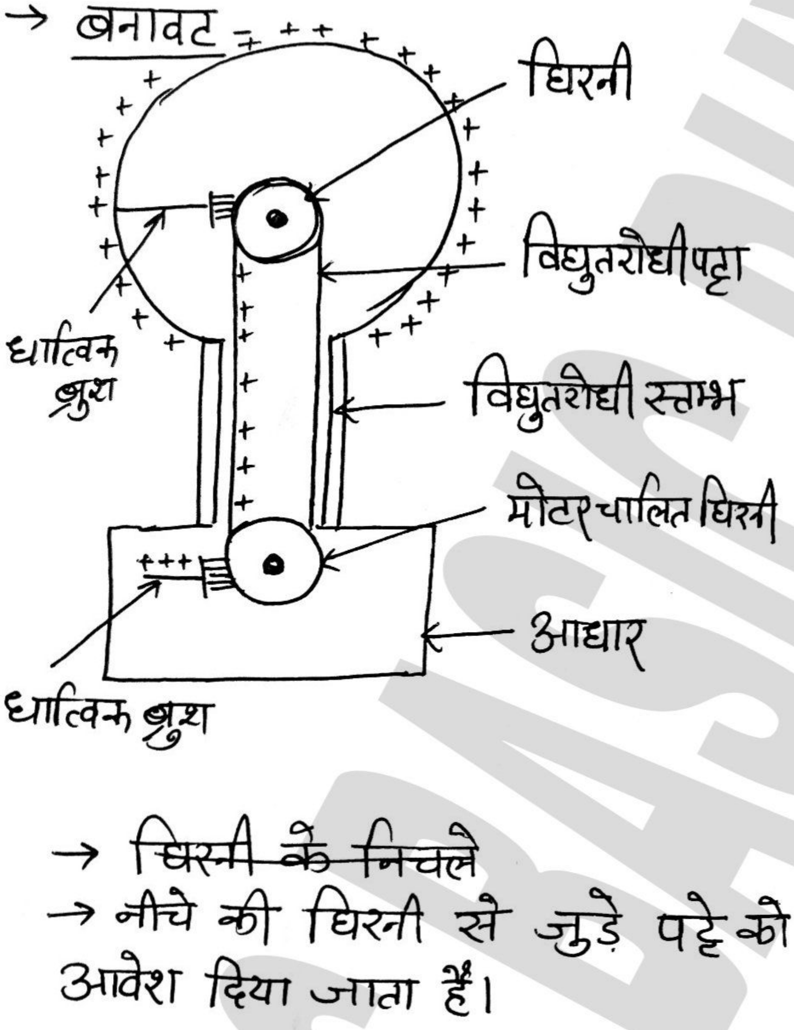
→ वान डे ग्राफ जनित्र

→ वाण्डे ग्राफ जनित्र एक ऐसी मशीन है जिसकी सहायता से उच्च विद्युत क्षैत्र या वोल्टता उत्पन्न की जाती है।

→ वाण्डे ग्राफ जनित्र से 3×10^6 V/m का विद्युत क्षैत्र उत्पन्न किया जा सकता है।

→ इसकी सहायता से आवेशित कणो जैसे इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, आयन को ऊर्जा देकर त्वरित गति प्रदान की जाती हैं।

→ बनावट –



→ वाण्डेग्राफ जनित्र मे कईमीटर ऊंचा विद्युतरोधी स्तम्भ होताहै। जिस पर बहुत बड़ा चालक गोलीय कोश रखा होता है।

→ इस स्तम्भ के मध्य मे कुचालक पट्टा लगा होता है जो घिरनियों से होकर गुजरता है।

→ ऊपरी घिरनी से जुडे छोटे चालक से धात्विक ब्रुश लगा होता हैं। ये धात्विक ब्रुश छोटे गोले से बड़े गोले पर आवेश स्थानान्तरित करता हैं।

→ ~~घिरनी के निचले~~

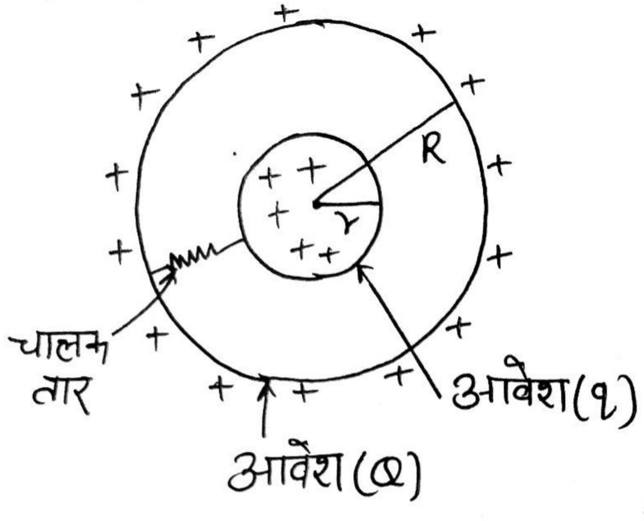
→ नीचे की घिरनी से जुड़े पट्टे को धात्विक ब्रुश की सहायता से आवेश दिया जाता हैं।

→ सिद्धान्त –

→ वाण्डे ग्राफ जनित्र मे, उपरी हिस्से एक बड़ा खोखला गोला व उसके केन्द्रपर छोटा चालक गोला होता हैं। ये दोनों गोले धात्विक तार से जुड़े होते है।

→ माना बड़े गोलीय कोश की त्रिज्या R व छोटे गोले की त्रिज्या r है, इन पर आवेश क्रमशः Q व q हैं।

→ किसी गोले के कारण उत्पन्न विभव, बिन्दु आवेश के कारण उत्पन्न विभव के समान होता हैं।



→ किसी गोले के अन्दर विभव, उसके पृष्ठ के विभव के समान ही होता हैं।

→ छोटे गोले के पृष्ठ पर कुल विभव

V(r) = छोटे गोले के कारण विभव + बड़े गोले के कारण विभव

$$V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R} \quad \text{—(1)}$$

→ बड़े गोले के पृष्ठ पर कुल विभव

V(R) = छोटे गोले के कारण विभव + बड़े गोले के कारण विभव

$$V(R) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{R} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R} \quad \text{—(2)}$$

→ समी (1) व (2) से $V(r) - V(R) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{R} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{R}$

$$V(r) - V(R) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right] = \frac{q}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{R-r}{rR}\right] \quad \text{—(3)}$$

→ यहां पर $\left(\frac{R-r}{rR}\right)$ सदैव धनात्मक होता हैं और यदि q धनात्मक तो समी (3) से $V(r) - V(R) =$ धनात्मक

अर्थात $\boxed{V(r) > V(R)}$

→ उपरोक्त से स्पष्ट है कि बड़े गोलीय खोल पर चाहे कितना भी आवेश क्यों ना हो, छोटे गोले का विभव सदैव ही बड़े गोले के विभव से अधिक होता हैं।

→ यदि दोनो गोलों को किसी चालक से संयोजित कर दिया जाए तो आवेश छोटे से बड़े गोले की ओर निरन्तर प्रवाहित होते हैं।

→ जिससे बड़े गोले पर अत्यधिक मात्रा मे आवेश इकट्ठा हो जाता है।

जिससे पृथ्वी के सापेक्ष लाखो वोल्ट (6-8 लाख) का विभवान्तर उत्पन्न हो जाता है।

→ गोले का विभव एक सीमा से अधिक होने पर, आवेशों का वायु में विसर्जन होने लगता है।

→ कार्यविधि-

→ वाण्डे ग्राफ जनित्र में, कुचालक पट्टे के निचले सिरे पर धात्विक ब्रुश की सहायता से आवेश दिया जाता है। ये आवेश पट्टे के गति करने के कारण ऊपरी भाग मे लगे छोटे गोले तक पहुँच जाता है। छोटे गोले से लगे धात्विक ब्रुश से आवेश बड़े गोले पर स्थानान्तरीत हो जाता है। (उच्च विभव से निम्न विभव की ओर)

According to NCERT and RBSE syllabus

सरल भाषा में और सार्थक अर्थपूर्ण
कक्षा 11और12 के भौतिक विज्ञान के हस्तलिखित नोट्स के लिए
What's app at

9460239358

सरल, सहज और आसान भाषा मे
कक्षा 11 और 12 के भौतिक विज्ञान के
RBSE SYLLABUS के अनुसार वीडियो के लिए
OUR YOUTUBE CHANNEL

BCS BASIC PHYSICS

Please like, share and subscribe the channel