SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

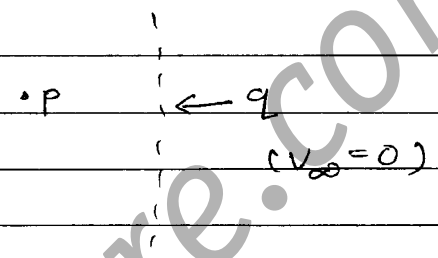
* વિદ્યુત પોટેન્શિયલ અને પોટેન્શિયલ તફાવત *

↳ તે અદિશ રાશિ છે અને relative રાશિ છે.

↳ અનંત અંતરેથી કોઈ નિશ્ચિત બિંદુ સુધી એકમ ધન વિજભારને ગતિ કરાવા થતા જરૂરી કાર્યને તે બિંદુનો પોટેન્શિયલ કહે છે.

↳ $W_{\infty-p}$ = ∞ થી p સુધી q ને લઈ જવા જરૂરી કાર્ય.

$V_p = \frac{\text{થતું કાર્ય}}{\text{વિજભાર}} \Rightarrow \frac{W_{\infty p}}{q} \Rightarrow \frac{U_p}{q}$



U_p = P બિંદુએ વિજભારની પોટેન્શિયલ ઊર્જા.

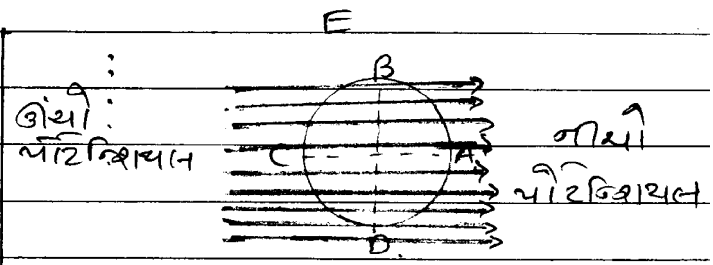
↳ $V = \frac{W}{q} = \frac{J}{C} = \frac{Nm}{C} = \text{Volt} = [ML^2T^{-3}A^{-1}]$

$1V = \frac{1J}{1C} \Rightarrow \frac{10^7 \text{ erg}}{3\times10^9 \text{ state}} = \text{Volt} \Rightarrow \frac{1}{300}$ stat વોલ્ટ esu of Potential

↳ E ની દિશા ઊંચા પોટેન્શિયલથી નીચા પોટેન્શિયલ તરફ હોય.

↳ વિદ્યુત ક્ષેત્ર રેખાને લંબની પોટેન્શિયલ સમાન હોય છે.

$V_C > V_B = V_D > V_A$



Q: Electrostatic માં પોટેન્શિયલની સરખામણી થર્મોડાયનેમિક-માં _____ સાથે કરી શકાય.

↳ તાપમાન

↳ જો વિજભાર મુક્ત રીતે ગતિ કરી શકે તો
(i) ધન વિજભાર ઊંચા પોટેન્શિયલથી નીચા પોટેન્શિયલ તરફ
અને (ii) ત્રણ વિજભાર નીચા પોટેન્શિયલથી ઊંચા પોટેન્શિયલ તરફ ગતિ કરે.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ પોટેન્શિયલ તફાવત: A અને B વચ્ચે પોટેન્શિયલ તફાવત (અત્યાર સુધી) → $\Rightarrow V_{AB} = V_B - V_A$

હવે પોટેન્શિયલ તફાવત $\Rightarrow \frac{\text{કાર્ય}}{\text{વિજભાર}} \Rightarrow \frac{W_{AB}}{q}$

$$\therefore W_{AB} = q \cdot V_{AB}$$

$$W_{AB} \Rightarrow q(V_B - V_A)$$

↳ કોઈ પણ બિંદુનો પોટેન્શિયલ સંદર્ભ બિંદુનાં પોટેન્શિયલ પર આધાર રાખે છે. સામાન્ય રીતે સંદર્ભ બિંદુ અનંત અંતરે હોય છે.

↳ બે બિંદુ વચ્ચેનો પોટેન્શિયલ તફાવત સંદર્ભ બિંદુ પર આધાર રાખતો નથી.

↳ જો સંદર્ભ બિંદુનો પોટેન્શિયલ xV ધારીએ તો પ્રત્યેક બિંદુનો પોટેન્શિયલ xV વધે અને બે બિંદુ વચ્ચેનો પોટેન્શિયલ તફાવત સમાન રહે.

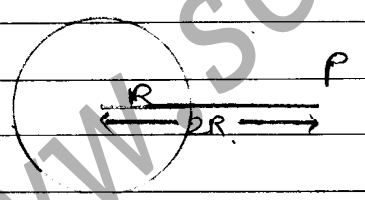
↳ સામાન્ય રીતે ધન વિજભારીત પદાર્થનો પોટેન્શિયલ ધન હોય પરંતુ તે ઋણ અથવા શૂન્ય પણ હોઈ શકે.

$V_p = 10 + V_\infty$ જો $V_\infty = 10\,V \Rightarrow V_p = 20\,V$

જો $V_\infty = -10\,V \Rightarrow V_p = 0\,V$

જો $V_\infty = -20\,V \Rightarrow V_p = -10\,V$

↳ આકૃતિમાં જો $V_s = 0$ તો $V_p = ?$



$$V_s = KQ/R$$

$$V_r = \frac{KQ}{r}$$

$$V_s = \left(\frac{KQ}{R}\right) + V_\infty$$

$$0 = \left(\frac{KQ}{R}\right) + V_\infty$$

$$V_\infty = \frac{-KQ}{R}$$

હવે $V_p = \frac{KQ}{r} + V_\infty$

$$\Rightarrow KQ\left(\frac{1}{2r} - \frac{1}{R}\right)$$

$$\Rightarrow KQ\left(\frac{1}{2R} - \frac{1}{R}\right)$$

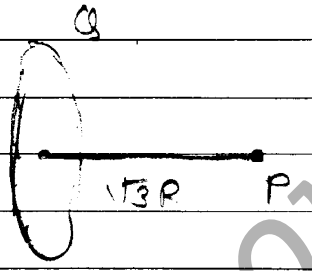
$$\therefore \boxed{V_p = -\frac{KQ}{R}}$$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: જો $V_P = 0$ તો (Q, R) ધરાવતી રિંગનાં કેન્દ્ર પર V શોધો.

↳ $V_P = \frac{KQ}{\sqrt{R^2+x^2}} + V_\infty$



$0 \Rightarrow \frac{KQ}{\sqrt{R^2+3R^2}} + V_\infty$

$\therefore V_\infty = \frac{-KQ}{2R}$

$V_{કેન્દ્ર} = \frac{KQ}{R} + \left(\frac{-KQ}{2R}\right) \Rightarrow \frac{KQ}{2R}$

↳ અનંત અંતરેથી ચોક્કસ બિંદુ સુધી ધન વિજભારને લાવવા કરવું પડતું કાર્ય એ તે બંને બિંદુ વચ્ચેનાં વિદ્યુત પોટેન્શિયલ તફાવત સમાન હોય છે. જો અનંત અંતરે પોટેન્શિયલ શૂન્ય હોય તો કાર્ય એ ચોક્કસ બિંદુનાં પોટેન્શિયલ સમાન હોય.

$q_0 \longrightarrow W$ $\qquad V_P - V_\infty = \frac{W}{q_0 = 1}$

$1C \longrightarrow \frac{W}{q_0}$

$V_P - V_\infty = \frac{W}{q_0} = \frac{\Delta U}{q_0} = \frac{U_P - U_\infty}{q_0}$

જો $V_\infty = 0$ અને $U_\infty = 0$

તો $V_P = \frac{U_P}{q_0}$

↳ ખાસ મુદ્દા:

(i). જો કોઈ બિંદુનો વિદ્યુત પોટેન્શિયલ V_P હોય તો તે બિંદુએ વિજભારની વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્જા

$E_{PE} = q_0 \times V_P$

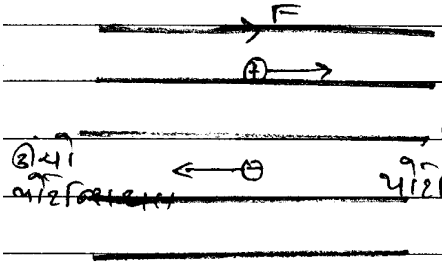
$\boxed{U = q_0 \times V_P}$

↳ E ની દિશા ઊંચા પોટેન્શિયલથી નીચા પોટેન્શિયલ તરફ હોય છે. ઊંચાની દિશામાં જતાં પોટેન્શિયલ ઘટે છે.

www.scienceeducare.com

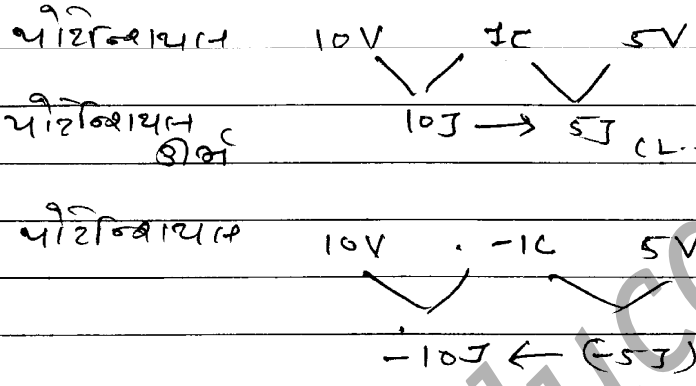
SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ વિજભાર ગતિ :

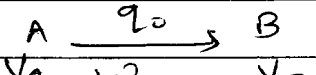


H.P.E $\xrightarrow{\oplus}$ L.P.E

H.P.E $\xrightarrow{\ominus}$ L.P.E



↳ કોઈ પણ પ્રકારનો વિજભાર હંમેશા ઊંચો પોટેન્શિયલ ઊર્જાથી નીચો પોટેન્શિયલ ઊર્જા તરફ ગતિ કરે છે.

↳ 

$W_A = q_0 V_A$ $\quad W_B = q_0 V_B$

$W_{A \to B} = \Delta U = V_B - V_A \Rightarrow q_0(V_B - V_A)$

$\{W_{A \to B} = q_0(V_B - V_A)\}$ $\quad \{W_0 = q_0 \Delta V \Rightarrow q_0(V_f - V_i)\}$

↳ (+/-) નિશાની જરૂરી છે.

↳ $W_{AB} = -W_{BA}$

↳ પરંતુ કાર્ય માર્ગ પર આધારિત નથી કારણ કે $\vec{E}$ સંરક્ષિત ક્ષેત્ર છે. બંધ માર્ગમાં પરંતુ કાર્ય શૂન્ય છે.

Q: $V_A = 20V$, $V_B = 50V$, ∝ કણ

$W_{AB} = q_0(V_B - V_A)$

$\Rightarrow 2 \times 1.6 \times 10^{-19}(50 - 20)$

$W_{AB} \rightarrow 60$ eV

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: A ——— e⁻ ——— B $W_{AB} = 100\ eV$

$V_A = 50V$ $V_B = ?$

$W_{AB} = q_0(V_B - V_A)$

$100 \times e \Rightarrow (1.6 \times 10^{-19})(50 - V_B)$

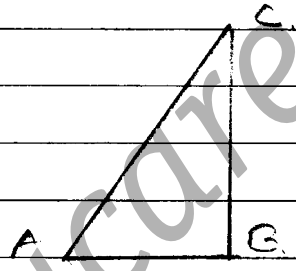
$\therefore V_B = (-50)V$

Q: $W_{AC} = ?$, $W_{AB} = 10J$, $W_{CB} = 3J$, $W_{AC} = ?$

↳ $W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = 0$

$\therefore 10 + (-3) + (-W_{AC}) = 0$

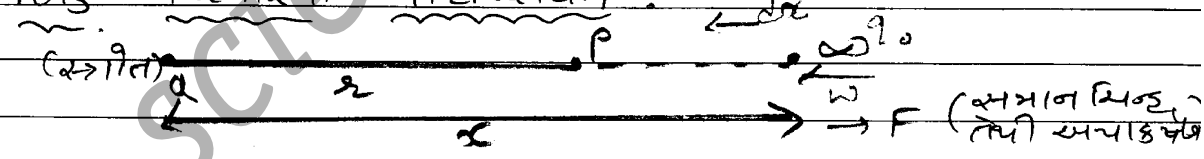
$\therefore W_{AC} = +7\ J$



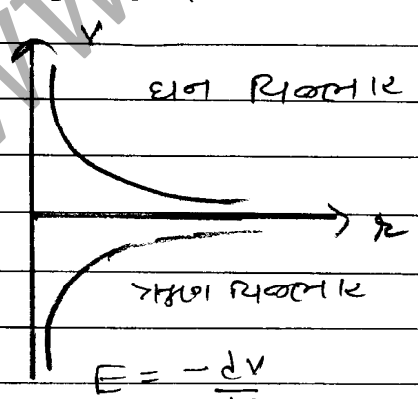
↳ સામાન્ય સ્થાનમાં પોટેન્શિયલ એ $\vec{E}$ અને $d\vec{r}$ વચ્ચેનો રેખીય સંકલન છે.

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

* બિંદુ વિદ્યુતભારનો પોટેન્શિયલ :



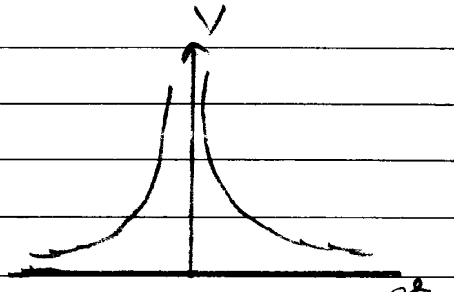
↳ V → r આલેખ :



$E = -\frac{dV}{dr}$

$dV = -E \cdot dr$

$V \Rightarrow \int(-E) \cdot dr$



$W = \int dW = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{\infty}^{r} \frac{KQq_0}{r^2} \cdot dr$

$\Rightarrow -KQq_0 \left[-\frac{1}{r}\right]_{\infty}^{r}$

$W \Rightarrow KQq_0/r$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$$V = -KQ\int\left(\frac{1}{r^2}\right)dr \Rightarrow -KQ\int\frac{r^{-2+1}}{(-2+1)}\cdot dr$$

$$\Rightarrow -KQ\int\frac{-1}{r}+C$$

$$\boxed{V \Rightarrow \frac{KQ}{r}}$$

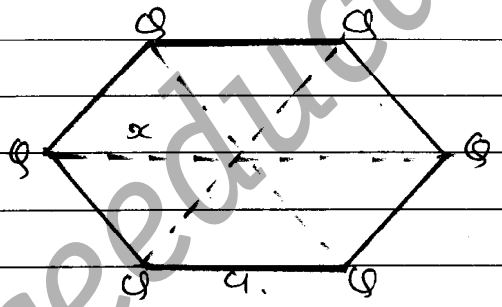
↳ 1 કરતાં વધુ વિજભારો હોય તો,

$V_{total} = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_n$

$V_{net} =$

Q: કેન્દ્ર પર V_{net} અને E શોધો.

↳ સામાન્ય ભૂમિતિમાં કેન્દ્ર પર સમાન વિજભાર હોય છે.



$\therefore \vec{E} = 0$ (સદિશ)

$x = a$

$V_0 = \frac{KQ}{x} + \frac{KQ}{x} + \cdots$

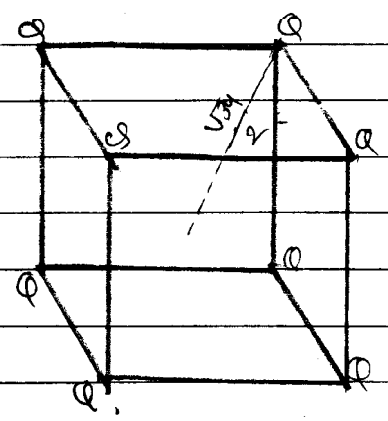
$\Rightarrow \frac{6KQ}{x}$

$\boxed{V_0 = \frac{6KQ}{x}}$ $\boxed{E_0 = 0}$

Q: ઘનનાં પ્રત્યેક શિરોબિંદુ પર સમાન વિજભાર મુકેલ છે. તો કેન્દ્ર પર $\vec{E}$ અને $\vec{V}$ શોધો.

↳ $E = 0$

કેન્દ્ર પર શૂન્ય પ્રાપ્ત કારણકે પ્રત્યેક ખુણાની વિરુધ્ધ સમાન વિજભાર છે.



$V = \frac{KQ}{x} + \cdots \Rightarrow \frac{8KQ}{x}$

$V = \frac{8KQ \times 2}{\sqrt{3}a} \Rightarrow \frac{16KQ}{\sqrt{3}a}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

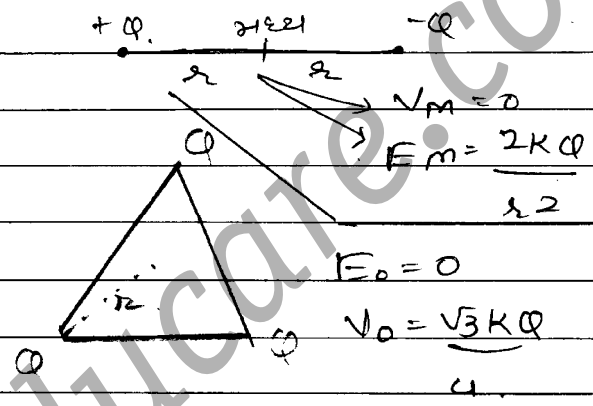
↳ ધારો કે માત્ર 7 ખુણા પર Q હોય તો 6Q નાં કારણે ઉદ્ભવતુ E શૂન્ય થશે પરંતુ વધેલા 1 Q નાં કારણે E મળશે.

$$E = \frac{KQ}{x^2} \Rightarrow \frac{KQ}{(\sqrt{3}a/2)^2} \Rightarrow \frac{4KQ}{3a^2}$$

જો $E = 0$ તો $(V = 0)$ ✓
$(V \neq 0)$ ✓

જો $V = 0$ તો $(E = 0)$ ✓
$(E \neq 0)$ ✓

જો $V \neq 0$ તો $(E \neq 0)$ ✓



$V_m = 0$

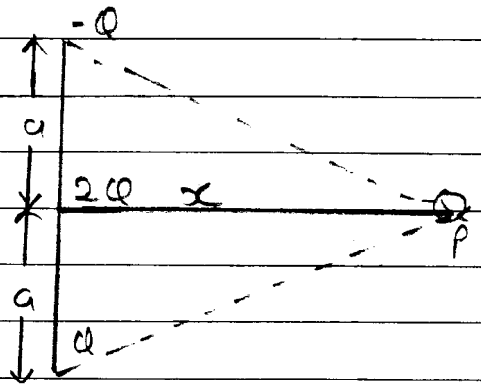
$E_m = \frac{2KQ}{r^2}$

$E_0 = 0$

$V_0 = \frac{\sqrt{3}KQ}{a}$

⇝ જો $x >> a$ હોય તો P પર V શોધો. (P એ ઉદ્ગમથી દૂર છે).

$V_p = [(-Q) + (2Q) + (-Q)]$ નાં કારણે



$$V_p = \frac{-KQ}{\sqrt{a^2+x^2}} + \frac{2KQ}{x} + \left(\frac{-KQ}{\sqrt{a^2+x^2}}\right)$$

$$V_p = \frac{2KQ}{x} - \frac{2KQ}{\sqrt{a^2+x^2}}$$

$$V_p = \frac{2KQ}{x} - \frac{2KQ}{x\left(\frac{a^2}{x^2}+1\right)^{1/2}}$$

[$(1+x)^n$, જો x નાનો હોય તો $1 + nx + \ldots$

$$V_p = \frac{2KQ}{x}\left[1 - 1 + \frac{a^2}{2x^2}\right]$$

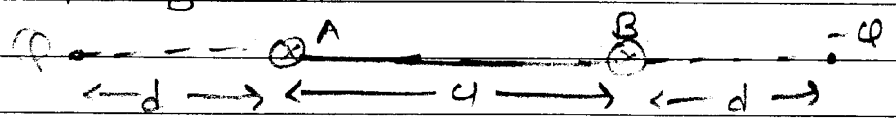
$$\therefore \boxed{V_p = \frac{KQa^2}{x^3}}$$

www.scienceeducare.com

(78)

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: $V_A - V_B$ શોધો.

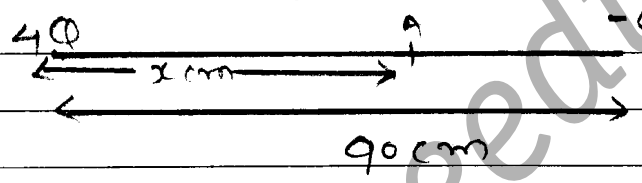


↳ $V_A = \frac{KQ}{d} \Rightarrow \frac{KQ}{(a+d)} \Rightarrow \frac{KQa}{d(a+d)}$

$V_B = \frac{KQ}{(a+d)} - \frac{KQ}{d} \Rightarrow -\frac{KQa}{d(d+a)}$

$V_A - V_B = \frac{2KQa}{d(a+d)}$.

Q: જો $V_A = 0$ તો $x = ?$

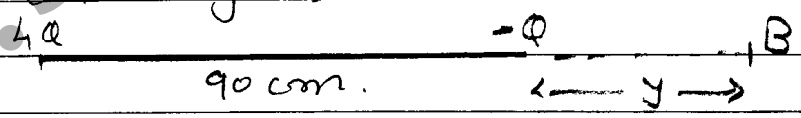


$V_A = 0 \Rightarrow \frac{K(4Q)}{x} - \frac{KQ}{(90-x)} = 0$

$\Rightarrow 4(90-x) = x$

$\therefore x = 72\ cm$

Q: $V_B = 0$ હોય તો $y = ?$



$V_b = 0 \Rightarrow \frac{K(4Q)}{(90+y)} - \frac{KQ}{y} = 0$

$\therefore 4y = 90 + y$

$\therefore \boxed{y = 30\ cm}$

↳ આ જે ઉદાહરણ પરથી કહી શકાય કે તટસ્થ બિંદુ જે વિજ્ઞાનને જોડતી રેખા પર નાના વિજ્ઞાન તરફ હોય છે.

↳ જે અસમાન અને વિરુદ્ધ વિજ્ઞાનો માટે તટસ્થ બિંદુ નાનાં વિજ્ઞાનની જંને તરફ હોય.

www.scienceeducare.com

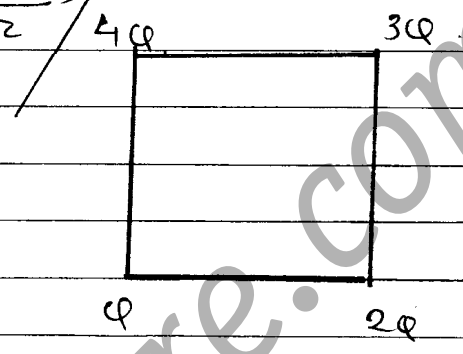
SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ $E \neq 0, \quad V \neq 0$

$$E_0 = \frac{4\sqrt{2}\,KQ}{a^2}$$

$$V_0 = \frac{KQ}{r} + \frac{K(2Q)}{r} + \frac{K(3Q)}{r} + \frac{K(4Q)}{r}$$

$$V_0 = \frac{10KQ}{r} \Rightarrow \frac{10\sqrt{2}\,KQ}{a}$$

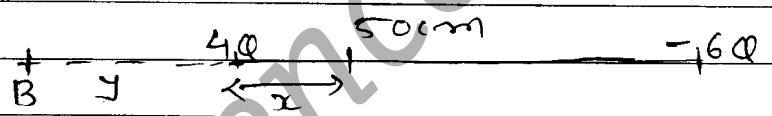


ભે 1, 2, 3, - - - N

તો સરવાળો $= \frac{N(N+1)}{2}$.

⇒ શૂન્ય પોટેન્શિયલ બિંદુ : જે સમાન પ્રકાર માટે શૂન્ય પોટેન્શિયલ બિંદુ શક્ય નથી.

↳ જે ધન પ્રકાર અથવા જે ઋણ પ્રકાર માટે શૂન્ય પોટેન્શિયલ બિંદુ અશક્ય છે.



$$V_A = \frac{K(4Q)}{x} + \frac{K(-6Q)}{(50-x)} = 0$$

$$\therefore \frac{4KQ}{x} = \frac{6QK}{(50-x)}$$

$\therefore x = 20$ cm (4Q થી).

$$V_B = \frac{K(4Q)}{y} + \frac{K(-6Q)}{(50+y)} = 0$$

$$\therefore \frac{4KQ}{y} = \frac{6KQ}{50+y}$$

$\therefore y = 100$ cm (4Q થી).

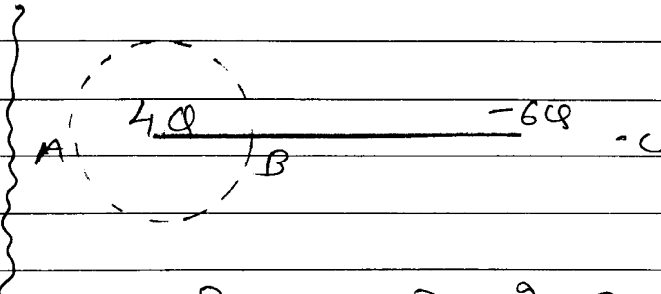
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: આકૃતિમાં કયા ભાગનાં શૂન્ય પોટેન્શિયલ થાય છે.

↳ શૂન્ય પોટેન્શિયલ મળવા વાળી છે, તે બાજુ પ્રજાવાર તરફ અનંત હોય.

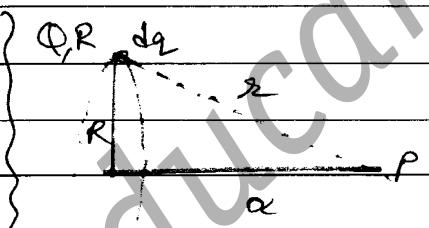
↳ પરંતુ $\vec{E}$ મળવા વાળી જોવાથી તે શક્ય નથી, ત્યાંથી પ્રજાવારને જોડતી રેખા રેખા ન જાય ત્યાંથી મળશે.



⇒ રિંગનાં કારણે પોટેન્શિયલ :

$$V = dV = \int_0^Q \frac{K\,dq}{r}$$

$$V_P = \frac{KQ}{r} = \frac{KQ}{\sqrt{R^2+x^2}}$$



જો $x = 0$,

$$V_0 = \frac{KQ}{R}, \qquad E_0 = 0$$

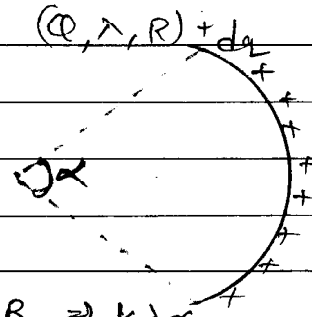
$$V_0 = \frac{K(2\pi R\lambda)}{R} \Rightarrow K\lambda(2\pi) \Rightarrow \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}(\lambda)(2\pi) \Rightarrow \frac{\lambda}{2\varepsilon_0}$$

$$V_0 = 2\pi K\lambda = \frac{\lambda}{2\varepsilon_0}$$

⇒ ચાપના કારણે પોટેન્શિયલ :

$$V = dV = \int_0^Q \frac{K\,dq}{R}$$

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



$Q = \lambda L$

$= \lambda(\alpha R)$

$$V_0 = \frac{K\lambda\alpha R}{R} \Rightarrow K\lambda\alpha$$

↳ α માટે, $V_0 = K\lambda\alpha$

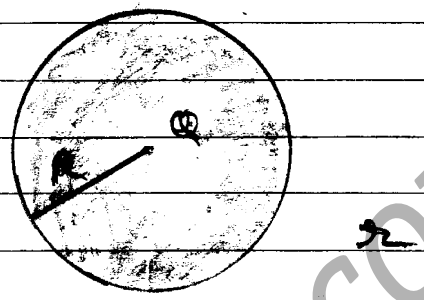
રિંગ (2π) માટે, $V_0 = K\lambda(2\pi)$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

⇒ ઘન અવાહક ગોળાનાં કારણે પોટેન્શિયલ :

(i) $r > R$



$$V = \int dV = \int_{\infty}^{r} E_{out} \cdot dr$$

$$\Rightarrow -\int_{\infty}^{r} \frac{KQ}{r^2} \cdot dr$$

$$\Rightarrow -KQ\left[\frac{-1}{r}\right]_{\infty}^{r} \Rightarrow KQ\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{\infty}\right]$$

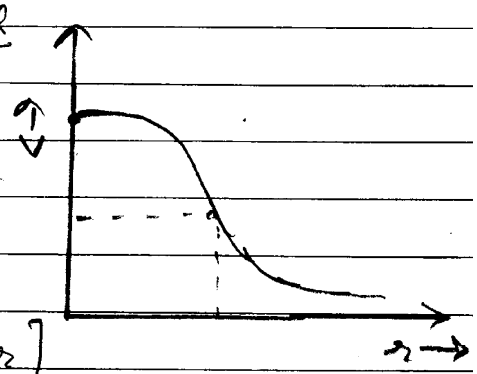
$$\boxed{V_{out} = \frac{KQ}{r}} \quad \boxed{V \propto \frac{1}{r}}$$

↳ $r = R$

$$V = \int dV = \int_{\infty}^{R} E_{out}\, dr \Rightarrow \int_{\infty}^{R} \frac{KQ}{r^2} \cdot dr$$

$$\Rightarrow -KQ\left[\frac{-1}{r}\right]_{\infty}^{R}$$

$$V_s \Rightarrow \frac{KQ}{R}$$



↳ $r < R$

$$V = \int dV = -\int_{\infty}^{r} E \cdot dr$$

$$\Rightarrow -\left[\int_{\infty}^{R} E_{out}\, dr + \int_{R}^{r} E_{in}\, dr\right]$$

$$\boxed{V_{in} \Rightarrow \frac{KQ(3R^2 - r^2)}{2R^3}}$$

↳ કેન્દ્ર પર $(r = 0)$ $\quad V_{કેન્દ્ર} = \frac{KQ(3R^2 - r^2)}{2R^3} \Rightarrow \frac{KQ(3R^2)}{2R^3}$

$$\therefore \boxed{V_c = \frac{3KQ}{2R} \Rightarrow \frac{3}{2} V_{સપાટી}}$$

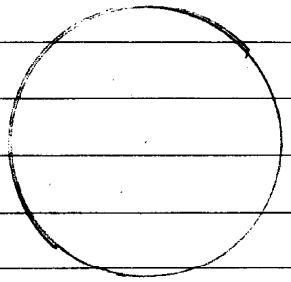
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

⇒ ઘન વાહક કવચનાં કારણે અથવા પોલા ગોળાનાં કારણે વિદ્યુત પોટેન્શિયલ :

↳ $r > R$

$$V = \int dV = \int_{\infty}^{r} E_{out} \cdot dr$$



(ii) $r = R$

$$V = \int dV = \int_{\infty}^{R} E_{out} \cdot dr$$

$$\frac{KQ}{R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\sigma(4\pi R^2)}{R}$$

$$V \Rightarrow \frac{\sigma R}{\epsilon_0}$$

(iii) $r < R$

$$V = \int dV = \int_{\infty}^{r} E \cdot dr$$

$$\Rightarrow -\left[\int_{\infty}^{R} E_{out} \cdot dr + \int_{R}^{r} E_{in} \cdot dr\right]$$

$$V = \frac{KQ}{R} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} R.$$

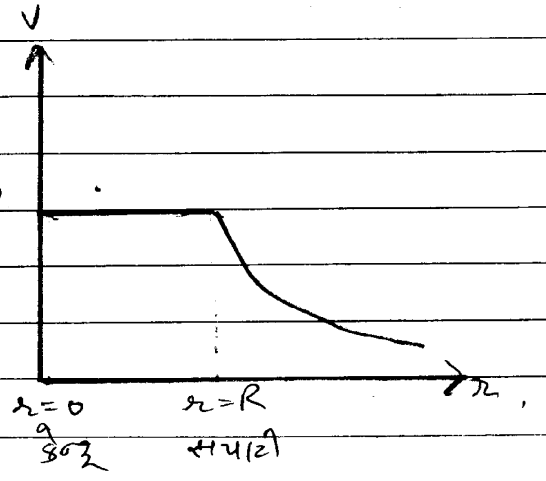
↳ જો કોઈ ક્ષેત્રમાં $\vec{E} = 0$ હોય તો પોટેન્શિયલ તફાવત શૂન્ય હોય.

↳ વાહક ગોળાની અંદર $\vec{E} = 0$ અને V અચળ હોય અને તેમાં $V_{in} = V_{સપાટી} = V_{કેન્દ્ર} = \frac{KQ}{R}$ હોય.

↳ આલેખ :

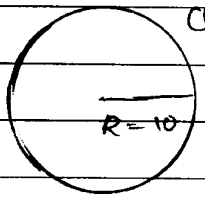
કેન્દ્રથી સપાટી સુધી $V = \frac{KQ}{(ત્રિજ્યા)}$

↳ કેન્દ્રથી સપાટી સુધી પોટેન્શિયલ સમાન હશે. કેન્દ્રથી અંતર પર આધાર ન રાખે.



www.scienceeducare.com

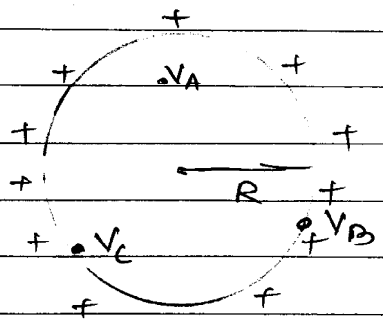
SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com



કે 1 cm, 2 cm, 3 cm, ---10 cm સુધી

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

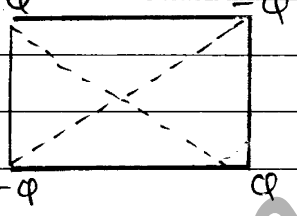
Q: આકૃતિમાં આપેલા વાહક ગોળા માટે V_A, V_B, V_C શોધો.



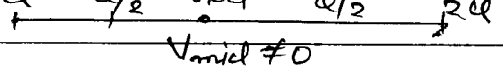
કે બધેય બરાબરી માટે V સમાન રહે. $V_A = V_B = V_C = \frac{KQ}{R}$

* અમુક ખાસ કિસ્સાઓ:

(a) (E=0, V=0)

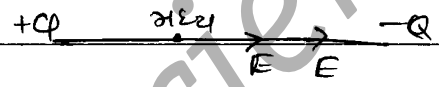


(b) $E \neq 0, V \neq 0$

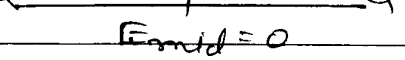


$V_{mid} \neq 0$
$E_{mid} \neq 0$.

(c) $E \neq 0, V = 0$.

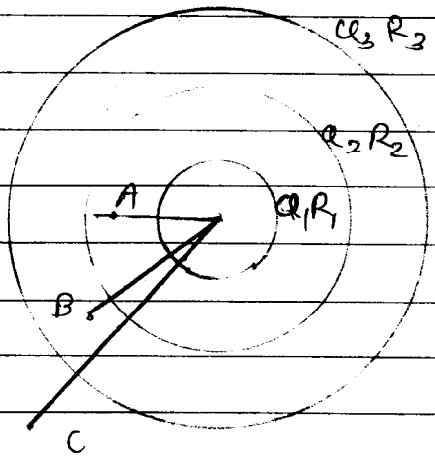


(d) $E = 0, V \neq 0$.



$E_{mid} = 0$
$V_{mid} \neq 0$.

Q: આકૃતિમાં દર્શાવેલા પોલા ગોળા માટે V_A, V_B, V_C શોધો.



$$V_A = \frac{KQ_1}{r_A} + \frac{KQ_2}{R_2} + \frac{KQ_3}{R_3}$$

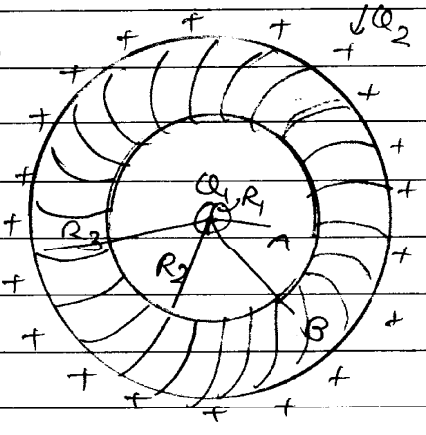
$$V_B = \frac{KQ_1}{r_B} + \frac{KQ_2}{r_B} + \frac{KQ_3}{R_3}$$

$$V_C = \frac{KQ_1}{r_C} + \frac{KQ_2}{r_C} + \frac{KQ_3}{r_C}$$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: V_A, V_B, V_C શોધો.



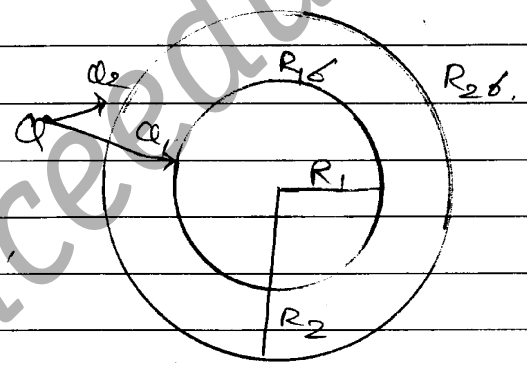
$$\hookrightarrow V_A = \frac{KQ_1}{r_A} + \frac{K(-Q_1)}{R_2} + \frac{K(Q_1+Q_2)}{R_3}$$

$$V_B = \frac{KQ_1}{r_B} + \frac{K(-Q_1)}{r_B} + \frac{KQ_1}{R_3} + \frac{KQ_2}{R_3}$$

$$V_C = \frac{K}{r_C}\left[Q_1 - Q_1 + Q_1 + Q_2\right]$$

$$V_C = \frac{K(Q_1+Q_2)}{r_C}$$

Q: બે સમકેન્દ્રિય પોલા ગોળામાં Q એ રીતે આપેલ છે કેથી તેમની પૃષ્ઠ વીજભાર ઘનતાં સમાન છે. તો કેન્દ્ર પર V શોધો.



$$\hookrightarrow V_C = V_1 + V_2$$

$$= \frac{\sigma}{\varepsilon_0}R_1 + \frac{\sigma}{\varepsilon_0}R_2$$

$$\Rightarrow \frac{\sigma}{\varepsilon_0}(R_1+R_2)$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\,\frac{R_1+R_2}{(R_1^2+R_2^2)}$$

$$\therefore \boxed{V_C = \frac{KQ(R_1+R_2)}{R_1^2+R_2^2}}$$

હવે જો Q વિજભાર Q_1 અને Q_2 માં વિભાજીત થાય છે તો,

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$= \sigma(4\pi R_1^2) + \sigma(4\pi R_2^2)$$

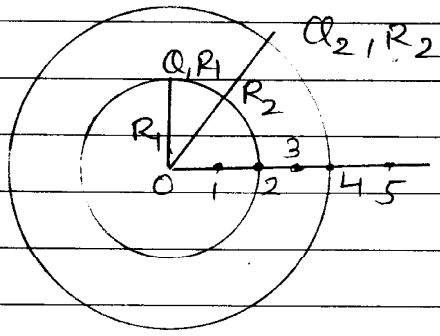
$$\therefore \boxed{\sigma = \frac{Q}{4\pi(R_1^2+R_2^2)}}$$

Q: 1, 2, 3, 4, 5 બિંદુઓ પર પોટેન્શિયલ શોધો. તેમજ બંને ગોળાની સપાટી પરથીની પોટેન્શિયલ તફાવત શોધો.

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$$V_1 = \frac{KQ_1}{R_1} + \frac{KQ_2}{R_2}$$

$$V_2 = \frac{KQ_1}{R_1} + \frac{KQ_2}{R_2}$$



$$V_3 = \frac{KQ}{r_3} + \frac{KQ_2}{R_2}$$

$$V_4 = \frac{KQ_1}{R_2} + \frac{KQ_2}{R_2}$$

$$V_5 = \frac{KQ_1}{r_5} + \frac{KQ_2}{r_5}$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

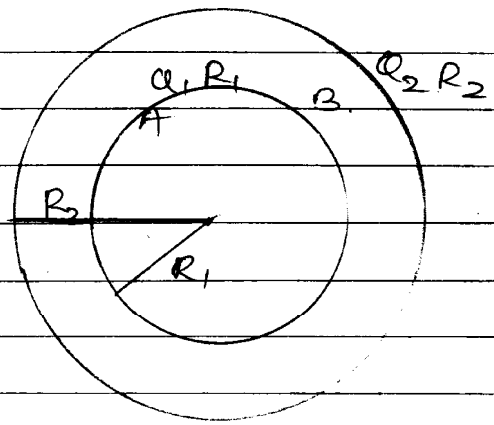
$$\Rightarrow \left(\frac{KQ_1}{R_1} + \frac{KQ_2}{R_2}\right) - \left(\frac{KQ_1}{R_2} + \frac{KQ_2}{R_2}\right)$$

$$\Delta V \Rightarrow KQ_1\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

સપાટીઓ વચ્ચેનો પોટેન્શિયલ તફાવત અંદરનાં વિજભાર પર તેમજ અંદર અને બહારની ત્રિજ્યા પર આધાર રાખે છે.

આકૃતિમાં આપેલાં બે ગોળા વચ્ચેનો પોટેન્શિયલ તફાવત :

$$\Delta V = KQ_1\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$



↳ પોટેન્શિયલ તફાવતનો આધાર
(1) અંદરનો વિજભાર (Q_{in})
(2) અંદર અને બહારની ત્રિજ્યા
(3) માધ્યમ પર(K) છે.

↳ પોટેન્શિયલ તફાવત બહારનાં વિજભાર પર આધાર ન રાખે. ગોળાની બહાર $-3Q$ વિજભાર હોય કે પૃથ્વી હોય (earthing) પરંતુ તે ન બદલાય.

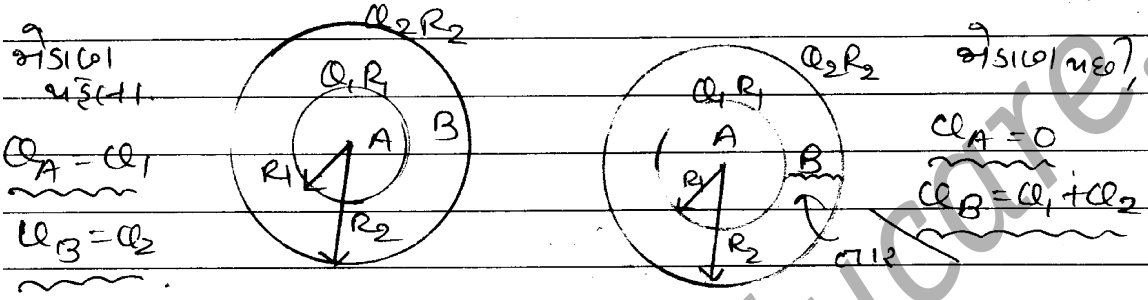
$$\Delta V = KQ_1\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

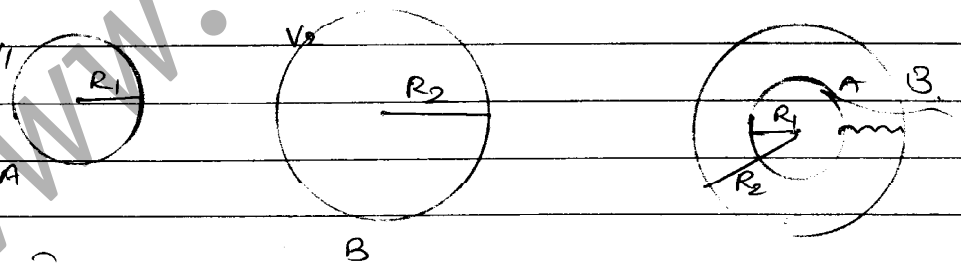
↳ જ્યારે આપેલ ગોળો earthed હોય ત્યારે $q = 0$ તેથી $\Delta V = 0$ અને $\Delta V = 0$ હોવાથી બે કિસ્સા હોય.
(1) $Q_1 = 0$ અથવા (2) $R_1 = R_2$ (આ શક્ય છે).

↳ કોઈ પદાર્થનો સંપુર્ણ વિજભાર conduction પધ્ધતિ દ્વારા બીજા પદાર્થમાં મોકલી શકાય છે. જ્યારે વિજભારીત પદાર્થને પોલા ગોળાની અંદર મુકીને તેમને તાર દ્વારા જોડીએ તો આવું બની શકે.



↳ ખાસ મુદ્દા:
(1) ગોળાની સપાટીનો કોઈપણ બિંદુનો પોટેન્શિયલ તફાવત બંધરનો વિજભાર પર આધારિત નથી.
(2) $Q_1 = 0$ હોય ત્યારે પોટેન્શિયલ તફાવત શૂન્ય.
(3) R સમાન ન હોઈ શકે.

Q: A અને B ગોળાને V_1 અને V_2 પોટેન્શિયલ સુધી = વિજભારીત કરેલ છે. હવે નાનાં ગોળાને મોટા ગોળાની અંદર મુકી તાર દ્વારા જોડવામાં આવે છે. તો મોટા ગોળાનો પરિણામી પોટેન્શિયલ શોધો.



A માટે $V_A = \frac{KQ_1}{R_1} \Rightarrow Q_1 = \frac{(V_A)R_1}{K}$

B માટે $V_B = \frac{KQ_2}{R_2} \Rightarrow Q_2 = \frac{(V_B)R_2}{K}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ જોડાણ કર્યા બાદ :

V'_B = (A ના કારણે) + (B ના કારણે)

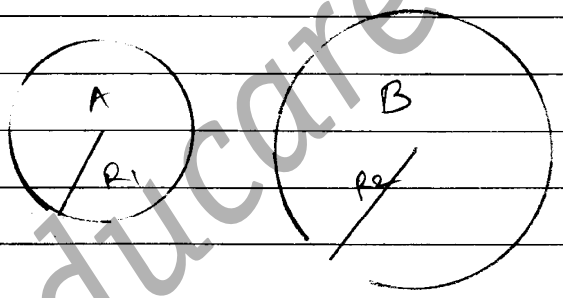
$= 0 + \frac{K(Q_1+Q_2)}{R_2}$

$$\boxed{V'_B = \frac{K}{R_2}\left(\frac{R_1 V_A}{K} + \frac{R_2 V_B}{K}\right)}$$

Q: જોડાણ બાદ V_A, V_B શોધો.

↳ જોડાણ પહેલા,

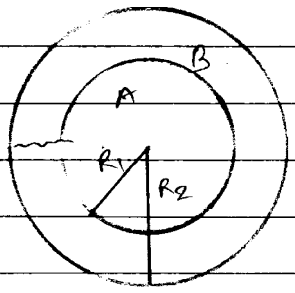
$Q_A = q$, $Q_B = Q$



↳ જોડાણ બાદ

$Q'_A = 0$, $Q'_B = Q+q$

↳ જોડાણ બાદ પોટેન્શિયલ



V'_A = (A ના કારણે) + (B ના કારણે)

$= 0 + \frac{K(Q+q)}{R_2}$

V_B = (B ના કારણે) + (A ના કારણે)

$= 0 + \frac{K(Q+q)}{b}$

વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્જા :

સંરક્ષિત ક્ષેત્રમાં થતું કાર્ય

W = પોટેન્શિયલ ઊર્જામાં ફેરફાર

$= U_F - U_i$

↳ બિંદુ વિદ્યુતભારની વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્જા :

$U = q \times V_P$

= (વિદ્યુતભાર) × (તે જગ્યાનો પોટેન્શિયલ)

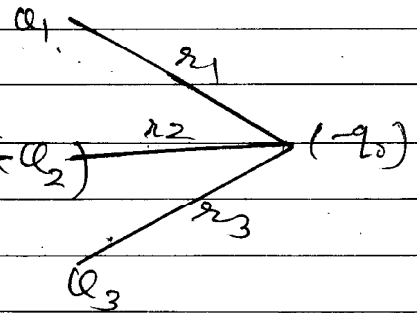
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: $(-q_0)$ પરની વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મ શોધો.

↳ વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મ

$U = -q_0 [V_1 + V_2 + V_3]$

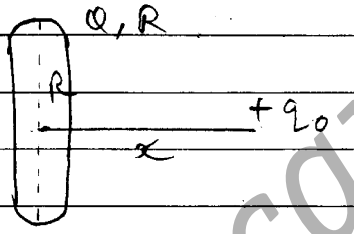


$$U = (-q_0)\left[\frac{KQ_1}{r_1} + \frac{K(-Q_2)}{r_2} + \frac{KQ_3}{r_3}\right]$$

Q: $(+q_0)$ પરની વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મ શોધો.

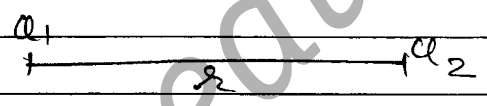
↳ $U = q_0 \times V_{ઉગ}$

$\Rightarrow q_0 \times \frac{KQ}{\sqrt{R^2+x^2}}$



⇒ ભેડીમાં રહેલા વિજભારની વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મ.

$$U_{ભેડી} = \frac{KQ_1Q_2}{r}$$



નોંધ: જ્યારે જો વિજભાર વચ્ચેનું અંતર વધે ત્યારે તેમનું વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મ વધે અથવા ઘટે છે. તે વિજભારનાં ચિહ્ન પર આધારિત છે.

$F = -\frac{dU}{dr} \Rightarrow dU = -F\,dr$

$U \Rightarrow -\int F\,dr$

$\Rightarrow -\int \frac{KQ_1Q_2}{r^2}\,dr$

$$\boxed{U \Rightarrow \frac{KQ_1Q_2}{r} + C}$$

Q: 12 μC અને 8 μC વચ્ચેનું અંતર 10 cm છે તો તેમની વચ્ચેનું અંતર 6 cm કરવા જરૂરી કાર્ય શોધો.

↳ $W = \Delta U$

$\Rightarrow U_f - U_i$

$\Rightarrow \frac{KQ_1Q_2}{r_1} - \frac{KQ_1Q_2}{r_2}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$$W = \frac{KQ_1Q_2(r_i - r_f)}{r_i r_f}$$

$$\Rightarrow \frac{(9\times10^9)(12\times8\times10^{-12})(4\times10^{-2})}{(10\times10^{-2}\times6\times10^{-2})}$$

$$W = 5.76\ J$$

≈≈≫ બિંદુ વિજભારોની જોડીનાં સમૂહની વધુત સ્થિતિઊર્જા

વ્યાખ્યા :

$U_{રચના}$ = બધી જ જોડીની વિદ્યુત સ્થિતિઊર્જા ઉર્જાનો સરવાળો.

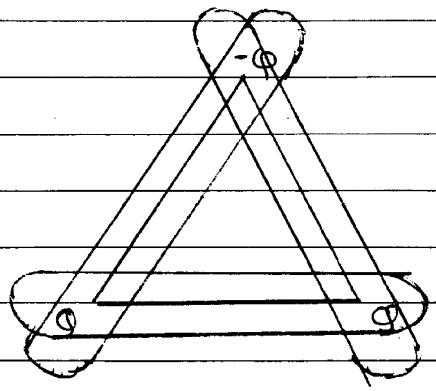
Q: $(-Q)$ ને સંપૂર્ણ રચના માટે U શોધો.

↳ (i) $(-Q)$ માટે

$$U = (-Q)\times V$$

$$\Rightarrow (-Q)\left[\frac{KQ}{a} + \frac{KQ}{a}\right]$$

$$U_Q \Rightarrow -\frac{2KQ^2}{a}$$



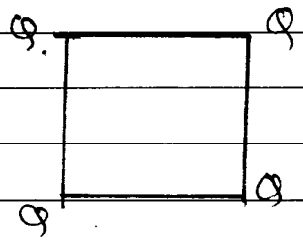
(ii) સંપૂર્ણ રચના માટે

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$\Rightarrow \frac{KQQ}{a} + \frac{KQ(-Q)}{a} + \frac{KQ(-Q)}{a}$$

$$\boxed{U_{રચના} \Rightarrow -\frac{KQ^2}{a}}$$

Q: આકૃતિમાટે U શોધો.



↳ $U = \frac{4KQ^2}{a} + \frac{2KQ^2}{\sqrt{2}a}$

www.scienceeducare.com

(૧૦)

↳ ભેડીઓની સંખ્યા $= \frac{n(n-1)}{2} \Rightarrow 6$

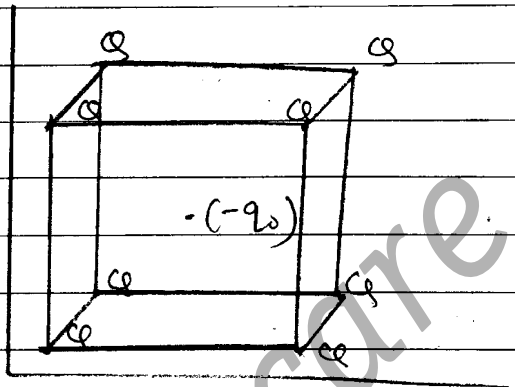
(4 બાજુ)(2 કર્ણ)

Q: $(-q_0)$ અને રચનાની વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મ શોધો.

↳ ભેડીની સંખ્યા $= \frac{n(n-1)}{2}$

$\Rightarrow \frac{9 \times 8}{2} \Rightarrow 36$

$(-q_0)$ માટે $U = -q_0 \left(\frac{8KQ}{\sqrt{3}a/2}\right)$

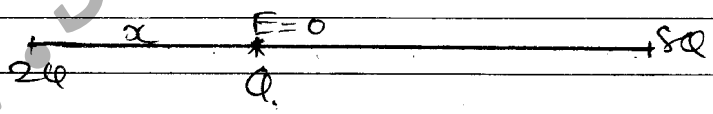


$$U_{રચના} = \frac{12KQ^2}{a} + \frac{12KQ^2}{\sqrt{2}a} + \frac{4KQ}{\sqrt{3}a} + 8\left[\frac{KQ(-q_0)}{(\sqrt{3}a/2)}\right]$$

Q: 9 cm લાંબી રેખા પર Q, 2Q અને 8Q વિજભારોને એ રીતે મુકેલાં છે જેથી તેની વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મ ન્યૂનતમ થાય. તો તેમનું સ્થાન નક્કી કરો

↳ આ પ્રકારનાં પ્રશ્નોમાં

મોટા વિજભારને દૂરનાં અંતરે મુકવો અને સૌથી નાના વિજભારને જ્યાં $(\vec{E}=0)$ હોય ત્યાં મુકવો



↳ $\frac{2KQ}{x^2} = \frac{8KQ}{(9-x)^2} \Rightarrow \boxed{x = 3\,cm}$

Q: Q_3 ને A થી B સુધી લઈ જવામાં આવે છે તો રચનાની વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મમાં થતો ફેરફાર શોધો.

↳ ભેડીની સંખ્યા = 3

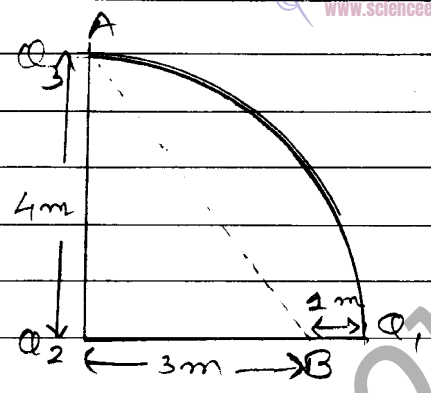
$$U = \frac{KQ_1Q_2}{3} + \frac{KQ_2Q_3}{1} + \frac{KQ_3Q_2}{4}$$

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ પરિણામી ઊર્મ

Q_2 3m Q_1 m Q_3

$$U_F = \frac{KQ_1Q_2}{3} + \frac{KQ_1Q_2}{1} + \frac{KQ_3Q_2}{4}$$



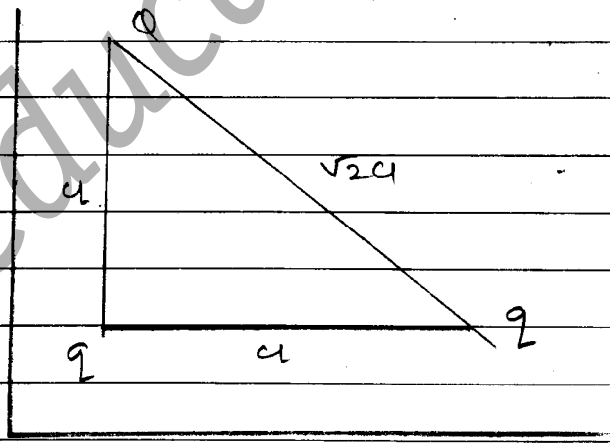
$$\Delta U = U_F - U_i$$

$$\boxed{\Delta U \Rightarrow \frac{KQ_1Q_3}{1} - \frac{KQ_3Q_1}{5}}$$

Q: જો રચનાને આપવામાં આપતી કુલ વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મ શૂન્ય હોય તો $Q/q = ?$

↳ જોડીની સંખ્યા = 3

$U = 0$



$$\therefore \frac{KQq}{a} + \frac{Kqq}{a} + \frac{KQq}{\sqrt{2}a} = 0$$

$$\therefore \frac{Kq}{a}\left(Q + q + \frac{Q}{\sqrt{2}}\right) = 0$$

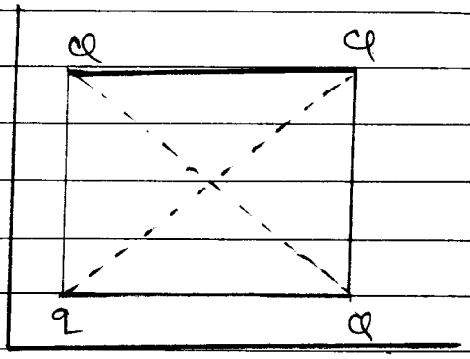
$$Q + q + \frac{Q}{\sqrt{2}} = 0$$

$$\therefore \frac{Q}{q} = \frac{-\sqrt{2}}{\sqrt{2}+1} \Rightarrow \frac{-\sqrt{2}}{(\sqrt{2}+1)} \times \frac{(\sqrt{2}-1)}{(\sqrt{2}-1)} \Rightarrow (\sqrt{2} - \sqrt{2})$$

Q: જો રચનાની કુલ વિદ્યુત પોટેન્શિયલ ઊર્મ શૂન્ય હોય તો Q/q શોધો.

↳ જોડીની સંખ્યા = 6

$U = 0$



$$\therefore \left(\frac{KQQ}{a} + \frac{KQq}{a} + \frac{KQq}{a} + \frac{KQ^2}{a}\right) + \left(\frac{KQq}{\sqrt{2}a} + \frac{KQQ}{\sqrt{2}a}\right) = 0$$

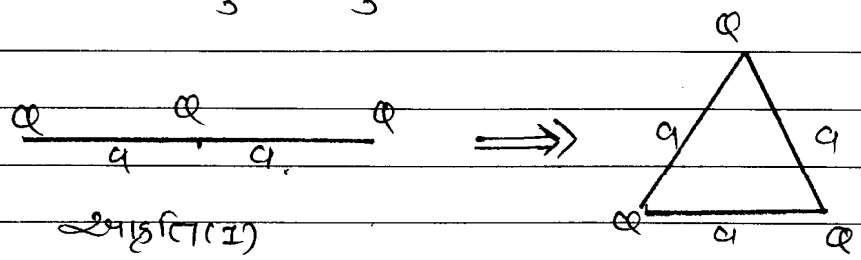
$$\therefore \frac{KQ}{a}\left[Q + q + q + Q + \frac{q}{\sqrt{2}} + \frac{Q}{\sqrt{2}}\right] = 0$$

$$\therefore Q\left(1 + 1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = -q\left(1 + 1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \Rightarrow Q/q = (-1)$$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: વિજભારોનું સ્થાન આકૃતિ (1) માંથી આકૃતિ (2) જેવું કરવા કરવું પડતું કાર્ય શોધો.



આકૃતિ (1)

આકૃતિ (2)

↳ જોડીની સંખ્યા = 3

$U_{સ્થના}$ = બધી જોડીની U નો સરવાળો

$$U_i = \frac{KQ^2}{a} + \frac{KQ^2}{a} + \frac{KQ^2}{2a} \Rightarrow \frac{2.5KQ^2}{a}$$

$$U_F = \frac{KQ^2}{a} + \frac{KQ^2}{a} + \frac{KQ^2}{a} \Rightarrow \frac{3KQ^2}{a}$$

$$\therefore W = \Delta U = U_F - U_i \Rightarrow \frac{0.5KQ^2}{a}$$

↳ $E = -\frac{dV}{dr}$ આધારિત પ્રશ્નો.

$$F = -\frac{dU}{dr}$$

$$QE = -\frac{d}{dr}(QV)$$

$$E = -\frac{dV}{dr}$$

$$|E| = \frac{dV}{dr}$$

$$V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

ત્રણ નિશાની દર્શાવે છે કે

(i) વિદ્યુત ક્ષેત્રની દિશા ઘટતા પોટેન્શિયલ તરફ છે.

(2) વિદ્યુત ક્ષેત્રની દિશામાં પોટેન્શિયલ ઘટે છે.

Q: જો $V = \frac{343}{r}$ અને $\vec{r} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 6\hat{k}$ તો $\vec{E} = ?$

↳ $E = -[V$ નું વિકલન$]\hat{r}$

$$\Rightarrow -\left[\frac{-343}{r^2}\right]\hat{r}$$

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$\vec{E} = \frac{343}{r^2} \cdot \hat{r} \Rightarrow \frac{343}{49} \frac{(3\hat{i}+2\hat{j}+6\hat{k})}{7}$

$\vec{E} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 6\hat{k}$

Q: જો $V = ar^2 + b$ (a અને b અચળ) હોય તો $E = ?$

↳ $\vec{E} = -(V$ નું વિકલન$)\hat{r}$

$\Rightarrow -(2ar)\hat{r}$

$\Rightarrow -2ar \cdot \hat{r} \Rightarrow -2ar \cdot \frac{\vec{r}}{r}$

$E \Rightarrow -2ar$

~~Q: જો $V = x^2y - 8yz + z^2$ તો $E = ?$~~

~~↳ $E = -(V$ નું વિકલન$)$~~

~~$\Rightarrow -[(2xy)\hat{i} - 8$~~

Q: જો $V = 4x^2$ volt તો $\vec{E}$ નું મૂલ્ય $(1, 0, 2)$m પર શોધો.

↳ $E = -(V$ નું વિકલન$) \Rightarrow -(8x\hat{i})$

$(1, 0, 2)$ બિંદુ પર $x = 1,\ y = 0,\ z = 2$

$\therefore E = -8(1)\hat{i} \Rightarrow 8\ V/m$

Q: $V = axy$ (a અચળ) તો સાચો વિકલ્પ પસંદ કરો.

(A) $E \propto r$ (B) $E \propto r^2$

(C) $E \propto r^{-1}$ (D) $E \propto r^{-2}$

↳ $\vec{E} = -(V$ નું વિકલન$)$

$\Rightarrow -[(ay)\hat{i} + (ax)\hat{j}]$

$\Rightarrow -a(y\hat{i} + x\hat{j})$

$\vec{E} \Rightarrow a\sqrt{y^2 + x^2}$

$E = ar$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

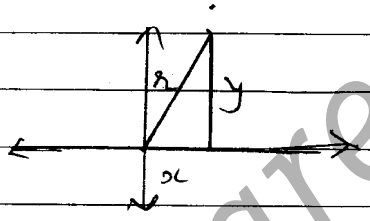
Q: જો $V = a(x^2+y^2)$ (a અચળ) તો E નું મુલ્ય r પર કઇ રીતે આધાર રાખે?

↳ $\vec{E}$ = (V નું વિકલન)

$\Rightarrow -[(\hat{i}$ ની સાપેક્ષે$) + (\hat{j}$ ની સાપેક્ષે$) + (\hat{k}$ ની સાપેક્ષે$)]$

$\Rightarrow -a[(2x)\hat{i} + (2y)\hat{j}]$

$\Rightarrow (-2a)(x\hat{i} + y\hat{j})$



$\Rightarrow 2a\sqrt{x^2+y^2}$

$\vec{E} \Rightarrow 2ar$

$\therefore E \propto r$

Q: જો $V = 6x - 8x^2y - 8y + 4z^2$ હોય તો ઉદ્ગમ બિંદુ પર મુકેલા 2 કુલંબ પર લાગતું બળ શોધો.

$\vec{E} = -$ (V નું વિકલન)

$\Rightarrow -[(6-16xy)\hat{i} + (-8x^2-8)\hat{j} + (8z)\hat{k}]$

ઉદ્ગમ બિંદુ પર $x = y = z = 0$

$\therefore \vec{E} = -(6\hat{i} + 8\hat{j})$

$E = 10$

$F = q \times E \Rightarrow 2 \times 10 = 20N$

Q: જો $E = 500/r$ તો r નાં પદમાં V શોધો.

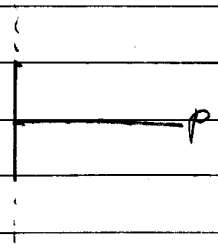
↳ $E = -dV/dr \Rightarrow V = -\int E\,dr$

$V \Rightarrow -\int \frac{500}{r}\,dr$

$V \Rightarrow -500 \log_e r + C$

Q: P બિંદુએ V શોધો.

↳ $V = -\int E \cdot dr$



$\Rightarrow -\int \frac{2k\lambda}{r} \cdot dr$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$V = -2k\lambda \log_e r + C$

Q: જો $E = 100/x^2$ (x અચળ) તો $x_1 = 10$ cm અને $x_2 = 20$ cm પરસ્પરનો પોટેન્શિયલ તફાવત શોધો.

↳ $V = -\int \frac{100}{x^2} \cdot dx$

$V \Rightarrow \frac{100}{x} + C$

$x_1 = 10$ cm પર (0.1 m)

$V_1 = \frac{100}{0.10} \Rightarrow 1000$

$x_2 = 20$ cm $\Rightarrow 0.2$ m

$V_2 = \frac{100}{0.2} \Rightarrow 500$

$\therefore V_1 - V_2 = 500$ V

અન્ય રીત:

$V = -\int E \Rightarrow -\int_{x_1}^{x_2} \frac{100}{x^2} dx$

$\Rightarrow \left[\frac{100}{x}\right]_{0.1}^{0.2} \Rightarrow 500$ V

Q: જો $\vec{E} = (20\hat{i} + 30\hat{j})$ V/m અને (3,4) m બિંદુ પર પોટેન્શિયલ 100 V હોય તો (7,2) m બિંદુ પર પોટેન્શિયલ તફાવત શોધો.

↳ $V_b - V_a = -\vec{E}(\vec{r_b} - \vec{r_a})$

$a = (3,4)$ $\quad$ $b = (7,2)$

$3\hat{i} + 4\hat{j}$ $\quad$ $7\hat{i} + 2\hat{j}$

$V_a = 100$ V $\quad$ $V_b = ?$

$V_b - V_a = -E(\vec{r_b} - \vec{r_a})$

$V_b - 100 \Rightarrow -(20\hat{i} + 50\hat{j}) \cdot (4\hat{i} - 2\hat{j})$

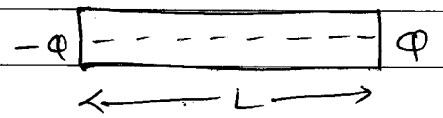
$V_b - 100 \Rightarrow -80 - 60$

$\therefore V_b = 80$ V

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

* વિદ્યુત ડાયપોલ *

↳ એકબીજાથી અમુક અંતરે રહેલાં સમાન મુલ્યનાં અને બે વિરુદ્ધ વિજભારોથી બનતી રચના.

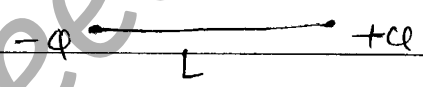


L = ડાયપોલ લંબાઈ

↳ ડાયપોલ મોમેન્ટ :

$\vec{P} = Q \times l$ ↳ સદિશ છે.
↳ તેની દિશા -ve થી +ve તરફ હોય.

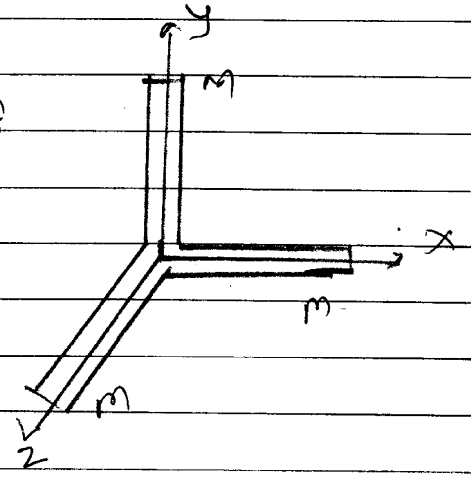
Q: $Q = 10^{-10}$ cb અને $L = 1 A^\circ$ તો ડાયપોલ મોમેન્ટ શોધો.



$P = Q \times L$
$\Rightarrow 10^{-10} \times 10^{-8}$ cm
$\Rightarrow 10^{-18}$ cb·cm
(debye) (C.G.S એકમ).

↳ એક debye એ એવા ડાયપોલની મોમેન્ટ છે જેમાં વિજભાર 10^{-10} stcb હોય અને $l = 1 A^\circ$ હોય.

Q: M પ્રકારનાં ત્રણ ચુંબક આકૃતિ મુજબ x, y, z પર છે તો M_{net} શોધો.



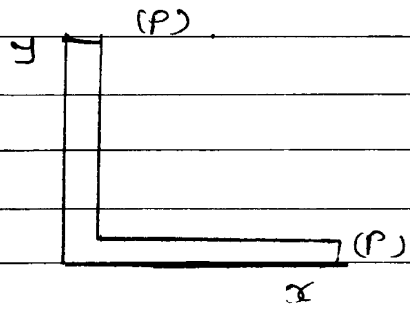
$\vec{M}_{net} = M\hat{i} + M\hat{j} + M\hat{k}$

$\vec{M}_{net} \Rightarrow \sqrt{3}M$

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: ~~P/n~~ P_{net} શોધો.

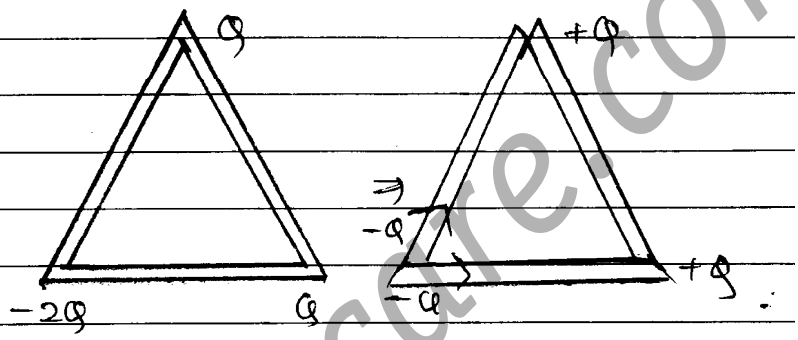
$P_{net} = \sqrt{2}\,P$.



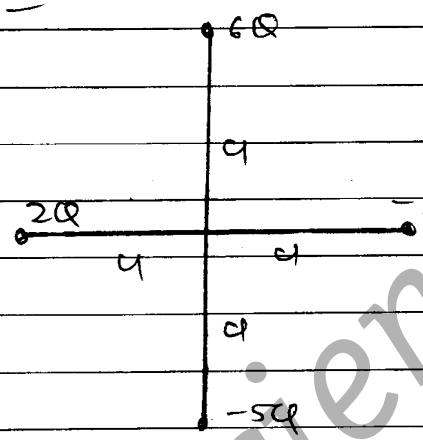
Q: P_{net} શોધો.

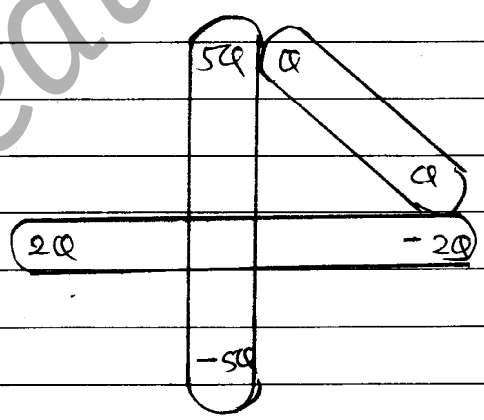
↳ $P_{net} = \sqrt{3}\,P$

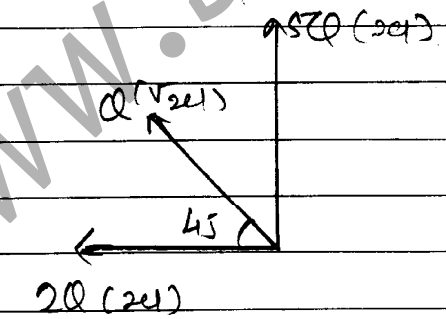
$= \sqrt{3}\,Qa$



Q: P_{net} શોધો.







$P_x = 2Q(2a) + Q\sqrt{2}a\cos 45^\circ$

$P_x \Rightarrow 5Qa$

$P_y = 5Q(2a) + Q\sqrt{2}a\cos 45^\circ$

$\Rightarrow$ ~~146 Qa~~. $11Qa$.

$P_{net} = \sqrt{P_x^2 + P_y^2} \Rightarrow \sqrt{146\,Q^2a^2}$

$P_{net} \Rightarrow Qa\sqrt{146}$

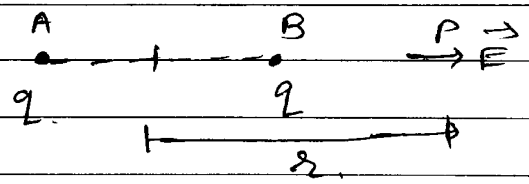
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

⇒ વિદ્યુત ક્ષેત્ર અને ડાયપોલનો પોટેન્શિયલ :

↳ વિદ્યુત ક્ષેત્ર

અક્ષીય સ્થિતિ.



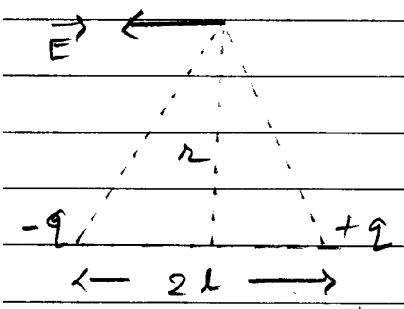
$$\boxed{E_p = \frac{2KPr}{(r^2+l^2)^2}}$$

નાની ડાયપોલ માટે, $r >> l$

$$\boxed{E_p = \frac{2KP}{r^3}}$$

$\vec{E}$ ની દિશા $\vec{P}$ તરફ

↳ સમતુલ્ય સ્થિતિ :



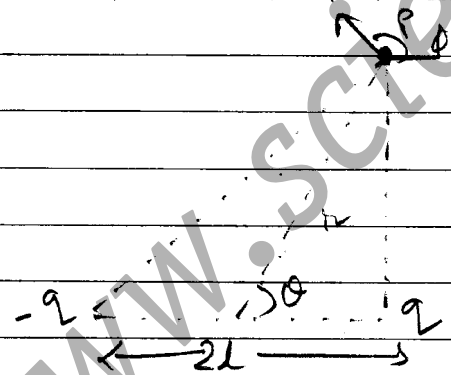
$$\boxed{E_p = \frac{KP}{(r^2+l^2)^2}}$$

↳ નાની ડાયપોલ માટે, $r >> l$

$$\therefore \boxed{E_p = \frac{KP}{r^3}}$$

$\vec{E}$ ની દિશા $\vec{P}$ થી વિરુદ્ધ

↳ અન્ય કોઈ સ્થિતિએ : (નાની ડાયપોલ માટે)



$$E_p = \frac{KP}{r^3}\sqrt{1+3\cos^2\theta}$$

$E_{અક્ષ} = (\theta = 0^\circ)$

$$\boxed{E_{અક્ષ} = \frac{2KP}{r^3}}$$

$E_{eqv} = \theta = 90^\circ$

$$\boxed{E_{eqv} = \frac{KP}{r^3}}$$

$$\boxed{\frac{E_{અક્ષીય}}{E_{eqv}} = 2}$$

↳ ϕ = ડાયપોલનાં E ની સમક્ષિતિજ સાથે દિશા

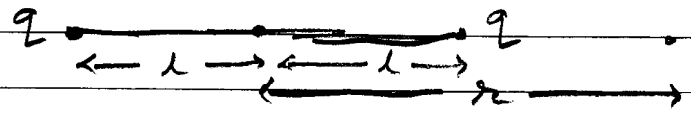
$$\boxed{\phi = \theta + \tan^{-1}\left(\frac{\tan\theta}{2}\right)}$$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

>>> દ્વિધ્રુવનાં * કારણે * વૈદ્યુતસ્થિતિમાન :-

↳ અક્ષીય સ્થિતિ



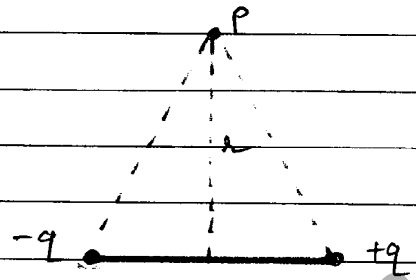
$V_P = V_1 + V_2$

$= \frac{KP}{(r-l)} + \frac{(-Kq)}{(r+l)} \Rightarrow \frac{(Kq)(2l)}{(r^2-l^2)} \Rightarrow \frac{KP}{r^2-l^2}$

$\boxed{V_P = \frac{KP}{r^2-l^2}}$

જો $r >> l$ $\quad \boxed{V_P = \frac{KP}{r^2}}$

↳ સમાનુપ્રસ્થ સ્થિતિ :

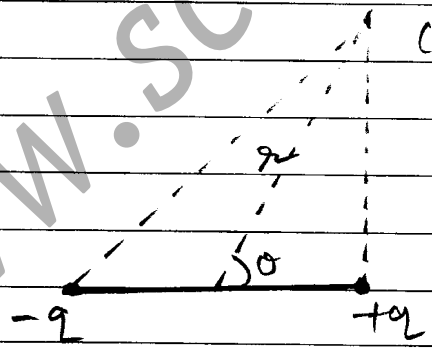


$V_P = V_1 + V_2$

$\Rightarrow \frac{Kq}{r} - \frac{Kq}{r}$

$\therefore V_P = 0$

↳ અન્ય કોઈ સ્થાને : (માત્ર નાની દ્વિધ્રુવ માટે).



$\boxed{V_P = \frac{KP\cos\theta}{r^2}}$

$\boxed{V_P = \frac{K \cdot \vec{P} \cdot \vec{r}}{r^2}}$

$\boxed{V_P = K\frac{\vec{P} \cdot \vec{r}}{r^3}}$

દ્વિધ્રુવનું વૈદ્યુતસ્થિતિમાન અંતર પર $V \propto 1/r$ મુજબ આધારિત છે.

$(\theta = 0)$

$\boxed{V_{max} = \frac{KP}{r^2}}$

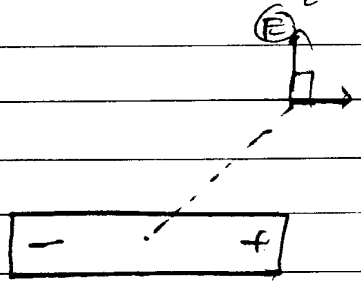
$(\theta = 90^\circ)$

$\boxed{V_{min} = 0.}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: ડાયપોલથી દૂરનાં બિંદુએ E ની દિશા આકૃતિ મુજબ છે. તો $\theta = ?$



↳ E નો ડાયપોલ સાથેનો કોણ

$$\phi = \theta + \tan^{-1}\left(\frac{\tan\theta}{2}\right)$$

$$90 = \theta + \tan^{-1}\left(\frac{\tan\theta}{2}\right)$$

$$(90-\theta) = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\theta}{2}\right.$$

$$\therefore \tan(90-\theta) = \frac{\tan\theta}{2}$$

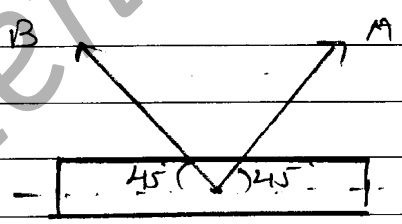
$$\cot\theta = \frac{\tan\theta}{2} \Rightarrow 2 = \tan^2\theta$$

$$\therefore \tan\theta = \sqrt{2}$$

$$\boxed{\theta = \tan^{-1}\sqrt{2}}$$

Q: $V_A - V_B$ શોધો. (નાની ડાયપોલ $r >> l$)

↳ $V = \frac{Kp\cos\theta}{r^2}$



A માટે $\theta = 45$

$$V_A = \frac{KP}{\sqrt{2}r^2}$$

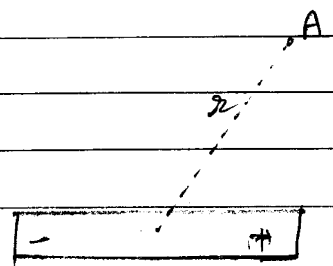
$$V_A - V_B \Rightarrow \frac{KP}{\sqrt{2}r^2} + \frac{KP}{\sqrt{2}r^2}$$

B માટે $\theta = 135$

$$V_B = \frac{-KP}{\sqrt{2}r^2}$$

$$V_A - V_B \Rightarrow \frac{\sqrt{2}KP}{r^2}$$

Q: ડાયપોલથી દૂરનાં બિંદુએ V અને E નું સંખ્યાત્મક મૂલ્ય સમાન છે તો (1) θ નાં પદમાં r (2) જો $r = \sqrt{5}$ m તો θ શોધો. (3) r નું ન્યૂનતમ મૂલ્ય શોધો.



www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

b. અહીં $E = V$

$$\frac{KP}{r^3}\sqrt{1+3\cos^2\theta} = \frac{KP\cos\theta}{r^2}$$

$$\sqrt{1+3\cos^2\theta} = r\cos\theta$$

$$\therefore r^2 = \frac{1+3\cos^2\theta}{\cos^2\theta} \Rightarrow \frac{1}{\cos^2\theta} + 3$$

$$\therefore r^2 = \sec^2\theta + 3$$

$$r^2 = 4 + \tan^2\theta$$

હવે (1) $r^2 = 4+\tan^2\theta$

(2) $r = \sqrt{5} \Rightarrow 5 = 4 + \tan^2\theta$

$\Rightarrow \theta = 45$

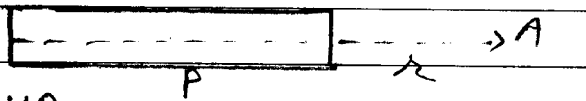
(3) $r^2 = 4 + \tan^2\theta$ {θ નો વધુમાં વધુ કિંમત $= 0$}

$r^2_{min} = 4 + 0$

$\therefore r_{min} = 2$

⇒ બે ખાસ કિસ્સા :

(i) Axis ($\theta = 0$)

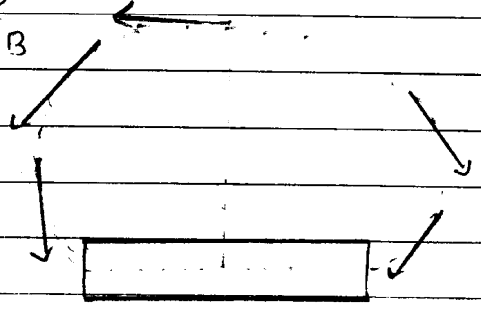


$V_{ખાસ} = \frac{KP\cos\theta}{r^2} \Rightarrow \frac{KP}{r^2}$

$E_{ખાસ} = \frac{KP}{r^3}\sqrt{1+3\cos^2\theta} \Rightarrow \frac{2KP}{r^3}$

$\vec{E}$ ની દિશા $\vec{P}$ ની સમાંતર હોય.

(ii) વિષુવવૃત્ત ($\theta = 90°$)



$V_{વિષુ} = \frac{KP\cos\theta}{r^2} \Rightarrow 0$

$E_{eq} = \frac{KP}{r^3}\sqrt{1+3\cos\theta}$

$\Rightarrow KP/r^3$

www.scienceeducare.com

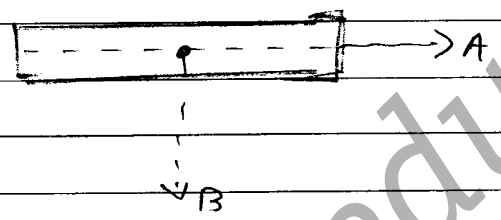
SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ વિષુવવૃત્ત પર વિજભારને ગતિ કરાવવા કરવું પડતું કાર્ય = 0

Q: કોઈ r અંતર માટે $\frac{E_{અક્ષ}}{E_{વિષુવવૃત્ત}}$ શોધો.

↳ $\frac{E_{અક્ષ}}{E_{વિષુવવૃત્ત}} = \frac{2KP}{r^3} \times \frac{r^3}{KP} \Rightarrow \frac{2}{1}$.

Q: A અને B પર E નું મૂલ્ય સમાન હોય તો $x/y = ?$



$E_A = E_B$

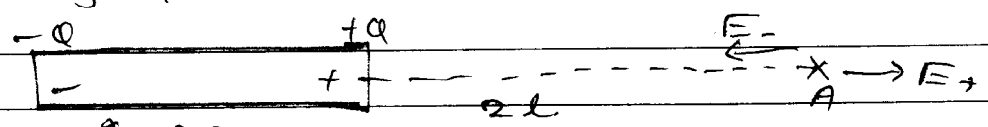
$E_{અક્ષ} = E_{વિષુવવૃત્ત}$

$\frac{2KP}{x^3} = \frac{KP}{y^3} \Rightarrow \frac{x^3}{y^3} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{x}{y} = \sqrt[3]{2} \Rightarrow 1.26$.

નોંધ: $V = \frac{KP\cos\theta}{r^2}$ અને $E = \frac{KP}{r^3}\sqrt{1+3\cos^2\theta}$

$r >>> l$ ધરાવતી ડાઇપોલ માટે લાગુ પડે. બાકી બિંદુ વિજભાર વાળો સિદ્ધાંત લાગુ પડે.

Q: A બિંદુ પર E શોધો.



↳ A બિંદુએ એકો વિરુદ્ધ દિશામાં છે.

$E_A = |E_+| - |E_-|$

$\Rightarrow \frac{KQ}{(2l)^2} - \frac{KQ}{(3l)^2}$

$\boxed{E_A \Rightarrow 5KQ/36l^2}$

SCIENCE EDUCARE
www.scienceducare.com

રચના	$V\alpha$	$E\alpha$
બિંદુ વિજભાર	r^{-1}	r^{-2}
Double બિંદુ વિજભાર 1.2 ડાયપોલ	r^{-2}	r^{-3}
2 ડાયપોલનો સમૂહ $\boxed{- \; + \mid + \; -}$	r^{-3}	r^{-4}
$\boxed{- \; + \mid - \; +}$	0	0
4 ડાયપોલનો સમૂહ	r^{-4}	r^{-5}

લાગતું બળ	નાં સમયમાણમાં છે.
બિંદુ વિજભાર અને બિંદુ વિજભાર ધ્રુવ - ધ્રુવ = 2 ધ્રુવ = r^{-2}	r^{-2}
બિંદુ વિજભાર અને ડાયપોલ ધ્રુવ - 2 ધ્રુવ ⇒ 3 ધ્રુવ = r^{-3}	r^{-3}
ડાયપોલ - ડાયપોલ 2 ધ્રુવ - 2 ધ્રુવ ⇒ 4 ધ્રુવ ⇒ r^{-4}	r^{-4}.

Q: 2 બિંદુ વિજભાર અને ડાયપોલ વચ્ચે $F_e = F$ છે. તેમની વચ્ચેનું અંતર બમણું કરતાં F_e કેટલાં ટકા ઘટે?

↳ r અંતરે રહેલા બિંદુ વિજભાર અને ડાયપોલ વચ્ચેનું

$$F_e = 1/r^3$$

હવે $r' = 2r \Rightarrow \frac{1}{(2r)^3} \Rightarrow \frac{1}{8r^3} \Rightarrow 0.125F$

$$\% \text{ ફેરફાર} = \frac{0.125F - F}{F} \times 100 \Rightarrow 87.5\%$$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

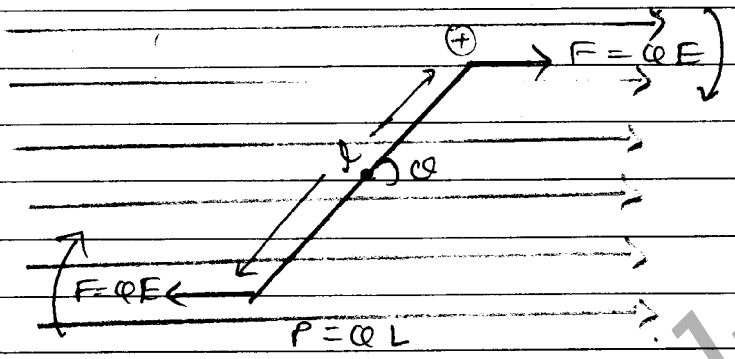
* જો θ નાનો હોય તો

$\sin\theta \cong \theta$

$\cos\theta \cong 1 - \theta^2/2$ $\quad \cos\theta = (1-\sin^2\theta)^{1/2}$

$\tan\theta \cong \theta$ $\quad \cos\theta = 1 - \theta^2/2$

* E માં મુકેલી ડાયપોલ :



કુલ બળ ⇒ $F_T = 0$ (બે સમાન અને વિરુધ્ધ)

ટોર્ક : (τ_1) ↺ = F ⊥ અંતર ⇒ $QE \times \frac{L}{2}\sin\theta$

τ_1 અને τ_2 સમાન તો કુલ ટોર્ક = $\tau_1 + \tau_2 \Rightarrow 2\tau$

$\Rightarrow 2 \times \frac{QE}{2} L \sin\theta$

$\tau \Rightarrow QEL\sin\theta$

$\tau \Rightarrow PE\sin\theta$

આ ટોર્ક દંભેડા ડાયપોલને વિદ્યુત ક્ષેત્રની દિશામાં લાવે છે. તો કીનેટિક સ્વાનાંતરની વિરુધ્ધ હોય છે.

⇒ કોણીય સ.પ્રા.ગ :- $\tau = PE\sin\theta$

જો θ ખૂબ જ હોય તો

$\tau = PE\theta \Rightarrow K\theta$

$\omega \Rightarrow \sqrt{\frac{\text{બચાવ}}{\text{જડ}}} \Rightarrow \sqrt{\frac{PE}{I}}$

$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{I}{PE}} \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{I}{QLE}}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

* સાયપોલની જડત્વની ચાકમાત્રા :

$M.I = M\left(\frac{L}{2}\right)^2 + M\left(\frac{L}{2}\right)^2$ (∵ મધ્ય બાની સાપેક્ષ)

$MI = \frac{ML^2}{4} + \frac{ML^2}{4} \Rightarrow \frac{ML^2}{2}$

↳ સાયપો / Buzz ચુંબકની જડત્વની ચાકમાત્રા :

$$M.I = \frac{ML^2}{12}$$

(ઉપ સમાન રીતે પ્રાપ્ત થયેલું છે)

↳ કાર્ય :-

$W = \int \tau \, d\theta$

જ્યારે θ_1 થી θ_2 સુધી ભ્રમણ કરે

$$W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau \, d\theta = \int_{\theta_1}^{\theta_2} PE \cdot \sin\theta \cdot d\theta \Rightarrow PE(-\cos\theta)_{\theta_1}^{\theta_2}$$

$$W = PE(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

$W_{135^\circ} - W_{225^\circ} = 0$, $W_{90} - W_{270} = 0$.

Q: સમાન $\vec{E}$ માં મુકેલી સાયપોલને 0 થી 60° સુધી ભ્રમણ કરાવવા જરૂરી કાર્ય W હોય તો સાયપોલને 60° પર રાખવા માટે જરૂરી ટોર્ક શોધો.

↳ $W = PE(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

$0 - 60^\circ$

$\therefore W = PE(1 - 1/2) \Rightarrow PE/2$

$\therefore PE = 2W$

$\tau = PE\sin\theta \Rightarrow PE(\sqrt{3}/2) \Rightarrow 2W\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

$\therefore \tau = \sqrt{3}W$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: $\vec{E}$ માં મુકેલી ડાયપોલનું 0° થી ખુબ જ નાનાં θ કોણ સુધી ભ્રમણ કરાવા જરૂરી કાર્ય શોધો.

↳ $W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau \, d\theta$

$\Rightarrow \int_0^{\theta} \tau \cdot d\theta$

$\Rightarrow \int_0^{\theta} PE \cdot \sin\theta \, d\theta$

$\Rightarrow \int_0^{\theta} PE \, \theta \cdot d\theta$

$$\boxed{W = \frac{PE\theta^2}{2}}$$

or

$W = PE[\cos\theta_1 - \cos\theta_2]$

$\Rightarrow PE[\cos 0 - \cos\theta_2]$

$\Rightarrow PE(1 - \cos\theta_2]$

θ સૂક્ષ્મ હોવાથી

$W = PE[1 - (1 - \theta^2/2)]$

$$\boxed{W \Rightarrow \frac{PE\theta^2}{2}}$$

★ ડાયપોલની પોટેન્શિયલ ઊર્મ :-

↳ θ કોણે રહેલી ડાયપોલની પોટેન્શિયલ ઊર્મ

$U_\theta = -PE\cos\theta$

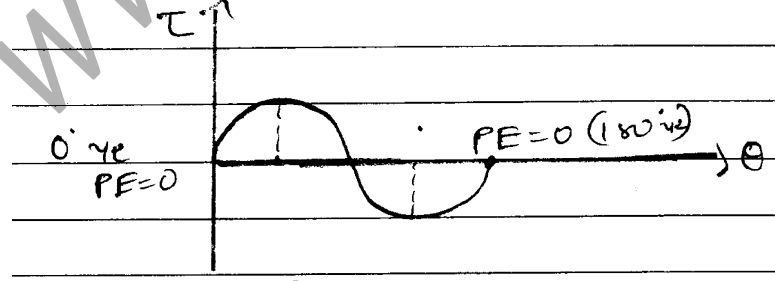
$U_\theta \Rightarrow -\vec{P}\cdot\vec{E}$

$U = W = \int \tau \, d\theta = \int PE\sin\theta \cdot d\theta \Rightarrow -PE\cos\theta + c$

જો $c = 0$ તો $U = -PE\cos\theta$

↳ પરિણામો: (i) $F_{net} = 0$ (રેખીય ગતિ નહોય)

(ii) $\tau = 0 / \tau \neq 0$ (θ પર આધારીત છે)



(iii) ડાયપોલને $\vec{E}$ની દિશાથી સહેજ ભ્રમણ કરાવામાં આવે તો ડાયપોલ $\tau = 2\pi\sqrt{I/PE}$ સાથે સંભાગ કરે છે.

www.scienceeducare.com

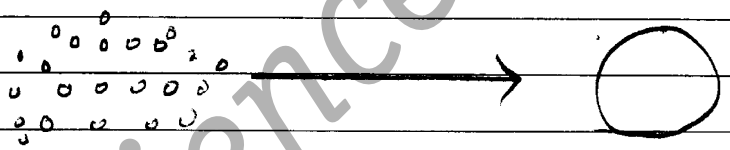
SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

(iv)

θ નું મૂલ્ય	$T_\theta = PE\sin\theta$	$W_{0-\theta}$ $PE(1-\cos\theta)$	$U_\theta = -PE\cos\theta$
$\theta = 0$	0 (સમતુલન)	0	$-PE$ (સ્થાયી સંતુલન)
$\theta = 90^\circ$	PE (મહત્તમ)	PE	0
$\theta = 180^\circ$	0 (સંતુલન)	2PE	PE (અસ્થાયી સંતુલન)

↳ અસમાન વિદ્યુત ક્ષેત્રમાં રહેલી ડાયપોલ માટે
$F_{net} \neq 0$ (જો અસમાન બળ)
$\tau = 0$ અથવા $\tau \neq 0$ (θ પર આધારિત).

⇝ નાનાં ટીંપાઓનું મિશ્રણ :-



N = ટીંપાઓની સંખ્યા (નાનાં)
ધો q, r = પ્રત્યેક નાના ટીંપાનો વિજભાર અને ત્રિજ્યા
Q, R = મોટા ટીંપાનો વિજભાર અને ત્રિજ્યા.

સિદ્ધાંત: $Q = Nq$ — (i)

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = N \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\therefore R^3 = Nr^3 \qquad \boxed{R = N^{1/3} r}$$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

ક્ર. પદ	નાના ટીંપુ	મોટા ટીંપુ
વિજભાર	q	Nq
ત્રિજ્યા	r	$N^{1/3} \cdot r$
ક્ષમતા $C = 4\pi\epsilon_0 R$	C	$N^{1/3} \cdot C$
$E_{ક્ષેત્ર} = \frac{q}{A} = q/r^2$	E	$N^{1/3} \cdot E$
$\sigma = q/r^2$	σ	$N^{1/3} \cdot \sigma$
$V = q/r$	V	$N^{2/3} \cdot V$

Q: 100 V ધરાવતાં બે નાના ટીંપા જોડાઈને મોટું ટીંપુ બનાવે તો મોટા ટીંપાનો પોટેન્શિયલ શોધો.

↳ $V = \frac{KQ}{r}$

$V_{મોટું} = \frac{K(NQ)}{N^{1/3} \cdot r} \Rightarrow N^{2/3} \cdot \frac{KQ}{r}$

$V_{મોટું} = N^{2/3} \cdot V_{નાનું}$ $\left\{ \begin{array}{l} 2^{1/3} \Rightarrow 1.26 \\ 2^{2/3} = (1.26)^2 \end{array} \right.$

$\Rightarrow (2)^{2/3} (100)$

$V_{મોટું} \Rightarrow 159$ Volt

⇒ સમાન E માં વિજભારની ગતિ :

(1) સમાન $\vec{E}$ માં વિજભારની ગતિ અને ગુરુત્વાકર્ષણ-માં કણની ગતિ મોટા ભાગે સમાન છે.

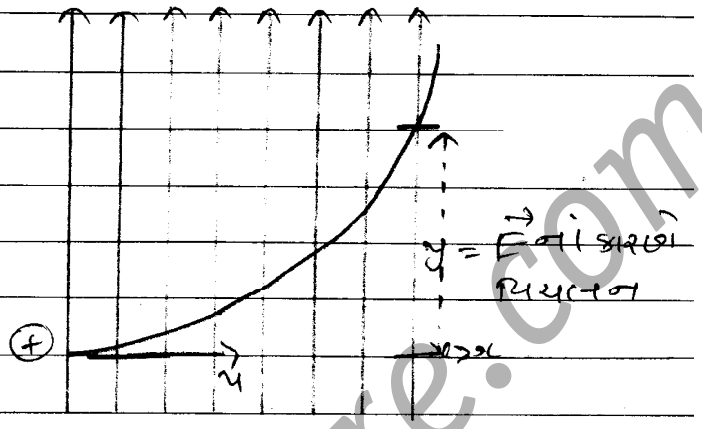
(2) તેનો માટે આપણે ગતિનાં સમીકરણો લાગુ પાડી શકાય.

(3) $\vec{E}$ માં કોઈ બિંદુ વિજભાર મુક્ત રીતે ગતિ કરે તો તેનો માર્ગ સુરેખ હોય.

(4). જ્યારે વિજભારને સમાન E માં ($\theta \neq 0, 180$) પર પ્રક્ષિપ્ત કક્ષામાં આવે તો તેનો માર્ગ પરવલય હોય.

(5). જ્યારે વિજભારને $\vec{E}$ ની દિશામાં અથવા તેની વિરુદ્ધ દિશામાં ($\theta \neq 0, 180$) પર પ્રક્ષિપ્ત કક્ષામાં આવે તો તેનો માર્ગ સુરેખા હોય.

↳ પ્રકાર $\vec{E}$ ને લંબ પ્રવેશે છે. (ગુરુત્વાકર્ષણ નથી.



x - દિશા

બળ શૂન્ય, $a_x = 0$

$S_x = u_x t + \frac{1}{2} a_x t^2$

$\Rightarrow u_x t \Rightarrow \frac{QEx^2}{2mu^2}$

y - દિશા

$F = qE$, $a_y = \frac{qE}{m}$

$S_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$

$= 0 + \frac{1}{2} \left(\frac{QE}{m}\right)\left(\frac{x}{u}\right)^2$

$y \propto x^2$ (માર્ગ = પરવલય).

Q: કણનો વેગ $v = 2\hat{i} + 3t\hat{j}$ દ્વારા આપવામાં આવે છે તો તેનો માર્ગ શોધો.

↳ $v = 2\hat{i} + 3t\hat{j}$

$\frac{dx}{dt} = 2 \quad x = 2t$

$\frac{dy}{dt} = 3t \quad y = \frac{3t^2}{2} \Rightarrow \frac{3}{2} t^2 = \frac{3}{2}\left(\frac{x^2}{4}\right)$

$y \propto x^2$ (પરવલય)

↳ બે કણોનાં વેગ સમાન હોય તો

$y \propto \frac{q}{m}$. $\quad y = \frac{QEx^2}{2mu^2}$.

વિક્ષેપ પ્રકાર વિચલન પર આધાર રાખે છે.

↳ બે કણોની ગતિ ઊર્જા સમાન હોય તો

www.scienceeducare.com

110

$y \propto q$

$y = \frac{qEx^2}{2my^2} \Rightarrow \frac{qEx^2}{2(2K)}$

$y \propto q$

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

www.scienceeducare.com