11 સ્થિત વિદ્યુતશાસ્ત્ર

વિદ્યુતભાર :

- પદાર્થના દળની જેમ વિદ્યુતભાર પણ પદાર્થનો એક મૂળભૂત અને આંતરિક ગુણધર્મ છે.
- વિદ્યુતભાર અદિશ રાશિ છે. તેના બે પ્રકાર છે :

  (i) ધન વિદ્યુતભાર (ii) ઋણ વિદ્યુતભાર.
- પદાર્થ પરથી ઇલેક્ટ્રૉન દૂર થવાને કારણે તે ધન વીજભારિત થાય છે અને તેના દળમાં ઘટાડો થાય છે.
- પદાર્થ વધારાના ઇલેક્ટ્રૉન મેળવે ત્યારે તે ઋણ વીજભારિત થાય છે અને તેના દળમાં સહેજ વધારો થાય છે.
- પદાર્થના દળમાં થતો ફેરફાર = $n\mathrm{m}_e = \frac{Q}{e} \cdot \mathrm{m}_e$

  જ્યાં $\mathrm{m}_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg.

વિદ્યુતભારના એકમો અને તેમની વચ્ચેનો સંબંધ :

SI એકમ → કુલંબ (C)

CGS એકમ → 1 Stat C અથવા 1 esu of charge

CGS એકમ → 1 ab C અથવા 1 emu of charge

સંબંધ - $1\ \mathrm{C} = 3 \times 10^9\ \mathrm{Stat\ C} = \frac{1}{10}\ ab\ \mathrm{C}$

- વિદ્યુતભારના પ્રાયોગિક એકમો :

  (i) amp × hr = 3600 C

  (ii) 1 ફેરેડે = 96,500 C
- વિદ્યુતભારનો સૌથી નાનો એકમ → Stat Coulomb
- વિદ્યુતભારનો સૌથી મોટો એકમ → faraday
- વિદ્યુતભારનું પારિમાણીક સૂત્ર → T^1A^1 અથવા Q^1
- કોઈ પણ પદાર્થ પર રહેલા લઘુતમ વીજભારનું મૂલ્ય $e = 1.60217733 \times 10^{-19}$ C જેને મૂળભૂત અથવા પ્રાથમિક વીજભાર પણ કહે છે.
- 1 C જેટલા ઋણ વીજભારમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા $n = 6.25 \times 10^{18}$
- વિદ્યુતભારનું અસ્તિત્વ ઇલેક્ટ્રૉસ્કોપની મદદથી જાણી શકાય છે.

વિદ્યુતભારનું ક્વૉન્ટમીકરણ :

કોઈ પણ પદાર્થ પર રહેલ વીજભારનો કુલ જથ્થો હંમેશાં મૂળભૂત વીજભારના પૂર્ણ ગુણાંકમાં હોય છે.

$Q = ne$ જ્યાં $n =$ પૂર્ણાંક $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

- પ્રોટોન્સ અને ન્યૂટ્રૉન્સ ક્વાર્ક્સ તરીકે ઓળખાતા મૂળભૂત સૂક્ષ્મ કણોના બનેલા છે. જેના બે પ્રકાર છે :

  (i) અપ ક્વાર્ક્સ $(u) \rightarrow +\frac{2}{3}e$ (ii) ડાઉન ક્વાર્ક્સ $(d) \rightarrow -\frac{1}{3}e$

- પ્રોટોન્સનું બંધારણ : uud, ન્યૂટ્રૉન્સનું બંધારણ : udd
- જો કોઈ પદાર્થ n_1 જેટલા પ્રોટોન અને n_2 જેટલા ઈલેક્ટ્રૉન ધરાવતો હોય, તો તેની પર રહેલો કુલ વીજભાર $Q = (n_2 \sim n_1)e$

વિદ્યુતભારનું સંરક્ષણ :

વિદ્યુતની દૃષ્ટિએ અલગ કરેલા તંત્રમાં થતી કોઈ પણ પ્રક્રિયા દરમિયાન વિદ્યુતભારોનો બૈજીક સરવાળો અચળ રહે છે.

- કોઈ પણ રાસાયણિક કે ન્યુક્લિયર પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયા પહેલાંના કુલ વીજભાર અને પ્રક્રિયા બાદનો કુલ વીજભાર હંમેશાં અચળ રહે છે.

  દા.ત., Pair Production : 2γ કિરણ $\rightarrow {}_{-1}e^0 + {}_{+1}e^0$

  Nuclear reaction : ${}_{92}U^{238} \rightarrow {}_{90}Th^{234} + {}_{2}He^4$

  ${}_0n^1 \rightarrow {}_1P^1 + {}_{-1}e^0$

વિદ્યુતભારનું પ્રેરણ :

પદાર્થને વિદ્યુતભારિત કરવાની રીતો નીચે મુજબ છે :

(1) ઘર્ષણની રીત (By Friction) :

બે યોગ્ય પદાર્થોને ઘસવામાં આવે તો એક પદાર્થ પરથી ઈલેક્ટ્રૉન બીજા પદાર્થ પર જાય છે તેથી બંને પદાર્થો વિદ્યુતભારિત થાય છે.

- ઘર્ષણની રીતમાં એક પદાર્થ પરથી ઈલેક્ટ્રૉન બીજા પદાર્થ પર જાય છે ત્યારે ઈલેક્ટ્રૉન ગુમાવતા પદાર્થનું દળ ઘટે અને તે ધન વિદ્યુતભારિત થાય છે. જ્યારે ઈલેક્ટ્રૉન મેળવતા પદાર્થનું દળ વધે છે અને તે ઋણ વિદ્યુતભારિત થાય છે.
- વીજભારિત થતા પદાર્થોની જોડ :

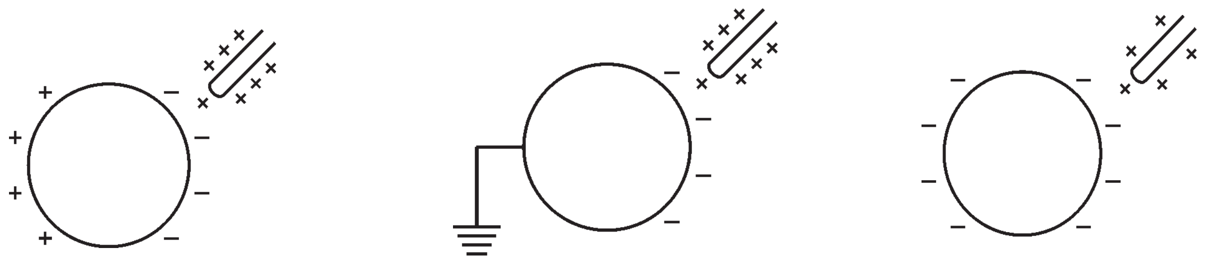
  FGW *PASER*

  (+) (−)

- F = Fur (ફર), G = Glass (કાચ), W = Wool (ઉન)
- P = Plastic (પ્લાસ્ટિક), A = Amber (અંબર), S = Silk (સિલ્ક), E = Ebonite (એબોનાઈટ), R = Rubber (રબર)

(2) પ્રેરિતની રીત (By Induction) :

જ્યારે વિદ્યુતભારરહિત વસ્તુની નજીક વિદ્યુતભારવાળી વસ્તુને લાવવામાં આવે ત્યારે વિદ્યુતભારરહિત વસ્તુની નજીકની બાજુ પર વિરુદ્ધ અને દૂરની બાજુ પર સમાન વિદ્યુતભાર પ્રેરિત થાય છે.



વીજભારિત વસ્તુને વીજભારરહિત વસ્તુની નજીક લાવતા

વીજભારરહિત વસ્તુને પૃથ્વી સાથે જોડતાં (ગ્રાઉન્ડ કરતાં)

વીજભારરહિત વસ્તુને ગ્રાઉન્ડ સ્થિતિમાંથી દૂર કરતાં

- મહત્તમ પ્રેરિત વિદ્યુતભાર $Q' = \pm Q\left[1 - \frac{1}{K}\right]$ જ્યાં K = વિદ્યુતભારરહિત વસ્તુનો ડાઇ-ઇલેક્ટ્રિક અચળાંક.

(3) ભૌતિક સંપર્કની રીત (By Conduction) :

બે સમાન (identical) પદાર્થો પૈકી એક વીજભારિત અને બીજો વીજભારરહિત હોય, તો તેમનો ભૌતિક સંપર્ક કરાવતાં બંને પર અડધો-અડધો વીજભાર વહેંચાય છે અને આ રીતે વીજભારરહિત પદાર્થ વીજભારિત થાય છે.

- જો બે ગોળાઓ R_1 અને R_2 ત્રિજ્યા ધરાવતા હોય તો તેમની પર કુલ Q જેટલો વીજભાર ભૌતિક સંપર્કમાં લાવીને અલગ કરતાં નીચે મુજબ વહેંચાશે :

$$q_1 = \frac{QR_1}{R_1 + R_2} \text{ અને } q_2 = \frac{QR_2}{R_1 + R_2}$$

---

(1) 2 g દ્રવ્યમાન ધરાવતા તાંબાના ગોળામાં 2×10^{22} તાંબાના પરમાણુઓ આવેલા છે. જો દરેક પરમાણુના ન્યુક્લિયસ પર 29e જેટલો વિદ્યુતભાર હોય તથા સમગ્ર રીતે તાંબાના ગોળા પર +2μC જેટલો વિદ્યુતભાર આવેલો હોય, તો તાંબાના ગોળા પરથી દૂર થતાં ઇલેક્ટ્રૉનના અંશ ______.

(A) 5.8×10^{23} (B) 1.25×10^{13} (C) 6.28×10^{23} (D) 2.16×10^{-11}

(2) 1 g દળ ધરાવતા પદાર્થ પર 5×10^{21} પરમાણુઓ આવેલા છે. જો આ પદાર્થના 0.01 % પરમાણુઓ પરથી 1 ઇલેક્ટ્રૉન દૂર કરવામાં આવે, તો પદાર્થ પરનો કુલ વિદ્યુતભાર ______ કુલંબ.

(A) + 0.08 (B) + 0.8 (C) – 0.08 (D) – 0.8

(3) 75 kg દ્રવ્યમાન ધરાવતાં ઈલેક્ટ્રૉન્સ પરનો વિદ્યુતભાર ______.

(એક ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ $m_e = 9 \times 10^{-31}$ kg)

(A) – 1.25×10^{13} C (B) – 6.25×10^{18} C (C) – 1.33×10^{13} C (D) – 1.6×10^{19} C

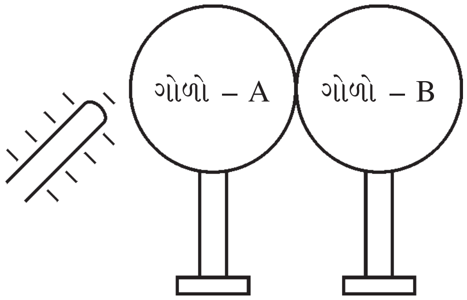
(4) 100 g દળ ધરાવતા પાણીમાં રહેલો ઋણ વિદ્યુતભાર શોધો.

(A) 1.33×10^{13} C (B) 5.34×10^{6} C (C) 6.25×10^{18} C (D) 2.55×10^{8} C

(5) જો કોઈ પદાર્થ પર દર સેકન્ડે 10^{10} ઇલેક્ટ્રૉન આવતાં હોય, તો તેના પરનો કુલ વિદ્યુતભાર 1 C થતાં કેટલો સમય લાગશે ?

(A) 2 વર્ષ (B) 20 વર્ષ (C) 2 કલાક (D) 2 દિવસ

(6) બે વિદ્યુતભાર રહિત ગોળાઓ A અને B એકબીજાના ભૌતિક સંપર્કમાં રહેલા છે. એક ઋણ વિદ્યુતભારિત સળિયાને ગોળાને અડકે નહિ તે રીતે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે નજીક લઈ જવામાં આવે છે. હવે જો ગોળા A અને B સહેજ દૂર કરતાં તથા સળિયાને પણ દૂર કરતાં ગોળા A અને ગોળા B પરનો વીજભાર ________.



(A) ધન અને ધન (B) *A* ધન તથા *B* ઋણ (C) ઋણ અને ઋણ (D) *A* ઋણ અને *B* ધન

(7) 2 cm ત્રિજ્યાવાળા ગોળા પર 40μC અને 3 cm ત્રિજ્યાવાળા ગોળા પર 20μC વિદ્યુતભાર રહેલો છે. જો તેમને વાહકતારથી જોડવામાં આવે, તો 2 cmના ગોળા પરથી 3 cmના ગોળા પર જતો વિદ્યુતભાર ________.

(A) 24μC (B) 72μC (C) 16μC (D) 32μC

જવાબો : **1 (D), 2 (A), 3 (C), 4 (B), 5 (B), 6 (B), 7 (C)**

કુલંબનો નિયમ :

ઈ.સ. 1785માં ચાર્લ્સ ઑગસ્ટિન કુલંબ નામના વૈજ્ઞાનિકે બે બિંદુવત્ વિદ્યુતભારો વચ્ચે લાગતા વિદ્યુતબળ શોધવા માટેનો નિયમ આપ્યો.

બે બિંદુવત્ સ્થિર વિદ્યુતભારો વચ્ચે પ્રવર્તતા વિદ્યુતબળનું મૂલ્ય તે બે વિદ્યુતભારોના મૂલ્યના ગુણાકારના સમપ્રમાણમાં અને તેમની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}}$$

જ્યાં *K* સપ્રમાણતા અચળાંક છે જેને કુલંબનો અચળાંક કહે છે. જેનું મૂલ્ય બે બાબતો પર આધાર રાખે છે :

(i) એકમ પદ્ધતિ પર (ii) વિદ્યુતભારોને રાખવામાં આવેલા માધ્યમ પર.

- **SI પદ્ધતિમાં :** $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \ Nm^2 \ C^{-2}$

  CGS પદ્ધતિમાં : $k = 1$

- ϵ_0 **નો બીજો એકમ :** farad / metre

જ્યાં ϵ_0 = શૂન્યાવકાશની પરમિટિવિટી = $8.85 \times 10^{-12} \ C^2 \ N^{-1} \ m^{-2}$

- **માધ્યમની સાપેક્ષ પરમિટિવિટી $(\in_r)$ અથવા માધ્યમનો ડાઈ ઈલેક્ટ્રિક અચળાંક (K) :**

માધ્યમનો ડાઈ ઈલેક્ટ્રિક અચળાંક K = $\dfrac{\text{માધ્યમની પરમિટિવિટી } (\in)}{\text{શૂન્યાવકાશની પરમિટિવિટી } (\in_0)}$

$$K = \in_r = \frac{\in}{\in_0}$$

- **ડાઈ ઈલેક્ટ્રિક અચળાંકના સંદર્ભમાં કુલંબનો નિયમ :**

જ્યારે બે વિદ્યુતભારોને માધ્યમમાં મૂકવામાં આવે ત્યારે તેમની વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ

$$F_m = \frac{1}{4\pi\in}\frac{q_1q_2}{r^2}$$

પરંતુ $\frac{\in}{\in_0} = K \Rightarrow \in = K\in_0$

$$F_m = \frac{1}{4\pi\in_0 K}\frac{q_1q_2}{r^2}$$

$$\therefore F_m = \frac{F}{K}$$

- અવાહક (ડાઈ ઈલેક્ટ્રિક) પદાર્થો માટે $K > 1$ હોવાથી, $F_m < F$
- શૂન્યાવકાશ માટે $K = 1$, હવા માટે $K = 1.0006 = 1$
- વિદ્યુત સુવાહક પદાર્થો માટે $K = \infty$

કુલંબના નિયમનું સદિશ નિરુપણ :-

- q_1 વિદ્યુતભાર પર q_2 વિદ્યુતભાર વડે લાગતું વિદ્યુતબળ $\vec{F}_{12} = \dfrac{kq_1q_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3}\left(\vec{r}_1 - \vec{r}_2\right)$

- q_2 વિદ્યુતભાર પર q_1 વિદ્યુતભાર વડે લાગતું વિદ્યુતબળ $\vec{F}_{21} = \dfrac{kq_2q_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^3}\left(\vec{r}_2 - \vec{r}_1\right)$

કુલંબના નિયમને લગતા અગત્યના મુદ્દાઓ

- બે વીજભારો વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ પરસ્પર ક્રિયાગત બળ છે. બંને વીજભારો સમાન મૂલ્યનું પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં બળ અનુભવે છે. q_1 અને q_2 વીજભારો વચ્ચે લાગતાં વિદ્યુતબળોનો ગુણોત્તર 1:1 થાય.
- કુલંબનો નિયમ ન્યૂટનની ગતિના ત્રીજા નિયમનું પાલન કરે છે. $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$
- કુલંબનો નિયમ 10^{-15} m (ન્યુક્લિયર અંતર) કરતાં મોટા અંતર માટે જ સાચો છે તથા તે ફક્ત બિંદુવત્ વીજભારો માટે જ લાગુ પાડી શકાય છે.

- જો q_1 અને q_2 બે વીજભારો એકબીજાને અપાકર્ષે તો $q_1q_2 > 0$ અને આકર્ષે તો $q_1q_2 < 0$.
- Q વીજભારને q_1 અને q_2 વીજભારોમાં વહેંચતા જો તેમની વચ્ચે લાગતું બળ મહત્તમ હોય, તો $q_1 = q_2 = \frac{Q}{2}$.
- K ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક ધરાવતાં માધ્યમમાં બે વીજભારો વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ K માં ભાગનું થાય છે.

  $F_m = \frac{F}{K}$
- જો q_1 અને q_2 વીજભારો r અંતરે રહેલા હોય અને તેમની વચ્ચે K ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંક ધરાવતો t જાડાનો સ્લેબ દાખલ કરવામાં આવે તો તેમની વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ $F = \frac{kq_1q_2}{\left(r-t+t\sqrt{K}\right)^2}$
- કુલંબના નિયમને two body force કહે છે. કારણ કે બે વીજભારો વચ્ચે લાગતા વિદ્યુતબળ પર કોઈ ત્રીજા વિદ્યુતભારની હાજરીની અસર થતી નથી.
- જો બે બિંદુવત્ વિદ્યુતભારો q_1 અને q_2ને $t_1, t_2, ...t_n$ જાડા અને અનુક્રમે $K_1, K_2, ...K_n$ ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંક ધરાવતાં માધ્યમથી અલગ પાડેલા હોય, તો તેમની વચ્ચે લાગતું સ્થિત વિદ્યુતબળ

$$F = \frac{kq_1q_2}{\left[\sum_{i=1}^{n} \sqrt{K_i}\, t_i\right]^2}$$

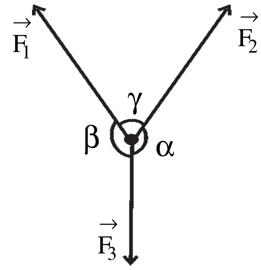
  ઉપરના કિસ્સામાં બે વિદ્યુતભારો વચ્ચેનું અંતર t લેવામાં આવે તો સમતુલ્ય ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંક

$$K = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} \sqrt{K_i}\, t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}\right]^2$$

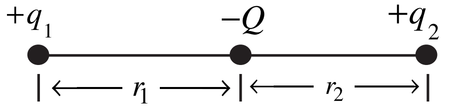
- r_1 અંતરે બે વિદ્યુતભારો વચ્ચે લાગતું બળ F_1 હોય અને r_2 અંતરે લાગતું બળ F_2 હોય તો $F_1r_1^2 = F_2r_2^2$.
- K_1 ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંકવાળા માધ્યમમાં લાગતું બળ F_1 અને K_2 ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંકવાળા માધ્યમમાં લાગતું બળ F_2 હોય તો $F_1K_1 = F_2K_2$.
- બે સમાન (identical) ગોળાઓ q_1 અને q_2 વિદ્યુતભાર ધરાવતા હોય તેમની વચ્ચે લાગતું પ્રારંભિક બળ F હોય, તેવા બે ગોળાઓને સંપર્કમાં લાવી છૂટા પાડતા અને તેટલા જ અંતરે ગોઠવતા તેમની વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ $F' = \frac{(q_1+q_2)^2}{4q_1q_2} F$.
- m દળ, Z પરમાણુ-ક્રમાંક અને A પરમાણુભાર ધરાવતાં ગોળા પરનો વિદ્યુતભાર $q = \frac{(\%Ze)\, N_A m}{A}$ જ્યાં N_A = એવોગેડ્રો અંક.

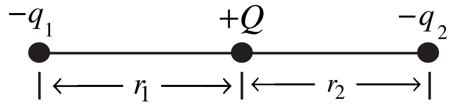
વિદ્યુતબળોના સંતુલનની શરતો

- ઈલેક્ટ્રોસ્ટેટિકના કેટલાંક પ્રશ્નોનો ઉકેલ Lami's theoremથી સરળતાથી મેળવી શકાય છે. આ પ્રમેય અનુસાર આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ત્રણ બળો સંતુલિત હોય એટલે કે $\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = 0$ હોય, તો



$$\frac{F_1}{\sin\alpha} = \frac{F_2}{\sin\beta} = \frac{F_3}{\sin\gamma}$$

- 

અથવા


આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ત્રણ વિદ્યુતભારો એક રેખા પર ગોઠવાયેલ હોય તથા $-q_1$ અને $-q_2$ સમાન પ્રકારના વિદ્યુતભાર હોય તથા Q વિરુદ્ધ પ્રકારનો વિદ્યુતભાર હોય તો,

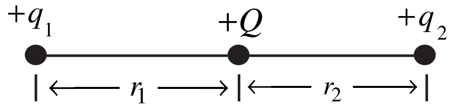
  - q_1 પરનું બળ શૂન્ય હોય ત્યારે $\dfrac{q_2}{Q} = \dfrac{(r_1 + r_2)^2}{r_1^2}$

  - q_2 પરનું બળ શૂન્ય હોય ત્યારે $\dfrac{q_1}{Q} = \dfrac{(r_1 + r_2)^2}{r_2^2}$

  - Q પરનું બળ શૂન્ય હોય ત્યારે $\dfrac{q_2}{q_1} = \dfrac{r_2^2}{r_1^2}$

- જો q_1, q_2 અને Q ત્રણેય સમાન પ્રકારના (સજાતીય) વિદ્યુતભારો હોય, તો Q વિદ્યુતભાર સમતોલનમાં (બળ શૂન્ય) હોવા માટેની શરત

$$\boxed{\frac{q_1}{q_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}}$$



- **શૂન્યાવકાશ તથા માધ્યમમાં બળના સમાન મૂલ્ય માટે અંતરનું મૂલ્ય :**

$$F_{\text{શૂન્યાવકાશ}} = F_{\text{માધ્યમ}}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K}\frac{q_1 q_2}{r'^2}$$

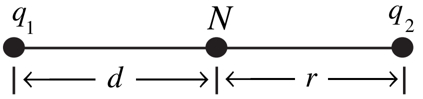
$$\boxed{\Rightarrow r' = \frac{r}{\sqrt{K}}}$$

- **r અંતરે રહેલા q_1 અને q_2 વિદ્યુતભારો વડે મળતા તટસ્થ બિંદુનું સ્થાન :**
  - જો q_1 વિદ્યુતભારથી તટસ્થ બિંદુ d અંતરે આવેલું હોય તો,

$$\boxed{d = \frac{r}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1}} \pm 1}} \quad (\text{જો } q_2 > q_1)$$

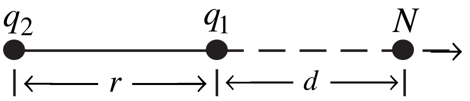
  - જો બંને વિદ્યુતભારો એક જ પ્રકારના હોય તો,

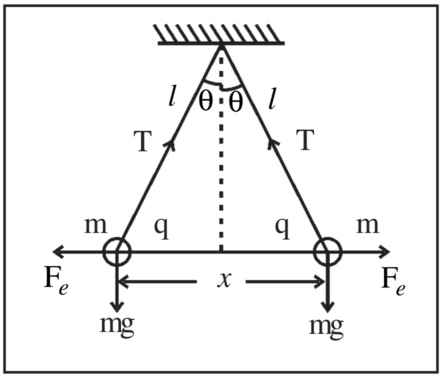
$$d = \frac{r}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1}} + 1}$$



  - જો બંને વિદ્યુતભારો અલગ પ્રકારના હોય તો,

$$d = \frac{r}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1}} - 1}$$





આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે m દળના દડાને q જેટલા સમાન વિદ્યુતભારથી વીજભારિત કરેલા હોય તો,

$$\frac{F_e}{mg} = \tan\theta = \frac{x}{2l}$$

$$\boxed{\therefore\ x = 2l\left(\frac{F_e}{mg}\right) \quad \text{અથવા} \quad x = \left(\frac{2q^2 l}{4\pi\epsilon_0\, mg}\right)^{\frac{1}{3}}}$$

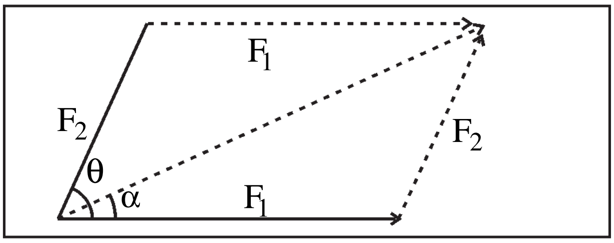
  - જો બંને ગોળાઓને ρ_0 ઘનતા ધરાવતા પ્રવાહીમાં ડુબાડવામાં આવે અને તેમની વચ્ચેનું અંતર સમાન રહેતું હોય, તો ગોળાના દ્રવ્યની ઘનતા

$$\rho = \frac{K\rho_0}{K-1}$$

  - જો પ્રવાહીનો ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંક K હોય તો,

$$K = \frac{\rho}{\rho - \rho_0}$$

- બે વિદ્યુતબળો વડે કોઈ એક વિદ્યુતભાર પર લાગતું પરિણામી બળ સમાંતરબાજુ ચતુષ્કોણના નિયમ અનુસાર,



$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$

જ્યાં θ = $\vec{F_1}$ અને $\vec{F_2}$ વચ્ચેનો કોણ

તથા $\tan\alpha = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$.

- જો $F_1 = F_2 = F'$ હોય તો જુદા જુદા θ માટે પરિણામી બળનું મૂલ્ય :

ખૂણો θ	**પરિણામી બળ F**
0°	2F'
30°	$\left(2+\sqrt{3}\right)^{\frac{1}{2}} F'$
45°	$\left(2+\sqrt{2}\right)^{\frac{1}{2}} F'$
60°	$\sqrt{3}\,F'$
90°	$\sqrt{2}\,F'$
120°	F'
150°	$\left(2-\sqrt{3}\right)^{\frac{1}{2}} F'$
180°	0

સંપાતપણાનો સિદ્ધાંત

q_i વિદ્યુતભાર પર n વિદ્યુતભારોના તંત્ર વડે લાગતું વિદ્યુતબળ,

$$\vec{F}_i = kq_i \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{n} \frac{q_j}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|^3} \cdot \left(\vec{r}_i - \vec{r}_j\right)$$

વિશિષ્ટ વિદ્યુતભાર :

કોઈ કણના વિદ્યુતભાર અને દળના ગુણોત્તર $\left(\frac{e}{m}\right)$ને વિશિષ્ટ વિદ્યુતભાર કહે છે.

- તેનો SI એકમ $C\,kg^{-1}$ અને પારિમાણીક સૂત્ર : $M^{-1}T^1A^1$ અથવા $M^{-1}Q^1$

(i) જો કણનો વેગ વધે તો તેની પરનો વિદ્યુતભાર અચળ રહે છે પરંતુ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{C^2}}}$ સૂત્ર અનુસાર તેનું દળ વધે છે.

પરિણામે જેમ કણનો વેગ **વધે** તેમ તેનો વિશિષ્ટ વિદ્યુતભાર **ઘટે** છે.

(ii) ઈલેક્ટ્રોનનો વિશિષ્ટ વિદ્યુતભાર $\rightarrow -1.76\times10^{11}\ C\,kg^{-1}$

પ્રોટોનનો વિશિષ્ટ વિદ્યુતભાર $\rightarrow 9.580\times10^{7}\ C\,kg^{-1}$

વિદ્યુતભાર ઘનતા

એકમ પરિમાણ (લંબાઈ, ક્ષેત્રફળ, કદ) દીઠ વિદ્યુતભાર વિતરણને વિદ્યુતભાર ઘનતા કહે છે.

- વિદ્યુતભાર ઘનતાના ત્રણ પ્રકાર છે :

(i) **રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા (λ) :** એકમ લંબાઈ દીઠ વિદ્યુતભાર વિતરણને રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા (λ_1) કહે છે.

$$\lambda_1 = \frac{Q}{l}$$

SI એકમ $\rightarrow Cm^{-1}$; પારિમાણીક સૂત્ર $\rightarrow L^{-1}T^1A^1$

(ii) **પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા (σ) :** એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ વિદ્યુતભાર વિતરણને પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા (σ_s) કહે છે.

$$\sigma_s = \frac{Q}{A}$$

SI એકમ $\rightarrow Cm^{-2}$; પારિમાણીક સૂત્ર $\rightarrow L^{-2}T^1A^1$

(iii) **કદ વિદ્યુતભાર ઘનતા :** એકમ કદ દીઠ વિદ્યુતભાર વિતરણને કદ વિદ્યુતભાર ઘનતા (ρ_v) કહે છે.

$$\rho_v = \frac{Q}{V}$$

SI એકમ $\rightarrow Cm^{-3}$; પારિમાણીક સૂત્ર $\rightarrow L^{-3}T^1A^1$

---

(8) સમાન ધન વીજભાર ધરાવતાં બે આયનો વચ્ચેનું અંતર $5\mathring{A}$ હોય ત્યારે તેમની વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ 3.7×10^{-9} N હોય, તો દરેક આયન દ્વારા ગુમાવેલ ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા __________.

(A) 2 (B) 3 (C) 1 (D) 4

(9) પૃથ્વી અને ચંદ્ર પર સમાન પ્રકારનો સમાન મૂલ્યનો વીજભાર મૂકેલ છે. પૃથ્વી અને ચંદ્ર વચ્ચે લાગતા ગુરુત્વાકર્ષણ બળને સમતોલવા માટે જરૂરી વિદ્યુતભારનું મૂલ્ય __________.

$[M_e = 6 \times 10^{24}$ kg, $M_m = 7.36 \times 10^{22}$ kg $]$

(A) $1/5.7 \times 10^{-13}$ C (B) 5.7×10^{13} Ab–C

(C) 5.7×10^{13} C (D) 5.7×10^{13} Stat – C

(10) $+q$ અને $-q$ વિદ્યુતભારોને d વ્યાસ ધરાવતા વર્તુળનાં વ્યાસાંન્ત બિંદુઓ પર મૂકેલાં છે, તો વર્તુળના કેન્દ્ર પર રહેલા ત્રીજા $+q$ વિદ્યુતભાર પર લાગતું વિદ્યુતબળ __________.

(A) $\frac{8Kq^2}{d^2}$ (B) $\frac{2Kq^2}{d^2}$ (C) $\frac{4Kq^2}{d}$ (D) 0

(11) બે સમાન મૂલ્યના અને વિજાતીય પ્રકારના વિદ્યુતભારોને એકબીજાથી અમુક અંતરે મૂકતા લાગતું બળ F છે. જો 25 % વિદ્યુતભાર એક પરથી બીજા વિદ્યુતભારને આપવામાં આવે, તો તેમની વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ __________.

(A) F (B) $\frac{4}{5}$F (C) $\frac{15F}{16}$ (D) $\frac{9}{16}$F

(12) બે બિંદુવત્ વિદ્યુતભારોને હવામાં 20 cm અંતરે મૂકતાં અમુક આકર્ષણબળ લાગે છે. હવે 8 cm જાડાઈ અને K ડાઈ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંકવાળા સ્લેબને આ બે વિદ્યુતભારો વચ્ચે મૂકીએ, તો આકર્ષણબળ અડધું થાય છે, તો Kનું મૂલ્ય ________.

(A) 1 (B) 4 (C) $\sqrt{2}$ (D) 2

(13) 5 g દ્રવ્યમાન અને 10^{-7} C વિદ્યુતભાર ધરાવતા બે કણો એક સમક્ષિતિજ ટેબલ પર એકબીજાથી 10 cm અંતરે રહેલા છે. જો બંને કણો સમતોલન સ્થિતિમાં રહેલા હોય, તો કણો અને ટેબલ વચ્ચેનો સ્થિત ઘર્ષણાંક μ_s = ________.

(A) 0.15 (B) 0.19 (C) 0.18 (D) 0.2

(14) બે બિંદુવત્ વિદ્યુતભારો q અને $2q$ ને હવાના માધ્યમમાં એકબીજાથી d અંતરે રાખેલા છે. જો કોઈ ત્રીજા વિદ્યુતભાર Q ને બે વિદ્યુતભારોને જોડતી રેખા પર એવી રીતે મૂકવામાં આવે કે જેથી q અને $2q$ પર લાગતું પરિણામી વિદ્યુતબળ શૂન્ય થાય છે, તો Q વિદ્યુતભારનું q વિદ્યુતભારથી સ્થાન ________.

(A) $\dfrac{d}{\sqrt{2}-1}$ (B) $\left(\sqrt{2}-1\right)d$ (C) $\dfrac{d}{\sqrt{3}+1}$ (D) $\left(\sqrt{3}+1\right)d$

(15) બે બિંદુવત્ વિદ્યુતભારો q_1 અને q_2 એકબીજાથી 3 m અંતરે રહેલા છે. જો તેમના વિદ્યુતભારોનો સરવાળો 20 μC હોય તથા તેમની વચ્ચે લાગતું અપાકર્ષી વિદ્યુતબળ 0.075 N હોય, તો દરેક વિદ્યુતભારનું મૂલ્ય ________.

(A) 12 μC, 8 μC (B) 14 μC, 6 μC (C) 16 μC, 4 μC (D) 15 μC, 5 μC

(16) બે વાહક ગોળાઓ પરનો ધન વિદ્યુતભાર અનુક્રમે q_1 અને q_2 છે. આ ગોળાઓને એવી રીતે સાથે લાવવામાં આવે છે કે જેથી તેઓ એકબીજાને અડકીને ફરી તેમના મૂળ સ્થાને આવી જાય તો ગોળાઓ વચ્ચે લાગતું નવું બળ કેટલું થશે ?

(A) ગોળાઓ એકબીજાને અડકે તે પહેલાના બળ જેટલું થાય.

(B) ગોળાઓ એકબીજાને અડકે તે પહેલાના બળ કરતાં વધુ થાય.

(C) ગોળાઓ એકબીજાને અડકે તે પહેલાના બળ કરતાં ઓછું થાય.

(D) શૂન્ય થાય.

(17) 10^{-3} kg દ્રવ્યમાન ધરાવતા બે ગોળાઓને એક જ દૃઢ આધાર પરથી 0.5 m લંબાઈની સિલ્કની દોરી વડે લટકાવેલ છે. બંને ગોળાઓને સમાન વિદ્યુતભારિત કરતાં તેઓ એકબીજાને 0.2 m અંતરે અપાકર્ષે છે, તો દરેક ગોળા પરનો વિદ્યુતભાર ________.

(A) 1.53×10^{-3} C (B) 2.15×10^{-6} C (C) 9.43×10^{-8} C (D) 2.36×10^{-6} C

(18) બે સમાન ત્રિજ્યા અને દળ ધરાવતા દડાને 1 m લાંબી દોરી વડે લટકાવેલ છે. દરેક દડાનું દળ અને તેની પરનો વિદ્યુતભાર અનુક્રમે 15 g અને 126 μC છે. જ્યારે બંને દડા સંતુલનમાં હોય ત્યારે તેમની વચ્ચેનું અંતર 8 cm છે. જો કોઈ એક દડાને તેના વિદ્યુતભારથી અડધા વિદ્યુતભાર સુધી ડિસ્ચાર્જ કરી નાખવામાં આવે, તો તેમની વચ્ચેનું નવું અંતર ________ cm.

(A) 5.3 (B) 6.4 (C) 4.2 (D) 2.5

(19) $10\,\mu C$ જેટલો સમાન વિદ્યુતભાર ધરાવતા બે સમાન ગોળાઓને 1 m લંબાઈની દોરી વડે એક જ દઢ આધાર પરથી લટકાવવામાં આવે છે. સંતુલિત સ્થિતિમાં જો બે દોરી વચ્ચેનો ખૂણો 60° હોય, તો દોરીમાં ઉદ્‌ભવતું તણાવબળ ______ N.

(A) 18 (B) 0.18 (C) શૂન્ય (D) 1.8

(20) વિદ્યુતભાર Qને એક ચોરસના સામસામેનાં શિરોબિંદુઓ પર ગોઠવેલ છે. જ્યારે બીજા સામસામેનાં શિરોબિંદુઓ પર q વિદ્યુતભાર ગોઠવેલ છે. જો Q વિદ્યુતભાર પર લાગતું પરિણામી બળ શૂન્ય હોય તો $\frac{Q}{q} =$ ______.

(A) -1 (B) 1 (C) $-2\sqrt{2}$ (D) $-\frac{1}{\sqrt{2}}$

(21) બે સમાન વિદ્યુતભાર Q એકબીજાથી r અંતરે રહેલા છે. એક ત્રીજા વિદ્યુતભાર q ને બંને વિદ્યુતભારોને જોડતી રેખા પર એવી રીતે મૂકવામાં આવે છે કે જેથી ત્રણેય વિદ્યુતભારો સંતુલન સ્થિતિમાં રહે. આ સ્થિતિમાં q વિદ્યુતભારનું સ્થાન અને મૂલ્ય કેટલું હોય ?

(A) $2r, Q$ (B) $\frac{r}{2}, -\frac{Q}{4}$ (C) $\frac{r}{2}, -\frac{Q}{2}$ (D) $2r, 2Q$

(22) કાટકોણ ત્રિકોણ PQRમાં $\angle PQR = \frac{\pi}{2}$ તથા $PQ = 5$ cm અને $QR = 10$ cm છે. P અને Q બિંદુ પર અનુક્રમે 10 nC અને 20 nC વિદ્યુતભારો મૂકેલ છે. જો આ વિદ્યુતભારોને લીધે Q પાસે રહેલા $1\,\mu C$ના વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ $18\sqrt{x}\ m$N હોય, તો $x =$ ______.

(A) 3 (B) 2 (C) 11 (D) 5

(23) $1\,nC$ ના બે વિદ્યુતભારોના સ્થાનસદિશો અનુક્રમે $(1, 1, -1)$m અને $(2, 3, 1)$m છે, તો બંને વિદ્યુતભારો વચ્ચે લાગતાં કુલંબબળનું મૂલ્ય ______.

(A) 10^{-6} N (B) 10^{-3} N (C) 10^{-12} N (D) 10^{-9} N

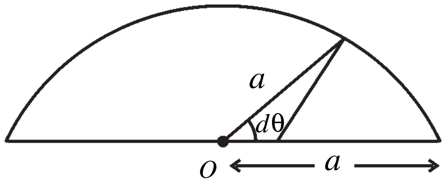
(24) સ્થિર અવસ્થામાં રહેલા એક ઇલેક્ટ્રૉનનો વિશિષ્ટ વિદ્યુતભાર $1.76 \times 10^{11}\ \text{Ckg}^{-1}$ છે. જો તે $v = \frac{c}{2}$ જેટલા વેગથી ગતિ કરે (જ્યાં c = પ્રકાશનો વેગ) તો તેનો વિશિષ્ટ વિદ્યુતભાર ______ C kg^{-1}.

(A) 2.0×10^{11} (B) 1.53×10^{11} (C) શૂન્ય (D) 2.6×10^{-15}

(25) a ત્રિજ્યાના વર્તુળના પરિઘ પર રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા $\lambda = \lambda_0 \cos^2\theta$ છે, તો તેના પરનો કુલ વિદ્યુતભાર ______. $\left[\text{Hint :- } \int_0^{2\pi} \cos^2\theta\, d\theta = \pi\right]$

(A) અનંત (B) શૂન્ય (C) $2\pi a$ (D) $\pi a \lambda_0$

(26) આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે અર્ધ વર્તુળાકાર તાર પર રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા $\lambda = \alpha\theta$ છે. જ્યાં α = અચળ. તો અર્ધ વર્તુળાકાર તાર પરનો કુલ વિદ્યુતભાર ______________.



(A) $\frac{a\alpha\pi}{2}$ (B) $\frac{a\alpha\pi^2}{2}$

(C) $a\alpha\pi$ (D) $\frac{2a\alpha}{\pi^2}$

(27) R ત્રિજ્યાની ગોળીય કવચ પરની વિદ્યુતભાર ઘનતા $\rho(r) = \beta r^2$ સૂત્ર વડે રજૂ થાય છે, તો ગોળામાંનો કુલ વિદ્યુતભાર ______________.

(A) $\frac{2\pi R^3\beta}{3}$ (B) $\frac{4\pi R^3\beta}{3}$ (C) $\frac{4\pi R^5\beta}{5}$ (D) શૂન્ય

(28) a લંબાઈના ચોરસ પૃષ્ઠ પર વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠ ઘનતા $\sigma = \sigma_0 xy$ છે, તો આ ચોરસના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી કાર્ટેઝિયન યામ પદ્ધતિને અનુલક્ષીને ચોરસ પરનો કુલ વિદ્યુતભાર ______________.

(A) $\frac{\sigma_0 a^4}{4}$ (B) $4\pi\sigma_0 a^2$ (C) $2\sigma_0 a^2$ (D) શૂન્ય

જવાબો : 8 (A), 9 (C), 10 (A), 11 (D), 12 (B), 13 (C), 14 (B), 15 (D), 16 (B), 17 (C), 18 (B), 19 (D), 20 (C), 21 (B), 22 (D), 23 (D), 24 (A), 25 (D), 26 (B), 27 (C), 28 (D)

વિદ્યુતક્ષેત્ર

કોઈ પણ વિદ્યુતભાર તંત્રની આસપાસ જેટલા વિસ્તારમાં તેની અસર વર્તાતી હોય તેટલા વિસ્તારને આપેલ વિદ્યુતભાર તંત્રનું વિદ્યુતક્ષેત્ર કહે છે.

- વિદ્યુતક્ષેત્ર ચાર પ્રકારના હોય છે :
  (i) સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર : જે વિદ્યુતક્ષેત્રમાં દરેક બિંદુ પાસે એકમ ધન વિદ્યુતભાર સમાન વિદ્યુતબળ અનુભવે તેને સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર કહે છે. સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રની ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજાને સમાંતર અને સમાન અંતરે આવેલી હોય છે. દા.ત., કૅપેસિટરની બે પ્લેટો વચ્ચેનું વિદ્યુતક્ષેત્ર.

  (ii) અસમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર : જે વિદ્યુતક્ષેત્રમાં દરેક બિંદુ પાસે એકમ ધન વિદ્યુતભાર જુદું જુદું વિદ્યુતબળ અનુભવે તેને અસમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર કહે છે.

  (iii) ચલ વિદ્યુતક્ષેત્ર : સમય સાથે બદલાતા જતાં વિદ્યુતક્ષેત્રને ચલ વિદ્યુતક્ષેત્ર કહે છે. $E = f(t)$

  (iv) અચળ વિદ્યુતક્ષેત્ર : જે વિદ્યુતક્ષેત્ર સમય પર આધારિત નથી તેને અચળ વિદ્યુતક્ષેત્ર કહે છે. $E \neq f(t)$

- કોઈ પણ બંધ પરિપથ પર વિદ્યુતક્ષેત્રનું રેખા સંકલન શૂન્ય હોય છે.

  $\oint \vec{E} \cdot \vec{dl} = 0$ એટલે કે વિદ્યુતક્ષેત્ર સંરક્ષી ક્ષેત્ર છે.

વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા $(\vec{E})$:

વિદ્યુતક્ષેત્રમાંના આપેલા બિંદુ પાસે રહેલા એકમ ધન વિદ્યુતભાર પર લાગતા વિદ્યુતબળને તે બિંદુ પાસેની વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા $(\vec{E})$ કહે છે.

$$\vec{E} = \lim_{q_0 \to 0} \frac{\vec{F}}{q_0}$$

- q વિદ્યુતભાર પર લાગતું વિદ્યુતબળ $\vec{F} = q\vec{E}$.
- ન્યૂટનની ગતિના બીજા નિયમ અનુસાર $F = ma$.

  $\therefore ma = qE$

  $\therefore a = \frac{qE}{m}$
- વિદ્યુતક્ષેત્રમાં રહેલ વિદ્યુતભાર ગતિ કરતો હોય ત્યારે,
  - t સમયના અંતે તેનો વેગ $v = v_0 + \left(\frac{qE}{m}\right)t$
  - t સમયના અંતે તેનું સ્થાનાંતર $d = v_0 t + \frac{1}{2}\left(\frac{qE}{m}\right)t^2$
  - મુક્ત પતન કરતાં વિદ્યુતભારે h અંતર કાપતા લીધેલ સમય $t = \sqrt{\frac{2hm}{qE}}$

બિંદુવત્ વિદ્યુતભારનું વિદ્યુતક્ષેત્ર :

કુલંબના નિયમ અનુસાર $F = \frac{kQq}{r^2}$

$$\therefore \frac{F}{q} = \frac{kQ}{r^2}$$

$\therefore$ બિંદુવત્ વિદ્યુતભારનું વિદ્યુતક્ષેત્ર $\boxed{E = \frac{kQ}{r^2}}$

સદિશ સ્વરૂપમાં $\boxed{\vec{E} = \frac{kQ}{r^3}\vec{r}}$

- વિદ્યુતક્ષેત્ર E નું મૂલ્ય સ્રોત વિદ્યુતભાર Q ના સમપ્રમાણમાં અને અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.
- કોઈ બિંદુ પાસે કલ્પેલા એકમ ક્ષેત્રફળમાંથી પસાર થતી વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓની સંખ્યા તે બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા દર્શાવે છે.

- એકમ ક્ષેત્રફળમાંથી લંબરૂપે પસાર થતાં વિદ્યુત ફ્લક્સને પણ વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા કહે છે. $\vec{E} = \frac{\phi}{\vec{A}}$
- વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશા એકમ ધન વિદ્યુતભાર પર લાગતા બળની દિશામાં હોય છે.
- વિદ્યુતક્ષેત્રનો SI એકમ : (i) NC^{-1} (ii) Vm^{-1}
- વિદ્યુતક્ષેત્રનું પારિમાણીક સૂત્ર $[\vec{E}] = M^1L^1T^{-3}A^{-1}$ અથવા $M^1L^1T^{-2}Q^{-1}$
- $\alpha -$કણ, પ્રોટોન અને ડ્યુટેરોન જેવા ધન વિદ્યુતભારિત કણો વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશામાં બળ અનુભવે છે જ્યારે ઇલેક્ટ્રૉન જેવા ઋણ વિદ્યુતભારિત કણો વિદ્યુતક્ષેત્રની વિરુદ્ધ દિશામાં બળ અનુભવે છે.
- E તિવ્રતાવાળા વિદ્યુતક્ષેત્રમાં q_0 વિદ્યુતભારને મૂકતા તે F જેટલું બળ અનુભવતો હોય તો,

(i) $E < \frac{F}{q_0}$ જો ક્ષેત્ર Converging (સંકેન્દ્રિત) હોય.

(ii) $E = \frac{F}{q_0}$ જો ક્ષેત્ર uniform (સમાન) હોય.

(iii) $E > \frac{F}{q_0}$ જો ક્ષેત્ર Diverging (વિકેન્દ્રિત) હોય.

વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ

વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાનો ખ્યાલ સૌપ્રથમ માઇકલ ફેરેડેએ આપ્યો હતો.

- વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખા એ વિદ્યુતક્ષેત્રમાં એવી રીતે દોરેલ વક્ર છે કે તેના કોઈ બિંદુએ દોરેલ સ્પર્શક તે બિંદુ પાસે પરિણામી વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશામાં હોય.

વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓની લાક્ષણિકતા

(1) વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ ધન વિદ્યુતભારમાંથી ઉદ્ભવે છે અને નજીકના ઋણ વિદ્યુતભાર પર અંત પામે છે.

(2) આપેલ ક્ષેત્ર રેખા પરના કોઈ પણ બિંદુ પાસે, ક્ષેત્ર રેખાને દોરેલ સ્પર્શક તે બિંદુ પાસે ક્ષેત્રની દિશા દર્શાવે છે.

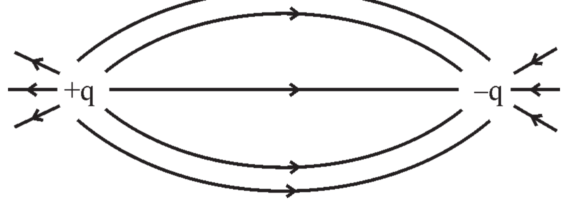
(3) બે ક્ષેત્ર રેખાઓ એકબીજાને છેદતી નથી. જો કોઈ બિંદુ પાસે બે ક્ષેત્ર રેખાઓ એકબીજાને છેદે તો છેદનબિંદુ પાસે બંને રેખાઓને દોરેલ સ્પર્શક તે બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્રને બે દિશા હોવાનું સૂચન કરે છે, જે શક્ય નથી.

(4) સ્થિર વિદ્યુતભાર તંત્રની વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ ક્યારેય બંધ ગાળા રચતી નથી.

(5) ક્ષેત્રના કોઈ વિસ્તારમાં ક્ષેત્ર રેખાઓનું યોગ્ય રીતે કરેલું વિસ્તરણ તે વિસ્તારમાં ક્ષેત્રની તીવ્રતાનો ખ્યાલ આપે છે.

(6) સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર દર્શાવતી ક્ષેત્ર રેખાઓ એકબીજાને સમાંતર અને એકબીજાથી સમાન અંતરે હોય છે.

- ક્ષેત્ર રેખાઓ વાસ્તવિક નથી પરંતુ ક્ષેત્ર વાસ્તવિક છે. ક્ષેત્ર રેખાઓ એ ક્ષેત્રને રજૂ કરવા માટેની ભૌમિતિય રચના છે.



(29) ઊર્ધ્વ દિશામાં 10^9 NC^{-1} તીવ્રતા ધરાવતા વિદ્યુતક્ષેત્રમાં 1.6 g દ્રવ્યમાન ધરાવતો સિક્કો રહેલો છે. સિક્કો સમતોલનમાં રહે તે માટે સિક્કા પરથી દૂર કરવા પડતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા ________.

(A) 9.8×10^7 (B) 6.25×10^9 (C) 1.6×10^{-19} (D) 4.25×10^{10}

(30) 80 mg દ્રવ્યમાન ધરાવતા સાદા લોલકના ગોળા પર 20 nC જેટલો વિદ્યુતભાર રહેલો છે. તેને સમક્ષિતિજ દિશામાં 2×10^4 NC^{-1} તીવ્રતા ધરાવતા વિદ્યુતક્ષેત્રમાં લટકાવેલ છે. જો ગોળો સંતુલિત રહેતો હોય, તો તેણે ઊર્ધ્વ દિશા સાથે બનાવેલ ખૂણો અને દોરીમાં ઉદ્ભવતું તણાવ બળ = ________.

(A) 30°, 2.4×10^{-2} N (B) 45°, 1.57×10^{-3} N

(C) 27°, 8.8×10^{-4} N (D) 35°, 4.5×10^{-4} N

(31) 1 g દળ અને 5 μC વિદ્યુતભાર ધરાવતા કણને 2×10^5 NC^{-1} તીવ્રતા ધરાવતાં વિદ્યુતક્ષેત્રમાં 20 ms^{-1} ના વેગથી ક્ષેત્રની વિરુદ્ધમાં ગતિ કરાવતા તે કેટલું અંતર કાપીને સ્થિર થશે ?

(A) 1 m (B) 0.4 m (C) 10 cm (D) 0.2 m

(32) 20 mm અંતરે રહેલી બે સમાંતર વાહક પ્લેટ પૈકી ઉપરની પ્લેટ પર નીચેની પ્લેટની સાપેક્ષે +2400 V છે. જો એક ઇલેક્ટ્રૉનને નીચેની પ્લેટ પાસેથી મુક્ત કરવામાં આવે, તો તે કેટલા સમયમાં ઉપરની પ્લેટ પર પહોંચી જશે ?

$\frac{e}{m} = 1.8 \times 10^{11}$ Ckg^{-1}

(A) 2 μs (B) 1.4 ns (C) 1.7 ms (D) 2.7 μs

(33) મિલિકાનના પ્રયોગમાં Q વિદ્યુતભાર ધરાવતું તેલનું ટીપું 2400 V નો વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત ધરાવતી બે પ્લેટો વચ્ચે સ્થિર રહેલ છે. જો ટીપાંની ત્રિજ્યા અડધી કરવામાં આવે અને બે પ્લેટો વચ્ચેનો વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત 600 V હોય, તો ટીપાંના સંતુલન માટે તેના પરનો વિદ્યુતભાર ________.

(A) $\frac{Q}{4}$ (B) $\frac{Q}{2}$ (C) Q (D) $\frac{3Q}{2}$

(34) સમબાજુ ત્રિકોણનાં કોઈ બે શિરોબિંદુઓ પર અનુક્રમે 10^{-8} C અને -10^{-8} C વિદ્યુતભાર મૂકેલો છે. તો ત્રીજા શિરોબિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્રનું મૂલ્ય ________ NC^{-1}. (સમબાજુ ત્રિકોણની બાજુની લંબાઈ 0.1 m છે.)

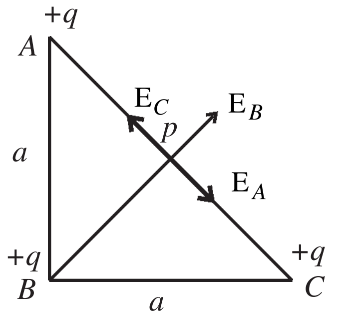
(A) 3.6×10^4 (B) 7.2×10^4 (C) 9×10^3 (D) 3×10^9

(35) ચોરસ PQRS ની દરેક બાજુની લંબાઈ 5 m છે. જો +50 C, –50 C અને +50 C વિદ્યુતભારોને અનુક્રમે P, R અને S શિરોબિંદુઓ પર રાખેલ હોય, તો Q બિંદુ પાસે પરિણામી વિદ્યુતક્ષેત્રનું મૂલ્ય અને દિશા ________.

(k = કુલંબનો અચળાંક)

(A) 3 k, 30° (B) 2 k, 45° (C) 3 k, 25.5° (D) 2 k, 38.5°

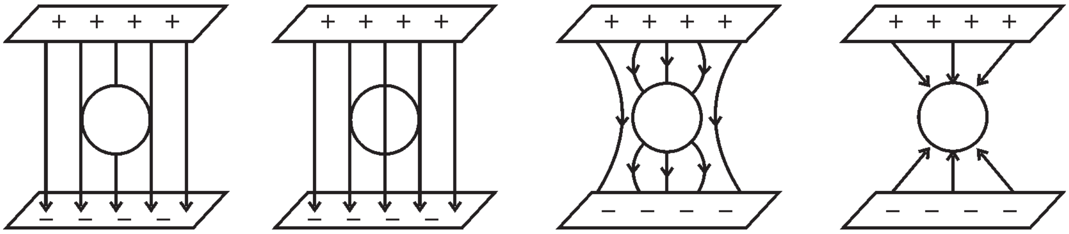
(36) આકૃતિમાં દર્શાવેલ બિંદુ P પાસે વિદ્યુતક્ષેત્રનું મૂલ્ય ____________.



(A) $\frac{2kq}{a^2}$ (B) $\frac{kq}{a^2}$

(C) $\frac{3kq}{a^2}$ (D) શૂન્ય

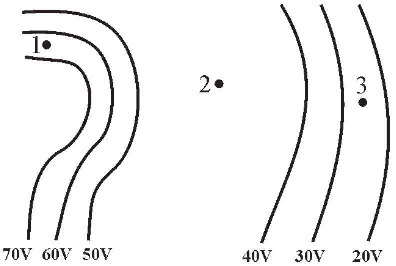
(37) વિદ્યુતભાર રહિત ધાતુના એક ગોળાને બે વિદ્યુતભારિત પ્લેટોની વચ્ચે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ગોઠવતા. તેમાંથી પસાર થતી વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ કયા પ્રકારની દેખાશે ?



(a) (b) (c) (d)

(A) *a* (B) *b* (C) *c* (D) *d*

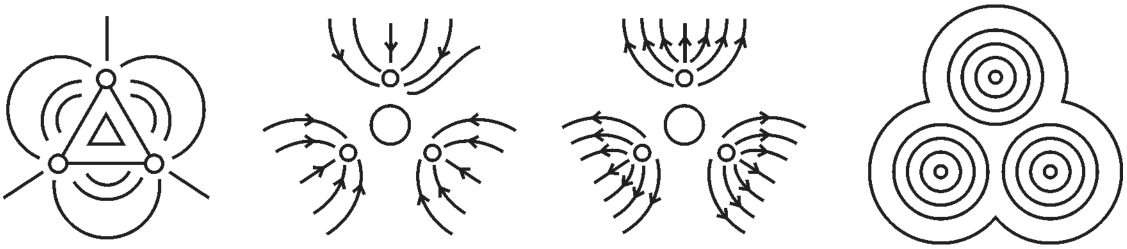
(38) આકૃતિમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ દર્શાવી છે. બિંદુ 1, 2 અને 3 પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર E_1, E_2 અને E_2 હોય તો ____________.



(A) $E_1 = E_2 = E_3$ (B) $E_1 > E_2 > E_3$

(C) $E_1 > E_2$, $E_2 < E_3$ (D) $E_1 < E_2 < E_3$

(39) સમાન મૂલ્યના ત્રણ ધન વિદ્યુતભાર સમબાજુ ત્રિકોણના શિરોબિંદુ પર મૂકેલ છે. તેમની પરિણામી વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ નીચેનામાંથી કયા પ્રકારની હશે ?

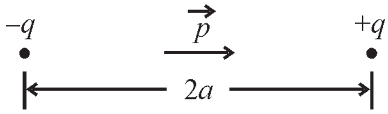


(a) (b) (c) (d)

જવાબો : 29 (A), 30 (C), 31 (D), 32 (B), 33 (B), 34 (C), 35 (C), 36 (A), 37 (C), 38 (C), 39 (C)

વિદ્યુત ડાઈપોલ :

એકબીજાથી પરિમિત અંતરે રહેલા બે વિજાતીય અને સમાન વિદ્યુતભારોના તંત્રને વિદ્યુત ડાઈપોલ (દ્વિધ્રુવી) કહે છે.



- આ તંત્રની ડાઈપોલ મોમેન્ટ $(\vec{p})$ નીચે મુજબ વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે :

$$\vec{p} = q2\vec{a}$$

- ડાઈપોલ મોમેન્ટનો SI એકમ = Cm (કુલંબ-મીટર) છે.
- ડાઈપોલ મોમેન્ટનું પારિમાણીક સૂત્ર $[\vec{p}] = \mathrm{L^1T^1A^1}$ અથવા $\mathrm{L^1Q^1}$.
- ડાઈપોલ મોમેન્ટ સદિશરાશિ છે. તેની દિશા ઋણ વિદ્યુતભારથી ધન વિદ્યુતભાર તરફ લેવામાં આવે છે.
- વિદ્યુત ડાઈપોલ પરનો કુલ વિદ્યુતભાર શૂન્ય $(-q+q=0)$ હોય છે. પરંતુ વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય હોતું નથી. કારણ કે બંને વિદ્યુતભારોના સ્થાન અલગ-અલગ છે.
- $\vec{p} = q2\vec{a}$ માં $\lim\limits_{2\vec{a}\to 0}$ તથા $q \to \infty$ લક્ષમાં મળતી ડાઈપોલની બિંદુને ડાઈપોલ કહે છે.

વિદ્યુત ડાઈપોલનું વિદ્યુતક્ષેત્ર :

ધારો કે એક વિદ્યુત ડાઈપોલને કાર્ટેઝિયન યામ પદ્ધતિમાં એવી રીતે ગોઠવેલ છે કે જેથી તેનું મધ્યબિંદુ ઊગમબિંદુ પર સંપાત થાય અને z-અક્ષ ડાઈપોલ પર સંપાત થાય. આ સ્થિતિમાં,

- વિદ્યુત ડાઈપોલની અક્ષ પર આવેલા બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર,

$$\vec{\mathrm{E}}(z) = \frac{2\mathrm{k}pz}{\left(z^2 - a^2\right)^2}\hat{p}$$

જો $z >> a$ હોય તો છેદમાં a^2 ને અવગણતાં,

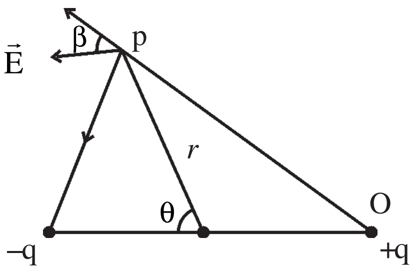
$$\boxed{\vec{\mathrm{E}}(z) = \frac{2\mathrm{k}p}{z^3}\hat{p}}$$

- વિદ્યુત ડાઈપોલની વિષુવરેખા (અક્ષને લંબરેખા) પર આવેલા બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર :

$$\vec{\mathrm{E}}(y) = \frac{-\mathrm{k}p}{\left(y^2 + a^2\right)^{\frac{3}{2}}}\hat{p}$$

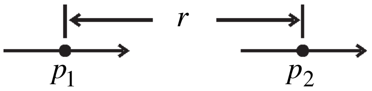
જો $y >> a$ હોય તો, $\boxed{\vec{\mathrm{E}}(y) = \frac{-\mathrm{k}p}{y^3}\hat{p}}$

- ટૂંકી (નાની) વિદ્યુત ડાઈપોલથી કોઈ પણ બિંદુએ વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા $\mathrm{E} = \frac{\mathrm{k}p}{r^3}\sqrt{3\cos^2\theta + 1}$.

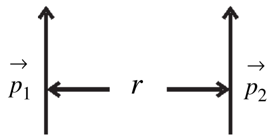


$\vec{E}$ ની દિશા એવી હોય છે કે જેથી તે OP સામે β કોણ બનાવે તો $\tan\beta = \frac{1}{2}\tan\theta$.

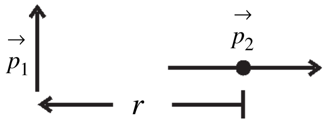
- ટૂંકી (નાની) ડાઈપોલ માટે $\frac{E_{\text{અક્ષ}}}{E_{\text{વિષુવરેખા}}} = 2$.



આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે $\vec{p_1}$ અને $\vec{p_2}$ એકબીજાના r અંતરે રાખવામાં આવે, તો બંને ડાઈપોલ વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ $F = \frac{6kp_1p_2}{r^4}$.

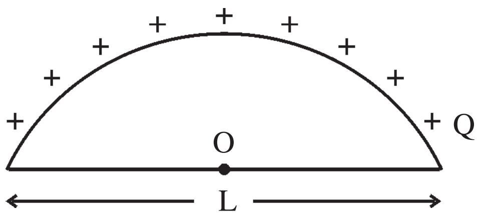


$\vec{p_1}$ અને $\vec{p_2}$ એકબીજાને સમાંતર ગોઠવવામાં આવે ત્યારે તેમની વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ $F = \frac{3kp_1p_2}{r^4}$.



બે સૂક્ષ્મ ડાઈપોલને એકબીજાને લંબ ગોઠવવામાં આવે ત્યારે તેમની વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ $F = \pm \frac{2kp_1p_2}{r^4}$.

- L લંબાઈ તથા Q વિદ્યુતભાર ધરાવતાં સળિયાને અર્ધ વર્તુળાકાર વાળવામાં આવે ત્યારે અર્ધ વર્તુળના કેન્દ્ર પર વિદ્યુતક્ષેત્ર $E = \frac{Q}{2\epsilon_0 L^2}$.



નિયમિત વિદ્યુતક્ષેત્રમાં ડાઈપોલ પર લાગતું ટૉર્ક

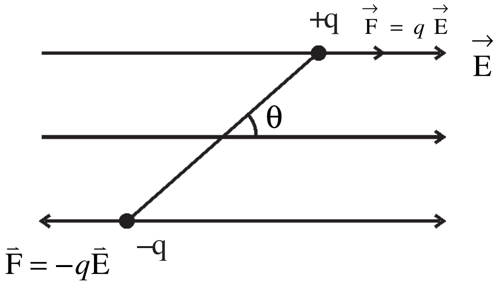
$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

$$|\vec{\tau}| = pE\sin\theta$$

જ્યારે $\theta = 0^\circ$ અથવા 180° ત્યારે $\tau = 0$

$\theta = 90^\circ$ ત્યારે $\tau_{max} = +pE$

$\theta = 270^\circ$ ત્યારે $\tau_{min} = -pE$



- નિયમિત વિદ્યુતક્ષેત્રમાં વિદ્યુત ડાઈપોલ પર લાગતું પરિણામી બળ શૂન્ય હોય છે. માત્ર ટૉર્ક અનુભવે છે.
- અનિયમિત વિદ્યુતક્ષેત્રમાં ડાઈપોલ બંને બળ તથા ટૉર્ક અનુભવે છે. જ્યારે ડાઈપોલ ક્ષેત્રને સમાંતર ગોઠવાય ત્યારે ટૉર્ક શૂન્ય બને છે પરંતુ બળ લાગે છે.

નિયમિત વિદ્યુતક્ષેત્રમાં ડાઈપોલને સ્થાનાંતર કરાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય (W) :

- જો સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં ડાઈપોલને $d\theta$ જેટલું સ્થાનાંતર કરાવવામાં આવે તો થતું કાર્ય

$$dW = \tau d\theta = pE\sin\theta\, d\theta$$

$$\therefore \text{ કુલ કાર્ય } \quad W = \int_{\theta_1}^{\theta_2} pE\sin\theta\, d\theta$$

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

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

$$\boxed{W = pE(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)}$$

---

(40) વિદ્યુત ડાઈપોલના મધ્યબિંદુએ વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા ______ છે.

(A) $\frac{-K\vec{p}}{a^3}$ (B) અનંત (C) શૂન્ય (D) $\frac{-2K\vec{p}}{a^3}$

(41) 6.2×10^{-3} Ccm જેટલી સમાન ડાઈપોલ મોમેન્ટ ધરાવતા બે વિદ્યુત ડાઈપોલને તેમની અક્ષ એક જ રેખા પર એક જ દિશામાં રહે તેમ ગોઠવેલ છે. જો તેમના કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર 10^{-8} m હોય, તો બંને વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ ______ N.

(A) 21×10^{39} (B) 2.1×10^{34} (C) 21×10^{-37} (D) 2.1×10^{-17}

(42) એક વિદ્યુત ડાઈપોલની અક્ષ પર તેના કેન્દ્રથી 0.1 m અંતરે એકમ ધન વિદ્યુતભારને મૂકતા તે 0.025 N નું બળ અનુભવે છે. તેને જ્યારે 0.2 m અંતરે મૂકવામાં આવે ત્યારે તે 0.002 N નું બળ અનુભવતો હોય તો ડાઈપોલની લંબાઈ ______.

(A) 0.05 m (B) 0.2 m (C) 0.1 m (D) 0.4 m

(43) સમબાજુ ત્રિકોણ ABC નાં શિરોબિંદુઓ પર અનુક્રમે q, q અને $-2q$ વિદ્યુતભારો મૂકેલ છે. જો દરેક બાજુની લંબાઈ l હોય, તો સમગ્ર તંત્રની પરિણામી ડાઈપોલ મોમેન્ટ ______.

(A) $2l$ (B) $2ql$ (C) $\sqrt{3}ql$ (D) $4ql$

(44) એક વિદ્યુત ડાઈપોલને X-અક્ષ પર ઊગમબિંદુ O પાસેથી મૂકેલ છે. બિંદુ P ઊગમબિંદુથી 20 cm અંતરે એવી રીતે આવેલું છે કે જેથી OP દ્વારા X-અક્ષ સાથે બનતો ખૂણો $\frac{\pi}{3}$ છે. જો P બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર X-અક્ષ સાથે θ ખૂણો બનાવતું હોય તો θ નું મૂલ્ય ______.

(A) $\frac{\pi}{3}$

(B) $\frac{3\pi}{2}$

(C) $\tan^{-1}\frac{\sqrt{3}}{2}$

(D) $\frac{\pi}{3} + \tan^{-1}\frac{\sqrt{3}}{2}$

(45) વિદ્યુત ડાઇપોલની ડાઇપોલ મોમેન્ટ $\vec{p} = 10^{-7}\left(5\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}\right)$ Cm તથા વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E} = 10^{7}\left(\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}\right)$ Vm^{-1} હોય તો તેના પર લાગતા ટૉર્કનું મૂલ્ય ______ Nm.

(A) 8.6 (B) 5 (C) 7.6 (D) શૂન્ય

(46) 4×10^5 NC^{-1} તીવ્રતા ધરાવતા વિદ્યુતક્ષેત્રમાં એક વિદ્યુત ડાઇપોલને 60°ના કોણે ગોઠવતા તેની પર $8\sqrt{3}$ Nm જેટલું ટૉર્ક લાગે છે. જો ડાઇપોલની લંબાઈ 4 cm હોય, તો ડાઇપોલના વિદ્યુતભારનું મૂલ્ય ______.

(A) 3μC (B) 1 mC (C) 2μC (D) 2 mC

(47) એક વિદ્યુત ડાઇપોલની ડાઇપોલ મોમેન્ટ 2×10^{-8} Cm છે. ડાઇપોલના કેન્દ્ર સાથે 60°નો કોણ બનાવતી દિશામાં 1 m અંતરે રહેલા બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા ______ NC^{-1}.

(A) 300 (B) 238.1 (C) 429.5 (D) 255.2

(48) 1 μC મૂલ્યના બે વિજાતીય વિદ્યુતભારોને 2 cm અંતરે ગોઠવતા એક વિદ્યુત ડાઇપોલની રચના થાય છે. આ રચનાને 10^5 Vm^{-1} તીવ્રતાના સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં મૂકેલ છે. આ ડાઇપોલને સમતોલન સ્થિતિમાંથી 180° નું પરિભ્રમણ કરાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય ______ J.

(A) 4×10^{-3} (B) 2×10^{-3} (C) 10^{-3} (D) 5×10^{-3}

(49) ત્રણ બિંદુવત્ વિદ્યુતભારો $+q$, $-2q$ અને $+q$ના યામ $(0, a, 0)$, $(0, 0, 0)$ તથા $(a, 0, 0)$ છે. આ વિદ્યુતભારોથી રચાતા વિદ્યુત ડાઇપોલની ડાઇપોલ મોમેન્ટનું મૂલ્ય અને દિશા ______.

(A) $\sqrt{2}qa$, $+y$ દિશામાં

(B) $\sqrt{2}qa$ $(0, 0, 0)$ અને $(a, a, 0)$ બિંદુઓને જોડતી રેખાની દિશામાં

(C) qa $(0, 0, 0)$ અને $(a, 0, a)$ બિંદુઓને જોડતી રેખાની દિશામાં

(D) $\sqrt{2}qa$, $+x$ દિશામાં

(50) ± 10 μC ના બે વિદ્યુતભારો 5 *mm* ના અંતરે ગોઠવેલ છે. ડાઇપોલની અક્ષ પર 15 cm અંતરે અને વિષુવરેખા પર 15 cm અંતરે આવેલાં બિંદુઓ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા ______ NC^{-1}.

(A) 2.66×10^5, 1.33×10^5

(B) 4.4×10^5, 2.2×10^5

(C) 2.44×10^5, 1.22×10^5

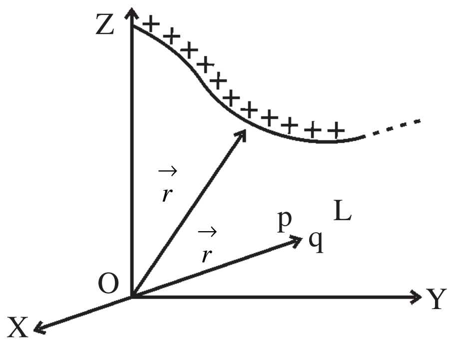
(D) 4.6×10^5, 2.3×10^5

જવાબો : 40 (A), 41 (B), 42 (C), 43 (C), 44 (D), 45 (A), 46 (B), 47 (B), 48 (A), 49 (B), 50 (A)

વિદ્યુતભારોનું સતત વિતરણ

- વિદ્યુતભારોનું સતત વિતરણ ત્રણ પ્રકારનું હોઈ શકે છે :

(1) **રેખીય વિતરણ :**

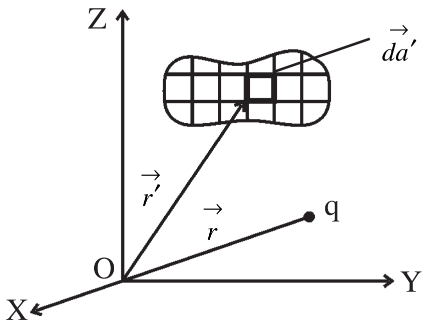


વિદ્યુતભારના રેખીય વિતરણ વડે કોઈ વિદ્યુતભાર પર લાગતું વિદ્યુતબળ,

$$\vec{F} = kq \int_{l} \frac{\lambda(\vec{r'})\,|\vec{dl'}|}{|\vec{r} - \vec{r'}|^3} \left(\vec{r} - \vec{r'}\right)$$

$$\therefore \text{ વિદ્યુતક્ષેત્ર } \vec{E} = k \int_{l} \frac{\lambda(\vec{r'})\,|\vec{dl'}|}{|\vec{r} - \vec{r'}|^3} \left(\vec{r} - \vec{r'}\right)$$

(2) **પૃષ્ઠ-વિતરણ :**

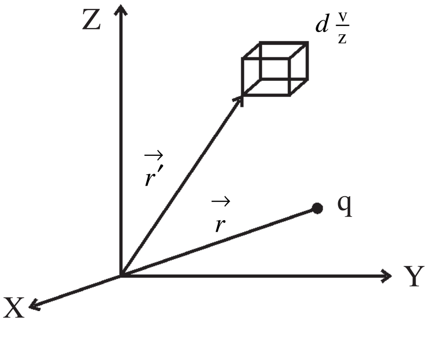


વિદ્યુતભારના પૃષ્ઠ-વિતરણ વડે કોઈ q વિદ્યુતભાર પર લાગતું વિદ્યુતબળ,

$$\vec{F} = kq \int_{s} \frac{\sigma(\vec{r'})\,|\vec{da'}|}{|\vec{r} - \vec{r'}|^3} \left(\vec{r} - \vec{r'}\right)$$

$$\therefore \ \vec{E} = q \int_{s} \frac{\sigma(\vec{r'})\,|\vec{da'}|}{|\vec{r} - \vec{r'}|^3} \left(\vec{r} - \vec{r'}\right)$$

(3) **કદ-વિતરણ**



વિદ્યુતભારના કદ-વિતરણ વડે કોઈ q વિદ્યુતભાર પર લાગતું વિદ્યુતબળ,

$$\vec{F} = kq \int_{v} \frac{\rho(\vec{r'})\,dv'}{|\vec{r} - \vec{r'}|^3} \left(\vec{r} - \vec{r'}\right)$$

$$\therefore \ \vec{E} = k \int_{v} \frac{\rho(\vec{r'})\,dv'}{|\vec{r} - \vec{r'}|^3} \left(\vec{r} - \vec{r'}\right)$$

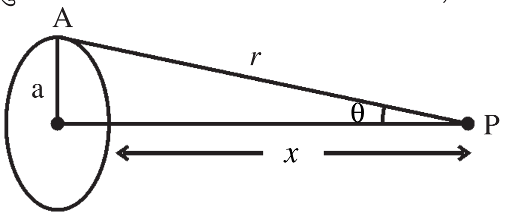
- સુરેખ L લંબાઈના તાર પર q જેટલો વિદ્યુતભાર વિતરિત થયેલો હોય તો તેના કોઈ એક છેડાથી a અંતરે આવેલા બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર,

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{q}{a(L+a)}\right]$$

- r ત્રિજ્યાના વર્તુળાકાર ચાપ પર λ જેટલી રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા ધરાવતો વિદ્યુતભાર રહેલો હોય, તો તેના વડે કેન્દ્ર પાસે ઉદ્ભવતું વિદ્યુતક્ષેત્ર,

$$\vec{E} = \frac{k\lambda}{r}\left[-\sin\theta\hat{i} + (\cos\theta - 1)\hat{j}\right]$$

- a ત્રિજ્યાની વર્તુળાકાર રિંગના પરિઘ પર Q જેટલો વિદ્યુતભાર સમાન રીતે વિતરિત થયેલો હોય, તો તેના કેન્દ્રના x અંતરે વિદ્યુતક્ષેત્ર, $E = \frac{kQx}{(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$



- જો P બિંદુ ખૂબ લાંબા અંતરે આવેલું હોય તો $(x >> a)$, $E = \frac{kQx}{(0 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{kQ}{x^2}$

જે બિંદુવત્ વિદ્યુતભારના વિદ્યુતક્ષેત્રનું સૂત્ર છે. જે દર્શાવે છે કે ખૂબ જ મોટા અંતરે રિંગ પરનો વિદ્યુતભાર બિંદુવત્ વિદ્યુતભાર તરીકે વર્તે છે.

---

(51) એક વિદ્યુતભારિત ગોળાની સપાટી પર પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા 0.7 Cm^{-2} છે. જ્યારે તેના પરનો વિદ્યુતભાર 0.44 C જેટલો વધારવામાં આવે છે ત્યારે પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા 0.14 Cm^{-2} જેટલી વધે છે, તો ગોળા પરનો પ્રારંભિક વિદ્યુતભાર તથા ગોળાની ત્રિજ્યા __________.

(A) 2 C, 1 m (B) 2.2 C, 0.5 m (C) 1.5 C, 1 m (D) 2.5 C, 0.5 m

(52) 0.02 m ત્રિજ્યા અને 5 μC વિદ્યુતભાર ધરાવતાં 64 બૂંદ ભેગા મળીને એક મોટું બૂંદ બનાવે છે. જો વિદ્યુતભાર લિક થતો ન હોય તો બૂંદની પ્રારંભિક અને અંતિમ પૃષ્ઠ ઘનતાનો ગુણોત્તર __________.

(A) 2 : 4 (B) 1 : 2 (C) 1 : 4 (D) 1 : 1

(53) વિદ્યુતભારિત તારને a ત્રિજ્યાની અર્ધ વર્તુળાકાર ચાપ બને તે પ્રમાણે વાળવામાં આવે છે. જો રેખીય વિદ્યુતભાર λ હોય, તો તેના કેન્દ્ર પાસે પરિણામી વિદ્યુતક્ષેત્ર __________.

(A) $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 a}$ (B) $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 a^2}$ (C) $\frac{\lambda}{4\pi^2\epsilon_0 a}$ (D) શૂન્ય

(54) નિયમિત રીતે વિદ્યુતભારિત કરેલ ગોળામાં વિદ્યુતભાર ઘનતા $r = R$ સુધી નીચે પ્રમાણે બદલાય છે :

$\rho(r) = \rho_0\left(\frac{5}{4} - \frac{r}{R}\right)$ જ્યાં r એ કેન્દ્રથી અંતર છે અને $r > R$ માટે $\rho(r) = 0$. કેન્દ્રથી r અંતરે $(r < R)$ વિદ્યુતક્ષેત્ર __________ વડે આપી શકાય છે.

(A) $\frac{4\rho_0 r}{3\epsilon_0}\left[\frac{5}{4} - \frac{r}{R}\right]$ (B) $\frac{\rho_0 r}{3\epsilon_0}\left[\frac{5}{4} - \frac{r}{R}\right]$ (C) $\frac{4\pi\rho_0 r}{3\epsilon_0}\left[\frac{5}{3} - \frac{r}{R}\right]$ (D) $\frac{\rho_0 r}{4\epsilon_0}\left[\frac{5}{3} - \frac{r}{R}\right]$

(55) r ત્રિજ્યાવાળી પાતળી અવાહક રિંગની રેખીય વિદ્યુત ઘનતા $q = q_0\cos\theta$ છે. જ્યાં q_0 અચળ છે અને θ એ વિષમ ઘડી દિશામાં મહત્તમ વિદ્યુતભાર ઘનતાનો વ્યાસથી કેન્દ્રએ બનતો ખૂણો છે. રિંગના કેન્દ્ર પર વિદ્યુતક્ષેત્ર __________.

(A) $\frac{q_0}{\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{q_0}{4\epsilon_0 r}$ (C) $\frac{q_0}{2\epsilon_0 r}$ (D) $\frac{q_0}{3\epsilon_0 r}$

(56) એક પાતળી અર્ધ વર્તુળાકાર રિંગની ત્રિજ્યા 20 cm છે. તેને સમાન રીતે 0.7 nC વિદ્યુતભારથી વિદ્યુતભારિત કરેલી છે. તો રિંગના કેન્દ્ર પર વિદ્યુતક્ષેત્ર ______ NC^{-1}.

(A) 10 (B) 75 (C) 50 (D) 125

(57) a ત્રિજ્યાની રિંગ પર Q જેટલો વિદ્યુતભાર સમાન રીતે પથરાયેલો છે. આ રિંગના કેન્દ્ર પર રહેલા ઇલેક્ટ્રૉનને સૂક્ષ્મ સ્થાનાંતર કરાવતા તે સ.આ.ગ. કરતો હોય તો તેની આવૃત્તિ ______.

(A) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0\, ema^2}}$ (B) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{eQ}{4\pi\epsilon_0\, ma^3}}$

(C) $\sqrt{\frac{eQ}{4\pi\epsilon_0\, ma}}$ (D) $\sqrt{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0\, ema^3}}$

(58) Q જેટલો સમાન વિદ્યુતભાર ધરાવતા l લંબાઈના તારને અર્ધ વર્તુળાકાર વાળતા તેના કેન્દ્ર પર વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા ______.

(A) $\frac{Q}{2\epsilon_0 l^2}$ (B) $\frac{\pi Q}{4\epsilon_0 l^2}$ (C) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 l^2}$ (D) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 l}$

જવાબો : **51 (B), 52 (C), 53 (A), 54 (D), 55 (B), 56 (A), 57 (B), 58 (A)**

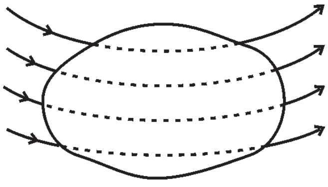
- **વિદ્યુત ફ્લક્સ :**

વિદ્યુત ફ્લક્સની વિચારધારા વડે વિદ્યુતક્ષેત્રને તેનાં પ્રાપ્તિસ્થાનો સાથે સાંકળી શકાય છે.

"કોઈ પણ પૃષ્ઠ સાથે સંકળાયેલ ફ્લક્સ એટલે (સદિશ) ક્ષેત્રનું તે પૃષ્ઠ પરનું પૃષ્ઠ સંકલન."

$$\phi = \int_{\text{પૃષ્ઠ}} \vec{E}\cdot d\vec{a}$$

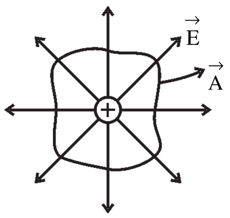
SI એકમ = (1) Nm^2C^{-1} (2) Vm



$\phi = 0$

બંધ પૃષ્ઠમાં દાખલ થતી બળરેખાઓ (ફ્લક્સ) ઋણ અને તેમાંથી બહાર નીકળતી બળરેખાઓ (ફ્લક્સ) ધન.

∴ પરિણામી ફ્લક્સ $\phi = 0$

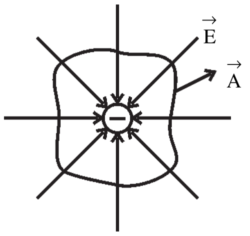


ધન વિદ્યુતભારનું ફ્લક્સ

$\phi = EA\cos 0^\circ$

$\phi = EA$

$\phi > 0$ ધન ફ્લક્સ

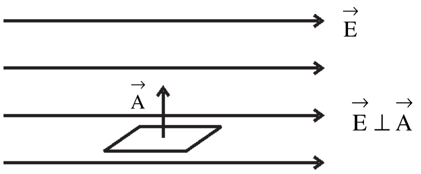


ઋણ વિદ્યુતભારનું ફ્લક્સ

$$\phi = EA\cos 180^\circ$$

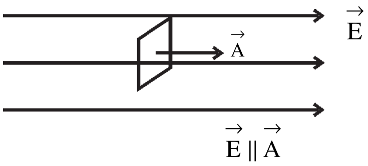
$$\phi = -EA$$

$\phi < 0$ ઋણ ફ્લક્સ



ફ્લક્સ $\phi = EA\cos 90^\circ$

$$\phi = 0$$

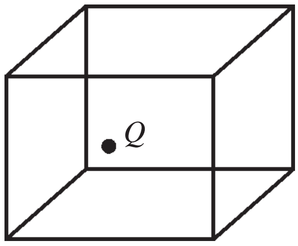


ફ્લક્સ $\phi = EA\cos 0$

$$\phi = EA$$

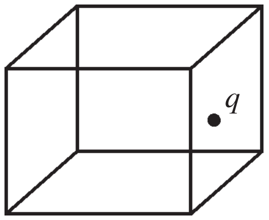
વિવિધ કિસ્સાઓમાં ફ્લક્સની ગણતરી :

(1) ઘનના કેન્દ્ર પર Q વિદ્યુતભાર :

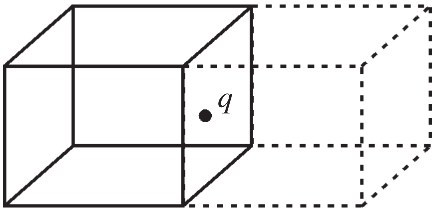


- કુલ ફ્લક્સ $\phi = \dfrac{Q}{\epsilon_0}$
- કોઈ એક બાજુમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ $\phi = \dfrac{Q}{6\epsilon_0}$
- કોઈ એક શિરોબિંદુમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ $\phi = \dfrac{Q}{8\epsilon_0}$
- કોઈ એક ધારમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ $\phi = \dfrac{Q}{12\epsilon_0}$

(2) ઘનની કોઈ એક બાજુના કેન્દ્ર પર q વિદ્યુતભાર :

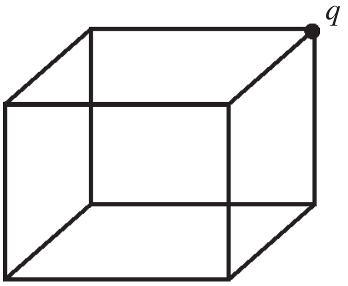


- બે સમઘનના તંત્રમાંથી પસાર થતું કુલ ફ્લક્સ $\phi = \dfrac{q}{\epsilon_0}$
- આપેલ એક ઘનમાંથી પસાર થતું કુલ ફ્લક્સ $\phi = \dfrac{q}{2\epsilon_0}$



- ઘનની કોઈ એક બાજુમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ $\phi = \dfrac{q}{10\epsilon_0}$

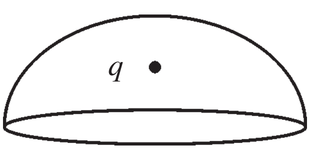
(3) ઘનના કોઈ એક શિરોબિંદુ પર વિદ્યુતભાર q મૂકેલો હોય :



- વિદ્યુતભાર q ને ઘનના કેન્દ્ર પર રહેલો ગણવા માટે બીજા સાત સમઘનની જરૂર પડે.
- આમ, આઠ સમઘનના તંત્રમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ $= \frac{q}{\epsilon_0}$

$\therefore$ આપેલ સમઘનમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ $= \frac{q}{8\epsilon_0}$

- સમઘનની કોઈ એક બાજુમાંથી પસાર થતું ફ્લક્સ $= \frac{q}{24\epsilon_0}$

(4) 

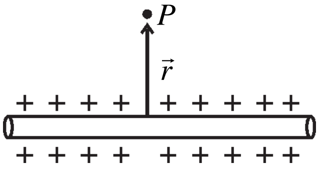
અર્ધ ગોળાકાર સપાટી સાથે સંકળાયેલ ફ્લક્સ $\phi = \pi r^2 E$

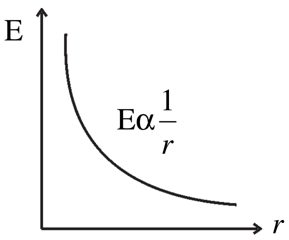
ગાઉસનો નિયમ

- ગાઉસનો નિયમ કુદરતના મૂળભૂત નિયમોમાંનો એક છે.
  "કોઈ બંધ પૃષ્ઠ સાથે સંકળાયેલ વિદ્યુત ફલક્સ, પૃષ્ઠ વડે ઘેરાતા કુલ વિદ્યુતભાર અને શૂન્યાવકાશની પરમિટિવિટી ϵ_0 ના ગુણોત્તર જેટલું હોય છે."
- કોઈ બંધ પૃષ્ઠ સાથે સંકળાયેલ ફ્લક્સ $\phi = \int \vec{E} \cdot \vec{da} = \frac{\Sigma q}{\epsilon_0}$.
- ગાઉસનો નિયમ દર્શાવે છે કે બંધ પૃષ્ઠ દ્વારા ઘેરાતો કુલ (ચોખ્ખો) વિદ્યુતભાર શૂન્ય હોય, તો બંધ પૃષ્ઠ સાથે સંકળાયેલ કુલ ફ્લક્સ પણ શૂન્ય હોય છે.
- ગાઉસનો નિયમ એ બંધ પૃષ્ઠના કોઈ પણ પ્રકારના આકાર અને સાઇઝ માટે સત્ય છે.
- ગાઉસના નિયમ માટે નક્કી કરવામાં આવેલ બંધ સપાટીને ગાઉસિયન પૃષ્ઠ કહે છે.
- ગાઉસના નિયમનો ઉપયોગ કરીને સંમિત વિદ્યુતભારોના વિતરણ વડે ઉદ્ભવતાં વિદ્યુતક્ષેત્રો સહેલાઈથી શોધી શકાય છે.

ગાઉસના નિયમના ઉપયોગો

(1) રેખીય વિદ્યુતભાર વિતરણના કારણે વિદ્યુતક્ષેત્ર :





- સતત વિતરણ પામેલા પાતળા વિદ્યુતભારિત સળિયાના કારણે r અંતરે વિદ્યુતક્ષેત્ર,

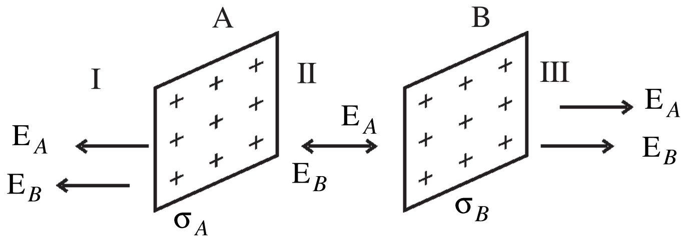
$\lambda =$ રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા

$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}\hat{r}$ અથવા $\vec{E_S} = \frac{2k\lambda}{r}\hat{r}$

(2) અનંત વિસ્તારવાળા સમતલીય સમાન વિદ્યુતભાર વિતરણ વડે ઉદ્ભવતું વિદ્યુતક્ષેત્ર :

- અનંતવિસ્તાર વાળા સમતલીય સમાન વિદ્યુતભાર વિતરણને કારણે ઉદ્ભવતું વિદ્યુતક્ષેત્ર $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$.
- આ વિદ્યુતક્ષેત્ર અંતર r પર આધારિત નથી. તે માત્ર σ પર આધાર રાખે છે.

(3) પાતળી સમાંતર શીટના કારણે વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા :



વિસ્તાર - I માટે $\quad E = -E_A - E_B = -\frac{1}{2\epsilon_0}(\sigma_A + \sigma_B)$

વિસ્તાર - II માટે $\quad E = \frac{1}{2\epsilon_0}(\sigma_A - \sigma_B)$

વિસ્તાર - III માટે $\quad E = \frac{1}{2\epsilon_0}(\sigma_A + \sigma_B)$

જો $\sigma_A = \sigma$ અને $\sigma_B = -\sigma$ હોય તો

વિસ્તાર - I માટે $\quad E = 0$

વિસ્તાર - II માટે $\quad E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

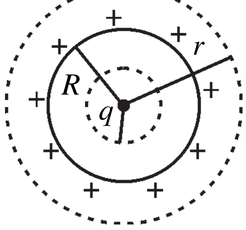
વિસ્તાર - III માટે $E = 0$

નોંધ : ચોક્કસ જાડા ધરાવતી અનંત વિસ્તારવાળી સુવાહક તકતીના કિસ્સામાં ગાઉસિયન સપાટી વડે ઘેરાયેલ કુલ વિદ્યુતભાર $\sum q = 2\sigma A$ (σA બંને સપાટી પર).

$\therefore$ વિદ્યુતક્ષેત્ર $E \cdot 2A = \frac{2\sigma A}{\epsilon_0}$

$$\therefore \boxed{E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}}$$

(4) વિદ્યુતભારિત પાતળી ગોળીય કવચ વડે ઉદ્ભવતું વિદ્યુતક્ષેત્ર :



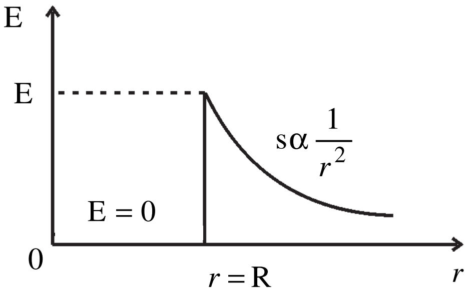
(i) કવચની અંદરના બિંદુ માટે :

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{\sum q}{\epsilon_0} = 0$$

$$\therefore \vec{E} = 0$$

આમ, વિદ્યુતભારિત ગોળીય કવચના અંદરના વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય હોય છે.

(ii) કવચની બહારના બિંદુ માટે :



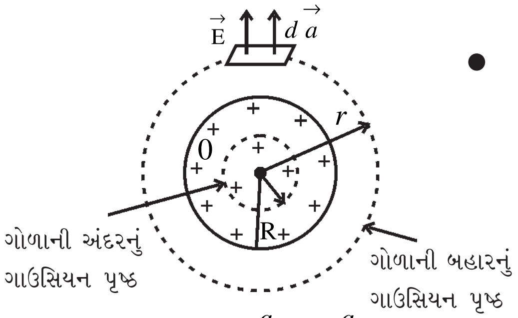
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{R^2}$$

$q = \sigma A = \sigma 4\pi R^2$ મૂકતાં,

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{(4\pi R^2.\sigma)}{r^2}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\frac{R^2}{r^2}$$

(5) સમાન વિદ્યુતભાર ઘનતાવાળા ગોળા વડે ઉદ્‌ભવતું વિદ્યુતક્ષેત્ર :



$$\rho = \frac{q}{v} = \frac{q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

- **ગોળાની અંદરના બિંદુ માટે :-**

ગોળાના કેન્દ્રથી r' અંતરે $(r' < R)$ આવેલા p' બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર શોધવા માટે r' ત્રિજ્યાનું ગાઉસિયન પૃષ્ઠ ધ્યાનમાં લેતાં,

$$q' = \frac{4}{3}\pi r'^3 \cdot \rho$$

$$q' = \frac{4}{3}\pi r'^3 \cdot \frac{q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

$$q' = q \cdot \frac{r'^3}{R^3}$$

આ ગાઉસિયન પૃષ્ઠ સાથે સંકળાયેલ ફ્લક્સ

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{q'}{\epsilon_0}$$

$$\therefore\ E \cdot 4\pi r'^2 = \frac{r'^3}{R^3 \epsilon_0} q$$

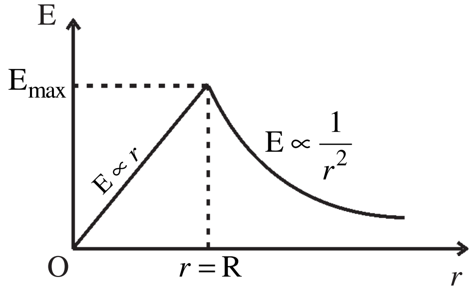
$$\therefore\ \boxed{E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{r'}{R^3}}$$

q નું મૂલ્ય મૂકતાં,

$$\boxed{E = \frac{\rho r'}{3\epsilon_0}}$$ આમ, $E \propto r'$.

- **ગોળાની બહારના બિંદુ માટે :**

  r ત્રિજ્યાનું ગાઉસિયન પૃષ્ઠ ($r > R$) ધ્યાનમાં લેતાં,



$$\int \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\therefore \ E \cdot 4\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\therefore \ E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2} \Rightarrow E \propto \frac{1}{r^2}$$

---

(59) એક નળાકારને સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં તેની અક્ષ વિદ્યુતક્ષેત્રને સમાંતર રહે તે રીતે ગોઠવેલ છે. જો નળાકારની ત્રિજ્યા 1 cm અને $\vec{E} = 2 \times 10^4$ NC^{-1} હોય, તો નળાકાર સાથે સંકળાયેલ ફ્લક્સ ______.

(A) $2 \times 10^4 \pi$ Vm (B) $2 \times 10^2 \pi$ Vm (C) 0.02×10^3 NC^{-1} (D) શૂન્ય

(60) એક વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર નીચેના સૂત્ર દ્વારા આપી શકાય છે :

$$\vec{E} = \left[\frac{3}{5}\hat{i} + \frac{4}{5}\hat{j}\right] \times 2 \times 10^3 \ NC^{-1}$$

આ વિદ્યુતક્ષેત્ર દ્વારા yz સમતલમાં રાખેલા 0.2 m^2 ક્ષેત્રફળ ધરાવતાં લંબચોરસ પૃષ્ઠ સાથે સંકળાયેલ ફ્લક્સ ______ Nm^2C^{-1}.

(A) 240 (B) 120 (C) 2.4×10^2 (D) 3×10^3

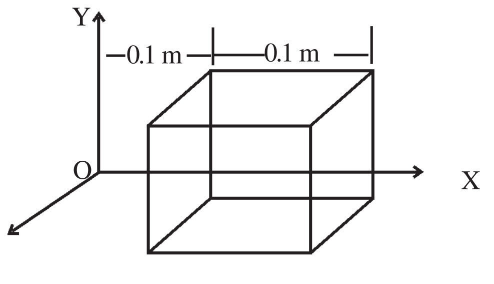
(61) λ જેટલી રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા ધરાવતા તાંબાના તારને a બાજુ ધરાવતા સમઘનમાંથી પસાર કરવામાં આવેલ છે. સમઘન સાથે સંકળાયેલ મહત્તમ ફ્લક્સ ______.

(A) $\frac{\lambda a}{\epsilon_0}$ (B) $\frac{\sqrt{2}\lambda a}{\epsilon_0}$ (C) $\frac{6\lambda a^2}{\epsilon_0}$ (D) $\frac{\sqrt{3}\lambda a}{\epsilon_0}$

(62) એક બંધ સપાટીમાં પ્રવેશતા અને સપાટીમાંથી બહાર નીકળતાં ફ્લક્સ અનુક્રમે 5×10^5 અને 4×10^5 MKS એકમ હોય, તો સપાટી અંદરનો વિદ્યુતભાર કેટલો થાય ?

(A) -8.85×10^{-7} C (B) 8.85×10^7 C (C) 8.85×10^{-7} C (D) 6.85×10^{-7} C

(63) આકૃતિમાં દર્શાવેલ સમઘનમાં રહેલા વિદ્યુતભારને કારણે ઉદ્‌ભવતા વિદ્યુતક્ષેત્રનાં ઘટકો $E_x = 600\ x^{\frac{1}{2}}$, $E_y = 0$ અને $E_z = 0$ હોય તો સમઘનમાં રહેલો વિદ્યુતભાર ______.

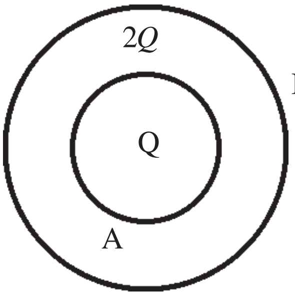


(A) 600 μC (B) 60 μC
(C) 7 μμC (D) 6 μμC

(64) બે સમકેન્દ્રીય ગોળાઓ A અને B માં ઘેરાયેલા વિદ્યુતભાર Q અને $2Q$ છે.

(i) બંને ગોળાઓ સાથે સંકળાયેલ વિદ્યુત ફ્લક્સનો ગુણોત્તર ______________.

(ii) જો A ગોળામાં $K = 2$ ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંકવાળો પદાર્થ ભરવામાં આવે, તો તેનું ફ્લક્સ કેટલું થશે ?



(A) (i) 1:3, (ii) $\frac{Q}{5\epsilon_0}$ (B) (i) 1:4, (ii) $\frac{Q}{4\epsilon_0}$

(C) (i) 1:3, (ii) $\frac{Q}{2\epsilon_0}$ (D) (i) 2:1, (ii) $\frac{Q}{\epsilon_0}$

(65) $\frac{a}{4}$ ત્રિજ્યાની એક તકતી પર 6 C જેટલો વિદ્યુતભાર સમાન રીતે પથરાયેલો છે. આ તકતીને xy સમતલમાં એવી રીતે મૂકેલ છે કે જેથી તેના કેન્દ્રના યામ $\left(\frac{-a}{2}, 0, 0\right)$ થાય. તે જ રીતે a લંબાઈના સળિયાને કે જેની પર 8 C જેટલો વિદ્યુતભાર સમાન રીતે પથરાયેલો છે તેને x-અક્ષ પર $x = \frac{a}{4}$ થી $x = \frac{5a}{4}x$ અંતરે મૂકેલ છે, બે બિંદુવત્ વિદ્યુતભારો -7 C અને 3 C $\left(\frac{a}{4}, \frac{-a}{4}, 0\right)$ અને $\left(\frac{-3a}{4}, \frac{3a}{4}, 0\right)$ અંતરે મૂકલે છે, તો એક સમઘન કે જેની 6 બાજુઓ $x = \pm\frac{a}{2}$, $y = \pm\frac{a}{2}$, $z = \pm\frac{a}{2}$ યામ ધરાવતી હોય તેના સાથે સંકળાયેલ ફ્લક્સ ______________.

(A) $\frac{-2C}{\epsilon_0}$ (B) $\frac{2C}{\epsilon_0}$ (C) $\frac{10C}{\epsilon_0}$ (D) $\frac{12C}{\epsilon_0}$

(66) સમઘનના કોઈ એક શિરોબિંદુ પર $8q$ વિદ્યુતભાર મૂકેલો છે. આ સમઘન સાથે સંકળાયેલા વિદ્યુત ફ્લક્સ ______________ .

(A) $\frac{q}{8\epsilon_0}$ (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0}$ (C) $\frac{q}{6\epsilon_0}$ (D) $\frac{q}{\epsilon_0}$

(67) λ જેટલી વિદ્યુતભાર ઘનતા ધરાવતો એક અનંત લંબાઈનો તાર a લંબાઈના સમઘનની કોઈ એક બાજુમાંથી પસાર થાય છે, તો સમઘનમાંથી પસાર થતું કુલ ફ્લક્સ ______________.

(A) $\frac{\lambda a}{\epsilon_0}$ (B) $\frac{\lambda a}{2\epsilon_0}$ (C) $\frac{\lambda a}{4\epsilon_0}$ (D) $\frac{\lambda a}{6\epsilon_0}$

(68) બે અતિ લાંબા સમાંતર રહેલા સુરેખ તારની વિદ્યુતભાર ઘનતા અનુક્રમે $2 \times 10^{-4}\ Cm^{-1}$ અને $4 \times 10^{-4}\ Cm^{-1}$ છે. જો બે તાર વચ્ચેનું અંતર 0.2 m હોય, તો પ્રથમ તાર વિદ્યુતભાર વડે બીજા તારની એકમ લંબાઈ દીઠ લાગતું બળ ______________ N.

(A) 72×10^2 (B) 8.4×10^9 (C) 9×10^9 (D) શૂન્ય

(69) એક અનંત લંબાઈના સુરેખ તારની રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા $\lambda\ Cm^{-1}$ છે. જો એક ઈલેક્ટ્રૉન તારની આસપાસ લંબરૂપે વર્તુળગતિ કરતો હોય અને તેનું કેન્દ્ર તાર પર આવેલ હોય તો ઈલેક્ટ્રૉનની ગતિઊર્જા ______________.

(A) $\frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0}$ (B) $\frac{e\lambda}{2\pi\epsilon_0}$ (C) $\frac{e\lambda}{\epsilon_0}$ (D) $\frac{e\lambda}{8\pi \epsilon_0}$

(70) λ જેટલી રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા ધરાવતાં બે તારોના R ત્રિજ્યાની કવચ અને R બાજુવાળા સમઘનમાંથી એવી રીતે પસાર કરેલ છે કે જેથી તેમની સાથે સંકળાતું ફ્લક્સ મહત્તમ મળે. તો કવચ અને સમઘન સાથે સંકળાયેલ ફલક્સનો ગુણોત્તર ______________.

(A) $\sqrt{2}$ (B) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (C) $\frac{2}{\sqrt{3}}$ (D) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

(71) 1 *m*m ત્રિજ્યાના લાંબા સુરેખ તાર પર વિદ્યુતભાર સમાન રીતે વહેંચાયેલો છે. તારની 1 cm લંબાઈ દીઠ વિદ્યુતભાર Q C છે. 50 cm ત્રિજ્યા અને 1 m લંબાઈ ધરાવતાં એક નળાકારની અક્ષ પરથી આ તાર પસાર થતો હોય, તો નળાકારની સપાટીમાંથી ફ્લક્સ ______________.

(A) $\frac{Q}{\epsilon_0}$ (B) $\frac{100Q}{\epsilon_0}$ (C) $\frac{10\,Q}{\pi \epsilon_0}$ (D) $\frac{100\,Q}{\pi \epsilon_0}$

(72) એક અનંત લંબાઈના સુરેખ તાર પર રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા $\frac{1}{3}\ cm^{-1}$ છે. આ તારને લંબરૂપે 18 cm અંતરે આવેલા બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા ______________ NC^{-1}.

(A) 0.66×10^{11} (B) 3×10^{11} (C) 0.33×10^{11} (D) 1.32×10^{11}

(73) બે લાંબી સુવાહક પ્લેટને એકબીજાને સમાંતર 2 cm અંતરે ગોઠવેલ છે. જો એક ઈલેક્ટ્રૉન સ્થિર સ્થિતિમાંથી ગતિ શરૂ કરી એક પ્લેટથી બીજી પ્લેટ પર 2 μs માં પહોંચતો હોય તો પ્લેટ પરની પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા ______________ Cm^{-2}.

(A) 2×10^{-13} (B) 2.52×10^{-13} (C) 1.52×10^{-13} (D) 3.2×10^{-13}

(74) 2 *m*m અંતરે રહેલા ±5nC વિદ્યુતભાર વિદ્યુત ડાઈપોલની રચના કરે છે. આ ડાઈપોલને $4.5 \times 10^{-4}\ Cm^{-1}$ રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા ધરાવતાં લાંબા તારને લંબરૂપે તેનો ઋણ વિદ્યુતભાર 2.5 cm અંતરે રહે તેમ ગોઠવેલ છે. આ ડાઈપોલ પર લાગતું બળ ______________ N.

(A) 0.12 (B) 0.5 (C) 1.5 (D) 0.25

(75) સોનાના ન્યુક્લિયસ $(z = 79)$ની ત્રિજ્યા 7×10^{-15} m છે. જો સમગ્ર ન્યુક્લિયસ પર કદ વિદ્યુતભાર ઘનતા ρ સમાન હોય તથા ન્યુક્લિયસની સપાટી પર વિદ્યુતક્ષેત્ર E હોય, તો ન્યુક્લિયસની ત્રિજ્યાના મધ્યબિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર ______.

(A) E (B) 2E (C) $\frac{E}{3}$ (D) $\frac{E}{2}$

(76) 1 mg દળ અને 20 nc વિદ્યુતભાર ધરાવતાં એક દડાને દોરી વડે લટકાવેલ છે. જ્યારે એક સમાન વિદ્યુતભારિત મોટી પ્લેટને દડાની નજીક લાવવામાં આવે છે ત્યારે દોરી પ્લેટના સમતલ સાથે 30°નો કોણ બનાવે છે, તો પ્લેટની સપાટી પરની પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા ______ Cm^{-2}.

(A) 2.5×10^{-9} (B) 1.22×10^{-9} (C) 1.5×10^{-8} (D) 3.5×10^{-12}

(77) એક મોટી વિદ્યુતભારિત પ્લેટ પર પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા σ છે. $2l$ લંબાઈના એક સળિયાના અડધા ભાગમાં રેખીય વિદ્યુતભાર ઘનતા λ અને બીજા અડધા ભાગમાં $-\lambda$ છે. સળિયાને મધ્યબિંદુથી એવી રીતે લટકાવેલ છે કે જેથી તે પૃષ્ઠને દોરેલ લંબ સાથે θ ખૂણો બનાવે છે, તો સળિયા પર લાગતું ટૉર્ક ______.

(A) $\frac{\sigma\lambda l}{\epsilon_0} \cos^2\theta$ (B) $\frac{\sigma\lambda l^2}{2\epsilon_0} \cos\theta$ (C) $\frac{\sigma\lambda l^2}{2\epsilon_0} \sin\theta$ (D) $\frac{\sigma\lambda l}{\epsilon_0} \sin^2\theta$

(78) આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે d અંતરે રહેલા ઇલેક્ટ્રૉનને u જેટલા પ્રારંભિક વેગથી સમાન વિદ્યુતભારિત લાંબી પ્લેટને સમાંતર પ્રક્ષિપ્ત કરવામાં આવે છે. જો ઇલેક્ટ્રૉન સમક્ષિતિજ દિશામાં l જેટલું અંતર કાપી પ્લેટને અથડાતો હોય, તો પ્લેટ પર પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા ______.

(A) $\frac{d\epsilon_0 mu}{el}$ (B) $\frac{2d\epsilon_0 mu}{el}$ (C) $\frac{d\epsilon_0 mu^2}{el}$ (D) $\frac{4d\epsilon_0 mu^2}{el^2}$

(79) $25\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ બાજુ ધરાવતી લંબચોરસ ફ્રેમને $2 \times 10^4\ NC^{-1}$ના સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં લંબરૂપે મૂકવામાં આવેલી છે. જો આ ફ્રેમને એક વર્તુળાકાર ફ્રેમમાં ફેરવવામાં આવે તો તેની સાથે સંકળાયેલ ફ્લક્સ ______ Nm^2C^{-1}.

(A) 750 (B) 1019.1 (C) 800 (D) 2015.5

(80) 9×10^{-5} g દળ ધરાવતા એક કણને એક સમક્ષિતિજ સુવાહક તકતી કે જેની પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા $5 \times 10^{-5}\ Cm^{-2}$ તેની પર અમુક અંતરે પકડી રાખેલ છે. કણ પર કેટલો વિદ્યુતભાર મૂકવો જોઈએ કે જેથી કણને મુક્ત કરતાં તે સ્થિર સ્થિતિમાં જ રહે ?

(A) 1.6×10^{-19}C (B) 1.56×10^{-13}C (C) 6.25×10^{18}C (D) 2.52×10^{-12}C

જવાબો : 59 (D), 60 (A), 61 (D), 62 (A), 63 (C), 64 (A), 65 (A), 66 (D), 67 (C), 68 (A), 69 (B), 70 (C), 71 (B), 72 (C), 73 (B), 74 (A), 75 (D), 76 (A), 77 (C), 78 (D), 79 (B), 80 (B)

વિધાન-કારણ પ્રકારના પ્રશ્નો

સૂચનાઓ : નીચેનાં વિધાન અને કારણ વાંચી નીચે આપેલ જવાબોમાંથી યોગ્ય પસંદ કરો :

(a) વિધાન અને કારણ બંને સાચાં છે તથા કારણ એ વિધાનનું સમર્થન કરે છે.

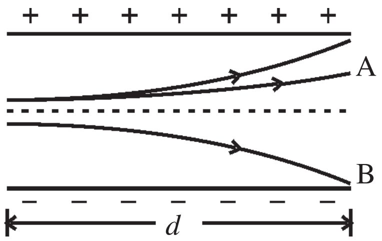
(b) વિધાન અને કારણ બંને સાચાં છે પરંતુ કારણ એ વિધાનનું સમર્થન કરતું નથી.

(c) વિધાન સાચું છે પરંતુ કારણ ખોટું છે.

(d) વિધાન ખોટું છે પરંતુ કારણ સાચું છે.

---

(81) **વિધાન :** નીચેની આકૃતિમાં સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં ગતિ કરતાં બે વિદ્યુતભારિત કણો A અને B નો ગતિપથ દર્શાવ્યો છે. કણ-B નો વિદ્યુતભાર અને દળનો ગુણોત્તર કણ-A કરતાં મોટો છે. ગુરુત્વાકર્ષણની અસર અવગણેલ છે.



કારણ : કણ-A નો ઊર્ધ્વ દિશામાં પ્રવેગ કણ-B કરતાં વધુ છે.

(A) (a) (B) (b)

(C) (c) (D) (d)

(82) **વિધાન :** જો બે વિદ્યુતભારો વચ્ચે K ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંકવાળો ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક પદાર્થ મૂકવામાં આવે, તો વિદ્યુતક્ષેત્ર ઘટે છે.

કારણ : $E_m = \frac{Ea}{K}$ સૂત્ર અનુસાર વિદ્યુતક્ષેત્ર K માં ભાગનું થાય છે.

(A) (a) (B) (b) (C) (c) (D) (d)

(83) **વિધાન :** વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ એકબીજીને છેદે છે.

કારણ : સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ એકબીજાને સમાંતર છે.

(A) (a) (B) (b) (C) (c) (D) (d)

(84) **વિધાન :** જો ઇલેક્ટ્રૉન અને પ્રોટોનને સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે તો તેમનો પ્રવેગ જુદો જુદો હોય છે.

કારણ : એકમ ધન વિદ્યુતભાર પર લાગતું વિદ્યુતબળ દળથી સ્વતંત્ર છે.

(A) (a) (B) (b) (C) (c) (D) (d)

(85) **વિધાન :** એક પૃષ્ઠમાં દાખલ થતું અને બહાર નીકળતું વિદ્યુત ફ્લક્સ અનુક્રમે 3 KVm અને 8 KVm છે. આથી આ પૃષ્ઠ વડે ઘેરાયેલો વિદ્યુતભાર 0.044 μC છે.

કારણ : ગાઉસના પ્રમેય $\phi = \frac{Q}{\epsilon_0}$ પરથી $Q = \phi \epsilon_0$ સૂત્ર દ્વારા આ વિધાન ચકાસી શકાય.

(A) (a) (B) (b) (C) (c) (D) (d)

(86) **વિધાન :** બે ગોળીય કવચ કે જેમની ત્રિજ્યાઓ અનુક્રમે r_1 અને r_2 છે. તેમની પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા સમાન છે. તેથી તેમની સપાટી નજીક વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતા પણ સમાન હશે.

કારણ : પૃષ્ઠ વિદ્યુતભાર ઘનતા = વિદ્યુતભાર/ક્ષેત્રફળ

(A) (a) (B) (b) (C) (c) (D) (d)

(87) **વિધાન :** સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં લટકાવેલ ધાતુના નાના દડાની ઉપર ઊંચી ઊર્જા ધરાવતું *X*-Ray બીમ આપાત થતા દડો વિચલન અનુભવે છે.

કારણ : *X*-Ray ફોટો ઇલેક્ટ્રૉન્સનું ઉત્સર્જન કરે છે તેથી ધાતુનો ગોળો ઋણ વિદ્યુતભારિત થાય છે.

(A) (a) (B) (b) (C) (c) (D) (d)

(88) **વિધાન :** બે સમાન વિદ્યુતભારોને જોડતી રેખાના મધ્યબિંદુ પર એક વીજભાર મૂકેલ છે. સમગ્ર તંત્ર સમતોલનમાં રહે તે માટે આ વીજભારનું મૂલ્ય સમાન વીજભારોના મૂલ્ય કરતાં ચોથા ભાગનું $\left(\frac{Q}{4}\right)$ હોવું જોઈએ.

કારણ : કોઈ વિદ્યુતભાર સંતુલિત રહે તે માટે તેની પર લાગતાં બળોનાં મૂલ્યો સમાન અને દિશા પરસ્પર વિરુદ્ધ હોવી જોઈએ.

(A) (a) (B) (b) (C) (c) (D) (d)

(89) **વિધાન :** જ્યારે કોઈ પદાર્થ ઋણ વિદ્યુતભારિત થાય છે ત્યારે તેના દળમાં સહેજ ઘટાડો થાય છે.

કારણ : ઇલેક્ટ્રૉનના સ્થાનાંતરને કારણે પદાર્થના દળમાં ફેરફાર થાય છે.

(A) (a) (B) (b) (C) (c) (D) (d)

(90) **વિધાન :** જો બે પદાર્થો વચ્ચે આકર્ષણ બળ લાગતું હોય, તો તે બે પદાર્થો વિદ્યુતભારિત ન પણ હોય.

કારણ : પ્રેરણની અસરને કારણે વિદ્યુતભારિત પદાર્થ તટસ્થ પદાર્થને આકર્ષે છે.

(A) (a) (B) (b) (C) (c) (D) (d)

જવાબો : **81 (A), 82 (A), 83 (D), 84 (B), 85 (A), 86 (B), 87 (C), 88 (B), 89 (D), 90 (A)**

ફકરા આધારિત પ્રશ્નો

ફકરો-(1) સમક્ષિતિજ દિશામાં રાખેલી બે સમાંતર પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર 1.5 cm છે અને તેમની વચ્ચે 10^5 Vm^{-1} જેટલું વિદ્યુતક્ષેત્ર અધો દિશામાં છે. 4.9×10^{-15} kg દળ અને 5×10^{-6} m ત્રિજ્યા ધરાવતા એક તેલના ટીંપાને આ બે પ્લેટો વચ્ચે સ્થિર રાખેલ છે. તેલની સરખામણીમાં હવાની ઘનતા અવગણેલ છે. હવાના શ્યાનતા ગુણાંક $1.8 \times 10–5$ Nsm^{-2} છે.

(91) તેલનાં ટીંપા પર રહેલા વધારાના ઇલેક્ટ્રૉન ________.

(A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5

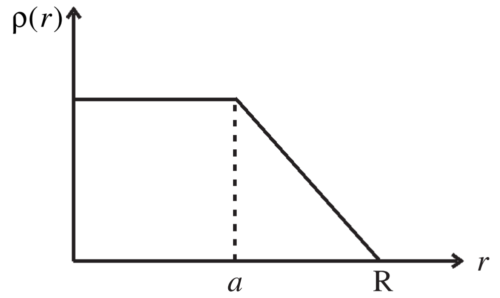
(92) જો વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશા ઉલટાવવામાં આવે, તો ટીંપાનો પ્રારંભિક પ્રવેશ ________.

(A) $4.9\ ms^{-2}$ (B) $9.8\ ms^{-2}$ (C) $19.6\ ms^{-2}$ (D) શૂન્ય

(93) ટીંપાનો ટર્મિનલ વેગ લગભગ ________ ms^{-1}.

(A) 2.7×10^{-5} (B) 3.7×10^{-5} (C) 4.7×10^{-5} (D) 5.7×10^{-5}

ફકરો-(2) R ત્રિજ્યાના ન્યુક્લિયસમાં Ze વિદ્યુતભાર અનિયમિત રીતે વિતરણ થયેલો છે. આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર ન્યુક્લિયસના કેન્દ્રથી અંતરે *r* ત્રિજ્યાવર્તી દિશામાં વિદ્યુતભાર ઘનતા આધાર રાખે છે. વિદ્યુતક્ષેત્ર ત્રિજ્યાવર્તી દિશામાં છે.



(94) $r = R$ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર ______.

(A) a થી સ્વતંત્ર છે.
(B) a ના સમપ્રમાણમાં છે.
(C) a^2 ના સમપ્રમાણમાં છે.
(D) a ના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે.

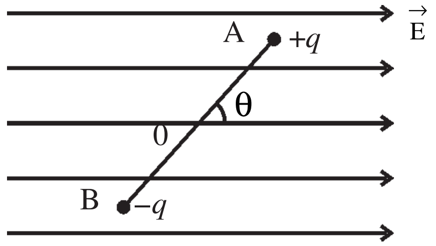
(95) $a = 0$ માટે d નું મૂલ્ય (વિદ્યુતભાર ઘનતા ρ નું મહત્તમ મૂલ્ય) ______.

(A) $\frac{3Ze^2}{4\pi R^2}$ (B) $\frac{3Ze}{\pi R^3}$ (C) $\frac{4Ze}{3\pi R^2}$ (D) $\frac{Ze}{3\pi R^2}$

(96) ન્યુક્લિયસની અંદર સામાન્ય રીતે વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખીય રીતે r પર આધાર રાખે છે. આ માટે ______.

(A) $a = 0$ (B) $a = \frac{R}{2}$ (C) $a = R$ (D) $a = \frac{2R}{3}$

ફકરો-(3) m દળ ધરાવતા બે બિંદુવત્ કણને l લંબાઈના હલકા અવાહક સળિયાના બે છેડે જોડેલ છે. આ બંને કણો $+q$ અને $-q$ વીજભારો ધરાવે છે. આ સમગ્ર રચનાને $\vec{E}$ તીવ્રતાવાળા સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં θ જેટલા સૂક્ષ્મ કોણે ગોઠવેલ છે.



(97) સળિયા પર લાગતાં ટૉર્કનું મૂલ્ય ______.

(A) $qEl\cos\theta$ (B) $qEl\sin\theta$ (C) qEl (D) શૂન્ય

(98) જ્યારે સળિયો મુક્ત થાય, ત્યારે તે $w =$ ______ કોણીય આવૃત્તિથી પરિભ્રમણ કરશે.

(A) $\left(\frac{qE}{ml}\right)^{\frac{1}{2}}$ (B) $\left(\frac{2qE}{ml}\right)^{\frac{1}{2}}$ (C) $\left(\frac{qE}{2ml}\right)^{\frac{1}{2}}$ (D) $\frac{1}{2}\left(\frac{qE}{2ml}\right)^{\frac{1}{2}}$

(99) સળિયો મુક્ત હોય ત્યારે તેને વિદ્યુતક્ષેત્રની સમાંતર ગોઠવાતા લાગતો લઘુતમ સમય ______.

(A) $\frac{\pi}{2}\left(\frac{ml}{2qE}\right)^{\frac{1}{2}}$ (B) $2\pi\left(\frac{ml}{qE}\right)^{\frac{1}{2}}$ (C) $2\pi\left(\frac{2ml}{qE}\right)^{\frac{1}{2}}$ (D) $2\pi\left(\frac{ml}{2qE}\right)^{\frac{1}{2}}$

જવાબો : **91 (B), 92 (C), 93 (D), 94 (A), 95 (B), 96 (C), 97 (B), 98 (B), 99 (A)**

જોડકાં જોડો પ્રકારના પ્રશ્નો

કૉલમ-1 અને કૉલમ-2ને યોગ્ય રીતે જોડો :

(100)

	કૉલમ-1		કૉલમ-2
(a)	બિંદુવત્ વિદ્યુતભારનું વિદ્યુતક્ષેત્ર કોઈ બિંદુ પાસે સમપ્રમાણમાં છે.	(p)	$\frac{1}{r}$
(b)	ટૂંકા વિદ્યુત ડાઈપોલનું વિદ્યુતક્ષેત્ર કોઈ બિંદુ પાસે સમપ્રમાણમાં છે.	(q)	$\frac{1}{r^2}$
(c)	વિદ્યુતભારના રેખા પર સતત વિતરણ વડે વિદ્યુતક્ષેત્ર કોઈ બિંદુ પાસે સમપ્રમાણમાં છે.	(r)	$\frac{1}{r^3}$

(A) a – q, b – r, c – p (B) a – r, b – q, c – p

(C) a – p, b – q, c – r (D) a – r, b – p, c – q

(101)

	કૉલમ-1		કૉલમ-2
(a)	જો $Q_1 = 0$ અને $Q_2 \neq 0$ હોય તો	(p)	$E \neq 0$ અને $\phi \neq 0$
(b)	જો $Q_1 \neq 0$ અને $Q_2 = 0$ હોય તો	(q)	E બદલાશે પરંતુ ϕ અચળ રહેશે.
(c)	જો Q_1 બદલાય તો	(r)	$E \neq 0$ પરંતુ $\phi \neq 0$
(d)	જો Q_2 બદલાય તો	(s)	E અને ϕ બંને બદલાશે.

(A) a – s, b – p, c – q, d – r (B) a – r, b – p, c – q, d – s

(C) a – q, b – s, c – p, d – r (D) a – r, b – q, c – s, d – p

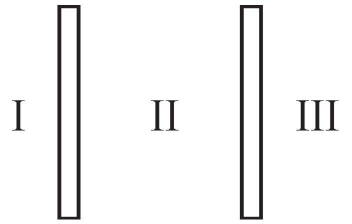
(102)

	કૉલમ-1		કૉલમ-2
(a)	અનંત વિસ્તારવાળી d જાડાઈની સુવાહક પ્લેટ વડે ઉદ્ભવતું વિદ્યુતક્ષેત્ર	(p)	શૂન્ય
(b)	વિદ્યુતભારિત ગોળાની અંદરના વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર	(q)	$\frac{\sigma}{\epsilon_0}$
(c)	ગોળીય કવચના અંદરના વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર	(r)	$\frac{\rho r}{3\epsilon_0}$

(A) a – r, b – p, c – q (B) a – p, b – r, c – q

(C) a – q, b – r, c – p (D) a – p, b – q, c – r

(103) σ_1 અને σ_2 જેટલી પૃષ્ઠ ઘનતાવાળી બે પ્લેટોને એકબીજાને સમાંતર મૂકેલી છે.



કૉલમ-1		કૉલમ-2	
(a)	$\sigma_1 = \sigma_2 = -\sigma$	(p)	વિભાગ I અને II માં $E = 0$
(b)	$\sigma_1 = \sigma_2 = +\sigma$	(q)	વિભાગ II માં $E = 0$
(c)	$\sigma_1 = -\sigma$ અને $6_2 = +6$	(r)	વિભાગ I, II અને III માં $E = 0$

(A) a – p, b – q, c – r (B) a – p, b – p, c – r

(C) a – q, b – q, c – p (D) a – q, b – q, c – r

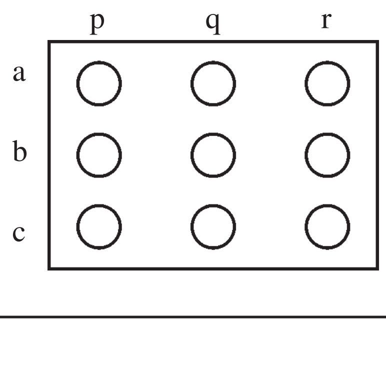
જવાબો : **100 (A), 101 (B), 102 (C), 103 (C)**

મેટ્રિક્સ - મૅચ પ્રકારના પ્રશ્નો

સૂચના : નીચેના દરેક પ્રશ્નો કોઈ વિધાન ધરાવે છે. જે કૉલમ - I અને કોલમ - II માં દર્શાવેલ છે. આ વિધાનોને યોગ્ય રીતે જોડવાના છે. યોગ્ય જવાબને મેટ્રિક્સમાં ઘટ્ટ રાઉન્ડ (કૂંડાળા) વડે દર્શાવવાના છે.

(104) બે વિદ્યુતભારો વચ્ચે K ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક અચળાંકવાળું માધ્યમ દાખલ કરતાં.....

કૉલમ-1		કૉલમ-2	
(a)	વિદ્યુતભાર	(p)	$\frac{1}{K}$ ગણું થાય છે.
(b)	વિદ્યુતક્ષેત્ર	(q)	$\frac{1}{K^2}$ ગણું થાય છે.
(c)	વિદ્યુતબળ	(r)	અચળ રહે છે.



જવાબ :