

\* વિદ્યુત ક્ષેત્રનું રેખા સંકલન:-

→ વિદ્યુત ક્ષેત્રની તીવ્રતા  $\vec{E}$  હોય તો બિંદુ A તથા B વચ્ચેનું રેખા સંકલન નીચે મુજબ આપી શકાય.

$$\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

i) આ સંકલન એકમ દળ વિદ્યુતભારને A થી B સુધી લઈ જતો વિદ્યુત ક્ષેત્ર  $\vec{E}$  વડે થતાં કાર્યનું મૂલ્ય આપે છે.

∴ કાર્ય = બળ × સ્થાનાંતર

$$W = F \times d = qE \times d \quad \left\{ \because E = \frac{F}{q} \right\}$$

$$W = (1) E d \quad \text{એકમ દળ વિદ્યુતભાર}$$

$$W = E d$$

ii) વિદ્યુત ક્ષેત્રનું રેખા સંકલન A થી B તરફ થવા માટે ખસેડે કરાવેલ માર્ગ પર આધાર રાખતું નથી પરંતુ કક્ષા (બિંદુઓ (A તથા B) ના સ્થાન પર આધાર રાખે છે.

ACB માર્ગ માટે

$$W = W_{AC} + W_{CB}$$

$$= \int_C^A E dr \cos 90^\circ + \int_A^B E dr \cos 90^\circ$$

$$= 0 + \int_C^B \frac{KQ}{r^2} dr$$

$$= KQ \int_C^B -r^{-2} = KQ \left[ \frac{-1}{-1} \right]_C^B$$

$$= KQ \left[ \frac{1}{r} \right]_C^B = -KQ \left[ \frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_C} \right]$$

$$= KQ \left[ \frac{1}{r_C} - \frac{1}{r_B} \right]$$

ADB માર્ગ માટે

$$W = W_{AD} + W_{DB}$$

$$= \int_D^A E dr \cos 50^\circ + \int_A^B E dr \cos 90^\circ$$

$$= \int_A^D \frac{KQ}{r^2} dr + 0$$

$$= KQ \left[ \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_D} \right]$$

⇒ એવું,  $r_A = r_C$  તથા  $r_B = r_D$

∴  $W = KQ \left[ \frac{1}{r_C} - \frac{1}{r_B} \right]$

iii

બંધ માર્ગ પરના વિદ્યુતકોષનાં રેખા સંકલનનું મૂલ્ય શૂન્ય છે.

A થી B માર્ગ પરનું કાર્ય  $\rightarrow W_{AB} = KQ \left[ \frac{1}{\epsilon_A} - \frac{1}{\epsilon_B} \right]$

B થી A માર્ગ પરનું કાર્ય  $\rightarrow W_{BA} = KQ \left[ \frac{1}{\epsilon_B} - \frac{1}{\epsilon_A} \right]$

$\rightarrow$  એમ, બંધ માર્ગ (A-B-A) માટે કાર્ય,  $W = W_{AB} + W_{BA}$   
 $\therefore W = 0$

(iv) વિદ્યુતકોષનાં રેખા સંકલન અદિશ રાશિ છે.

{ $\therefore$  જે સદિશ રાશિના કોટ ગુણાકાર દ્વંદ્વ અદિશ રાશિ જ મળે છે.}

\* વિદ્યુતસ્થિતિમાન પર નોંધ લખો.

$\rightarrow$  "સ્કેલ દળ વિદ્યુતભારને અનંત અંતરથી વિદ્યુતકોષના સાથે (બંદુ એ અચળ વેગ સાથે લાવવા વિદ્યુતકોષની વિરૂદ્ધ કરવા પડતાં કાર્ય તે બંદુ પાસેનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન કહે છે."

$\rightarrow$  જેને સ્થિત વિદ્યુતસ્થિતિમાન પણ કહે છે.

• વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો SI એકમ :- વિદ્યુતસ્થિતિમાન = કાર્ય (W)  $\rightarrow J = \frac{\text{વજનમાર(2)}}{\text{C}}$

• વિદ્યુતસ્થિતિમાનનું પારિમાટિક સૂત્ર :-  $\frac{m'L^2T^{-2}}{A'T'} = m'L^2T^{-3}A^{-1}$

$\rightarrow$  એમ, વિદ્યુતકોષનાં કોઈ બંદુ P આગળનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન નીચે મુજબ આપી શકાય.

$\therefore V_p = - \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{r}$

\* વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તકેદારી પર નોંધ લખો.

$\rightarrow$  વિદ્યુતકોષનાં કોઈ બંદુ P આગળનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન નીચે મુજબ આપી શકાય.

$\therefore V_p = - \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{r}$



→ વિદ્યુતક્ષેત્રમાં કોઈ બિંદુ Q આગળનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન નીચે મુજબ આપી શકાય.  
 $\therefore V_Q = - \int_{\infty}^Q \vec{E} \cdot d\vec{r}$

• Q તથા P બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$$\begin{aligned} V_Q - V_P &= - \int_{\infty}^Q \vec{E} \cdot d\vec{r} - \left[ - \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{r} \right] \\ &= - \int_{\infty}^Q \vec{E} \cdot d\vec{r} + \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{r} \\ &= \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{r} - \int_{\infty}^Q \vec{E} \cdot d\vec{r} \\ &= - \int_P^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{r} - \int_{\infty}^Q \vec{E} \cdot d\vec{r} \\ &= - \left[ \int_P^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{r} + \int_{\infty}^Q \vec{E} \cdot d\vec{r} \right] \end{aligned}$$

$$V_Q - V_P = - \int_P^Q \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

→ જે બિંદુ P ની સાથેજો બિંદુ Q આગળનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન દર્શાવે છે.

→ વ્યવહારમાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનનું નિરપેક્ષ મૂલ્ય આગળનું નથી, પરંતુ વિદ્યુતસ્થિતિમાનના ફેરફાર આગળનું છે.

\* વિદ્યુતસ્થિતિઊર્જા પર નોંધ લખો.

→ "1 જેટલા દળ વિદ્યુતભારને અનંત અંતરેથી વિદ્યુતક્ષેત્રમાં આવેલ બિંદુએ અચળ વેગ સથે લાવવા વિદ્યુતક્ષેત્રની વિરુદ્ધ કરવા પડતાં કાર્યને તે બિંદુ પ્રાપ્ત વિદ્યુતસ્થિતિઊર્જા (U) કહે છે."

$$\therefore U = qV \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{વિદ્યુતભાર} : \text{કાર્ય} \\ 1 \rightsquigarrow V \\ 1 \rightsquigarrow ? \end{array} \right\}$$

• વિદ્યુતસ્થિતિઊર્જાનો SI એકમ :- J

• વિદ્યુતસ્થિતિઊર્જાનું પારિમાણિક મુલ્ય :-  $M^1 L^2 T^{-2}$

→ બેઝનકોમનં કોઈ બિંદુ P આગળની બેઝનસ્થિતિ ઊભં નીચે દર્શાવી શકાય.

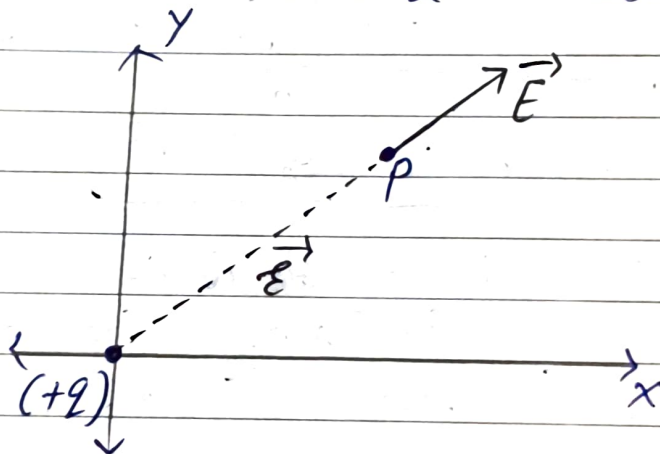
$$U_p = -q \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

• બિંદુ Q તથા P વચ્ચે બેઝનસ્થિતિ ઊભંનો તફાવત નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય.

$$\therefore U_Q - U_P = -q \int_P^Q \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

\* બિંદુવા બેઝનમારથી ઉદભવતાં બેઝનસ્થિતિમાનકું મૂલ્ય નીચે.

→ "આદિતિમાં ઊભાં બિંદુ પર દર્શાવેલ બિંદુવા બેઝનમાર 2 ના બીજા 2 સંગરે આવેલા કોઈ બિંદુ માંથી બેઝન સ્થિતિમાન  $V_P$  મેળવવું છે."



• બેઝનસ્થિતિમાનની વ્યાખ્યા અનુસાર,

$$V_P = - \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

$$\therefore V_P = + \int_P^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

• જ્યાં  $E =$  બિંદુ P આગળ બેઝનકોમનં  
 $= \frac{Kq}{r^2}$

$$\therefore V_P = \int_P^{\infty} \frac{Kq}{r^2} \hat{r} \cdot d\vec{r} \hat{r}$$

$$\therefore V_P = Kq \int_P^{\infty} r^{-2} dr$$

$$\therefore V_P = Kq \left[ \frac{-1}{r} \right]_P^{\infty} = Kq \left[ \frac{-1}{\infty} - \left( \frac{-1}{P} \right) \right]$$

$$\therefore V_p = Kq \left[ \frac{-1}{\infty} + \frac{1}{x} \right] = Kq \left[ 0 + \frac{1}{x} \right]$$

$$\therefore V_p = \frac{Kq}{x} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{x}$$

→ આ સમીકરણ દર્શાવે છે કે ધન (પરમાણુ (+)) થી ઉદભવતું (સ્થિતિ) માન ધન અને નકલ (પરમાણુ (-)) થી ઉદભવતું (સ્થિતિ) માન નકલ હોય છે.

• Example :- 2.1

(a)  $V = ??$

$$V = \frac{Kq}{x} \text{ પરથી, } \dots$$

• જ્યાં,  $K = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$   
 $q = 4 \times 10^{-7} C$   
 $x = 0.09 m$

$$\therefore V = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-7}}{0.09}$$

$$\therefore V = 400 \times 10^2 = 4 \times 10^2 \times 10^2$$

$$\therefore \boxed{V = 4 \times 10^4 V}$$

(b)  $W = ??$

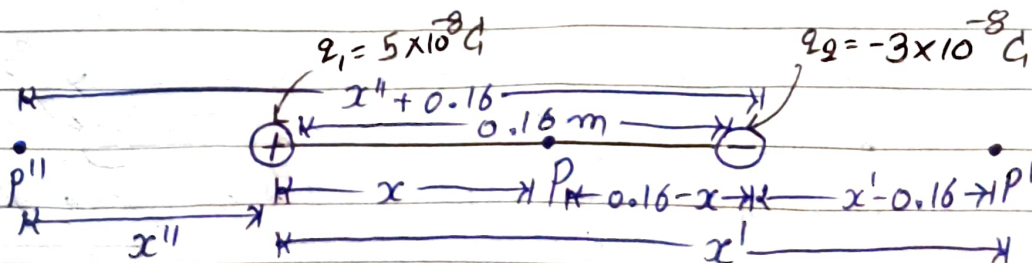
$$W = q_0 V \text{ પરથી, } \dots$$

• જ્યાં,  $q_0 = 2 \times 10^{-9} C$   
 $V = 4 \times 10^4 V$

$$\therefore W = 4 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-9}$$

$$\therefore \boxed{W = 8 \times 10^{-5} J}$$

• Example :- 2.1





- P' (બંદુર સ્થિતિ) :-

$$V_1 + V_2 = 0$$

$$\therefore \frac{KQ_1}{r_1} + \frac{KQ_2}{r_2} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{x'} - \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{(x' - 0.16)} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{x'} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{(x' - 0.16)}$$

$$\therefore 5(x' - 0.16) = 3x'$$

$$\therefore 5x' - 0.8 = 3x'$$

$$\therefore 2x' = 0.8$$

$$\therefore x' = 0.4 \text{ m}$$

$$\therefore x' = 40 \text{ cm}$$

- P (બંદુર સ્થિતિ) :-

$$V_1 + V_2 = 0$$

$$\therefore \frac{KQ_1}{r_1} + \frac{KQ_2}{r_2} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{x} - \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{(0.16 - x)} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{x} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{(0.16 - x)}$$

$$\therefore 5(0.16 - x) = 3x$$

$$\therefore 0.8 - 5x = 3x$$

$$\therefore 0.8 = 8x$$

$$\therefore x = 0.1 \text{ m}$$

$$\therefore x = 10 \text{ cm}$$

- P'' (બંદુર સ્થિતિ) :-

$$V_1 + V_2 = 0$$

$$\therefore \frac{KQ_1}{r_1} + \frac{KQ_2}{r_2} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{x''} - \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{(x'' + 0.16)} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{x''} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{(x'' + 0.16)}$$

$$\therefore 5(x'' + 0.16) = 3x''$$

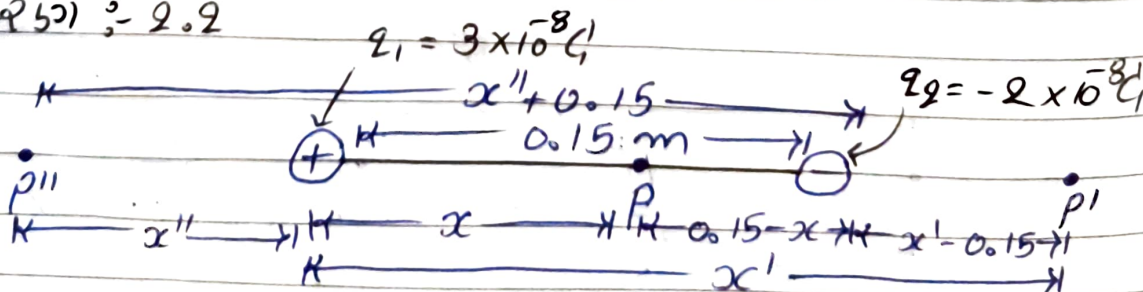
$$\therefore 5x'' + 0.8 = 3x''$$

$$\therefore 2x'' = -0.8$$

$$\therefore x'' = -0.4 \text{ m}$$

$$\therefore x'' = -40 \text{ cm}$$

- (સેલેક્શન) :- 2.2



• P બિંદુ સ્થાગિત બિંદુ સ્થિતિમાન:-

$$V_1 + V_2 = 0$$

$$\therefore \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{Kq_2}{r_2} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{x} - \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-8}}{(0.15-x)} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{x} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-8}}{(0.15-x)}$$

$$\therefore 3(0.15-x) = 2x$$

$$\therefore 0.45 - 3x = 2x$$

$$\therefore 0.45 = 5x$$

$$\therefore x = 0.09 \text{ m}$$

$$\therefore x = 9 \text{ cm}$$

• P' બિંદુ સ્થાગિત બિંદુ સ્થિતિમાન:-

$$V_1 + V_2 = 0$$

$$\therefore \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{Kq_2}{r_2} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{x'} - \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-8}}{(x'-0.15)} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{x'} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-8}}{(x'-0.15)}$$

$$\therefore 3(x'-0.15) = 2x'$$

$$\therefore 3x' - 0.45 = 2x'$$

$$\therefore x' = 0.45 \text{ m}$$

$$\therefore x' = 45 \text{ cm}$$

• P'' બિંદુ સ્થાગિત બિંદુ સ્થિતિમાન:-

$$V_1 + V_2 = 0$$

$$\therefore \frac{Kq_1}{r_1} + \frac{Kq_2}{r_2} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{x''} - \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-8}}{(x''+0.15)} = 0$$

$$\therefore \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-8}}{x''} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-8}}{(x''+0.15)}$$

$$\therefore 3(x''+0.15) = 2x''$$

$$\therefore 3x'' + 0.45 = 2x''$$

$$\therefore x'' = -0.45 \text{ m}$$

$$\therefore x'' = -45 \text{ cm}$$

→ દાન બિંદુ સ્થાગિત સ્થિતિ માટે 10 cm અને 40 cm ના બિંદુ સ્થાગિત સ્થિતિમાન શૂન્ય છે.

→ દાન બિંદુ સ્થાગિત સ્થિતિ માટે 9 cm અને 45 cm ના બિંદુ સ્થાગિત સ્થિતિમાન શૂન્ય છે.