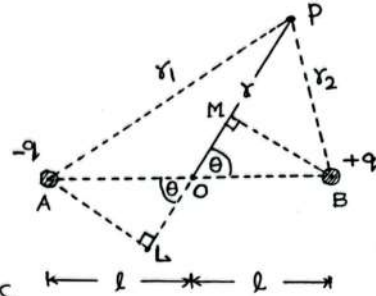


Q- विद्युत द्विध्रुव का विद्युत विभव का व्यंजक एक बिन्दु पर ज्ञात करें एवं विशेष स्थितियों की चर्चा करें।

Ans- एक विद्युत AB को माना जिसकी लम्बाई $2l$ है, आवेश $-q$ बिन्दु A पर एवं आवेश $+q$ बिन्दु B पर हैं। द्विध्रुव के क्षि मध्य बिन्दु O से दूरी r एवं अक्ष से कोण θ पर एक बिन्दु P हैं।



विद्युत द्विध्रुव का द्विध्रुव आधूर्ण

$$\vec{P} = q(2l) \text{ अक्ष के अनुदिश}$$

आवेश $-q$ का बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-q}{r_1}$$

आवेश $+q$ का बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{+q}{r_2}$$

विद्युत द्विध्रुव का बिन्दु P पर विद्युत विभव

$$V = V_1 + V_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \quad (1)$$

ज्यामितीय खँचना - PO को आगे बढ़ाया एवं बिन्दु A से लम्ब AL एवं बिन्दु B से लम्ब BM खींचा

समकोण ΔALO में

$$\frac{OL}{OA} = \cos \theta$$

$$\frac{OL}{l} = \cos \theta$$

$$OL = l \cos \theta$$

समकोण ΔBMO में

$$\frac{OM}{OB} = \cos \theta$$

$$\frac{OM}{l} = \cos \theta$$

$$OM = l \cos \theta$$

जैसा कि द्विध्रुव की लम्बाई ($2l$) दूरी (r) से बहुत छोटा होता है इस कारण

$$r_1 = AP \approx LP = OP + OL$$

$$r_1 = r + l \cos \theta$$

$$r_2 = BP \approx MP = OP - OM$$

$$r_2 = r - l \cos \theta$$

$$\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} = \frac{1}{r - l \cos \theta} - \frac{1}{r + l \cos \theta}$$

$$= \frac{r + l \cos \theta - r + l \cos \theta}{r^2 - l^2 \cos^2 \theta}$$

$$= \frac{2l \cos \theta}{r^2} \quad \text{क्योंकि } r \gg l$$

संबंध (1) से

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{2l \cos \theta}{r^2}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(q2l) \cos \theta}{r^2}$$

$$\therefore V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P \cos \theta}{r^2}$$

Special Cases

(1) अक्षीय स्थिति में (In end on position)

$$\theta = 0^\circ$$

$$V_{\text{axis}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P}{r^2}$$

(2) निरक्षीय स्थिति में (In broadside on position)

$$\theta = 90^\circ$$

$$V_{\perp} = 0$$

Short question

Q- विद्युत विभव क्या होता है? इसका SI मात्रक लिखें।

Ans- आवेश का एक निकाय का एक बिन्दु पर विद्युत विभव अनंत से एकांक धन आवेश को उस बिन्दु पर लाने में बाह्य स्रोत के द्वारा किया गया न्यूनतम कार्य होता है।

$$V = \frac{W_{\text{ext}}}{q}$$

$$\Rightarrow \text{SI मात्रक } 1 \text{ Volt (V)} = 1 \text{ J C}^{-1}$$

PRAKIRNAN

PRAKIRNAN

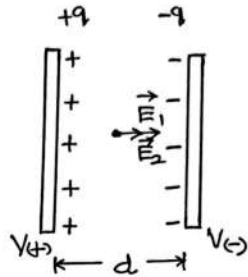
Q-संधारित्र की धारिता को परिभाषित करें। एक समान्तर प्लेट संधारित्र की धारिता का व्यंजक प्राप्त करें (1) जबकि प्लेट्स के बीच निर्वात हो (2) जबकि प्लेट्स के बीच परावैद्युत पदार्थ भरा हुआ हो।

Ans- धारिता - एक संधारित्र की धारिता संधारित्र के प्लेट्स का आवेश एवं प्लेट्स की विभवान्तर का अनुपात होता है।

$$C = \frac{q}{V} = \frac{q}{V_+ - V_-}$$

समान्तर प्लेट संधारित्र

एक समान्तर प्लेट संधारित्र को माना जिसका प्लेट्स का अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है तथा प्लेट्स के बीच का दूरी d है। प्लेट्स का आवेश q है।



जैसा कि प्लेट्स क्षेत्रफल की तुलना में d बहुत कम है अतः प्लेट्स के बीच के बिंदु पर विद्युत क्षेत्र लगभग नियत है।

परिणामी विद्युत क्षेत्र

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \text{ जहाँ } E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}, E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \\ \text{angle } \theta = 0^\circ$$

$$\text{परिमाण में } E = E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

(1) प्लेट्स के बीच निर्वात होने पर

$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{A\epsilon_0}$$

प्लेट्स का विभवान्तर

$$V_0 = E_0 d = \frac{qd}{A\epsilon_0}$$

$$\text{धारिता } C_0 = \frac{q}{V_0} = \frac{q}{\left(\frac{qd}{A\epsilon_0}\right)} = \frac{A\epsilon_0}{d}$$

$$\boxed{C_0 = \frac{A\epsilon_0}{d}}$$

(2) प्लेट्स के बीच परावैद्युत पदार्थ भरा होने पर

$$E = \frac{E_0}{K} = \frac{q}{KA\epsilon_0}$$

प्लेट्स के बीच का विभवान्तर

$$V = Ed = \frac{qd}{KA\epsilon_0}$$

संधारित्र की धारिता

$$C = \frac{q}{V} = \frac{q}{\left(\frac{qd}{KA\epsilon_0}\right)} = \frac{KA\epsilon_0}{d}$$

$$\boxed{C = K\left(\frac{A\epsilon_0}{d}\right)}$$

$$\therefore \boxed{C = KC_0}$$

Q- आवेशित संधारित्र की विद्युत स्थितिज ऊर्जा का व्यंजक प्राप्त करें।

Ans- आवेशित संधारित्र का विद्युत स्थितिज ऊर्जा संधारित्र पर आवेश देने में किया गया बाह्य बल के द्वारा न्यूनतम कार्य होता है।

$$U = W_{\text{ext}} \quad (1)$$

एक संधारित्र धारिता C को माना, कुल आवेश q देने पर संधारित्र का विभव V हो जाता है एवं उसकी स्थितिज ऊर्जा U हो जाता है।

संधारित्र के प्लेट्स पर आवेश देने के क्रम में जब आवेश q' दिया जाता है विभव $V' = \frac{q'}{C}$

आवेश का मान q' से $(q' + dq')$ करने में किया गया कार्य $dW = V' dq' = \frac{q'}{C} dq' = \frac{1}{C} q' dq'$

आवेश का मान 0 से q करने में बाह्य बल के द्वारा किया गया न्यूनतम कार्य

$$W_{\text{ext}} = \int dW = \frac{1}{C} \int_0^q q' dq' = \frac{1}{C} \left[\frac{q'^2}{2} \right]_0^q = \frac{1}{2C} [q^2 - 0^2] \\ = \frac{q^2}{2C}$$

$\therefore$ विद्युत स्थितिज ऊर्जा

$$\left. \begin{aligned} U &= \frac{q^2}{2C} \\ &= \frac{1}{2} qV \\ &= \frac{1}{2} CV^2 \end{aligned} \right\} q = CV$$