



स्थिर विद्युत विभव तथा धारिता

इस पोस्ट में स्थिर विद्युत विभव तथा धारिता Physics class 12 chapter 2 के सभी टॉपिक को एक notes के रूप में हिन्दी में तैयार किया गया है। और pdf भी जल्द ही आ जायेगी।

विद्युत विभव :-

एकांक आवेश को अनंत से विद्युत क्षेत्र के भीतर किसी बिंदु P तक लाने में किए गए कार्य को उस बिंदु पर **विद्युत विभव** कहते हैं।



यदि किसी परीक्षण आवेश q_0 को अनंत से विद्युत क्षेत्र के भीतर किसी बिंदु P तक लाने में किया गया कार्य W है। तो उस बिंदु पर विद्युत विभव

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

इसका मात्रक जूल/कूलाम अथवा वोल्ट होता है। तथा विमीय सूत्र $[ML^2T^{-3}A^{-1}]$ है। एवं यह एक अदिश राशि है।

विद्युत विभवान्तर :-

किसी परीक्षण आवेश को विद्युत क्षेत्र के भीतर एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में किए गए कार्य तथा परीक्षण आवेश को उन बिंदुओं के बीच विद्युत विभवान्तर कहते हैं।

यदि यह बिंदु A और B हैं तो

$$V_A - V_B = \frac{W}{q_0}$$

इलेक्ट्रॉन वोल्ट :-

एक इलेक्ट्रॉन वोल्ट वह ऊर्जा है। जो कि कोई इलेक्ट्रॉन एक वोल्ट विभवान्तर द्वारा त्वरित होने पर अर्जित करता है।

$$1\text{इलेक्ट्रॉनवोल्ट} = 1.6 \times 10^{-19}\text{जूल}$$

विभव प्रवणता :-

विद्युत क्षेत्र में दूरी के सापेक्ष विभव परिवर्तन की दर को विभव प्रवणता कहते हैं।

$$\text{विभव प्रवणता} = \frac{dv}{dx}$$

इसका मात्रक वोल्ट/मीटर अथवा न्यूटन/कूलाम होता है। यह एक सदिश राशि है। जिसकी दिशा निम्न विभव से उच्च विभव की ओर होती है।

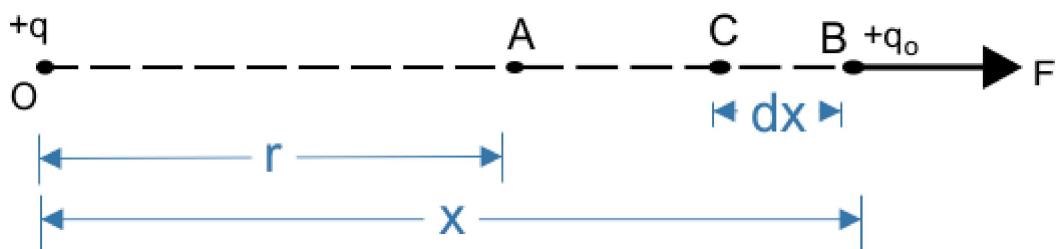
बिंदु आवेश के कारण किसी बिंदु पर विद्युत विभव :-

सम्बन्धित प्रश्न -

Q.1 बिंदु आवेश के कारण किसी बिंदु पर विद्युत विभव के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए?

Q.2 बिंदु आवेश के कारण किसी बिंदु पर विद्युत विभव के सूत्र $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$ का निगमन कीजिए।

हल- माना बिंदु O पर $+q$ कूलाम आवेश स्थित है। इससे r दूरी पर एक बिंदु P है। जिस पर विद्युत विभव ज्ञात करना है।



बिंदु आवेश के कारण किसी बिंदु पर विद्युत विभव

इसके लिए बिंदु A से अनंत तक की दूरी को छोटे-छोटे भागों में बांटा गया है। यदि कोई परीक्षण आवेश $+q_0$ बिंदु B पर स्थित है। तो उस पर लगने वाला विद्युत बल

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_o}{x^2}$$

अब परीक्षण आवेश $+q_o$ को B से C तक लाने में किया गया कार्य

$$dW = F \times (-dx) \Rightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_o}{x^2} \times (-dx)$$

$$dw = F \times (-dx) \Rightarrow \frac{q q_o}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{-dx}{x^2} \right]$$

परीक्षण आवेश $+q_o$ को अनंत से A तक लाने में किया गया कुल कार्य

$$W = \int_{\infty}^r \frac{q q_o}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{-dx}{x^2} \right]$$

$$W = \frac{q q_o}{4\pi\epsilon_0} \int_{\infty}^r -\frac{1}{x^2} dx$$

$$W = \frac{q q_o}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{x} \right]_{\infty}^r \quad \{ \text{समाकलन से } x^n = \frac{x^{n+1}}{n+1} \}$$

$$W = \frac{q q_o}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty} \right]$$

$$W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_o}{r}$$

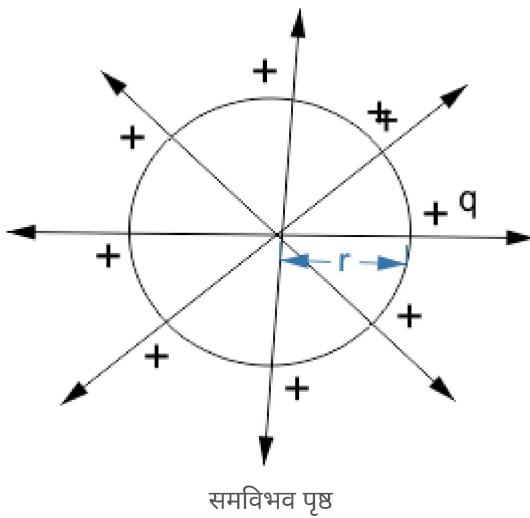
$$\text{बिंदु A पर विभव } V = \frac{W}{q_o}$$

$$V = \frac{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_o}{r}}{q_o}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

वोल्ट

समविभव पृष्ठ :-

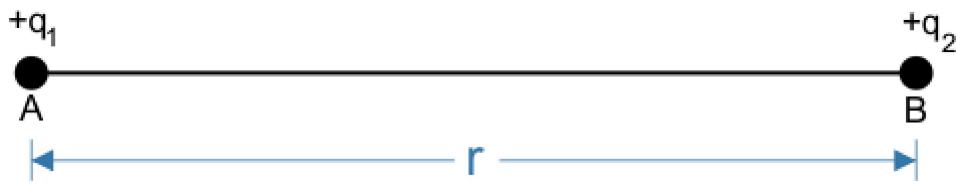


विद्युत क्षेत्र में स्थित एक ऐसा पृष्ठ जिसके सभी बिंदुओं पर विद्युत विभव समान होता है। समविभव पृष्ठ कहलाता है। समविभव पृष्ठ के एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक किसी आवेश को ले जाने में कोई कार्य नहीं होता है।

अर्थात्
$$W = 0$$

आवेशों के किसी निकाय की विद्युत स्थितिज ऊर्जा :-

आवेशों के किसी निकाय की विद्युत स्थितिज ऊर्जा उस कार्य के बराबर होती है। जो उन आवेशों को अनंत से उनकी स्थितियों तक लाने में किया जाता है।



आवेशों के किसी निकाय की विद्युत स्थितिज ऊर्जा

माना एक निकाय AB दो आवेशों $+q_1$ व $+q_2$ से मिलकर बना है। इनके बीच की दूरी r है। माना आवेश $+q_2$ बिंदु B पर न होकर अनंत पर है। तो आवेश $+q_1$ के कारण बिंदु B पर विद्युत विभव

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{r} \quad \text{समी.①}$$

अब आवेश $+q_2$ को अनंत से बिंदु B तक लाने में किया गया कार्य

$$W = q_2 V$$

$$W = q_2 \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{r} \right) \quad \text{समी.① से}$$

$$W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r}$$

यह कार्य ही विद्युत स्थितिज ऊर्जा U है

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r}$$

जूल

Note - यदि कोई निकाय तीन आवेशों से मिलकर बना है तो उस निकाय की स्थितिज ऊर्जा

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

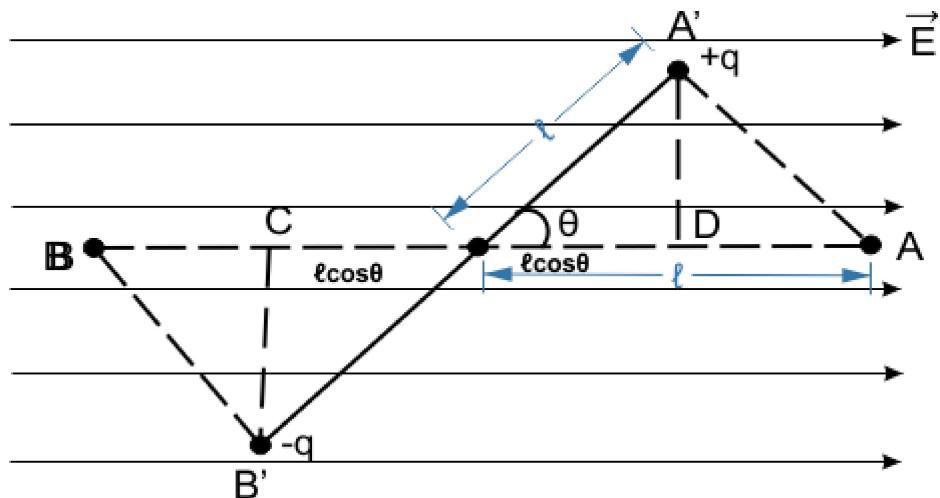
$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{q_1 q_2}{r_1} + \frac{q_3 q_4}{r_2} + \frac{q_5 q_6}{r_3} \right]$$

एक समान विद्युत क्षेत्र में विद्युत द्विध्रुव को घुमाने में किया गया कार्य :-

सम्बन्धित प्रश्न -

Q.1 एक समान विद्युत क्षेत्र में विद्युत द्विध्रुव को घुमाने में किये गये कार्य का व्यंजन ज्ञात कीजिए।

उत्तर- माना एक विद्युत द्विध्रुव क्षेत्र के समांतर AB स्थिति में रखा गया है। अब उसे θ कोण घुमाकर A'B' स्थिति में लाया जाता है। तो विद्युत द्विध्रुव के आवेश $+q$ को A' पर तथा $-q$ को B' पर ले जाने में किया गया कार्य



एक समान विद्युत क्षेत्र में विद्युत द्विध्रुव को घुमाने में किया गया कार्य

$$W = +q \text{ आवेश का कार्य} + (-q \text{ आवेश का कार्य})$$

$$W = qE(DA) + qE(BC)$$

$$W = qE(\ell - \ell \cos\theta) + qE(\ell + \ell \cos\theta)$$

$$W = qEl(1 - \ell \cos\theta) + qEl(1 + \ell \cos\theta)$$

$$W = 2qEl(1 - \ell \cos\theta)$$

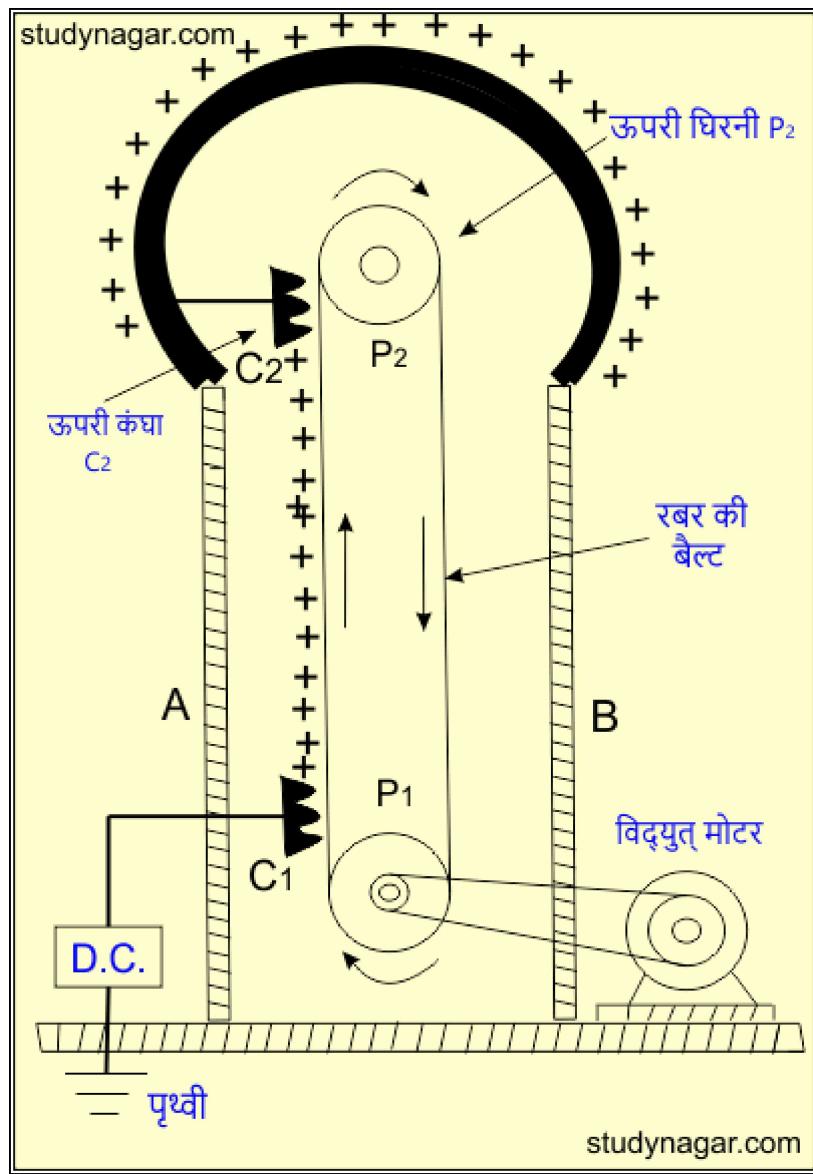
$$W = PE(1 - \ell \cos\theta) \quad (P = 2q\ell)$$

$$W = PE(1 - \ell \cos\theta)$$

वान डी ग्राफ जनित्र क्या है, Van de graaff generator in hindi, रचना, कार्यविधि, सिद्धांत और उपयोग

वान डी ग्राफ जनित्र क्या है (Van de graaff generator in hindi) :-

वैज्ञानिक वान डी ग्राफ ने सन् 1931 में एक ऐसे विद्युत जनित्र का आविष्कार किया, जिसकी सहायता से अति उच्च विभव (लगभग 10^6 वोल्ट) उत्पन्न किया जा सकता है। इस विद्युत जनित्र को वान डी ग्राफ जनित्र कहते हैं।



वान डी ग्राफ जनित्र

वान डी ग्राफ जनित्र की रचना (संरचना) :-

वान डी ग्राफ जनित्र में धातु का एक बड़ा गोला S होता है। जो अचालक धातुओं की छड़ो A और B पर जुड़ा होता है। इसमें रबड़ की एक बिना सिरे वाली बैल्ट होती है। इस रबड़ की बिना सिरे वाली बैल्ट को दो घिरनियों P₁ और P₂ से जुड़ी होती हैं। तथा एक विद्युत मोटर की सहायता से चलाई जाती हैं। घिरनी P₁ पृथ्वी के तल में और घिरनी P₂ गोले के केंद्र पर होती है। इसमें धातु के दो नुकीले कंधे होते हैं। निचला कंधा C₁ अति उच्च विभव वाले स्रोत के धन टर्मिनल से जुड़ा होता है। तथा ऊपरी कंधा C₂ खोखले गोले S के आंतरिक पृष्ठ से जुड़ा होता है। चित्र में देखें।

Note - वान डी ग्राफ जनित्र की रचना (संरचना) वाली पूरी परिभाषा चित्र द्वारा लिखी गई है। कोई अपने पास से नहीं लिखी गई है इसीलिए सभी छात्र चित्र को ध्यान से समझें और लिखकर अभ्यास करें।

वान डी ग्राफ जनित्र का सिद्धांत :-

वान डी ग्राफ जनित्र का सिद्धांत दो घटनाओं पर आधारित है। वान डी ग्राफ जनित्र के सिद्धांत को हमनें एक अलग पोस्ट में तैयार किया है

वान डी ग्राफ जनित्र की कार्यविधि :-

जब निचले कंघे C_1 को अति उच्च विभव दिया जाता है। तो तीक्ष्ण बिंदुओं की क्रिया के परिणाम स्वरूप कंघा C_2 , विभव के स्थान पर आयन उत्पन्न करता है। धन-आयनों और कंघे C_1 के बीच प्रतिकर्षण के कारण ये धन-आयन बिना सिरे वाली रबड़ की बैल्ट पर चले जाते हैं। गतिमान बैल्ट के द्वारा ये धन-आयन ऊपर चले जाते हैं। तथा ऊपरी कंघा C_2 इन धन-आयनों को एकत्रित कर लेता है। और खोखले गोले S के बाहरी पृष्ठ पर स्थानान्तरित कर देता है। क्योंकि रबड़ की बैल्ट घूमती रहती है, इसलिए यह धन-आवेश को ऊपर ले जाती है। और यह धन-आवेश कंघे C_2 द्वारा एकत्रित कर लिए जाते हैं। और खोखले गोले S के बाहरी पृष्ठ पर स्थानान्तरित हो जाते हैं। इस प्रकार गोले S के बाहरी पृष्ठ पर लगातार धन-आवेश प्राप्त होता रहता है। और इसका विद्युत अति उच्च हो जाता है।

वान डी ग्राफ जनित्र के उपयोग :-

- क्योंकि वान डी ग्राफ जनित्र के द्वारा अति उच्च विभव उत्पन्न किया जाता है। इसलिए इसका उपयोग अति उच्च विभव उत्पन्न करने में क्या जाता है।
- वान डी ग्राफ जनित्र का उपयोग धन-आवेश को अति उच्च वेग तक त्वरित करने में किया जाता है।
- वान डी ग्राफ जनित्र का उपयोग आवेशित कणों को त्वरित करके उनकी ऊर्जा में वृद्धि करने में किया जाता है।



धारिता किसे कहते हैं, मात्रक तथा विमीय सूत्र लिखिए, capacitance in hindi

इसके post के अंतर्गत धारिता से संबंधित सभी टॉपिकों को कवर किया गया है। जैसे धारिता किसे कहते हैं, capacitor in Hindi, धारिता का विमीय सूत्र, धारिता का मात्रक तथा धारिता संबंधित प्रश्न आदि।

धारिता किसे कहते हैं :-

किसी चालक को दिए गए आवेश तथा उसके विभव में होने वाली वृद्धि के अनुपात को उस चालक की विद्युत धारिता कहते हैं। यदि किसी चालक को दिया गया आवेश q तथा विभाग में होने वाली वृद्धि V हो तो

$$q \propto V$$

$$q = CV$$

जहां C एक नियतांक है। जिसका मान चालक के आकार तथा पास में रखे अन्य चालकों की उपस्थिति पर निर्भर करता है। इस नियतांक को चालक की **विद्युत धारिता** कहते हैं।

तो चालक की धारिता
$$C = \frac{q}{V}$$

धारिता का मात्रक :-

क्योंकि हम जानते हैं कि आवेश का मात्रक 'कूलाम' तथा विभव का मात्रक 'वोल्ट' होता है। तो इसके अनुसार धारिता का मात्रक **कूलाम/वोल्ट** होगा। इसे फैरड भी कहते हैं। तथा F से प्रदर्शित करते हैं।

तो
$$1\text{फैरड} = 1\text{कूलाम/वोल्ट}$$

अतः 1 फैरड किसी चालक की धारिता है। जो कि उस चालक को 1 कूलाम आवेश देने पर 1 वोल्ट की वृद्धि हो।

Note - धारिता का मात्रक फैरड एक बड़ा मात्रक है। व्यवहार में हम छोटे मात्रकों का प्रयोग करते हैं।

$$1 \text{ माइक्रो-फैरड} (\mu F) = 10^{-6} \text{ फैरड} (F)$$

$$1 \text{ पिको-फैरड} (PF) = 10^{-12} \text{ फैरड} (F)$$

$$1 \text{ माइक्रो माइक्रो-फैरड} (\mu\mu F) = 10^{-12} \text{ फैरड} (F)$$

स्पष्ट है कि पिको-फैरेड का मान माइक्रो माइक्रो-फैरड के बराबर है। इसलिए पिको-फैरेड को माइक्रो माइक्रो-फैरड भी कहते हैं।

धारिता का विमीय सूत्र :-

$$\text{धारिता का मात्रक } C = \frac{q}{V}$$

$$C \text{ (फैरड)} = \frac{\text{कूलाम}}{\text{वॉल्ट}}$$

$$C \text{ (फैरड)} = \frac{\text{कूलाम}}{\text{जूल}/\text{कूलाम}} \quad (\text{चूंकि } V = \frac{W}{q})$$

$$C \text{ (फैरड)} = \frac{(\text{कूलाम})^2}{\text{जूल}}$$

$$C \text{ (फैरड)} = \frac{(\text{एम् पियर} - \text{सेकेंड})^2}{\text{न्यूटन-मीटर}} \quad (\text{चूंकि } q = it \text{ तथा } W = F \cdot s)$$

$$C \text{ (फैरड)} = \frac{(\text{एम् पियर} - \text{सेकेंड})^2}{(\text{किंग् रा} \times \text{मीटर} - \text{सेकेंड}^{-2}) \times \text{मीटर}} \quad (\text{चूंकि } F = ma)$$

$$C \text{ (फैरड)} = \frac{\text{एम् पियर}^2 \times \text{सेकेंड}^4}{\text{किंग् रा} \times \text{मीटर}^2}$$

$$C \text{ (फैरड)} = \text{किग्रा}^{-1} \times \text{मीटर}^2 \times \text{सेकेंड}^4 \times \text{एम्पियर}^2$$

$$\text{अतः धारिता का विमीय सूत्र} = [M^{-1}L^{-2}T^4A^2]$$

यह किसी भी सूत्र का विमीय सूत्र निकालने की सबसे सरल और आसान विधि है।

धारिता से संबंधित प्रश्न :-

(1) एक पिको-फैरेड में कितने फैरेड होते हैं - **10^{-12} फैरेड**

(2) एक गोलाकार चालक की धारिता 2 पिको-फैरेड है। तो इस चालक की त्रिज्या होगी - **1.8×10^{-2} मीटर**

(3) धारिता का विमीय सूत्र होता है - **$[M^{-1}L^{-2}T^4A^2]$**

- (4) 1 कूलाम/वोल्ट में कितने फैरेड होते हैं - **1 फैरेड**
- (5) धारिता का मान निर्भर करता है - **चालक के आकार पर**

अनुगमन वेग के आधार पर ओम के नियम की व्युत्पत्ति, सत्यापन, व्याख्या, निगमन, अपवाह वेग

पिछले अध्याय में हम अपवाह वेग तथा अनुगमन वेग के बारे में पढ़ चुके हैं। और ओम के नियम से भी पूरी तरह परिचित हैं। अब हम इस अध्याय में अनुगमन वेग के आधार पर ओम के नियम की व्युत्पत्ति या निगमन के बारे में विस्तार से चर्चा करेंगे।

अनुगमन वेग के आधार पर ओम के नियम की व्युत्पत्ति या निगमन :-

जब किसी चालक तार के सिरों पर विभवांतर V लगाया जाता है। तो उसमें धारा I बहने लगती है। तो

$$I = neAV_d \quad \text{समी. ①}$$

जहां A = तार के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल, V_d = अपवाह वेग, e = इलेक्ट्रॉन का आवेश तथा n = प्रति एकांक आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या है।

यदि तार की लंबाई L है। तो इसके प्रत्येक बिंदु पर उत्पन्न विद्युत क्षेत्र की तीव्रता

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

इस विद्युत क्षेत्र के कारण प्रत्येक इलेक्ट्रॉन पर लगने वाला बल

$$F = eE \quad \text{या} \quad F = \frac{eV}{L}$$

(यहां इलेक्ट्रॉन का आवेश है जो के स्थान पर प्रयोग हुआ है।)

यदि इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान m है। तो उत्पन्न त्वरण

$$a = \frac{F}{m}$$
$$a = \frac{eV}{mL} \quad \text{समी. ②}$$

चालक तार के भीतर मुक्त इलेक्ट्रॉन अपने धन-आयनों से बार-बार टकराते रहते हैं। यदि किसी इलेक्ट्रॉन की दो क्रमागत टक्करों के बीच का समय अंतराल τ है। जिसे श्रांतिकाल (τ) भी कहते हैं। तो इलेक्ट्रॉन के वेग में की $a\tau$ वृद्धि होगी। यदि किसी क्षण इलेक्ट्रॉन का वेग $a_1\tau_1$ है। तो इस चालक का वेग, विद्युत क्षेत्र E की उपस्थिति में पूर्व वेग से बढ़कर $u_1 + a\tau$ हो जाता है। जहां u इलेक्ट्रॉन का ऊष्मीय वेग है।

यदि मुक्त इलेक्ट्रॉन की संख्या n है तथा अनुगमन वेग V_d हो तो

$$V_d = \frac{(u_1 + a\tau_1) + (u_2 + a\tau_2) + \dots}{n}$$

$$V_d = \frac{(u_1 + u_2 + \dots)}{n} + \frac{a(\tau_1 + \tau_2 + \dots)}{n}$$

$$V_d = 0 + \frac{a(\tau_1 + \tau_2 + \dots)}{n}$$

जहां को $(\tau_1 + \tau_2 + \dots)$ इलेक्ट्रॉनों का श्रांतिकाल कहते हैं। इसका औसत श्रांतिकाल $\tau = (\tau_1 + \tau_2 + \dots)/n$ होगा। तो

$$V_d = 0 + a\tau$$

$$V_d = a\tau$$

अब समी. ② से a का मान रखने पर

$$V_d = \left(\frac{eV}{mL} \right) \tau$$

तथा समी. ① से $V_d = \left(\frac{i}{neA} \right)$ का मान रखने पर

$$\left(\frac{i}{neA} \right) = \left(\frac{eV}{mL} \right) \tau$$

$$i = neA \left(\frac{eV}{mL} \right) \tau$$

$$\frac{V}{i} = \left(\frac{mL}{ne^2 \tau A} \right)$$

अब ओम के नियम $R = \frac{V}{i}$ से

$$R = \left(\frac{mL}{ne^2 \tau A} \right)$$

तो इस प्रकार हम देख सकते हैं कि R तथा $\frac{V}{i}$ के मान समान हैं

अतः

$$R = \frac{V}{i}$$

स्पष्ट है कि चालक पर लगाया गया विभवांतर उसमें प्रवाहित धारा का अनुपात एक नियतांक होता है। यही ओम का नियम है।

विलगित गोलीय चालक की धारिता का सूत्र, Spherical conductor in hindi

विषय-सूची

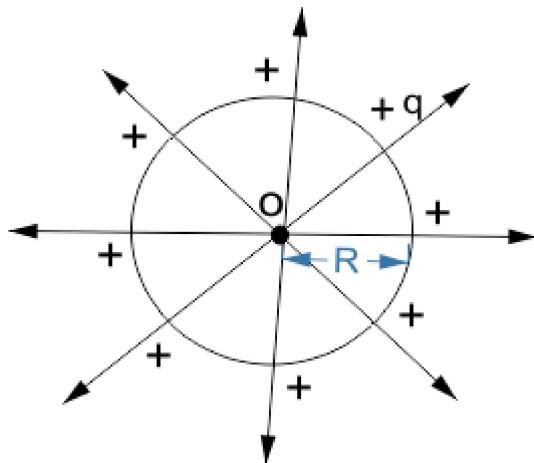


धारिता के बारे में हम पढ़ चुके हैं। कि किसी चालक को दिए गए आवेश तथा उसके विभव में होने वाली वृद्धि के अनुपात को उस चालक की धारिता कहते हैं।

$$C = \frac{q}{V}$$
 फैरड

इसमें हम विलगित गोलीय चालक की धारिता के बारे में विस्तार से चर्चा करेंगे।

विलगित गोलीय चालक की धारिता :-



विलगित गोलीय चालक की धारिता का सूत्र

माना एक विलगित गोलीय चालक, जिसकी त्रिज्या R है। ऐसे माध्यम में रखा है जिसका पराविद्युतांक k है। गोलीय चालक के समीप कोई अन्य आवेश नहीं है जब इसे $+q$ आवेश दिया जाता है। तो यह चालक के बाहरी पृष्ठ पर एक समान रूप से फैल जाता है। तथा पृष्ठ के प्रत्येक बिंदु पर विभव समान होगा। इस कारण विलगित गोलीय चालक से निकलने वाली विद्युत बल-

रेखाएं प्रत्येक बिंदु पर गोलीय चालक में पृष्ठ के लंबवत् होंगी।

अतः चालक के पृष्ठ पर विभव

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k} \frac{q}{R}$$

जहां $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 k}$ का मान 9×10^9 न्यूटन-मीटर²/कूलाम² होता है। यदि गोलीय चालक की धारिता C हो तो

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

$$C = \frac{q}{\frac{1}{4\pi\epsilon_0 k}}$$

$$C = 4\pi\epsilon_0 k R$$
 फैरड

अतः स्पष्ट है कि पराविद्युत माध्यम में स्थित गोलीय चालक की धारिता उसकी त्रिज्या के अनुक्रमानुपाती होती है।

अर्थात् $C \propto R$

वायु अथवा निर्वात के लिए $k = 1$

तो धारिता $C = 4\pi\epsilon_0 R$ फैरड

इस प्रकार

$$\frac{C}{C_0} = \frac{4\pi\epsilon_0 k R}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{C}{C_0} = k$$

$$\frac{C}{C_0} = k$$

अतः किसी माध्यम में गोलीय चालक की धारिता C तथा वायु अथवा निर्वात में किसी चालक की धारिता C_0 का अनुपात उस माध्यम के पराविद्युतांक के बराबर होता है।

उपरोक्त सूत्र को हम इस प्रकार भी लिख सकते हैं।

$$\epsilon_0 = \frac{C}{4\pi R}$$

यहां ϵ_0 को वायु अथवा निर्वात की विद्युतशीलता कहते हैं। यहां इसका मात्रक फैरड मीटर होता है एवं कूलाम²/न्यूटन-मीटर² भी

होता है।

विलगित गोलीय चालक की धारिता का सूत्र :-

गोलीय चालक की धारिता, चालक की त्रिज्या के अनुक्रमानुपाती होती है।

तो सूत्र $C = 4\pi\epsilon_0 R$ फैरड

इस सूत्र को ही विलगित गोलीय चालक की धारिता का सूत्र कहते हैं।

इस सूत्र से संबंधित आंकिक प्रश्न भी आते हैं।

गोलीय चालक की धारिता के सूत्र से संबंधित प्रश्न :-

(1) एक गोलाकार चालक की धारिता 5 पिको फैरड है। इस गोलीय चालक की त्रिज्या ज्ञात कीजिए?

हल- दिया है- धारिता $C = 5 \text{ PF}$

चूंकि हम जानते हैं कि 1 पिको फैरड में 10^{-12} फैरड होते हैं।

तो धारिता $C = 5 \times 10^{-13} \text{ F}$ त्रिज्या $R = ?$

गोलीय चालक की धारिता के सूत्र से $C = 4\pi\epsilon_0 R$

$$C = \frac{1}{9 \times 10^9} \times R$$

$$R = 9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-12}$$

$$R = 45 \times 10^{-3}$$

$$R = 4.5 \times 10^{-2} \text{ मीटर}$$

(2) एक फैरड धारिता वाले किसी गोलीय चालक को हम किसी अलमारी या कमरे में रख सकते हैं?

हल- दिया है- धारिता $C = 1 \text{ F}$

गोलीय चालक की धारिता के सूत्र से

$$C = 4\pi\epsilon_0 R$$

$$R = 9 \times 10^9 \times C$$

$$R = 9 \times 10^9 \times 1$$

$$R = 9 \times 10^9 \text{ मीटर या } 90 \text{ करोड़ मीटर}$$

स्पष्ट है कि इस गोलीय चालक की त्रिज्या 90 करोड़ मीटर है। जो कि बहुत ज्यादा है यह त्रिज्या पृथकी की त्रिज्या से भी अधिक है। इसलिए इस गोलीय चालक को हम किसी कमरे में अलमारी में नहीं रख सकते हैं।

संधारित्र की धारिता किसे कहते हैं, परिभाषित करें, प्रभावित करने वाले कारक, capacitor in Hindi

धारिता के बारे में हम पढ़ चुके हैं। अब संधारित्र की धारिता की परिभाषा, किसे कहते हैं और प्रभावित करने वाले कारक के बारे में अध्ययन करेंगे।

संधारित्र की धारिता किसे कहते हैं :-

जब किसी एक चालक के पास कोई दूसरा चालक लाकर पहले चालक की [धारिता](#) बनाई जाती है तो चालकों के इस संयोजन को **संधारित्र** के आते हैं।

किसी संधारित्र की धारिता, संधारित्र की एक प्लेट को दिए गए आवेश तथा दोनों प्लेटों के बीच उत्पन्न विभवांतर के अनुपात के बराबर होती है।

यदि संधारित्र की प्लेट को $+q$ आवेश देने पर उसकी प्लेट के बीच V विभवांतर उत्पन्न होता है। तो

$$\text{संधारित्र की धारिता} \quad C = \frac{q}{V}$$

संधारित्र की धारिता का मात्रक फैरड होता है। एवं विमीय सूत्र $[M^{-1}L^{-2}T^4A^2]$ होता है।

संधारित्र की धारिता को परिभाषित करें :-

किसी ऐसे दो चालकों का युग्म है। जिस पर बराबर तथा विपरीत आवेश होता है **संधारित्र की धारिता** कहलाती है।

संधारित्र की एक प्लेट को दिए गए q आवेश तथा संधारित्र की दोनों प्लेटों के बीच उत्पन्न विभवांतर के अनुपात को उस चालक पर संधारित्र की धारिता कहते हैं।

$$\text{संधारित्र की धारिता} \quad C = \frac{q}{V}$$

संधारित्र की धारिता को प्रभावित करने वाले कारक :-

किसी संधारित की धारिता निम्न कारकों पर निर्भर करती है -

1. **प्लेटो के क्षेत्रफल पर :-** किसी संधारित की धारिता प्लेटो के क्षेत्रफल पर निर्भर करती है तथा क्षेत्रफल बढ़ाने पर संधारित की धारिता बढ़ जाती है। और यह इसके अनुक्रमानुपाती होती है।

$$\text{अर्थात् } C \propto A$$

2. **प्लेटो के बीच की दूरी पर :-** संधारित की धारिता प्लेटों के बीच की दूरी पर निर्भर करती है तथा दूरी बढ़ाने पर संधारित की धारिता घट जाती है। और यह इसके व्युत्क्रमानुपाती होती है।

$$\text{अर्थात् } C \propto \frac{1}{d}$$

3. **प्लेटो के माध्यम पर :-** संधारित की धारिता दोनों प्लेटों के बीच के माध्यम पर निर्भर करती है तथा प्लेटों के बीच परावैद्युत माध्यम होने पर संधारित की धारिता बढ़ जाती है। और यह इसके अनुक्रमानुपाती होती है।

$$\text{अर्थात् } C \propto K$$

संधारित की स्थितिज ऊर्जा (संधारित में संचित ऊर्जा) :-

जब किसी संधारित को आवेशित किया जाता है। तो कुछ कार्य करना पड़ता है। जो संधारित में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है जब संधारित को किसी प्रतिरोध तार द्वारा जोड़ दिया जाता है। तो यह ऊर्जा उष्मा के रूप में प्रकट हो जाती है। माना किसी संधारित की धारिता C है। जब उसे आवेशित किया जाता है तो संधारित पर किसी क्षण आवेश q' हो तथा प्लेटो के बीच विभवांतर V' हो तो

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

अब संधारित को ओर आगे अनंत सूक्ष्म आवेश dq देने में किया गया कार्य

$$dW = \text{विभव} \times \text{आवेश}$$

$$dW = V' \times dq$$

$$dW = \frac{q'}{C} \times dq$$

अतः संधारित को शून्य से q आवेश देने में किया गया कुल कार्य

$$W = \int_0^q dW$$

$$W = \int_0^q \frac{q'}{C} dq$$

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

$$W = \frac{1}{C} \left[\frac{q'^2}{2} \right]_0^q$$

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

$$W = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

यह कार्य ही स्थितिज ऊर्जा U है

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \text{ जूल}$$

चूंकि $q = CV$ होता है इसलिए

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \text{ जूल}$$

संधारित्र का संयोजन, श्रेणीक्रम संयोजन, समांतर क्रम संयोजन, combinations of capacitors in hindi

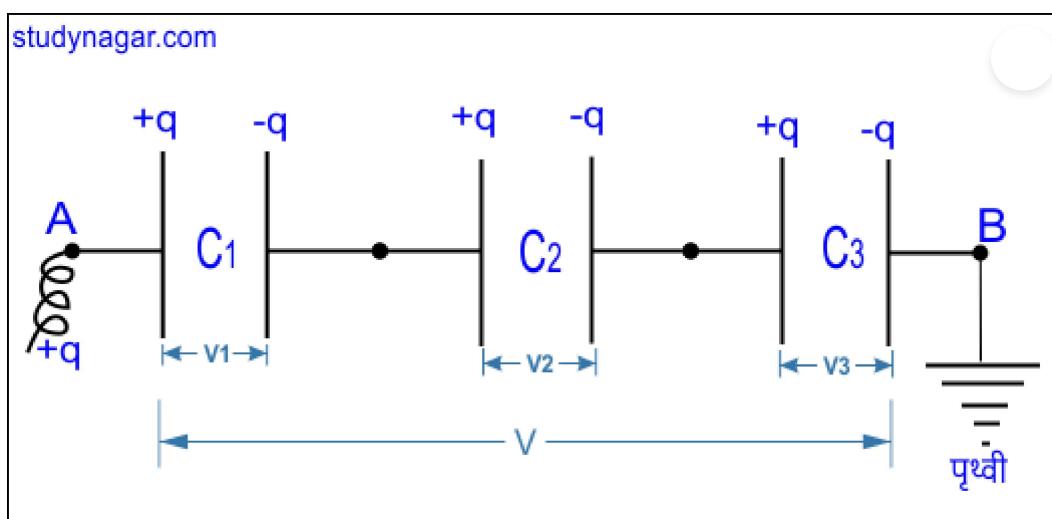
संधारित्र का संयोजन :-

अनेक प्रयोगों में धारिता में परिवर्तन करने के लिए दो या दो से अधिक संधारित्रों को एक साथ जोड़ना पड़ता है। संधारित्रों को जोड़ने के दो संयोजन (क्रम) हैं।

- (i) श्रेणीक्रम संयोजन (ii) समांतर क्रम संयोजन

संधारित्र का श्रेणीक्रम संयोजन :-

श्रेणीक्रम संयोजन में पहले संधारित्र की दूसरी प्लेट को दूसरे संधारित्र की पहली प्लेट से तथा दूसरे संधारित्र की दूसरी प्लेट को तीसरे संधारित्र की पहली प्लेट से जोड़ते हैं। और यदि ज्यादा संधारित्र हैं, तो आगे भी इसी क्रम में जोड़ते हैं। संधारित्र के इस संयोजन को श्रेणीक्रम संयोजन कहते हैं। चित्र से स्पष्ट है।



माना तीन संधारित्र C_1 , C_2 व C_3 श्रेणी क्रम में बिंदुओं A और B के बीच जोड़े गए हैं। तो संधारित्र की सभी प्लेटों पर समान आवेश होगा जबकि सभी प्लेटों के बीच विभवांतर क्रमशः V_1 , V_2 व V_3 होंगे।

$$\text{तो } V_1 = \frac{q}{C_1}, V_2 = \frac{q}{C_2} \text{ तथा } V_3 = \frac{q}{C_3}$$

अब बिंदुओं A और B के बीच कुल विभवांतर

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3} \quad - \text{समी. } ①$$

यदि बिंदुओं A और B के बीच तुल्य धारिता C हो तो

$$V = \frac{q}{C} \quad - \text{समी. } ②$$

अब समी. ① से V का मान समी. ② में रखने पर

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

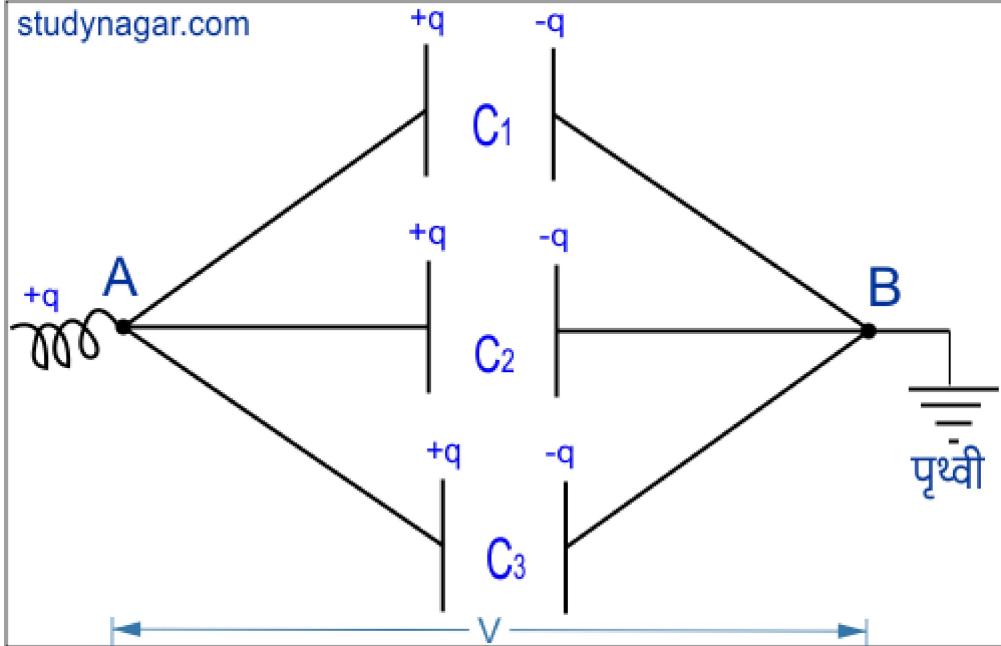
$$\frac{q}{C} = q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

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

स्पष्ट है कि तीन या अधिक संधारित्र श्रेणीक्रम में जुड़े हैं। तो उनकी तुल्य धारिता का व्युत्क्रम, तीनों संधारित्रों की अलग-अलग धारिताओं के व्युत्क्रम के योग के बराबर होता है। श्रेणी क्रम में जुड़े सभी संधारित्र पर आवेश की मात्रा समान होती है।

संधारित्र का समांतर क्रम संयोजन :-

समांतर क्रम संयोजन में सभी संधारित्रों को एक साथ जोड़ने के लिए उन सभी संधारित्रों की पहली प्लेट को एक बिंदु A से जोड़ देते हैं। तथा सभी संधारित्रों की दूसरी प्लेट को दूसरे बिंदु B से जोड़ देते हैं। और यदि कई संधारित्र हैं। तो उन्हें भी इसी क्रम में जोड़ते हैं। तो संधारित्र के इस संयोजन को समांतर क्रम संयोजन कहते हैं। चित्र से स्पष्ट है।



संधारित्र का समांतर क्रम संयोजन

माना तीन संधारित्र C_1 , C_2 व C_3 समांतर क्रम में बिंदुओं A और B के बीच जोड़े गए हैं। तो संधारित्रों पर विभवांतर समान होगा। जबकि इन पर आवेश क्रमशः q_1 , q_2 व q_3 होंगे।

$$\text{तो } q_1 = C_1 V, q_2 = C_2 V \text{ तथा } q_3 = C_3 V$$

अतः आवेश के संरक्षण से

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$q = C_1 V + C_2 V + C_3 V \quad - \text{समीं. } ①$$

यदि बिंदुओं A और B के बीच तुल्य धारिता C है तो

$$q_1 = CV \quad - \text{समीं. } ②$$

अब समीं. ① से q का मान समीं. ② में रखने पर

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

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

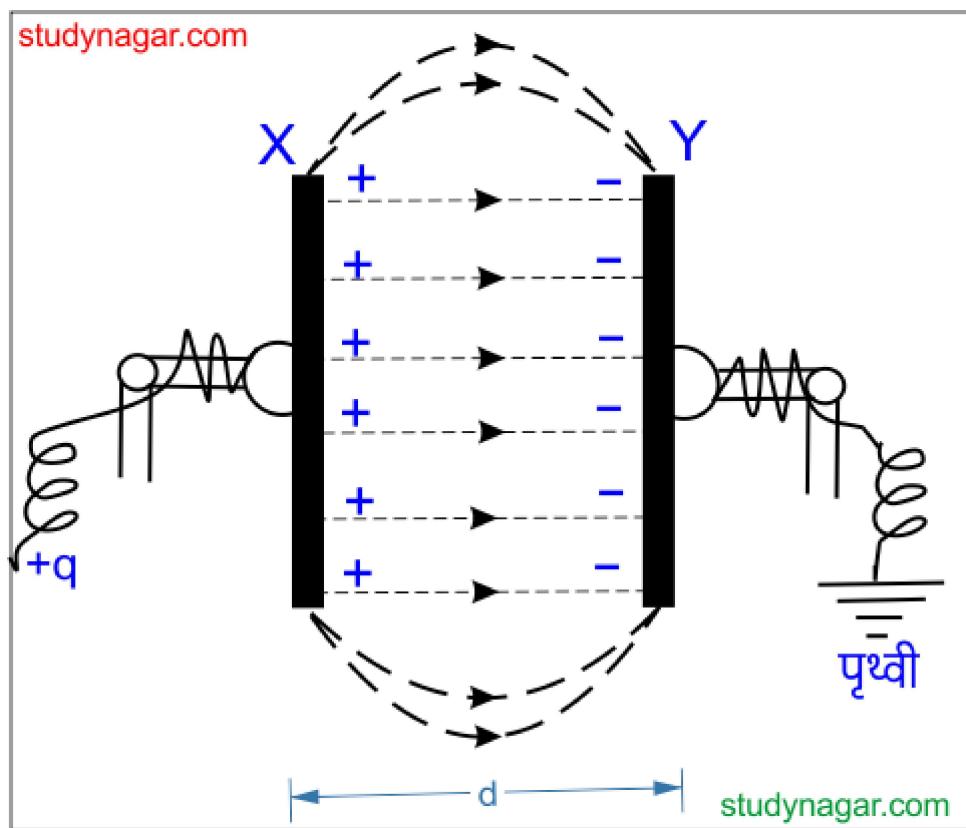
$$C = (C_1 + C_2 + C_3)$$

स्पष्ट है कि तीन या अधिक संधारित्र समांतर क्रम में जुड़े हैं। तो उनकी तुल्य धारिता, तीनों संधारित्रों की अलग-अलग धारिताओं के योग के बराबर होता है। समांतर क्रम में जुड़े सभी संधारित्र पर विभवांतर समान होता है।

समांतर प्लेट (पट्टीका) संधारित्र की धारिता, सूत्र, व्यंजक, parallel plate capacitor in hindi

दो समतल तथा समांतर लंबी धातु की प्लेटें एवं उनके बीच स्थित वायु अथवा विद्युतरोधी (पराविद्युत) माध्यम भरा हो तो इस प्रकार के निकाय को समांतर प्लेट संधारित्र कहते हैं।

समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता :-



समांतर प्लेट (पट्टीका) संधारित्र की धारिता

समांतर प्लेट संधारित्र में धातु की दो समतल प्लेटें X और Y एक दूसरे से d दूरी पर एक स्टैण्ड में लगी होती है। प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल A है। जब धातु की प्लेट X को +q आवेश दिया जाता है। तो प्रेरण के कारण Y प्लेट के भीतरी सतह पर उतना ही -q आवेश तथा बाह्य सतह पर +q आवेश उत्पन्न हो जाता है। क्योंकि Y प्लेट पृथ्वी से जुड़ी है इसलिए +q आवेश पृथ्वी में चला जाता है। तो इस प्रकार प्लेटें X और Y पर बराबर तथा विपरीत आवेश होंगे। यदि दोनों प्लेटों के बीच पराविद्युत पदार्थ k भर दिया जाता है।

$$\text{तो प्रत्येक प्लेट का पृष्ठ घनत्व } \sigma = \frac{q}{A}$$

$$\text{दोनों प्लेटों के बीच उत्पन्न विद्युत क्षेत्र की तीव्रता } E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 k} \Rightarrow \frac{q}{A\epsilon_0 k}$$

$$\text{दोनों प्लेटों के बीच उत्पन्न विभवांतर } V = Ed \Rightarrow \frac{qd}{A\epsilon_0 k}$$

$$\text{समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता } C = \frac{q}{V}$$

$$C = \frac{q}{qd/A\epsilon_0 k}$$

$$C = \frac{A\epsilon_0 k}{d} \quad \boxed{\text{फैरड}}$$

वायु संधारित्र के लिए k = 1

$$C_0 = \frac{A\epsilon_0}{d} \quad \boxed{\text{फैरड}}$$

तो इस प्रकार इनकी तुलना करने पर

$$\frac{C}{C_0} = \frac{A\epsilon_0 k/d}{A\epsilon_0/d}$$

$$\boxed{\frac{C}{C_0} = k}$$

अतः स्पष्ट है कि समांतर प्लेट संधारित्र की प्लेटों के बीच पराविद्युत माध्यम भर देने से समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता बढ़ जाती है।

Note - एक प्रश्न यह बहुत आता है। महत्वपूर्ण है साथ ही लॉजिकल भी है।

तो इस प्रश्न पर आपका उत्तर कुछ ऐसा हो जो टीचर देखकर प्रसन्न हो जाए कि वह कहे इस बंदे ने रटा नहीं है दिमाग से किया है। कुछ ऐसे -

Ans. समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता के सूत्र से

$$C = \frac{A\epsilon_0 k}{d} \quad \text{फैरड}$$

जहां A = प्लेटो का क्षेत्रफल,

ϵ_0 = वायु अथवा निर्वात की विद्युतशीलता,

k = परावैद्युतांक तथा

d = प्लेटों के बीच की दूरी और

C = समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता है।

अतः सूत्र से स्पष्ट है कि समांतर प्लेट संधारित्र में अधिक परावैद्युतांक वाला पदार्थ भर देने पर तथा प्लेटों के बीच की दूरी कम कर देने पर समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता बढ़ाई जा सकती है।

समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता से सम्बन्धित प्रश्न :-

(1) एक समांतर प्लेट संधारित्र की प्रत्येक प्लेट का क्षेत्रफल 60 सेमी है। तथा दोनों प्लेटों के बीच विद्युत क्षेत्र की तीव्रता 50 न्यूटन/कूलाम है। प्रत्येक प्लेट पर आवेश की गणना कीजिए?

$$\text{हल- } \text{समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता } C = \frac{A\epsilon_0 k}{d} \text{ समी.①}$$

जहां A प्लेटो का क्षेत्रफल तथा d दोनों प्लेटों के बीच की दूरी है।

यदि प्लेटों के बीच विभवांतर V हो तो प्लेटो पर आवेश

$$q = CV$$

$$q = \epsilon_0 A \times \frac{V}{d} \quad \text{समी.②} \quad (\text{समी.① से})$$

यदि प्लेटों के बीच विद्युत क्षेत्र E हो तब

$$E = \frac{V}{d} \quad \text{समी.③}$$

अतः प्रत्येक प्लेट पर आवेश

समी.② में समी.③ से E का मान रखने पर

$$q = \epsilon_0 A E$$

चूंकि हम जानते हैं कि विद्युतशीलता ϵ_0 का मान 8.85×10^{-12} कूलाम²/न्यूटन-मीटर² होता है तो

$$q = 8.85 \times 10^{-12} \times (60 \times 10^{-4} \text{ मीटर}) \times 50$$

$$q = 8.85 \times 10^{-12} \times 3 \times 10^{-2}$$

$$q = 26.55 \times 10^{-13}$$

$$q = 2.66 \times 10^{-12} \text{ कूलाम}$$

यह प्रश्न महत्वपूर्ण है। क्योंकि यहां एक सूत्र से पूरा प्रश्न हल नहीं हुआ है। यहां सूत्रों से सूत्र बनाए गए हैं इसीलिए अच्छे से समझें।

(2) एक समांतर प्लेट संधारित्र की प्लेटों का व्यास 8 सेमी है। तथा उसमें पराविद्युत माध्यम वायु ($k = 1$) है। इस संधारित्र की धारिता, 100 सेमी त्रिज्या वाले गोले की धारिता के समान है। तो इसकी प्लेटों के बीच की दूरी ज्ञात कीजिए?

हल- दिया है-

$$2r = 8 \text{ सेमी} \Rightarrow r = 4 \text{ सेमी} \Rightarrow r = 4 \times 10^{-2} \text{ मीटर}$$

$$\text{और गोले की त्रिज्या } R = 100 \text{ सेमी} \Rightarrow 1 \text{ मीटर}$$

$$\text{संधारित्र की प्लेटों का क्षेत्रफल } A = \pi r^2$$

$$A = \pi \times (4 \times 10^{-2})^2$$

$$A = 16\pi \times 10^{-4} \text{ मीटर}^2$$

$$\text{समांतर प्लेट संधारित्र की धारिता } C = \frac{A\epsilon_0}{d}$$

$$\text{गोले की धारिता } C = 4\pi\epsilon_0 R$$

प्रश्नानुसार धारिताएं बराबर हैं तो

$$\frac{A\epsilon_0}{d} = 4\pi\epsilon_0 R$$

$$\frac{A}{d} = 4\pi R$$

मान रखने पर

$$\frac{16\pi \times 10^{-4}}{d} = 4\pi \times 1$$

$$\text{अतः प्लेटों के बीच की दूरी } d = \frac{16}{4} \times 10^{-4}$$

$$d = 4 \times 10^{-4} \text{ मीटर}$$

$$[d = 0.04 \text{ सेमी}]$$

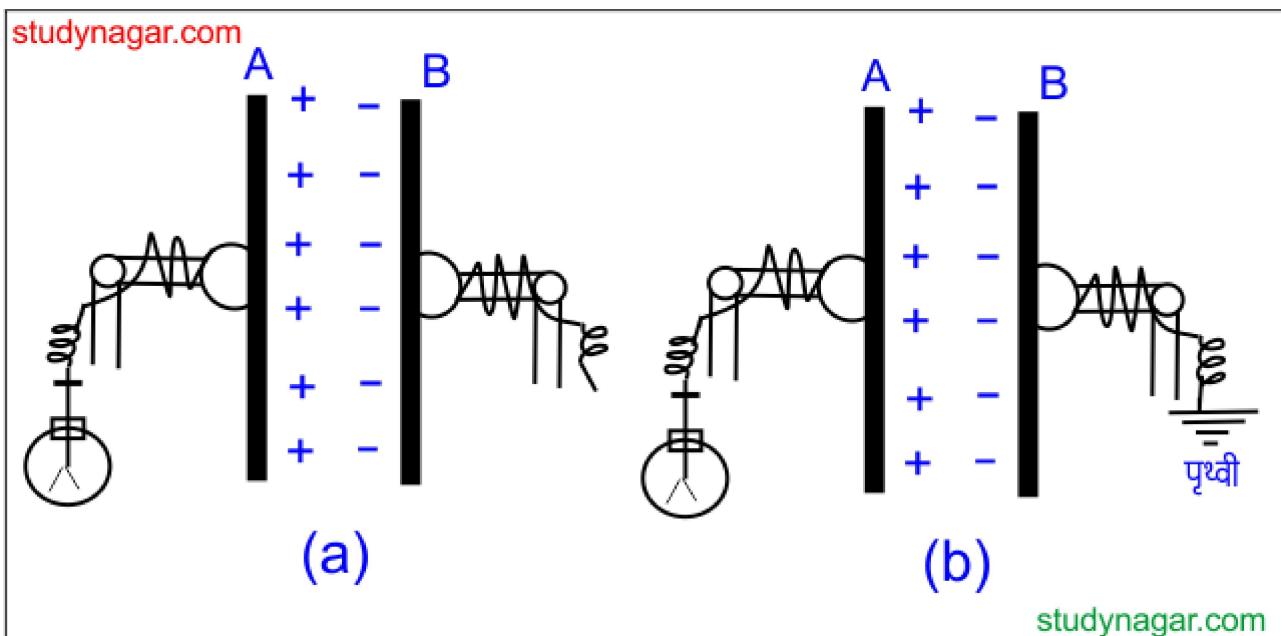
संधारित्र का सिद्धांत क्या है समझाइए,

संधारित्र के बारे में हम पिछले अध्याय में चर्चा कर चुके हैं। अब संधारित्र का सिद्धांत के बारे में अध्ययन करेंगे।

“कोई एक ऐसा समायोजन, जिसमें किसी चालक के आकार में परिवर्तन किए बिना उस पर आवेश की पर्याप्त मात्रा संचित की जा सकती है संधारित्र कहलाता है।”

संधारित्र का सिद्धांत :-

जैसा हम संधारित्र की परिभाषा में पढ़ चुके हैं। कि किसी एक चालक के पास कोई दूसरा चालक लाकर पहले चालक की धारिता बढ़ाई जाती है तो चालकों के इस समायोजन को संधारित्र कहते हैं।



संधारित्र का सिद्धांत इस तथ्य पर आधारित है। जब किसी आवेशित चालक के पास कोई अनावेशित (आवेशहीन) चालक रख दिया जाता है। तो आवेशित चालक का विभव कम हो जाता है। सूत्र $C = \frac{q}{V}$ से स्पष्ट है कि चालक का विभव कम होने पर उसकी धारिता बढ़ जाएगी। अतः चालक की धारिता में वृद्धि हो जाती है चित्र में देखें

इसमें धातु की प्लेट A है, जो विद्युतरोधी स्टैण्ड में लगी है। इस धातु की प्लेट को किसी विद्युत उपकरण द्वारा धन-आवेश दिया जाता है। तो प्लेट A का विभव घट जाता है। तथा एक अन्य धातु की B प्लेट जो विद्युतरोधी स्टैण्ड पर लगी है। जब प्लेट A के समीप लाई जाती है। तो प्रेरण के कारण B प्लेट के भीतरी सतह पर उतना ही ऋण-आवेश तथा बाह्य सतह में धन-आवेश उत्पन्न हो जाता है। (चित्र a देखें)

तो इस प्रकार प्लेट B का भीतरी ऋण-आवेश प्लेट A के विभव को कम करने का प्रयास करता है। जबकि इसके विपरीत प्लेट B का धन-आवेश प्लेट A के विभव को बढ़ाने का प्रयास करता है।

तो इस प्रकार प्लेट B पर धन तथा ऋण आवेश की मात्रा बराबर हो जाती है। जबकि प्लेट B, प्लेट A के नजदीक होने के कारण प्लेट A का विभव कम हो जाता है। इससे स्पष्ट है कि प्लेट B की उपस्थिति के कारण प्लेट A की धारिता बढ़ जाती है।

अब यदि प्लेट B को पृथ्वी से जोड़ दिया जाता है। तो प्लेट A का विभव और अधिक कम हो जाता है। (चित्र b में देखें) इसका कारण है कि प्लेट B को पृथ्वी से जोड़ने पर इसका धन-आवेश पृथ्वी में चला जाता है। जबकि भीतरी सतह पर ऋण-आवेश, प्लेट A के धन-आवेश के कारण बना रहता है। प्लेट A की वह बाह्य सतह पर धन-आवेश न होने के कारण प्लेट A का विभव बहुत कम हो जाता है।

अर्थात् प्लेट A पर विभव कम होने से धारिता बढ़ जाती है। इससे स्पष्ट है कि किसी आवेशित चालक की धारिता, उसके समीप पृथ्वी से संबंधित कोई दूसरा चालक लाकर बढ़ाई जा सकती है। यह समायोजन, जिस पर पर्याप्त आवेश एकत्रित किया जाता है सं गरित्र कहलाता है।