લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક

અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 8

Part A

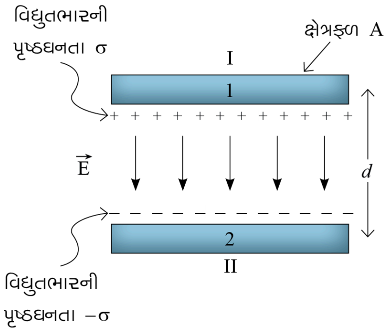
1. (B) **2.** (A) **3.** (B) **4.** (A) **5.** (C) **6.** (A) **7.** (A) **8.** (C) **9.** (A) **10.** (C) **11.** (D) **12.** (A) **13.** (D) **14.** (C) **15.** (C) **16.** (B) **17.** (C) **18.** (B) **19.** (C) **20.** (C) **21.** (A) **22.** (A) **23.** (A) **24.** (D) **25.** (B) **26.** (C) **27.** (C) **28.** (B) **29.** (C) **30.** (B) **31.** (D) **32.** (A) **33.** (B) **34.** (C) **35.** (B) **36.** (A) **37.** (C) **38.** (A) **39.** (B) **40.** (D) **41.** (C) **42.** (B) **43.** (A) **44.** (A) **45.** (C) **46.** (C) **47.** (A) **48.** (D) **49.** (B) **50.** (C)

Liberty

વિભાગ A

➢ **નીચે આપેલા પ્રશ્નોના માગ્યા મુજબ ઉત્તર આપો : (દરેક પ્રશ્નના ૨ ગુણ)**

1.

➥ 

➥ એકબીજાથી થોડા અંતરે રહેલી બે મોટી સમતલ સમાંતર વાહક પ્લેટોના બનેલા કેપેસિટરને સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર કહે છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર બે પ્લેટને એકબીજાની સમાંતર ગોઠવવામાં આવે છે. દરેક પ્લેટનું ક્ષેત્રફળ A અને બે પ્લેટ વચ્ચેનું લંબઅંતર d છે. તેમના પરનો વિદ્યુતભાર અનુક્રમે Q અને – Q છે.

➥ બંને પ્લેટ પર વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠઘનતા અનુક્રમે $\sigma\left(=\frac{Q}{A}\right)$ અને – σ છે.

➥ અહીં બે પ્લેટ વચ્ચેનું અંતર એ પ્લેટોના ક્ષેત્રફળની સરખામણીમાં ઘણું જ ઓછું છે. ($d^2 << A$) પરિણામે બે પ્લેટો વચ્ચે વિદ્યુતક્ષેત્ર નિયમિત ગણી શકાય (જેથી પ્લેટ વડે ઉદ્ભવતું વિદ્યુતક્ષેત્ર મેળવવા માટે $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ સૂત્ર વાપરી શકાય.)

➥ પ્લેટ I ના ઉપરના ભાગમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર

$$E' = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0$$

➥ પ્લેટ II ના નીચેના ભાગમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર

$$E'' = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 0$$

➥ બે પ્લેટ વચ્ચેના વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર

$$\therefore E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\therefore E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore E = \frac{Q}{\varepsilon_0 A} \quad .... (1) \quad \left(\because \sigma = \frac{Q}{A}\right)$$

➥ આ વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશા ધન પ્લેટથી ઋણ પ્લેટ તરફની છે. આ વિદ્યુતક્ષેત્ર બે પ્લેટની વચ્ચેના વિસ્તાર પૂરતું મર્યાદિત અને એ સમગ્ર વિસ્તારમાં એકસમાન છે.

યાદ રાખો

સીમિત ક્ષેત્રફળની પ્લેટો માટે આ બાબત પ્લેટોની બહારની સીમાઓ આગળ સત્ય રહેતી નથી. કિનારીઓ પાસે ક્ષેત્રરેખાઓ બહાર તરફ વળે છે. આ ઘટનાને Fringing of the Field કહે છે. આ જ લક્ષણથી σ સમગ્ર પ્લેટ પર એકસમાન નથી. આમ છતાં, $d^2 << A$ માટે કિનારીઓથી પૂરતા દૂરના વિસ્તારો માટે આ અસરો અવગણી શકાય છે.

➥ સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર માટે, બે પ્લેટ વચ્ચે વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત

$V = Ed$

➥ સમીકરણ (1) પરથી E નું મૂલ્ય મૂકતાં,

$V = \frac{Qd}{\varepsilon_0 A}$ .... (2)

➥ હવે, કેપેસિટન્સ $C = \frac{Q}{V}$

$\therefore C = \frac{Q}{\frac{Qd}{\varepsilon_0 A}}$ (સમીકરણ (2) પરથી)

$\therefore C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$

➥ જે સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર માટે કેપેસિટન્સનું સૂત્ર છે.

➥ સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરનું કેપેસિટન્સ પ્લેટના પરિમાણ પર અને બે પ્લેટ વચ્ચેના માધ્યમ પર આધાર રાખે છે.

2.

➥ આપેલ રકમ પરથી,

$T_0 = 0\ °C$	$T_1 = 100\ °C$	$R_2 = 5.795\ \Omega$
$R_0 = 5\ \Omega$	$R_1 = 5.23\ \Omega$	$T_2 = ?$

➥ $R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$ પરથી,

➥ પરંતુ અહીં, $T_0 = 0\ °C$

$\therefore R = R_0\ [1 + \alpha T]$

$\therefore R = R_0 + R_0\alpha T$

$\therefore R - R_0 = R_0\alpha T$ પરથી,

➥ $R_1 - R_0 = R_0\alpha T_1$ અને $R_2 - R_0 = R_0\alpha T_2$

$\therefore \frac{R_1 - R_0}{R_2 - R_0} = \frac{T_1}{T_2}$

$\therefore \frac{5.23 - 5}{5.795 - 5} = \frac{100}{T_2}$

$\therefore \frac{0.23}{0.795} = \frac{100}{T_2}$

$\therefore T_2 = \frac{0.795 \times 100}{0.23}$

$\therefore T_2 = 345.65\ °C$

3.

➥ સમાન ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકેલ ચુંબકીય સોય પર

લાગતું ટોર્ક $\vec{\tau} = \vec{m} \cdot \vec{B}$

જ્યાં, $\vec{m}$ - ચુંબકીય ડાઇપોલ મોમેન્ટ

$\vec{B}$ - બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્ર

θ - $\vec{m}$ અને $\vec{B}$ વચ્ચેનો ખૂણો છે.

➥ આ અવસ્થામાંથી ચુંબકીય સોયને $d\theta$ જેટલા સૂક્ષ્મ કોણે સ્થાનાંતરિત કરવા માટેનું જરૂરી કાર્ય

$dW = \tau\, d\theta$

➥ કુલ કાર્ય $W = \int \tau\, d\theta$

$\therefore W = \int mB \sin\theta \, d\theta$

$\therefore W = mB \int \sin\theta \, d\theta$

$\therefore W = + mB (-\cos\theta)$

$\therefore W = - mB \cos\theta$

➥ આ કાર્ય સ્થિતિ ઊર્જાસ્વરૂપે સંગ્રહ પામે છે.

$\therefore U = - mB \cos\theta$

$\therefore U = - \vec{m} \cdot \vec{B}$

ખાસ કિસ્સા :

(i) જ્યારે ચુંબકીય સોય ક્ષેત્રને સમાંતર હોય ત્યારે $\theta = 0°$ થાય.

$\therefore$ સ્થિતિ ઊર્જા $U = - mB \cos 0$

$\therefore U = - mB$ (લઘુતમ)

➥ જે ચુંબકીય સોયની મહત્તમ સ્થાયી સ્થિતિ દર્શાવે છે.

(ii) ચુંબકીય સોય એ ચુંબકીયક્ષેત્રને પ્રતિ સમાંતર હોય ત્યારે

$\theta = 180° (\pi)$

$\therefore$ સ્થિતિ ઊર્જા $U = - mB \cos\pi$

$\therefore U = mB$ (મહત્તમ)

➥ જે ચુંબકીય સોયની મહત્તમ અસ્થાયી સ્થિતિ દર્શાવે છે.

(iii) જ્યારે ચુંબકીય સોય ક્ષેત્રને લંબરૂપે હોય ત્યારે $\theta = 90°$

$\therefore$ સ્થિતિ ઊર્જા $U = - mB \cos 90°$

$\therefore U = 0$

4.

➥ પ્રેરિત *emf* $\varepsilon = - L \frac{dI}{dt}$

જો $\frac{dI}{dt} = 1 \frac{A}{s}$ લેવામાં આવે, તો $\varepsilon = -L$

➥ “જો ગૂંચળામાંથી પસાર થતાં વિદ્યુતપ્રવાહના ફેરફારનો સમય દર એક એકમ હોય, તો ગૂંચળામાં પ્રેરિત થતાં *emf* ને આત્મપ્રેરિત *emf* કહે છે અને આ ઘટનાને ગૂંચળાનું આત્મપ્રેરકત્વ કહે છે.”

આત્મપ્રેરકત્વનું મૂલ્ય નીચેની બાબતો પર આધાર રાખે છે :

(1) ગૂંચળાના પરિમાણ

(2) ગૂંચળાના આકાર અને આંટાઓની સંખ્યા

(3) ગૂંચળા સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સ જે માધ્યમમાં પ્રવર્તતું હોય તે માધ્યમ પર.

➥ આત્મપ્રેરકત્વનો એકમ : હેન્રી (H), $\frac{Wb}{A}$, $\frac{Vs}{A}$

➥ પારિમાણિક સૂત્ર : $M^1L^2T^{-2}A^{-2}$

5.

➥ $L = 25$ mH

$V = 220$ V

$\upsilon = 50$ Hz

➥ ઇન્ડક્ટિવ રિએક્ટન્સ (X_L)

$X_L = \omega L = 2\pi\upsilon L$

Liberty

$\therefore X_L = 2 \times 3.14 \times 50 \times 25 \times 10^{-3}$

$\therefore X_L = 7850 \times 10^{-3}$

$= 7.85\ \Omega$

➥ પરિપથમાં પ્રવાહનું rms મૂલ્ય,

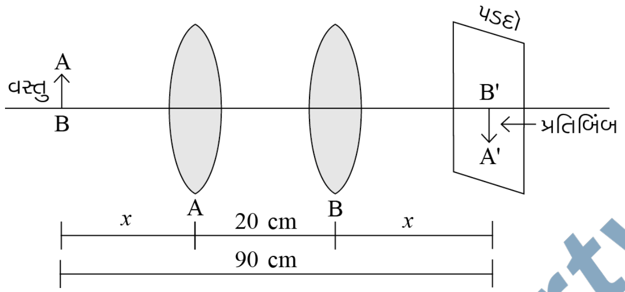
$\therefore I = \frac{V}{X_L}$

$\therefore I = \frac{220}{7.85}$

$\therefore I = 28$ A

6.

➥ આકૃતિમાં લેન્સની બે જુદી જુદી અવસ્થા A અને B દર્શાવેલ છે. આ દરેક વખતે પ્રતિબિંબ પડદા પર જ મળે છે.



➥ આકૃતિ પરથી,

$x + 20 + x = 90$

$\therefore 2x = 90 - 20$

$\therefore 2x = 70$

$\therefore x = 35$ cm

➥ જ્યારે લેન્સ A સ્થાને હોય ત્યારે,

વસ્તુ-અંતર $u = -x = -35$ cm

પ્રતિબિંબ-અંતર $\upsilon = 20 + x = 20 + 35 = 55$ cm

➥ લેન્સના સમીકરણ પરથી,

$\frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

$\therefore \frac{1}{55} + \frac{1}{35} = \frac{1}{f}$

$\therefore \frac{35 + 55}{55 \times 35} = \frac{1}{f}$

$\therefore f = \frac{1925}{90}$

$\therefore f = 21.4$ cm

7.

➥ $E_i - E_f = 2.3\ eV$

પરંતુ $E_i - E_f = h\nu_{if}$

$\therefore \nu_{if} = \frac{E_i - E_f}{h}$

$$\therefore v_{if} = \frac{2.3 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}}$$

$$\therefore v_{if} = 5.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

8.

➥ દરેક ન્યુક્લિયસ પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનનું બનેલું છે. આથી, એમ કહી શકાય કે, ન્યુક્લિયસનું કુલ દળ તેના પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનના વ્યક્તિગત દળોના કુલ દળ જેટલું જ હોય.

➥ પરંતુ ન્યુક્લિયસનું દળ M હંમેશાં પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનના વ્યક્તિગત દળોના કુલ દળ કરતાં ઓછું જ હોય છે.

➥ ઉદાહરણ : ${}_8O^{16}$ કે જેમાં 8-પ્રોટોન, 8-ન્યુટ્રોન અને 8-ઇલેક્ટ્રોન આવેલા છે.

8 ન્યુટ્રોનનું દળ $= 8 \times 1.00866\ u$

8 પ્રોટોનનું દળ $= 8 \times 1.00727\ u$

8 ઇલેક્ટ્રોનનું દળ $= 8 \times 0.00055\ u$

➥ આ માહિતી પરથી, ${}_8O^{16}$ ન્યુક્લિયસનું દળ

$= (8 \times 1.00866 + 8 \times 1.00727)$

$= 8(1.00866 + 1.00727)$

$= 8 \times 2.01593\ u$

$= 16.12744\ u$ (મળવું જોઈએ.)

➥ માસ-સ્પેક્ટ્રોગ્રાફીના પ્રયોગો પરથી, ${}_8O^{16}$ નું પરમાણુ દળ $15.99493\ u$ મળે છે.

➥ આ દળમાંથી 8 ઇલેક્ટ્રોનનું દળ ($8 \times 0.00055\ u = 0.0044\ u$) બાદ કરતાં, ${}_8O^{16}$ ન્યુક્લિયસના દળનું પ્રાયોગિક મૂલ્ય $15.99053\ u$ મળે છે.

➥ આમ, ન્યુક્લિયસનું દળ એ તેના ઘટકોના કુલ દળ કરતાં $(16.12744 - 15.99053) = 0.13691\ u$ ઓછું છે. ન્યુક્લિયસના દળ અને તેના ઘટકોના કુલ દળ વચ્ચેના તફાવતને દળ ક્ષતિ (ΔM) કહે છે.

➥ દળ ક્ષતિનું સૂત્ર

$\Delta M = [Zm_p + (A - Z)m_n] - M$

જ્યાં, Z = પ્રોટોનની સંખ્યા

A – Z = N - ન્યુટ્રોનઆંક

m_p - પ્રોટોનનું દળ

m_n - ન્યુટ્રોનનું દળ

M - ન્યુક્લિયસનું કુલ દળ

➥ આ દળ ક્ષતિને સમતુલ્ય ઊર્જા ($E = \Delta Mc^2$) ને ન્યુક્લિયસની બંધનઊર્જા કહે છે.

$\therefore$ બંધનઊર્જા $E_b = \Delta Mc^2$

➥ બંધનઊર્જાને ન્યુક્લિયોનની કુલ સંખ્યા વડે ભાગતાં ન્યુક્લિયોન દીઠ બંધનઊર્જા E_{bn} મળે છે.

$$\therefore E_{bn} = \frac{E_b}{A}$$

➥ ન્યુક્લિયોન દીઠ બંધનઊર્જા ન્યુક્લિયસની સ્થિરતાનું માપ આવે છે. જે ન્યુક્લિયસ માટે E_{bn} નું મૂલ્ય સરખામણીમાં વધુ હોય તે ન્યુક્લિયસ વધુ સ્થાયી કહેવાય અને જે ન્યુક્લિયસ માટે E_{bn} નું મૂલ્ય સરખામણીમાં ઓછું હોય તે ન્યુક્લિયસ ઓછો સ્થાયી કહેવાય.

9.

➥ (1) વિદ્યુતભારનું રેખીય વિતરણ :

➥ "કોઈ રેખા પર સતત વિદ્યુતભાર હોય, તો તેને વિદ્યુતભારનું રેખીય વિતરણ કહે છે."

➥ વિદ્યુતભારિત રેખા પર એકમ લંબાઈદીઠ વિદ્યુતભારને વિદ્યુતભારની રેખીય ઘનતા કહે છે. ધારો કે, l લંબાઈની રેખા પર Q જેટલો કુલ વિદ્યુતભાર આવેલ છે.

$\therefore$ વિદ્યુતભારની રેખીય ઘનતા $\lambda = \frac{\text{કુલ વિદ્યુતભાર}}{\text{લંબાઈ}}$

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

➥ રેખીય ઘનતાનો SI એકમ C/m.

➥ (2) વિદ્યુતભારનું પૃષ્ઠ વિતરણ :

➥ કોઈ પૃષ્ઠ પર સતત પથરાયેલા વિદ્યુતભાર ને વિદ્યુતભારનું પૃષ્ઠ વિતરણ કહે છે.

➥ પૃષ્ઠ પર એકમ ક્ષેત્રફળદીઠ વિદ્યુતભાર ને વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠઘનતા કહે છે, તેને σ વડે દર્શાવાય છે.

➥ ધારો કે, A ક્ષેત્રફળ ધરાવતાં પૃષ્ઠ પર Q જેટલો વિદ્યુતભાર આવેલ છે.

$\therefore$ વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠઘનતા $\sigma = \frac{\text{કુલ વિદ્યુતભાર}}{\text{ક્ષેત્રફળ}}$

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

➥ તેનો SI એકમ C/m^2

➥ (3) વિદ્યુતભારનું કદ વિતરણ :

➥ કોઈ કદમાં સતત પથરાયેલા વિદ્યુતભારને કદ વિદ્યુતભાર વિતરણ કહે છે.

➥ કોઈ પદાર્થ પર એકમ કદદીઠ વિદ્યુતભારને વિદ્યુતભારની કદ ઘનતા કહે છે, તેને ρ વડે દર્શાવાય છે.

➥ ધારો કે, કોઈ પદાર્થ પર V જેટલા કદમાં Q જેટલો વિદ્યુતભાર આવેલ છે.

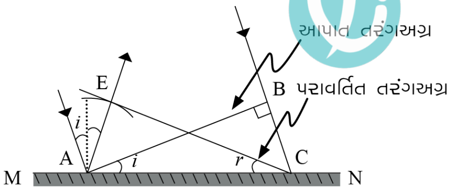
$\therefore$ કદ ઘનતા $\rho = \frac{\text{કુલ વિદ્યુતભાર}}{\text{કદ}}$

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

➥ તેનો SI એકમ C/m^3 છે.

10.

➥



➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર, MN એ પરાવર્તક સપાટી છે. આ સપાટી પર કોઈ સમતલ તરંગઅગ્ર AB એ i જેટલા કોણે આપાત થાય છે. (i – આપાતકોણ)

➥ આપેલા માધ્યમમાં તરંગ ઝડપ υ છે. તરંગઅગ્રને બિંદુ B થી C સુધી પહોંચવા માટે τ જેટલો સમય લાગે છે. પરિણામે $BC = \upsilon\tau$ થશે.

➥ પરાવર્તિત તરંગઅગ્ર રચવા માટે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર A બિંદુને કેન્દ્ર તરીકે લઈ $\upsilon\tau$ ત્રિજ્યા ધરાવતો ગોળો દોરવામાં આવે છે.

➥ બિંદુ C માંથી આ ગોળાને સ્પર્શક દોરતાં તે E બિંદુમાંથી પસાર થાય છે. CE એ પરાવર્તિત તરંગઅગ્ર દર્શાવે છે.

➥ સ્વાભાવિક રીતે જ $AE = BC = \upsilon\tau$ મળે છે.

➥ આકૃતિ પરથી આપાત અને પરાવર્તિત તરંગઅગ્ર એ પરાવર્તક સપાટી MN સાથે અનુક્રમે i અને r કોણ બનાવે છે.

➥ આકૃતિ પરથી,

ΔAEC અને ΔABCમાં AC એ સામાન્ય બાજુ છે.

$\angle AEC = \angle ABC = \frac{\pi}{2}$

તેમજ $AE = BC = \upsilon\tau$

➥ આ હકીકત દર્શાવે છે કે, ΔAEC અને ΔABC સમરૂપ છે.

➥ આ પરથી $i = r$ મળે છે. જે પરાવર્તનનો નિયમ છે.

➥ આમ, હાઇગેન્સના સિદ્ધાંત પરથી પરાવર્તન સમજી શકાય છે.

11.

➥ (i) વિકિરણની દ્રવ્ય સાથેની આંતરક્રિયા દરમિયાન, વિકિરણ જાણે કણ હોય તેમ વર્તે છે, જેને ફોટોન કહે છે.

➥ (ii) દરેક ફોટોનની ઊર્જા $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ છે. દરેક ફોટોનનું વેગમાન, $p = \frac{h\nu}{c}$ છે.

➥ (iii) જો કોઈ વિકિરણની આવૃત્તિ ν અને તરંગલંબાઈ λ અચળ હોય, તો તેની ઊર્જા $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ અને વેગમાન $p = \frac{h\nu}{c}$ અચળ રહે છે.

- જો વિકિરણની તીવ્રતામાં ફેરફાર કરવામાં આવે, તો એકમ સમયમાં ઉત્સર્જાતા (કે આપાત થતા) ફોટોનની સંખ્યામાં ફેરફાર થાય છે, પણ ઊર્જા અચળ જ રહે છે.

➥ (iv) ફોટોન વિદ્યુતની દૃષ્ટિએ તટસ્થ છે અને તેના પર વિદ્યુત કે ચુંબકીય ક્ષેત્રની અસર થતી નથી.

➥ (v) ફોટોન-કણ સંઘાત (અથડામણ) દરમિયાન ઊર્જા અને વેગમાનનું સંરક્ષણ થાય છે, પણ આ દરમિયાન ફોટોનની સંખ્યાનું સંરક્ષણ ન પણ થાય.

- સંઘાત દરમિયાન ફોટોનની સંખ્યામાં ઘટાડો થઈ શકે જેમ કે, ફોટોઇલેક્ટ્રિક ઉત્સર્જનમાં ફોટોનની સંખ્યા ઘટે છે અને ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થાય છે.
- સંઘાત દરમિયાન ફોટોનની સંખ્યામાં વધારો પણ થઈ શકે. જેમ કે, વધુ ઊર્જા ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોનને Mo (મોલિબ્ડેનમ) જેવી ધાતુ પર આપાત કરતાં તેમાંથી ક્ષ-કિરણો (ફોટોન્સ) ઉત્સર્જાય છે.

Liberty

12.

➥

	p પ્રકારના અર્ધવાહકો	n પ્રકારના અર્ધવાહકો
1.	શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં ટ્રાયવેલેન્ટ અશુદ્ધિ ઉમેરવામાં આવે છે.	શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં પેન્ટાવેલેન્ટ અશુદ્ધિ ઉમેરવામાં આવે છે.
2.	ઉદા. બોરોન, એલ્યુમિનિયમ, ઇન્ડિયમ	ઉદા. ફોસ્ફરસ, એન્ટિમની, આર્સેનિક
3.	મેજોરિટી ચાર્જ કેરિયર તરીકે હોલ અને માઇનોરિટી ચાર્જ કેરિયર તરીકે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન આવેલા હોય છે.	મેજોરિટી ચાર્જ કેરિયર તરીકે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન અને માઇનોરિટી ચાર્જ કેરિયર તરીકે હોલ આવે છે.
4.	$n_h >> n_e$	$n_e >> n_h$
5.	વિદ્યુતવહન મુખ્યત્વે હોલના કારણે થાય છે.	વિદ્યુતવહન મુખ્યત્વે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની ગતિના કારણે થાય છે.

વિભાગ B

➢ **નીચે આપેલા પ્રશ્નોના માગ્યા મુજબ ઉત્તર આપો : (દરેક પ્રશ્નના 3 ગુણ)**

13.

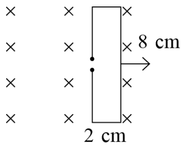
➥ $l = 8 \text{ cm} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

$b = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2}$ m

$B = 0.3$ T

$\upsilon = 1 \text{ cm/s} = 1 \cdot 10^{-2}$ m/s

(a) ગાળાનો વેગ લાંબી બાજુને લંબરૂપે હોય



- લૂપમાં પ્રેરિત થતું *emf*

$\varepsilon = B\upsilon l$

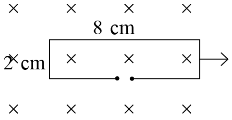
$\therefore \varepsilon = 0.3 \cdot 1 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot 10^{-2}$

$\therefore \varepsilon = 2.4 \cdot 10^{-4}$ V

$\therefore \varepsilon = 0.24$ mV

- જ્યાં સુધી નાની બાજુ ચુંબકીયક્ષેત્રમાંથી સંપૂર્ણપણે બહાર ન નીકળી જાય ત્યાં સુધી લૂપમાં પ્રેરિત *emf* ઉત્પન્ન થાય છે.
- ધારો કે પ્રેરિત *emf* t સમય સુધી ઉદ્‌ભવે છે.

- $\therefore \upsilon = \dfrac{b}{t}$ પરથી
- $t = \dfrac{b}{\upsilon} = \dfrac{2 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-2}}$
- $\therefore t = 2$ s
- (b) ગાળાનો વેગ ટૂંકી બાજુને લંબરૂપે હોય



- લૂપમાં પ્રેરિત થતું *emf*

$\varepsilon = B\upsilon b$

$\therefore \varepsilon = 0.3 \cdot 1 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-2}$

$\therefore \varepsilon = 0.6 \cdot 10^{-4}$ V

$\therefore \varepsilon = 0.06$ mV

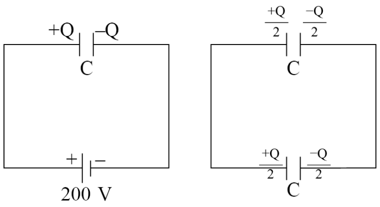
- જ્યાં સુધી મોટી બાજુ ચુંબકીયક્ષેત્રમાંથી સંપૂર્ણપણે બહાર ન નીકળી જાય ત્યાં સુધી લૂપમાં *emf* પ્રેરિત થાય છે.
- પ્રેરિત *emf* નો સમય (t)

$\therefore \upsilon = \dfrac{l}{t}$ પરથી

$t = \dfrac{l}{\upsilon} = \dfrac{8 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-2}}$

$\therefore t = 8$ s

14.



(a) (b)

➥ C = 600 pF

$V = 200$ V

➥ પ્રારંભિક અવસ્થામાં કેપેસિટરમાં સંગ્રહિત ઊર્જા

$$U_1 = \frac{1}{2} CV^2$$

$$U_1 = \frac{1}{2} \times 600 \times 10^{-12} \times (200)^2$$

$$U_1 = 12 \times 10^{-6} \text{ J}$$

➥ કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર

$$Q = CV$$

$$\therefore Q = 600 \times 10^{-12} \times 200$$

$$\therefore Q = 12 \times 10^{-8} \text{ C}$$

➥ આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા મુજબ, બેટરી દૂર કરી બીજું 600 *p*F નું વિદ્યુતભારવિહીન કેપેસિટરને જોડતાં વિદ્યુતભાર બંને કેપેસિટર પર સમાન રીતે વહેંચાય છે. પરિણામે દરેક કેપેસિટરનો વિદ્યુતભાર $\frac{Q}{2}$ થાય, પરંતુ કુલ વિદ્યુતભાર Q અચળ રહે છે.

➥ આકૃતિ (b) માં દર્શાવેલ સમાંતર જોડાણ માટે સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ C’ = 2C થાય.

➥ અંતિમ અવસ્થામાં તંત્ર વડે સંગ્રહાયેલી કુલ ઊર્જા

$$U' = \frac{Q^2}{2C'}$$

$$\therefore U' = \frac{Q^2}{2(2C)}$$

$$\therefore U' = \frac{(12 \times 10^{-8})^2}{4 \times 600 \times 10^{-12}}$$

$$\therefore U' = \frac{144 \times 10^{-16}}{4 \times 6 \times 10^{-10}}$$

$$\therefore U' = 6 \times 10^{-6} \text{ J}$$

➥ પ્રક્રિયા દરમિયાન ગુમાવાતી ઊર્જા

$$\Delta U = U - U'$$

$$= 12 \times 10^{-6} - 6 \times 10^{-6}$$

$$\Delta U = 6 \times 10^{-6} \text{ J}$$

15.

➥ $B = 6 \times 10^{-4}$ T $\upsilon = 3 \times 10^7$ m/s

$m = 9 \times 10^{-31}$ kg $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$1eV = 1.6 \times 10^{-19}$ J

(i) ગતિમાર્ગની ત્રિજ્યા (r)

$$r = \frac{m\upsilon}{qB}$$

$$\therefore r = \frac{9 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^7}{1.6 \times 10^{-19} \times 6 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore r = \frac{9 \times 3}{1.6 \times 6} \times 10^{-1}$$

$$\therefore r = 2.812 \times 10^{-1} \text{ m}$$

$$\therefore r = 28.12 \text{ cm}$$

(ii) આવૃત્તિ (v)

$$v = \frac{qB}{2\pi m}$$

$$\therefore v = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 6 \times 10^{-4}}{2 \times 3.14 \times 9 \times 10^{-31}}$$

$$\therefore v = \frac{1.6 \times 6}{2 \times 3.14 \times 9} \times 10^{8}$$

$$\therefore v = 0.17 \times 10^{8}$$

$$\therefore v = 17 \times 10^{6} \text{ Hz}$$

$= 17$ MHz

(iii) ગતિઊર્જા

$$K = \frac{1}{2} m\upsilon^2$$

$$\therefore K = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^{7})^2$$

$$\therefore K = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times 9 \times 10^{14}$$

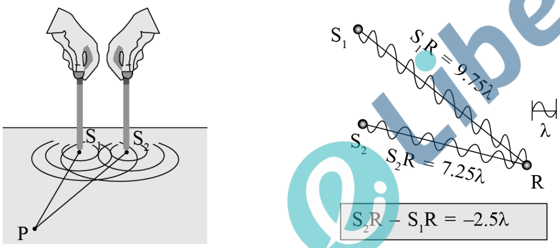
$$\therefore K = 40.5 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$\therefore K = \frac{40.5 \times 10^{-17}}{1.6 \times 10^{-19}} eV$$

$$\therefore K = 25.3 \times 10^{2}$$

$= 2.53$ *ke*V

16.

➥ 

(a) (b)

Liberty

➥ આકૃતિ (a)માં દર્શાવ્યા અનુસાર, પાણી ભરેલાં છીછરા પાત્રમાં બે સોય S_1 અને S_2 ને ગોઠવવામાં આવે છે. તેમને ઉપર-નીચેની દિશામાં સમાન રીતે પાણીની સપાટીને અડકે તેમ આવર્તગતિ કરાવવામાં આવે છે.

➥ અહીં, S_1 અને S_2 એ સુસંબદ્ધ ઉદ્‌ગમ તરીકે વર્તે છે.

➥ આકૃતિ (b)માં દર્શાવ્યા અનુસાર, માધ્યમમાં (પાણીમાં) કોઈ R બિંદુનો વિચાર કરો કે, જેના માટે $S_2R - S_1R = -2.5\ \lambda$ થાય.

➥ ઉદ્‌ગમ S_1 માંથી ઉત્પન્ન તરંગો S_2 માંથી ઉત્પન્ન તરંગો કરતાં બરાબર 2.5 આવર્ત મોડા પહોંચે છે, જેથી S_2 માંથી આવતું તરંગ કળામાં 5π જેટલું આગળ હશે.

➥ પરિણામે S_1 ના કારણે ઉત્પન્ન થતું સ્થાનાંતર,

$$y_1 = a \cos \omega t$$

➥ S_2 ના કારણે ઉત્પન્ન થતું સ્થાનાંતર,

$$y_2 = a \cos (\omega t + 5\pi)$$

$$y_2 = -a \cos \omega t$$

➥ R બિંદુ પાસે પરિણામી સ્થાનાંતર,

$$y = y_1 + y_2$$

$$\therefore y = a \cos \omega t - a \cos \omega t$$

$$\therefore y = 0$$

➥ પરિણામી સ્થાનાંતર શૂન્ય હોવાથી R બિંદુ પાસે પરિણામી તીવ્રતા શૂન્ય મળે છે. (અહીં, બંને સ્થાનાંતર એકબીજાથી વિરુદ્ધ કળામાં છે તેમ કહેવાય) જેને વિનાશક વ્યતિકરણ કહે છે.

17.

➥ $v = 3 \times 10^4$ m/s, $m = 6 \times 10^{24}$ kg, $r = 1.5 \times 10^{11}$ m

➥ બોહ્રના અધિતર્ક અનુસાર કોણીય વેગમાન

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

$$\therefore n = \frac{2\pi mvr}{h}$$

$$\therefore n = \frac{2 \times 3.14 \times 6 \times 10^{24} \times 3 \times 10^4 \times 1.5 \times 10^{11}}{6.625 \times 10^{-34}}$$

$$\therefore n = 2.6 \times 10^{74}$$

18.

➥ (a) ઇલેક્ટ્રોનની ઝડપ $v = 5.4 \times 10^6$ m/s

ઇલેક્ટ્રોનનું દળ $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

➠ ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ સાથે સંકળાયેલી ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \quad (\because p = mv)$$

$$\therefore \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 5.4 \times 10^{6}}$$

$$\therefore \lambda = 0.13492 \times 10^{-9}$$

$$\therefore \lambda = 0.135 \text{ nm}$$

➥ (b) બોલની ઝડપ $v = 30.0$ m/s

બોલનું દળ $m = 150$ g $= 150 \times 10^{-3}$ kg

➠ બોલની ગતિ સાથે સંકળાયેલી ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ,

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

$$\therefore \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{150 \times 10^{-3} \times 30}$$

$$\lambda = 0.001473 \times 10^{-31}$$

$$\lambda = 1.473 \times 10_{-34} \text{ m}$$

19.

➥ E = 2.0 × 104 N/C υ0 = 0

$d = 1.5 \times 10^{-2}$ m

➥ વિદ્યુતક્ષેત્રના કારણે લાગતું બળ

$$F = qE \therefore ma = qE \therefore a = \frac{qE}{m}$$

➥ અચળ પ્રવેગી રેખીય ગતિના સમીકરણ પરથી,

$$\therefore d = \upsilon_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$\therefore d = 0 + \frac{1}{2} at^2$$

$$\therefore d = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2$$

$$\therefore t^2 = \frac{2md}{qE}$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{2md}{qE}} \quad \dots (1)$$

➥ ઇલેક્ટ્રોનને લાગતો સમય (te) સમીકરણ (1) પરથી,

$$t_e = \sqrt{\frac{2m_e d}{eE}}$$

$$\therefore t_e = \sqrt{\frac{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.5 \times 10^{-2}}{1.6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^{4}}}$$

$$\therefore t_e = 2.92 \times 10^{-9} \text{ s}$$

$$\therefore t_e = 2.92 \text{ ns}$$

➥ પ્રોટોનને લાગતો સમય (tp) સમીકરણ (1) પરથી,

$$t_p = \sqrt{\frac{2m_p d}{eE}}$$

$$\therefore t_p = \sqrt{\frac{2 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 1.5 \times 10^{-2}}{1.6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^{4}}}$$

$$\therefore t_p = 1.26 \times 10^{-7} \text{ s}$$

$$\therefore t_p = 126 \; ns$$

➥ આમ, પ્રોટોનને લાગતો સમય વધુ હશે.

(b) પ્રોટોનમાં ઉદ્‌ભવતો પ્રવેગ

$$a_p = \frac{eE}{m_p}$$

$$\therefore a_p = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^{4}}{1.67 \times 10^{-27}}$$

$$\therefore a_p \approx 1.9 \times 10^{12} \text{ m/s}^2$$

➥ ઇલેક્ટ્રોનમાં ઉદ્‌ભવતો પ્રવેગ

$$\therefore a_e = \frac{eE}{m_e}$$

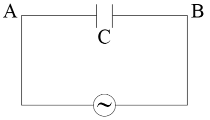
$$\therefore a_e = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^{4}}{9.1 \times 10^{-31}}$$

$$\therefore a_e = 0.35 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$$

$$\therefore a_e = 3.5 \times 10^{15} \text{ m/s}^2$$

➥ અહીં, ઇલેક્ટ્રોન અને પ્રોટોનમાં ઉદ્‌ભવતા પ્રવેગનું મૂલ્ય ગુરુત્વ પ્રવેગ કરતાં ઘણું જ વધુ હોવાથી અહીં ગુરુત્વ પ્રવેગ અવગણી શકાય છે.

20.

➥ 

$\upsilon = \upsilon_m \, sin \; \omega t$

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, કેપેસિટર સાથે AC પ્રાપ્તિસ્થાન જોડવામાં આવે છે.

➥ આ પ્રાપ્તિસ્થાનનો વોલ્ટેજ $\upsilon = \upsilon_m \, sin \; \omega t$ ..... (1)

➥ ધારો કે, કોઈ t સમયે કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર q છે.

➥ બંધ પરિપથ પર કિર્ચોફનો બીજો નિયમ લાગુ પાડતાં,

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

$$\therefore \upsilon_m \, sin \; \omega t = \frac{q}{C}$$

$$\therefore q = \upsilon_m \cdot C \; sin \; \omega t$$

➥ વિદ્યુતપ્રવાહ મેળવવા માટે સમીકરણનું સમય t ની સાપેક્ષ વિકલન કરતાં,

$$\therefore \frac{dq}{dt} = \upsilon_m C \frac{d}{dt}(\sin \omega t)$$

$$\therefore i = \upsilon_m \omega C \cos \omega t$$

$$\therefore i = \upsilon_m \omega C \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\therefore i = \frac{\upsilon_m}{\frac{1}{\omega C}} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\therefore i = i_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \quad ..... (2)$$

જ્યાં, $i_m = \frac{\upsilon_m}{\frac{1}{\omega C}}$ (વિદ્યુતપ્રવાહનો કંપવિસ્તાર)

➥ આ સમીકરણ માત્ર અવરોધ ધરાવતાં પરિપથ માટેના

$i_m = \frac{\upsilon_m}{R}$ જેવું છે.

➥ આમ, $\frac{1}{\omega C}$ એ અવરોધના જેવો જ ભાગ છે.

➥ તેને કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ કહે છે.

➥ તેને X_C વડે દર્શાવાય છે.

$\therefore X_C = \frac{1}{\omega C}$ (એકમ : ઓહમ Ω)

➥ તેથી વિદ્યુતપ્રવાહનો કંપવિસ્તાર $i_m = \frac{\upsilon_m}{X_C}$

➥ સમીકરણ (1) અને (2) પરથી કહી શકાય કે, પ્રવાહ એ વોલ્ટેજ કરતાં કળામાં $\frac{\pi}{2}$ જેટલો આગળ છે.

21.

➥ $f = -21$ cm (અંતર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ઋણ)

$u = -14$ cm

$h = 3$ cm

➥ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

$$\frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{f} + \frac{1}{u}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{-1}{21} - \frac{1}{14}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{-2-3}{42}$$

$$\therefore \upsilon = -\frac{42}{5} = -8.4 \text{ cm}$$

➥ અહીં, υ ઋણ મળે છે જે દર્શાવે છે કે, પ્રતિબિંબ વસ્તુ તરફ આભાસી અને ચત્તું મળે છે.

➥ મોટવણી $m = \frac{\upsilon}{u}$

$$\therefore m = \frac{-8.4}{-14}$$

$$\therefore m = 0.6$$

➥ $|m| < 1$ હોવાથી પ્રતિબિંબ વસ્તુ કરતાં નાનું મળે છે.

$m = \frac{h'}{h}$

$\therefore 0.6 = \frac{h'}{3}$

$\therefore h' = 1.8$ cm

➥ પ્રતિબિંબ-ઊંચાઈ 1.8 cm મળે છે.

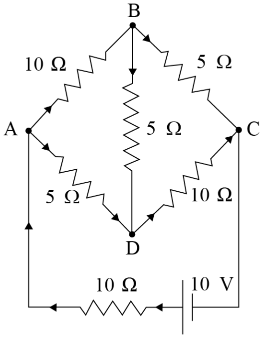
➥ જો વસ્તુને લેન્સથી દૂર લઈ જવામાં આવે, તો પ્રતિબિંબ લેન્સથી દૂર મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ ખસે છે.

➥ જ્યારે વસ્તુ અનંત અંતરે પહોંચે ત્યારે પ્રતિબિંબ લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર પર મળે છે.

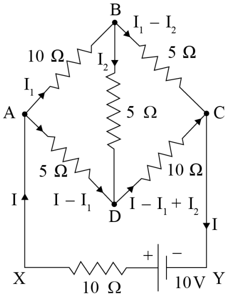
વિભાગ C

➢ **નીચે આપેલા પ્રશ્નોના માગ્યા મુજબ ઉત્તર આપો : (દરેક પ્રશ્નના ૪ ગુણ)**

22.



➥ આકૃતિમાં જુદી જુદી ભુજાઓમાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ અને તેની દિશા દર્શાવેલ છે.



➥ A – B – D – A બંધગાળા પર કિર્ચોફનો લૂપનો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$-10\,I_1 - 5\,I_2 + 5(I - I_1) = 0$

➥ સમીકરણ '5' વડે ભાગતાં

$\therefore -2\,I_1 - I_2 + I - I_1 = 0$

$\therefore I - 3\,I_1 - I_2 = 0$ .... (1)

➥ B – C – D – B બંધગાળા પર કિર્ચોફનો લૂપનો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$-5\,(I_1 - I_2) + 10(I - I_1 + I_2) + 5\,I_2 = 0$

➥ સમીકરણ '5' વડે ભાગતાં

$\therefore -(I_1 - I_2) + 2(I - I_1 + I_2) + I_2 = 0$

$\therefore -I_1 + I_2 + 2I - 2I_1 + 2I_2 + I_2 = 0$

$\therefore 2I - 3I_1 + 4I_2 = 0$ .... (2)

➥ A – B – C – Y – X – A બંધગાળા પર કિર્ચોફનો લૂપનો નિયમ લાગતાં,

$-10\,I_1 - 5(I_1 - I_2) + 10 - 10\,I = 0$

➥ સમીકરણ '5' વડે ભાગતાં

$\therefore -2\,I_1 - (I_1 - I_2) + 2 - 2\,I = 0$

$\therefore -2\,I_1 - I_1 + I_2 + 2 - 2\,I = 0$

$\therefore -2\,I - 3\,I_1 + I_2 = -2$

$\therefore 2\,I + 3\,I_1 - I_2 = 2 \;....\; (3)$

➥ સમીકરણ (1) માંથી સમીકરણ (2) બાદ કરતાં,

➥ $I - 3\,I_1 - I_2 = 0$

$2I - 3\,I_1 + 4I_2 = 0$

$-\quad +\quad -$

$\therefore \; -I - 5I_2 = 0$

$\therefore \; I + 5I_2 = 0 \quad .... (4)$

➥ સમીકરણ (2) અને સમીકરણ (3) નો સરવાળો કરતાં,

$\therefore \; 2I - 3\,I_1 + 4I_2 = 0$

$2I + 3\,I_1 - I_2 = 2$

$\therefore \; 4I + 3\,I_2 = 2 \quad .... (5)$

➥ સમીકરણ (4) ને 4 વડે ગુણી સમી. (5) માંથી બાદ કરતાં,

➥ $4I + 20\,I_2 = 0$

$4I + 3\,I_2 = 2$

$-\quad -\quad -$

$17\,I_2 = -2$

$\therefore \; I_2 = -\frac{2}{17}$ A

➥ I_2 નું મૂલ્ય સમીકરણ (4) માં મૂકતાં,

$\therefore I + 5\left(-\frac{2}{17}\right) = 0$

$\therefore I = \frac{10}{17}$ A

➥ $I = \frac{10}{17}$ A અને $I_2 = -\frac{2}{17}$ A કિંમત સમી. (1) માં મૂકતાં,

$\therefore \frac{10}{17} - 3(I_1) - \left(-\frac{2}{17}\right) = 0$

$\therefore \frac{10}{17} + \frac{2}{17} = 3\,I_1$

$\therefore \frac{12}{17} = 3\,I_1$

$\therefore I_1 = \frac{4}{17}$ A

➥ AB ભુજામાં વહેતો પ્રવાહ $I_1 = \frac{4}{17}$ A

BD ભુજામાં વહેતો પ્રવાહ $I_2 = -\frac{2}{17}$ A

➥ અહીં ઋણ નિશાની દર્શાવે છે કે, ખરેખર વિદ્યુતપ્રવાહ આપણે ધ્યાનમાં લીધેલ પ્રવાહ કરતાં વિરુદ્ધ દિશામાં એટલે કે D થી B તરફ વહે છે.

➥ BC ભુજામાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$I_1 - I_2 = \frac{4}{17} - \left(-\frac{2}{17}\right)$

$\therefore I_1 - I_2 = \frac{4+2}{17}$

$\therefore = \frac{6}{17}$ A

➥ DC ભુજામાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$I - I_1 + I_2 = \frac{10}{17} - \frac{4}{17} + \left(-\frac{2}{17}\right)$

$= \frac{10-4-2}{17}$

$= \frac{4}{17}$ A

➥ AD ભુજામાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$I - I_1 = \frac{10}{17} - \frac{4}{17}$

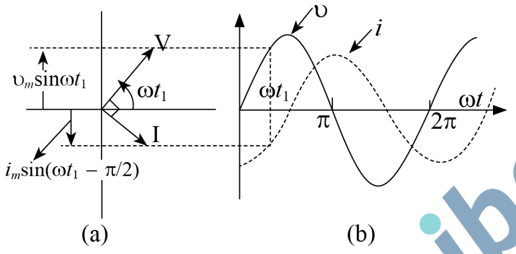
$= \frac{6}{17}$ A

23.

➥ AC પ્રાપ્તિસ્થાનનો વોલ્ટેજ $\upsilon = \upsilon_m \sin \omega t$

➥ માત્ર ઇન્ડક્ટર ધરાવતાં AC પરિપથ માટે વિદ્યુતપ્રવાહ $i = i_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ મળે છે.

➥ આ બંને સમીકરણની સરખામણી દર્શાવે છે કે, પ્રવાહ એ વોલ્ટેજ કરતાં કળામાં $\frac{\pi}{2}$ જેટલો (અથવા એક ચતુર્થાંશ ચક્ર) જેટલો પાછળ છે.



➥ આકૃતિમાં કોઈ સમય t_1 માટે વોલ્ટેજ અને પ્રવાહના ફેઝર દર્શાવેલ છે. પ્રવાહ ફેઝર $\vec{I}$ એ વોલ્ટેજ ફેઝર $\vec{V}$ કરતાં $\frac{\pi}{2}$ જેટલો પાછળ છે.

➥ જ્યારે તેમને કોણીય આવૃત્તિ (ω) સાથે વિષમઘડી દિશામાં ભ્રમણ કરાવવામાં આવે ત્યારે સમીકરણ

$\upsilon = \upsilon_m \sin \omega t$ અને $i = i_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ દ્વારા રજૂ

થતાં અનુક્રમે વોલ્ટેજ અને પ્રવાહ રચાય છે.

➥ AC પ્રાપ્તિસ્થાનનો વોલ્ટેજ $\upsilon = \upsilon_m \sin \omega t$

➥ માત્ર ઇન્ડક્ટર ધરાવતાં પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ

$i = i_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

જ્યાં, $i_m = \frac{\upsilon_m}{\omega L}$ વિદ્યુતપ્રવાહનો કંપવિસ્તાર

➥ પરિપથમાં ઇન્ડક્ટરને મળતો તત્કાલીન પાવર

$p = \upsilon i$

$\therefore p = \upsilon_m i_m \sin \omega t \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

$\therefore p = -\upsilon_m i_m \sin \omega t \cos \omega t$

$\therefore p = -\frac{\upsilon_m i_m}{2}(2 \sin \omega t \cos \omega t)$

➥ પરંતુ $2 \sin \omega t \cos \omega t = \sin 2 \omega t$

$$\therefore p = -\frac{\upsilon_m i_m}{2} \sin 2 \omega t$$

➥ એક પૂર્ણ ચક્ર દરમિયાન સરેરાશ પાવર

$$P = \overline{p} = \left\langle -\frac{\upsilon_m i_m}{2} \sin 2\omega t \right\rangle$$

$$P = -\frac{i_m \upsilon_m}{2} < \sin 2\omega t >$$

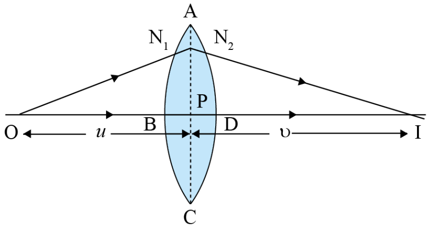
પરંતુ $< \sin 2\omega t > = 0$

$\therefore P = 0$

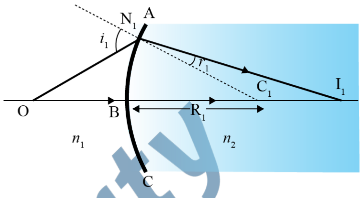
➥ આમ, એક પૂર્ણ ચક્ર દરમિયાન, ઇન્ડક્ટરને પૂરો પડાતો સરેરાશ પાવર શૂન્ય હોય છે.

24.

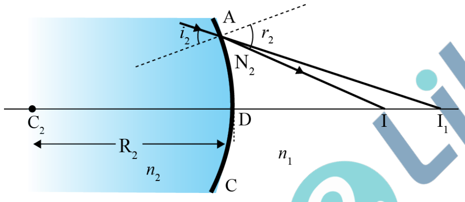
➥



(a)



(b)



(c)

Liberty

➥ આકૃતિ (a) બહિર્ગોળ લેન્સ વડે રચાતાં પ્રતિબિંબની ભૂમિતિ દર્શાવી છે.

➥ બિંદુવત્ વસ્તુ O ને ઓપ્ટિકલ કેન્દ્રથી u જેટલા અંતરે મૂકવામાં આવેલ છે. લેન્સની બીજી બાજુએ પ્રતિબિંબ I મળે છે. અહીં પ્રતિબિંબ-અંતર υ છે. લેન્સની બંને સપાટીની વક્રતાત્રિજ્યા અનુક્રમે R_1 અને R_2 છે. તેમજ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ f છે.

➥ અહીં પ્રતિબિંબની રચના બે તબક્કે જોઈ શકાય :

(i) પ્રથમ વક્રીકારક સપાટી (ABC સપાટી) વસ્તુ O નું પ્રતિબિંબ I_1 આપે છે. (આકૃતિ b)

(ii) આ પ્રતિબિંબ I_1 એ બીજી વક્રીકારક સપાટી (ADC સપાટી) માટે આભાસી વસ્તુ તરીકે વર્તે છે. (આકૃતિ c)

➥ પ્રથમ આંતરપૃષ્ઠ ABC પાસે થતાં વક્રીભવન માટે,

$$\frac{n_1}{OB} + \frac{n_2}{BI_1} = \frac{n_2 - n_1}{BC_1} \quad \text{... (1)}$$

➥ બીજા આંતરપૃષ્ઠ ADC પાસે આવી જ પ્રક્રિયા કરતાં,

$$-\frac{n_2}{DI_1} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_2 - n_1}{DC_2}$$

➥ પરંતુ પાતળા લેન્સ માટે,

$BI_1 = DI_1$

$$\therefore -\frac{n_2}{BI_1} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_2 - n_1}{DC_2} \quad \text{... (2)}$$

➥ સમીકરણ (1) અને (2) નો સરવાળો કરતાં,

$$\frac{n_1}{OB} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_2 - n_1}{BC_1} + \frac{n_2 - n_1}{DC_2} \quad ... (3)$$

➥ ધારો કે, વસ્તુ અનંત અંતરે રહેલી છે.

પરિણામે OB $\rightarrow \infty$ (અનંત) અને DI $\rightarrow f$ (કેન્દ્રલંબાઈ)

➥ સમીકરણ (3) પરથી,

$$0 + \frac{n_1}{f} = \frac{n_2 - n_1}{BC_1} + \frac{n_2 - n_1}{DC_2}$$

$$\therefore \frac{n_1}{f} = (n_2 - n_1)\left(\frac{1}{BC_1} + \frac{1}{DC_2}\right)$$

➥ આ સમીકરણમાં $BC_1 = R_1$ અને $DC_2 = -R_2$ મૂકતાં (સંજ્ઞા પદ્ધતિ અનુસાર ધન અને ઋણ નિશાની નક્કી કરેલ છે.)

$$\therefore \frac{n_1}{f} = (n_2 - n_1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\therefore \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_1}\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\therefore \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - \frac{n_1}{n_1}\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\therefore \frac{1}{f} = (n_{21} - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

➥ આ સમીકરણને લેન્સમેકરનું સમીકરણ કહે છે.

➥ લેન્સમેકરનું આ સૂત્ર અંતર્ગોળ લેન્સ માટે પણ સાચું છે. અંતર્ગોળ લેન્સ માટે R_1 ઋણ છે અને R_2 ધન છે. આથી, f ઋણ મળે છે.

25.

➥ ન્યુક્લિયસમાં પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોન આવેલ છે. જેમાં પ્રોટોન-પ્રોટોન વચ્ચે કુલંબ અપાકર્ષણ બળ લાગતું હોય છે. તેમ છતાં પ્રોટોન ન્યુક્લિયસમાંથી છટકી શકતો નથી. કારણ કે ન્યુક્લિયસમાં ન્યુક્લિયોન્સને (પ્રોટોન કે ન્યુટ્રોન) જકડી રાખનાર બળ કોઈ જુદા પ્રકારનું જ હોવું જોઈએ. તે (ધન વિદ્યુતભારિત) પ્રોટોન-પ્રોટોન વચ્ચેના અપાકર્ષણની ઉપરવટ જઈને પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનને નાના ન્યુક્લિયર કદમાં જકડી રાખે તેટલું પૂરતું પ્રબળ હોવું જોઈએ.

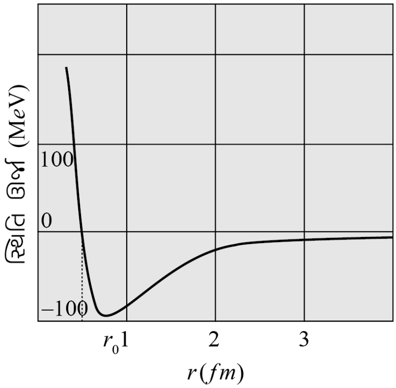
➥ ન્યુક્લિયર બળનાં ઘણાં લક્ષણો નીચે ટૂંકમાં દર્શાવ્યાં છે :

➥ (i) વિદ્યુતભારો વચ્ચે લાગતાં કુલંબ બળ અને દળો વચ્ચે લાગતાં ગુરુત્વ બળ કરતાં ન્યુક્લિયર બળ ઘણું પ્રબળ છે.

➠ આ જ કારણથી ન્યુક્લિયર બળ ન્યુક્લિયસમાં પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનને જકડી રાખે છે.

➥ (ii) ન્યુક્લિયર બળની અવધિ ફેમ્ટોમીટરના ક્રમની હોય છે. એક ફેમ્ટોમીટર કરતાં વધારે અંતર માટે આ બળનું મૂલ્ય ઝડપથી ઘટીને શૂન્ય થાય છે.

➠ મોટા કદના ન્યુક્લિયસમાં આ બળ સંતૃપ્તતાનો ગુણધર્મ ધરાવે છે.

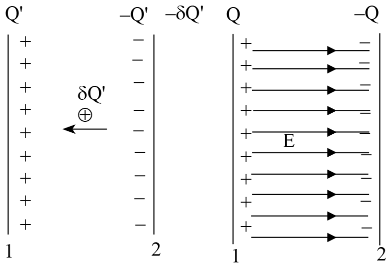


- આકૃતિમાં ન્યુક્લિયોન વચ્ચેની સ્થિતિ ઊર્જા વિરુદ્ધ અંતરનો આલેખ દર્શાવેલ છે.
- આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ 0.8 fm જેટલા અંતર r_0 માટે સ્થિતિઊર્જા લઘુતમ છે.
- 0.8 fm કરતાં વધુ મોટાં અંતરો માટે આ બળ આકર્ષણ પ્રકારનું હોય છે.
- 0.8 fm કરતાં ઓછા અંતરો માટે આ બળ અપાકર્ષણ પ્રકારનું છે.

➥ (iii) ન્યુટ્રોન-ન્યુટ્રોન વચ્ચેનું, પ્રોટોન-ન્યુટ્રોન વચ્ચેનું અને પ્રોટોન-પ્રોટોન વચ્ચેનું, ન્યુક્લિયર બળ લગભગ સમાન છે. ન્યુક્લિયર બળ વિદ્યુતભાર આધારિત નથી.

- કુલંબના નિયમ કે ન્યુટનના ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમથી વિપરિત (અલગ), ન્યુક્લિયસ બળનું કોઈ સરળ ગાણિતિક સ્વરૂપ નથી.

26.

➥ 

➥ કેપેસિટરમાં સંગ્રહિત ઊર્જા શોધવા માટે પ્રારંભમાં ધારો કે સુવાહક પરનો વિદ્યુતભાર શૂન્ય છે.

➥ હવેધારો કે, ધન વિદ્યુતભારને ટુકડે-ટુકડે સુવાહક-2 પરથી સુવાહક-1 પર લઈ જવામાં આવે છે. પ્રક્રિયાના અંતે ધારો કે સુવાહક-1 પર Q જેટલો ધન વિદ્યુતભાર અને સુવાહક-2 પર Q જેટલો ઋણ વિદ્યુતભાર આવે છે.

➥ સુવાહક-2 પરથી ધન વિદ્યુતભાર ને સુવાહક-1 પર લઈ જવા માટે કાર્ય કરવું પડે છે. આ કાર્ય જેટલી ઊર્જા કેપેસિટરમાં સંગ્રહ પામે છે, જેને કેપેસિટરમાં સંગ્રહિત ઊર્જા કહે છે.

➥ આ સમગ્ર પ્રક્રિયાની વચગાળાની એવી પરિસ્થિતિનો વિચાર કરો કે, જ્યારે સુવાહકો '1' અને '2' પર અનુક્રમે Q' અને –Q' વિદ્યુતભારો હોય.

આ વખતે સુવાહક '1' અને '2' વચ્ચે વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત $V' = \frac{Q'}{C}$ છે.

જ્યાં C તંત્રનું કેપેસિટન્સ છે.

➥ હવે કોઈ સૂક્ષ્મ વિદ્યુતભાર δQ' ને સુવાહક '2' પરથી સુવાહક '1' પર લઈ જવા માટે કરવું પડતું કાર્ય

$$\delta W = V'\delta Q' = \frac{Q'}{C}\delta Q'$$

➥ સુવાહક 1 પર + Q જેટલો વિદ્યુતભાર પ્રસ્થાપિત કરવા માટે કરવું પડતું કુલ કાર્ય

$$W = \int_0^Q \frac{Q'}{C}\delta Q'$$

$$\therefore W = \frac{1}{C}\left(\frac{Q'^2}{2}\right)_0^Q$$

$$\therefore W = \frac{1}{C}\left(\frac{Q^2}{2} - 0\right)$$

$$\therefore W = \frac{Q^2}{2C}$$

➥ આ કાર્ય કેપેસિટરમાં ઊર્જાસ્વરૂપે સંગ્રહ પામે છે, જેને કેપેસિટરમાં સંગ્રહિત ઊર્જા કહે છે.

$\therefore U = \frac{Q^2}{2C}$ મળે.

➥ તેના વિવિધ સ્વરૂપો $U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}VQ$

Liberty

➥ ઊર્જાઘનતા : એકમ કદદીઠ સંગ્રહાતી ઊર્જાને ઊર્જાઘનતા કહે છે.

➥ ધારો કે, સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરમાં દરેક પ્લેટનું ક્ષેત્રફળ A અને પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર d છે.

➥ કેપેસિટરમાં સંગ્રહિત ઊર્જા

$$U = \frac{Q^2}{2C} \text{ પરંતુ } Q = \sigma A$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \text{ મૂકતાં,}$$

જ્યાં, σ = વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠઘનતા છે.

$$\therefore U = \frac{\sigma^2 A^2}{2\frac{\varepsilon_0 A}{d}} = \frac{\sigma^2 Ad}{2\varepsilon_0}$$

➥ બે પ્લેટ વચ્ચે વિદ્યુતક્ષેત્ર $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ $\therefore \sigma = E\varepsilon_0$

$$\therefore U = \frac{E^2 \varepsilon_0^2 Ad}{2\varepsilon_0} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 Ad$$

$$\therefore \frac{U}{Ad} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$$

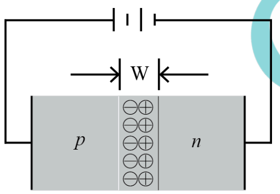
પરંતુ $Ad = V$ (બે પ્લેટ વચ્ચેના વિસ્તારનું કદ)

$$\therefore \frac{U}{V} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$$

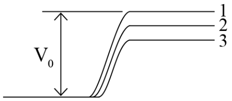
$$\therefore \rho_E = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$$

27.

➥ અર્ધવાહક ડાયોડના બે છેડા વચ્ચે બાહ્ય વોલ્ટેજ V એવી રીતે આપવામાં આવે કે જેથી p - વિસ્તારને બેટરીના ધન છેડા સાથે અને n - વિસ્તારને બેટરીના ઋણ છેડા સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે તેને ફોરવર્ડ બાયસ કર્યો કહેવાય છે.



(a)



(b)

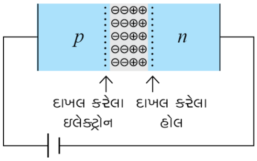
➥ અહીં ડાયોડને આપેલ વોલ્ટેજ ડિપ્લેશન વિસ્તારના બે છેડા વચ્ચે લાગે છે. લાગુ પાડેલ વોલ્ટેજ (V) ની દિશા અને બેરિયર પોટેન્શિયલ (V_0) ની દિશા વિરુદ્ધ હોય છે.

➥ પરિણામે ડિપ્લેશન સ્તરની પહોળાઈ ઘટે છે અને બેરિયરની ઊંચાઈ પણ ઘટે છે, જે આકૃતિ (b) માં દર્શાવેલ છે. ફોરવર્ડ બાયસની અસર હેઠળ પરિણામી બેરિયર ઊંચાઈ (V_0–V) હોય છે.

➥ ધારો કે શરૂઆતમાં બેટરી વડે લગાડેલ વોલ્ટેજ ઓછો છે. પરિણામે આ પરિસ્થિતિમાં બેરિયર પોટેન્શિયલ સંતુલન સ્થિતિમાંથી થોડુંક જ ઘટે છે.

➥ પરિણામે જે વિદ્યુતવાહકો સૌથી ઉપરના ઊર્જા સ્તરમાં હોય તે પૂરતી ઊર્જા મેળવીને જંક્શનમાંથી પસાર થાય છે. આ પરિસ્થિતિમાં વિદ્યુતવાહકોની સંખ્યા ઓછી હોવાથી વિદ્યુતપ્રવાહ પણ ઓછો રચાય છે.

- હવે જો બેટરીના વોલ્ટેજ વધારવામાં આવે તો બેરિયર પોટેન્શિયલની ઊંચાઇ ઘટે છે અને વધારે પ્રમાણમાં વિદ્યુતભાર વાહકો પૂરતી ઊર્જા મેળવે છે. જેના કારણે વિદ્યુતપ્રવાહ પણ વધે છે.
- p - n જંક્શનને લગાડેલ વોલ્ટેજ (ફોરવર્ડ બાયસ)ના કારણે n-વિસ્તારમાંના ઇલેક્ટ્રોન ડિપ્લેશન વિસ્તાર પસાર કરીને p - વિસ્તારમાં આવે છે એ જ રીતે p - વિસ્તારમાંથી હોલ જંક્શન પસાર કરીને n - વિસ્તારમાં પહોંચે છે. ફોરવર્ડ બાયસની અસર હેઠળ આ પ્રક્રિયાને માઇનોરિટી વાહક ઈન્જેક્શન કહેવાય છે.
- જંક્શનની નજીક બંને બાજુ, માઇનોરિટી વાહકોની સંખ્યા ઘનતા વધુ હોય છે. જંક્શનથી દૂર જતાં માઇનોરિટી વાહકોની સંખ્યા ઘટે છે.
- આ સંખ્યા ઘનતાના તફાવતના કારણે p-તરફ દાખલ થયેલા ઇલેક્ટ્રોન p-વિસ્તારના બીજા છેડે પહોંચે છે. તે જ રીતે n-તરફ દાખલ થયેલા હોલ જંક્શનની n-તરફની ધારથી n-વિસ્તારના બીજા છેડે પહોંચે છે. (જે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.)



- વિદ્યુતભાર વાહકોની બંને તરફની આ ગતિના કારણે વિદ્યુતપ્રવાહ રચાય છે. ડાયોડનો કુલ ફોરવર્ડ વિદ્યુતપ્રવાહ એ હોલ ડિફ્યુઝન પ્રવાહ અને ઇલેક્ટ્રોન ડિફ્યુઝન પ્રવાહના સરવાળા જેટલો હોય છે. આ પ્રવાહનું મૂલ્ય mA ના ક્રમનું હોય છે.

Liberty