લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક **અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 10**

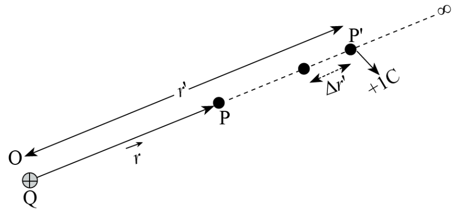
Part A

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

વિભાગ A

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

1.

➥ 

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર ઉગમબિંદુ પર Q ($Q > 0$) વિદ્યુતભાર આવેલ છે. ઉગમબિંદુ O થી સ્થાનસદિશ $\vec{r}$ ધરાવતાં કોઈ બિંદુ P પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન મેળવવું છે. આ માટે એકમ ધન પરીક્ષણ વિદ્યુતભારને અનંત અંતરેથી P બિંદુ સુધી લાવવા માટે બાહ્ય બળ દ્વારા થતું કાર્ય ગણવું પડે.

➥ ધારો કે, અનંત અંતર અને બિંદુ P સુધીના માર્ગમાં વચ્ચે r' જેટલા અંતરે બિંદુ P' આવેલ છે.

➥ P' બિંદુ આગળ રહેલા એકમ ધન વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ

$$\vec{F'} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r'^2} \cdot \hat{r}'$$

જ્યાં $\hat{r}'$ એ $\overrightarrow{OP'}$ ની દિશામાંનો એકમ સદિશ છે.

➥ એકમ ધન વિદ્યુતભારને $\overrightarrow{\Delta r'}$ જેટલું સ્થાનાંતર આપવા માટે આ બળની વિરુદ્ધમાં થતું કાર્ય,

$$\Delta W = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r'^2} \cdot \Delta r' \text{ ..... (1)}$$

➥ [બાહ્ય બળ વડે થયેલું કુલ કાર્ય (W) મેળવવા માટે, $r' = \infty$ થી $r' = r$ સુધી સંકલન કરવું પડે.]

➥ $$\therefore \text{ કુલ કાર્ય } W = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \int_{\infty}^{r} \frac{1}{r'^2} \cdot dr' \left(\because \lim_{\Delta r' \to 0}\right)$$

$$\therefore W = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \left[\frac{r'^{-2+1}}{-2+1}\right]_{\infty}^{r}$$

$$\therefore W = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \left[-\frac{1}{r'}\right]_{\infty}^{r}$$

$$\therefore W = -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0} \left(-\frac{1}{r} + \frac{1}{\infty}\right)$$

$$\therefore W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

➥ વ્યાખ્યા અનુસાર આ કાર્યને વિદ્યુતભાર Q ને લીધે P આગળનું સ્થિતિમાન કહે છે.

$$V(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

➥ જો $Q < 0$ લેવામાં આવે તો $V < 0$ મળે છે. એટલે કે, એકમ ધન પરીક્ષણ વિદ્યુતભારને અનંત અંતરેથી આપેલા બિંદુએ લાવવા માટે કરેલું કાર્ય ઋણ છે.

➥ જો $Q > 0$ લેવામાં આવે તો $V > 0$ મળે છે. એટલે કે, એકમ ધન પરીક્ષણ વિદ્યુતભારદીઠને અનંત અંતરેથી આપેલા બિંદુએ લાવવા માટે કરેલું કાર્ય ધન છે.

2.

➥ ધારો કે, બે વિદ્યુતભાર q_1 અને q_2 અનંત અંતરે રહેલાં છે.

➥ વિદ્યુતભાર q_1 ને અનંત અંતરેથી $\vec{r_1}$ પર લાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય $q_1 V(\vec{r_1})$ છે.

➥ વિદ્યુતભાર q_2 ને અનંત અંતરેથી $\vec{r_2}$ પર લાવવા બાહ્ય વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E}$ ની વિરુદ્ધમાં અને q_1 ના ક્ષેત્રની વિરુદ્ધમાં પણ કાર્ય કરવું પડે છે.

(i) બાહ્ય ક્ષેત્રની વિરુદ્ધમાં q_2 પર કરેલું કાર્ય

$q_2 V(\vec{r_2})$

(ii) q_1 ના ક્ષેત્રની વિરુદ્ધમાં q_2 પર કરેલું કાર્ય

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$ (W = VQ સૂત્ર પરથી આ કાર્ય મળે છે.)

જ્યાં r_{12} એ વિદ્યુતભાર q_1 અને q_2 વચ્ચેનું અંતર દર્શાવે છે.

➥ સંપાતપણાના સિદ્ધાંત અનુસાર q_1 અને q_2 વડે બનતા તંત્રની સ્થિતિઊર્જા, એટલે કે કરવું પડતું કાર્ય W નીચે મુજબ લખી શકાય :

$$U = q_1 V(\vec{r_1}) + q_2 V(\vec{r_2}) + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

3.

➥ વાહકનો અવરોધ

$R = \frac{\varrho l}{A}$ જ્યાં, ϱ - સુવાહકની અવરોધકતા છે.

$\therefore \varrho = \frac{RA}{l}$

આ સમીકરણમાં $A = 1$ એકમ અને $l = 1$ એકમ લેતાં $\varrho = R$ મળે.

➥ વ્યાખ્યા : "એકમ આડછેદનું ક્ષેત્રફળ અને એકમ લંબાઈ ધરાવતાં વાહકના અવરોધને અવરોધકતા કહે છે."

➥ અવરોધકતાનું મૂલ્ય દ્રવ્યની જાત અને તાપમાન પર આધાર રાખે છે.

➥ એકમ $\Omega\, m$ (ઓહ્મ × મીટર)

પારિમાણિક સૂત્ર $M^1L^3T^{-3}A^{-2}$

4.

➥ $m = 1.5\ J\ T^{-1}$

$B = 0.22\ T$

(a) (i) મેગ્નેટિક મોમેન્ટને ચુંબકીયક્ષેત્રને સમાંતરથી લંબરૂપે ગોઠવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય (W_1)

➠ અહીં $\theta_1 = 0$ અને $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$

➠ ચુંબકને θ_1 થી θ_2 કોણે લઈ જવા માટે કરવું પડતું કાર્ય (W_1)

$W_1 = mB\,(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

$W_1 = (1.5) \cdot (0.22)\,(\cos 0 - \cos \frac{\pi}{2})$

$W_1 = (0.33)\,(1 - 0)$

$W_1 = 0.33\ J$

(ii) મેગ્નેટિક મોમેન્ટને ચુંબકીયક્ષેત્રને સમાંતરથી વિરુદ્ધ ગોઠવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય (W_2)

➠ અહીં $\theta_1 = 0$ અને $\theta_2 = \pi$

➠ આ કિસ્સામાં ચુંબક પર કરવું પડતું કાર્ય

$W_2 = mB\,(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$ પરથી,

$W_2 = (1.5) \cdot (0.22)\,(\cos 0 - \cos \pi)$

$W_2 = (0.33)\,(1 - (-1))$

$W_2 = (0.33)\,(2)$

$= 0.66\ J$

(b) (i) મેગ્નેટિક મોમેન્ટને ચુંબકીયક્ષેત્રને લંબરૂપે ગોઠવવામાં આવે ત્યારે ચુંબક પર લાગતું ટોર્ક

$\tau_1 = mB\sin\theta$ પરથી,

અહીં $\theta = \frac{\pi}{2}$ થશે.

$\therefore \tau_1 = (1.5) \cdot (0.22)\ sin\ \frac{\pi}{2}$

$\therefore \tau_1 = (0.33)\ (1)$

$\therefore \tau_1 = 0.33$ Nm

(ii) મેગ્નેટિક મોમેન્ટને ચુંબકીયક્ષેત્રને સમાંતરથી વિરુદ્ધ ગોઠવવામાં આવે ત્યારે ચુંબક પર લાગતું ટોર્ક

$\tau_2 = mB\ sin\ \theta$ પરથી,

અહીં $\theta = \pi$ થશે.

$\therefore \tau_2 = (1.5) \cdot (0.22)\ sin\ \pi$

$\therefore \tau_2 = (0.33)\ (0)$

$\therefore \tau_2 = 0$

5.

➥ $\Delta t = 0.1$ s

$\Delta I = -5$ A

$< \varepsilon > = 200$ V

L = ?

➥ ગૂંચળામાં સરેરાશ પ્રેરિત *emf*

$$< \varepsilon > = -L\ \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\therefore 200 = -L\left(-\frac{5}{0.1}\right)$$

$\therefore 200 = 50$ L

$\therefore$ L = 4 H

6.

➥ $B_y = 2 \times 10^{-7}\ sin\ (0.5 \times 10^3 x + 1.5 \times 10^{11} t)$ T ને

$B_y = B_0\ sin\ (kx + \omega t)$ સાથે સરખાવતાં,

$B_0 = 2 \times 10^{-7}$ T $k = 0.5 \times 10^3\ \frac{rad}{m}$,

$\omega = 1.5 \times 10^{11}\ \frac{rad}{s}$

➥ (a) (i) તરંગની તરંગલંબાઈ (λ)

$k = 0.5 \times 10^3\ \frac{rad}{m}$

$\frac{2\pi}{\lambda} = 0.5 \times 10^3$

$\therefore \lambda = \frac{2 \times 3.14}{0.5 \times 10^3}$

$\therefore \lambda = 12.56 \times 10^{-3}$ m

$\therefore \lambda = 1.256$ cm

(ii) આવૃત્તિ (v)

$\omega = 1.5 \times 10^{11}\ \frac{rad}{s}$

$\therefore 2\pi v = 1.5 \times 10^{11}$

$\therefore v = \frac{1.5 \times 10^{11}}{2 \times 3.14}$

$\therefore v = 0.2388 \times 10^{11}$ Hz

$\therefore v = 23.9$ GHz

➥ (b) વિદ્યુતક્ષેત્રનો કંપવિસ્તાર (E_0)

$\frac{E_0}{B_0} = C$ પરથી

$E_0 = B_0 C = 2 \times 10^{-7} \times 3 \times 10^{8}$

$E_0 = 60 \frac{V}{m}$

➡ વિદ્યુતક્ષેત્રનો ઘટક એ પ્રસરણ દિશા અને ચુંબકીયક્ષેત્રને લંબ હશે. તેથી આ વિદ્યુતક્ષેત્રનો ઘટક Z-અક્ષની દિશામાં હશે.

➡ વિદ્યુતક્ષેત્રનું સમીકરણ,

$E_Z = E_0 \sin (kx + \omega t)$

$E_Z = 60 \sin (0.5 \times 10^3 x + 1.5 \times 10^{11} t) \frac{V}{m}$

7.

➡ $u = -100$ cm

$\upsilon = ?$

$R = +20$ cm

$n_1 = 1$

$n_2 = 1.5$

➡ એક વક્રીભવનકારક સપાટી પાસે વક્રીભવનનું સૂત્ર,

$$-\frac{n_1}{u} + \frac{n_2}{\upsilon} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

$$\therefore -\frac{1}{-100} + \frac{1.5}{\upsilon} = \frac{1.5 - 1}{20}$$

$$\therefore \frac{1}{100} + \frac{1.5}{\upsilon} = \frac{0.5}{20}$$

$$\therefore \frac{1.5}{\upsilon} = \frac{0.5}{20} - \frac{1}{100}$$

$$\therefore \frac{1.5}{\upsilon} = \frac{2.5 - 1}{100}$$

$$\therefore \frac{1.5}{\upsilon} = \frac{1.5}{100}$$

$\therefore \upsilon = 100$ cm

➡ આમ, પ્રતિબિંબ સપાટીથી આપાતકિરણની દિશામાં 100 cm દૂર મળશે.

8.

➡ સહાયક વ્યતિકરણ :

➡ બે સુસંબદ્ધ ઉદ્‌ગમો (S_1 અને S_2) સમાન કળામાં દોલન કરતાં હોય અને માધ્યમમાં કોઈ યાદૃચ્છિક બિંદુ P પાસે પથ-તફાવત,

$S_1P \sim S_2P = n\lambda$ (જ્યાં, $n = 0, 1, 2, 3, ...$)

હોય ત્યારે આપેલ બિંદુ પાસે તીવ્રતા મહત્તમ ($I = 4 I_0$) મળે છે, એટલે કે સહાયક વ્યતિકરણ રચાય છે તેમ કહેવાય.

[S_1P અને S_2P વચ્ચેની ~ સંજ્ઞા S_1P અને S_2P વચ્ચેનો તફાવત સૂચવે છે.]

➡ વિનાશક વ્યતિકરણ :

➡ બે સુસંબદ્ધ ઉદ્‌ગમો (S_1 અને S_2) સમાન કળામાં દોલન કરતાં હોય અને માધ્યમમાં કોઈ યાદૃચ્છિક બિંદુ P પાસે પથ-તફાવત,

$$S_1P \sim S_2P = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda \left(S_1P \sim S_2P = (2n+1)\frac{\lambda}{2}\right)$$

જ્યાં, $n = 0, 1, 2, 3 ...$ હોય ત્યારે આપેલ બિંદુ પાસે તીવ્રતા શૂન્ય મળે છે, એટલે કે આપેલ બિંદુ પાસે વિનાશક વ્યતિકરણ રચાય છે તેમ કહેવાય.

9.

➡ ધાતુનું કાર્યવિધેય $\varphi_0 = 4.2\ eV$

ધાતુ પર આપાત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ $\lambda = 330$ nm

➡ પ્રકાશના એક ફોટોનની ઊર્જા,

$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

$\therefore E = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{330 \times 10^{-9}}$

$\therefore E = 0.06022 \times 10^{-17}$

$\therefore E = 6.022 \times 10^{-19}$ J

$\therefore E = \frac{6.022 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}}$ eV = 3.76 eV

➥ પણ અહીં E (3.76 eV) < φ_0 (4.2 eV) છે. માટે ધાતુમાંથી ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થશે નહીં.

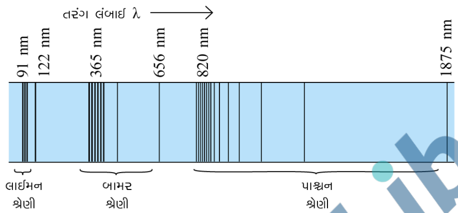
10.

➥ ઉત્સર્જન વર્ણપટ્ટ

- દરેક તત્ત્વને તેના દ્વારા ઉત્સર્જિત વિકિરણનો લાક્ષણિક વર્ણપટ્ટ હોય છે.
- નીચા દબાણે પરમાણુક વાયુ કે બાષ્પમાંથી સામાન્ય રીતે વિદ્યુત પ્રવાહ પસાર કરીને તેને ઉત્તેજીત કરવામાં આવે છે. ત્યારે ઉત્સર્જિત વિકિરણના વર્ણપટ્ટમાં અમુક નિશ્ચિત તરંગલંબાઈઓ જ હોય છે. આ પ્રકારના વર્ણપટ્ટને ઉત્સર્જન રેખીય વર્ણપટ્ટ કહે છે. આ વર્ણપટ્ટ કાળા પડદા પર મેળવી શકાય છે.
- આવો જ એક પરમાણુક હાઈડ્રોજન માટેનો વર્ણપટ્ટ આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.

➥ શોષણ વર્ણપટ્ટ :

- જ્યારે શ્વેત પ્રકાશને પરમાણુક વાયુમાંથી પસાર કરવામાં આવે ત્યારે તેમાંથી અમુક ચોક્કસ પ્રકારની તરંગલંબાઈઓનું શોષણ થાય છે.



- પરમાણુ માત્ર એવી જ તરંગલંબાઈઓનું શોષણ કરે છે કે જે તરંગલંબાઈ તેને એક ઉત્તેજીત અવસ્થામાંથી બીજી ઉત્તેજીત અવસ્થામાં લઈ જાય.
- પરિણામે જો નિર્ગમન પામતા પ્રકાશનું સ્પેક્ટ્રોમીટરની મદદથી વિશ્લેષણ કરવામાં આવે ત્યારે જે તરંગલંબાઈનું શોષણ થઈ ગયું હોય તે તરંગલંબાઈના સ્થાને કાળી રેખા જોવા મળે છે.
- આ વર્ણપટ્ટને શોષણ વર્ણપટ્ટ કહે છે.

11.

➥ ${}_{7}N^{14}$ માં પ્રોટોનની સંખ્યા Z = 7 અને

ન્યુટ્રોનની સંખ્યા N = 14 – 7 = 7

➥ દળ ક્ષતિ $\Delta M = (Zm_p + Nm_n) - M({}_{7}N^{14})$

$\Delta M = (7 \times 1.007825 + 7 \times 1.008665) - 14.00307$

$\therefore \Delta M = 7.054775 + 7.060655 - 14.00307$

$\therefore \Delta M = 0.11236\ u$

➥ આ દળ ક્ષતિને સમતુલ્ય ઊર્જા

$E_b = \Delta M c^2$ પરથી

$E_b = 0.11236 \times 931.5$ MeV

$E_b = 104.7$ MeV

12.

➥ p - n જંક્શનની રિવર્સ બાયસ લાક્ષણિકતાનો અભ્યાસ કરવા માટેનો જરૂરી પરિપથ આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, બેટરીને રિઓસ્ટેટ મારફતે ડાયોડ સાથે જોડવામાં આવે છે, જેથી ડાયોડને લાગુ પાડેલ રિવર્સ બાયસ વોલ્ટેજમાં ફેરફાર કરી શકાય છે.

➥ વોલ્ટેજનાં જુદાં-જુદાં મૂલ્યો માટે, વિદ્યુતપ્રવાહનાં મૂલ્યો નોંધવામાં આવે છે અને આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા મુજબ, વોલ્ટેજ અને પ્રવાહનો આલેખ દોરવામાં આવે છે. રિવર્સ બાયસમાં મળતો વિદ્યુતપ્રવાહ $\propto$A ના ક્રમનો હોય છે.

➥ આ વિદ્યુતપ્રવાહને રિવર્સ સેચ્યુરેશન પ્રવાહ કહે છે.

➥ આલેખમાં દર્શાવ્યા મુજબ (આકૃતિ b) રિવર્સ બાયસમાં વોલ્ટેજનું મૂલ્ય અમુક ચોક્કસ મૂલ્ય સુધી ન વધે ત્યાં સુધી વિદ્યુતપ્રવાહ નહિવત્ રીતે ધીમેથી વધે છે.

➥ અમુક લાક્ષણિક વોલ્ટેજ પછી બાયસ વોલ્ટેજમાં થોડો પણ ફેરફાર કરતાં ડાયોડ પ્રવાહમાં ઘણો મોટો ફેરફાર થાય છે. જે વોલ્ટેજ આ ઘટનામાં જોવા મળે તેને બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ કહે છે.

➥ રિવર્સ બાયસમાં એક વખત બ્રેકડાઉન થઈ જાય ત્યાર બાદ વોલ્ટેજ લગભગ અચળ જળવાઈ રહે છે. ડાયોડની આ લાક્ષણિકતાનો ઉપયોગ કરીને વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર પરિપથ બનાવવામાં આવે છે.

➥ રિવર્સ બાયસમાં ડાયોડના ચલ (ડાયનેમિક) અવરોધનું મૂલ્ય આશરે MΩ ના ક્રમનું હોય છે.

વિભાગ B

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

13.

➥ અહીં, કોઈ પણ બે વિદ્યુતભાર વચ્ચે લાગતું આકર્ષણ કે અપાકર્ષણ બળનું મૂલ્ય સમાન થશે.

આ બળનું મૂલ્ય $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{l^2}$ થાય.

➥ A પર રહેલ q વિદ્યુતભાર પર લાગતું પરિણામી બળ

$$F_1 = \sqrt{F_{12}^2 + F_{13}^2 + 2F_{12}F_{13}\cos 120^\circ}$$

$F_{12} = F_{13} = F$ મૂકતાં,

$$F_1 = \sqrt{F^2 + F^2 + 2F^2\left(-\frac{1}{2}\right)}$$

$$\therefore F_1 = \sqrt{F^2 + F^2 - F^2} = F$$

$$\therefore F_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{l^2}$$

(આ બળની દિશા BC ને સમાંતર હશે.)

➥ B પર રહેલ q વિદ્યુતભાર પર લાગતું પરિણામી બળ

$$F_2 = \sqrt{F_{21}^2 + F_{23}^2 + 2F_{21} \cdot F_{23}\cos 120^\circ}$$

$F_{21} = F_{23} = F$ મૂકતાં,

$$F_2 = \sqrt{F^2 + F^2 + 2\,F^2\left(-\frac{1}{2}\right)}$$

$$\therefore F_2 = \sqrt{F^2 + F^2 - F^2}$$

$$\therefore F_2 = F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{l^2}$$

(આ બળની દિશા AC ને સમાંતર હશે.)

➥ C પર રહેલ $-q$ વિદ્યુતભાર પર લાગતું પરિણામી બળ

$$F_3 = \sqrt{F_{31}^2 + F_{32}^2 + 2F_{31} \cdot F_{32}\cos 60}$$

F31 = F32 = F મૂકતાં,

$\therefore F3 = \sqrt{F^2 + F^2 + 2F^2\left(\frac{1}{2}\right)}$

$\therefore F3 = \sqrt{F^2 + F^2 + F^2}$

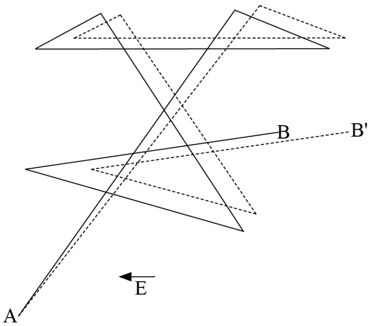
$= \sqrt{3}F$

(આ બળની દિશા AB ને લંબ અધો દિશામાં)

$\therefore F3 = \frac{\sqrt{3}}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{l^2}$

14.

➥ વાહક પદાર્થમાં મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન અને લેટિસ બિંદુએ ગોઠવાયેલા ધન આયનો આવેલાં હોય છે. (મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન ધાતુમાંથી બહાર છટકી શકતા નથી.)



➥ વાહક પદાર્થમાં રહેલાં મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન ધન આયન વચ્ચેના અવકાશમાં અસ્ત-વ્યસ્ત ગતિ કરતાં હોય છે. આવી ગતિ દરમિયાન તેઓ ધન આયન સાથે અથડામણ અનુભવે છે. અથડામણ બાદ તેઓ તેજ ઝડપથી પરંતુ અસ્ત-વ્યસ્ત દિશામાં ગતિ કરે છે.

➥ જો બધા જ ઇલેક્ટ્રોનને ધ્યાનમાં લઈએ તો તેમની અસ્ત-વ્યસ્ત દિશાને લીધે તેમનો સરેરાશ વેગ શૂન્ય થાય છે.

➥ આમ, જો N જેટલા ઇલેક્ટ્રોન હોય અને તેમાં i માં (i = 1, 2, 3, ... N) ઇલેક્ટ્રોનનો આપેલ સમયે વેગ $\overrightarrow{\mathrm{y}_i}$ હોય, તો

$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\vec{\upsilon}_i = 0$ થશે.

➥ હવે જો વિદ્યુતક્ષેત્ર લાગુ પાડવામાં આવે તો, આ વિદ્યુતક્ષેત્રના કારણે ઇલેક્ટ્રોન પર બળ લાગે છે. જેના કારણે ઇલેક્ટ્રોન પ્રવેગિત થાય છે. તેમાં ઉદ્‌ભવતો પ્રવેગ

$\vec{a} = \frac{-e\vec{E}}{m}$ જ્યાં, $-e$ એ ઇલેક્ટ્રોનનો વિદ્યુતભાર

m એ ઇલેક્ટ્રોનનું દળ

$\vec{E}$ -લાગુ પાડેલ વિદ્યુતક્ષેત્ર દર્શાવે છે.

➥ ધારો કે, ઇલેક્ટ્રોનની કોઈ ધન આયન સાથેની અથડામણ થયા બાદ t_i જેટલો સમય પસાર થાય છે.

➥ ધન આયન સાથેની અથડામણ બાદ ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ $\vec{\upsilon}_i$ છે.

➥ t_i સમયે ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ $\vec{V}_i$ નીચેના સૂત્ર મુજબ આપી શકાય છે :

$\vec{V}_i = \vec{\upsilon}_i + \frac{-e\vec{E}}{m} t_i$ ..... (1)

➥ પરંતુ $\vec{\upsilon}_i$ નું સરેરાશ મૂલ્ય શૂન્ય થાય છે. કારણ કે, અથડામણ પછી ઇલેક્ટ્રોનના વેગની દિશા સંપૂર્ણપણે અસ્ત-વ્યસ્ત હોય છે.

➥ ઇલેક્ટ્રોનની આયનો સાથેની અથડામણ નિયમિત સમયગાળે થતી નથી, પરંતુ અસ્ત-વ્યસ્ત સમયગાળે થાય છે.

➥ ઇલેક્ટ્રોનની ધન આયનો સાથેની બે ક્રમિક અથડામણો વચ્ચેના સરેરાશ સમયને રિલેક્સેશન સમય કહે છે અને તેને τ વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

➥ કેટલાક ઇલેક્ટ્રોન માટે બે ક્રમિક અથડામણ વચ્ચેનો સમય τ કરતાં મોટો અને કેટલાક ઇલેક્ટ્રોન માટે બે ક્રમિક અથડામણ વચ્ચેનો સમય τ

કરતાં નાનો હોય છે, પરંતુ આ સમયના સરેરાશ મૂલ્યને τ (રિલેક્સેશન સમય) કહે છે.

➥ સમીકરણ (1) નું N ઇલેક્ટ્રોન માટે સરેરાશ મૂલ્ય લેતાં, તે ઇલેક્ટ્રોનનો ડ્રિફ્ટ વેગ આપે છે.

➥ સમીકરણ (1) નું સરેરાશ મૂલ્ય

$$\vec{\upsilon}_d = \vec{V}_{i\,(\text{સરેરાશ})} = \vec{\upsilon}_{i\,(\text{સરેરાશ})} - \frac{e\vec{E}}{m}\, t_{i\,(\text{સરેરાશ})}$$

$$\therefore \vec{\upsilon}_d = -\frac{e\vec{E}}{m}\,\tau \;\ldots\ldots (2) \left(\because \vec{\upsilon}_{i\,(\text{સરેરાશ})} = 0 \text{ અને } t_{i(\text{સરેરાશ})} = \tau\right)$$

➥ સમીકરણ (2) દર્શાવે છે કે, ઇલેક્ટ્રોન પ્રવેગિત હોવા છતાં સમયથી સ્વતંત્ર એવા સરેરાશ વેગથી ગતિ કરે છે. આ ઘટનાને ડ્રિફ્ટ કહે છે.

➥ સમીકરણ (2) માંના ઇલેક્ટ્રોનના વેગને ડ્રિફ્ટ વેગ કહે છે.

15.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, સમાન ચુંબકીયક્ષેત્ર પુસ્તકના પાનાને લંબ અંદર જતી દિશામાં છે.

➥ આ ચુંબકીયક્ષેત્રમાં એક વિદ્યુતભારિત કણને $\vec{\upsilon}$ જેટલા વેગથી ચુંબકીયક્ષેત્રમાં લંબરૂપે દાખલ કરવામાં આવે છે.

➥ પરિણામે વિદ્યુતભારિત કણ પર $q(\vec{\upsilon} \times \vec{B})$ અનુસાર ચુંબકીયબળ લાગે છે. આ બળ કણ પર કેન્દ્રગામી બળ પૂરું પાડે છે, જેથી આ બળની અસર હેઠળ વિદ્યુતભારિત કણ વર્તુળાકાર માર્ગ પર ગતિ કરે છે.

➥ ધારો કે, કણના ગતિમાર્ગની ત્રિજ્યા r છે.

∴ કેન્દ્રગામી બળ = ચુંબકીય બળ

$$\therefore \frac{m\upsilon^2}{r} = q\upsilon B$$

($\because \vec{\upsilon} \perp \vec{B}$ છે માટે ચુંબકીયબળ $= q\upsilon B \sin\theta$

$= q\upsilon B \sin 90$

$= q\upsilon B$)

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

$$\therefore r = \frac{m\upsilon}{qB} \;\ldots\ldots (1)$$

➥ સમીકરણ (1) દર્શાવે છે કે, કણના વર્તુળાકાર માર્ગની ત્રિજ્યા એ કણના વેગમાન ($P = m\upsilon$) ના સમ-પ્રમાણમાં હોય છે.

➥ આમ, જો કણનું વેગમાન વધે તો વર્તુળાકાર માર્ગની ત્રિજ્યામાં વધારો થાય છે.

➥ ધારો કે, કણની વર્તુળમય ગતિ માટે કોણીય આવૃત્તિ ω છે.

➥ રેખીય વેગ $\upsilon = r\omega$

આ કિંમત સમીકરણ (1) માં મૂકતાં,

$$\therefore r = \frac{m(r\omega)}{qB}$$

$$\therefore 1 = \frac{m\omega}{qB}$$

$$\therefore \omega = \frac{qB}{m} \;\ldots\ldots (2)$$

પરંતુ $\omega = 2\pi v$ જ્યાં, v = કણની આવૃત્તિ

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

$$\therefore v = \frac{qB}{2\pi m} \;\ldots\ldots (3)$$

➥ વિદ્યુતભારિત કણનો આવર્તકાળ

$$T = \frac{1}{v}$$

$$\therefore T = \frac{2\pi m}{qB} \text{ (સમીકરણ (3) પરથી) } \ldots\ldots (4)$$

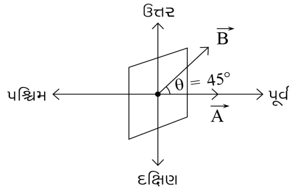
➥ સમીકરણ (1) અને (3) પરથી કહી શકાય કે, જો વિદ્યુતભારિત કણનું રેખીય વેગમાન વધારવામાં આવે તો વર્તુળાકાર માર્ગની ત્રિજ્યા વધે છે, પરંતુ આવૃત્તિ અચળ જળવાય રહે છે. આ સિદ્ધાંત અનુસાર સાઇક્લોટ્રોન કાર્ય કરે છે.

16.

➡ $l = 10$ cm $\quad\quad B_1 = 0.10$ T

$A = l^2 = 100\ cm^2 = 10^{-2}\ m^2 \quad\quad \Delta t = 0.70$ s

$R = 0.5\ \Omega \quad\quad B_2 = 0$



➡ ગૂંચળામાં પ્રેરિત થતું *emf*

$$|\varepsilon| = \frac{|\Delta\phi_B|}{\Delta t} \text{ (ફેરેડેના નિયમ પરથી)}$$

$$\therefore |\varepsilon| = \frac{|\phi_2 - \phi_1|}{\Delta t}$$

$$\therefore |\varepsilon| = \frac{|B_2 A \cos\theta - B_1 A \cos\theta|}{\Delta t}$$

$$\therefore |\varepsilon| = \frac{|-B_1 A \cos\theta|}{\Delta t} \quad (\because B_2 = 0)$$

$$\therefore |\varepsilon| = \frac{0.1 \times 10^{-2} \times \cos 45}{0.7}$$

$$\therefore |\varepsilon| = 0.1 \cdot 10^{-2}\ V$$

$$\therefore |\varepsilon| = 1\ mV$$

➡ ગૂંચળામાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહનું માન (I)

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\therefore I = \frac{0.1 \times 10^{-2}}{0.5}$$

$$\therefore I = 0.2 \cdot 10^{-2}\ A$$

$$\therefore I = 2\ mA$$

17.

➡ $V = 220$ V,

$P = 100$ W

(a) બલ્બનો અવરોધ (R)

$\therefore P = \dfrac{V^2}{R}$ પરથી,

$$\therefore R = \frac{V^2}{P}$$

$$= \frac{220 \times 220}{100}$$

$$\therefore R = 484\ \Omega$$

(b) સ્ત્રોત વોલ્ટેજનું મહત્તમ મૂલ્ય (υ_m)

$$\therefore \upsilon_m = \sqrt{2}\ V$$

$$\therefore \upsilon_m = (1.414)(220)$$

$$\therefore \upsilon_m = 311\ V$$

(c) બલ્બમાંથી વહેતા પ્રવાહનું rms મૂલ્ય,

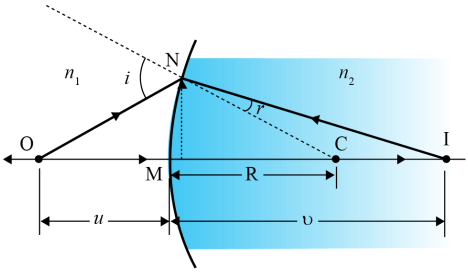
$$\therefore I = \frac{V}{R} = \frac{220}{484}$$

$$\therefore I = 0.454\ A$$

18.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, વક્રસપાટીની મુખ્ય અક્ષ પર બિંદુવત્ વસ્તુ O મૂકવામાં આવેલ છે. વક્રસપાટીનું વક્રતાકેન્દ્ર 'C' અને વક્રતાત્રિજ્યા 'R' છે.

➥ n_1 વક્રીભવનાંક ધરાવતાં માધ્યમમાંથી કિરણો આપાત થાય છે. અહીં આપાતકિરણો OM અને ON છે.



➥ n_2 વક્રીભવનાંક ધરાવતાં માધ્યમમાં તેઓ વક્રીભવન પામે છે.

➥ અહીં NI અને MI એ વક્રીભૂત કિરણો છે જે I બિંદુમાં છેદે છે. પરિણામે બિંદુવત્ વસ્તુ O નું પ્રતિબિંબ I મળે છે.

➥ ધારો કે, વસ્તુ-અંતર, પ્રતિબિંબ-અંતર અને વક્રતાત્રિજ્યાની સરખામણીમાં વક્રસપાટીનું મુખ નાનું છે. જેથી ખૂણાઓ નાના લઈ શકાશે.

➥ અહીં વક્રસપાટીનું દર્પણમુખ નાનું ધારેલું હોવાથી MN ની વક્રતાને અવગણી શકાય છે.

➥ આકૃતિ પરથી,

$$\tan \angle NOM \approx \angle NOM = \frac{MN}{OM} \quad ... (1)$$

$$\tan \angle NCM \approx \angle NCM = \frac{MN}{MC} \quad ... (2)$$

$$\tan \angle NIM \approx \angle NIM = \frac{MN}{MI} \quad ... (3)$$

➥ આકૃતિ પરથી, ΔNOC માં i બહિષ્કોણ છે. માટે,

$$i = \angle NOM + \angle NCM$$

$$\therefore i = \frac{MN}{OM} + \frac{MN}{MC} \quad ... (4)$$

(સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) ની કિંમત મૂકતાં)

➥ આકૃતિ પરથી, ΔNIC માં $\angle NCM$ બહિષ્કોણ છે.

$$\therefore \angle NCM = r + \angle NIM$$

$$r = \angle NCM - \angle NIM$$

$$\therefore r = \frac{MN}{MC} - \frac{MN}{MI} \quad ... (5)$$

(સમીકરણ (2) અને (3) ની કિંમત મૂકતાં)

➥ આપાતબિંદુ N પાસે સ્નેલનો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

પરંતુ, $\sin i \approx i$

$$\sin r \approx r$$

$$\therefore n_1\, i = n_2\, r$$

➥ સમીકરણ (4) અને સમીકરણ (5) ની કિંમત મૂકતાં,

$$n_1\left(\frac{MN}{OM} + \frac{MN}{MC}\right) = n_2\left(\frac{MN}{MC} - \frac{MN}{MI}\right)$$

$$\therefore \frac{n_1}{OM} + \frac{n_1}{MC} = \frac{n_2}{MC} - \frac{n_2}{MI}$$

$$\therefore \frac{n_1}{OM} + \frac{n_2}{MI} = \frac{n_2}{MC} - \frac{n_1}{MC}$$

$\therefore \frac{n_1}{OM} + \frac{n_2}{MI} = \frac{n_2 - n_1}{MC}$

➥ પરંતુ આકૃતિ પરથી, OM= – u

MI = υ અને MC = R

(સંજ્ઞા પદ્ધતિ અનુસાર ધન અને ઋણ નિશાની નક્કી કરવામાં આવેલ છે.)

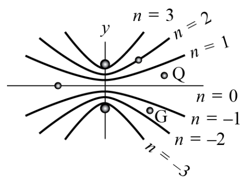
$\therefore -\frac{n_1}{u} + \frac{n_2}{\upsilon} = \frac{n_2 - n_1}{R}$

➥ આ સમીકરણ ગોળીય વક્રીભવનકારક સપાટી માટે વસ્તુ- અંતર, પ્રતિબિંબ-અંતર, વક્રતાત્રિજ્યા અને માધ્યમના વક્રીભવનાંક વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવતું સમીકરણ છે.

19.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર, બે સુસંબદ્ધ ઉદ્‌ગમ S_1 અને S_2 માંથી ઉત્સર્જાતા બે તરંગો માધ્યમમાં આવેલા G બિંદુ પર સંપાત થાય છે.

➥ G બિંદુ પાસે બે સ્થાનાંતર વચ્ચેનો કળાતફાવત φ છે.



➥ ધારો કે, S_1 દ્વારા ઉત્પન્ન સ્થાનાંતર,

$y_1 = a \cos \omega t$

S_2 દ્વારા ઉત્પન્ન સ્થાનાંતર,

$y_2 = a \cos (\omega t + \varphi)$

(જ્યાં, a = કંપવિસ્તાર, ω = કોણીય આવૃત્તિ)

➥ સંપાતપણાના સિદ્ધાંત અનુસાર, પરિણામી સ્થાનાંતર નીચે મુજબ લખી શકાય છે :

$y = y_1 + y_2$

$y = a \cos \omega t + a \cos (\omega t + \varphi)$

$\therefore y = 2a \cos \left(\frac{\omega t - \omega t - \phi}{2}\right) \cos \left(\frac{\omega t + \omega t + \phi}{2}\right)$

$\therefore y = 2a \cos \left(\frac{-\phi}{2}\right) \cos \left(\frac{2\,\omega t + \phi}{2}\right)$

$\therefore y = 2a \cos \left(\frac{\phi}{2}\right) \cos \left(\omega t + \frac{\phi}{2}\right)$

($\cos$ એ યુગ્મ વિધેય હોવાથી,

$\cos \left(-\frac{\phi}{2}\right) = \cos \left(\frac{\phi}{2}\right)$ થાય.)

➥ અહીં, $2a \cos \left(\frac{\phi}{2}\right)$ એ પરિણામી તરંગનો કંપવિસ્તાર દર્શાવે છે.

➥ ધારો કે, મૂળ તરંગની તીવ્રતા I_0 અને પરિણામી તરંગની તીવ્રતા I છે. તરંગની તીવ્રતા એ કંપવિસ્તારના વર્ગના સમપ્રમાણમાં હોવાથી,

$I_0 \propto a^2$ અને $I \propto 4\,a^2 \cos^2 \frac{\phi}{2}$

$\frac{I}{I_0} = \frac{4a^2 \cos^2 \frac{\phi}{2}}{a^2}$

$\therefore I = 4\, I_0 \cos^2 \left(\frac{\phi}{2}\right)$

➥ જે આપેલ બિંદુ પાસે પરિણામી તીવ્રતા શોધવાનું સૂત્ર છે.

20.

➥ પ્રકાશ સાથે સંકળાયેલ કેટલીક ઘટનાઓ જેવી કે વિવર્તન, વ્યતિકરણ, ધ્રુવીભવન દર્શાવે છે કે પ્રકાશ (વિકિરણ) એ તરંગ-સ્વરૂપ ધરાવે છે.

➥ તે જ રીતે ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર, કોમ્પટન અસર દર્શાવે છે કે પ્રકાશ કણ-સ્વરૂપ ધરાવે છે.

➥ આમ, વિકિરણનું કુદરતમાં દ્વૈત સ્વરૂપ જોવા મળે છે.

➥ સૌપ્રથમ ડિ-બ્રોગ્લી નામના વૈજ્ઞાનિકે જણાવ્યું કે, બ્રહ્માંડ સંમિતિ ધરાવે છે, માટે જો વિકિરણ (ઊર્જા) કણ તરીકે વર્તી શકે તો કણ પણ વિકિરણ તરીકે વર્તી શકે. જો વિકિરણ દ્વૈત પ્રકૃતિ ધરાવી શકે તો કણ પણ દ્વૈત પ્રકૃતિ ધરાવી શકે.

➥ ડિ-બ્રોગ્લીએ જણાવ્યું કે, કોઈ કણ (જેમ કે ઇલેક્ટ્રોન, પ્રોટોન વગેરે) જ્યારે ગતિ કરે ત્યારે તેઓ તરંગ-સ્વરૂપે ગતિ કરે છે.

➥ જો કોઈ કણનું દળ m અને તે v જેટલી ઝડપ સાથે ગતિ કરે તો તે કણના તરંગની તરંગલંબાઈ સૂત્ર

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

વડે આપી શકાય એમ ડિ-બ્રોગ્લીએ જણાવ્યું.

➥ આ તરંગલંબાઈને કણની ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ કહેવામાં આવે છે.

➥ વિકિરણના ફોટોનની તરંગલંબાઈ,

$$\lambda = \frac{c}{v} \quad (\because c = v\lambda) \ldots (1)$$

➥ ફોટોનનું વેગમાન $p = \frac{hv}{c}$

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

➥ આમ, ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ અને વિકિરણના ફોટોનની તરંગલંબાઈ એક જ સૂત્ર વડે આપી શકાય છે.

➥ ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ $\lambda = \frac{h}{p}$.

➥ આ સૂત્રમાં ડાબી બાજુની ભૌતિક રાશિ તરંગ-સ્વરૂપની છે તથા જમણી બાજુ વેગમાન (p) એ કણ-સ્વરૂપની ભૌતિક રાશિ છે. આમ આ સમીકરણ તરંગ-સ્વરૂપ અને કણ-સ્વરૂપને સાંકળે છે.

➥ ડેવિસન અને ગર્મરના પ્રયોગે ડિ-બ્રોગ્લીની ધારણાને પ્રાયોગિક રીતે સાબિત કરેલ છે.

21.

➥ પરમાણુ $_{94}Pu^{239}$ નો પરમાણુ ભાર 239 ગ્રામ છે.

Pu નું દળ	Pu ના પરમાણુ
239 g	6.023×10^{23}
1000 g	?

➥ 1 kg (1000 g) માં પરમાણુઓની સંખ્યા

$$N = \frac{1000 \times 6.023 \times 10^{23}}{239}$$

$\therefore N = 2.52 \times 10^{24}$ પરમાણુ

➥ એક પરમાણુના વિખંડનથી મુક્ત થતી ઊર્જા 180 MeV

N પરમાણુના વિખંડનથી મુક્ત થતી કુલ ઊર્જા

$$E = 180\ \text{MeV} \times N$$

$$E = 180 \times 2.52 \times 10^{24}$$

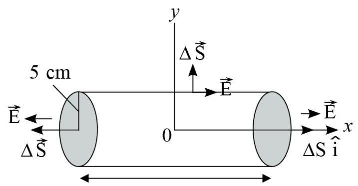
$$E = 4.536 \times 10^{26}\ \text{MeV}$$

વિભાગ C

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

22.

➥



(a) ડાબી તરફની સપાટ બાજુમાંથી બહાર આવતું વિદ્યુત ફ્લક્સ

$\therefore \varphi_L = \vec{E} \cdot \Delta\vec{S} = (-200\,\hat{i}) \cdot (-\Delta S\,\hat{i})$

$\therefore \varphi_L = 200 \times \pi r^2$

$\therefore \varphi_L = 200 \times 3.14 \times (5 \times 10^{-2})^2$

$\therefore \varphi_L = 1.57 \dfrac{Nm^2}{C}$

➥ જમણી તરફની સપાટ બાજુમાંથી બહાર આવતું વિદ્યુત ફ્લક્સ

$\therefore \varphi_R = \vec{E} \cdot \Delta\vec{S} = (+200\,\hat{i})\,(\Delta S\,\hat{i})$

$= 200 \times \pi r2$

$\therefore \varphi_R = 200 \times 3.14 \times (5 \times 10^{-2})^2$

$\therefore \varphi_R = 1.57 \dfrac{Nm^2}{C}$

(b) નળાકારની વક્રસપાટીમાંથી બહાર આવતું ફ્લક્સ

$\therefore \varphi_S = \vec{E} \cdot \Delta\vec{S}$

પરંતુ વક્રસપાટી માટે $\vec{E} \perp \Delta\vec{S}$ $(\theta = 90°)$

$\therefore \varphi_S = E\,\Delta S\,cos\,90$

$\therefore \varphi_S = 0$

(c) નળાકારમાંથી બહાર આવતું કુલ વિદ્યુત ફ્લક્સ

$\varphi = \varphi_L + \varphi_R + \varphi_S$

$\therefore \varphi = 1.57 + 1.57 + 0$

$\therefore \varphi = 3.14 \dfrac{Nm^2}{C}$

(d) નળાકારની અંદરનો કુલ વિદ્યુતભાર (q)

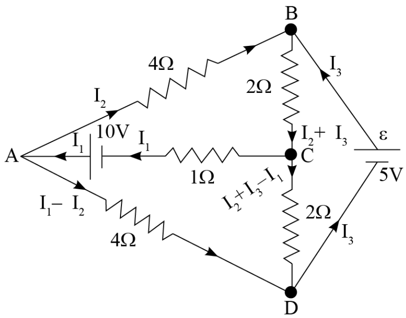
$\varphi = \dfrac{q}{\varepsilon_0}$ પરથી,

$\therefore q = \varepsilon_0\,\varphi$

$\therefore q = 8.85 \times 10^{-12} \times 3.14$

$\therefore q = 2.78 \times 10^{-11}$ C

23.



યાદ રાખો

અહીં નેટવર્કની દરેક શાખામાંથી અજ્ઞાત વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે. આ અજ્ઞાતની સંખ્યા જેમ ઓછી રહે તે રીતે પ્રવાહનું વિભાજન દર્શાવવામાં આવે છે.

- આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, અહીં ત્રણ અજ્ઞાત પ્રવાહો છે. આ પ્રવાહ અને તેનું વિભાજન આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.
- બંધગાળા ADCA પર કિર્ચોફ્નો બીજો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$$-4(I_1 - I_2) + 2(I_2 + I_3 - I_1) - 1(I_1) + 10 = 0$$
$$\therefore -4I_1 + 4I_2 + 2I_2 + 2I_3 - 2I_1 - I_1 = -10$$
$$\therefore -7I_1 + 6I_2 + 2I_3 = -10$$
$$\therefore 7I_1 - 6I_2 - 2I_3 = 10 \text{ ..... (1)}$$

- બંધગાળા ABCA પર કિર્ચોફ્નો લૂપનો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$$-4I_2 - 2(I_2 + I_3) - 1(I_1) + 10 = 0$$
$$\therefore -4I_2 - 2I_2 - 2I_3 - I_1 = -10$$
$$\therefore -I_1 - 6I_2 - 2I_3 = -10$$
$$\therefore I_1 + 6I_2 + 2I_3 = 10 \text{ ..... (2)}$$

- બંધગાળા BCDεB પર કિર્ચોફ્નો લૂપનો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$$-2(I_2 + I_3) - 2(I_2 + I_3 - I_1) + 5 = 0$$
$$\therefore -2I_2 - 2I_3 - 2I_2 - 2I_3 + 2I_1 = -5$$
$$\therefore 2I_1 - 4I_2 - 4I_3 = -5$$
$$\therefore I_1 - 2I_2 - 2I_3 = -2.5 \text{ ..... (3)}$$

- સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) નો સરવાળો કરતાં,

$$\therefore 7I_1 - 6I_2 - 2I_3 = 10$$
$$I_1 + 6I_2 + 2I_3 = 10$$

- $8I_1 = 20$

$$\therefore I_1 = \frac{20}{8} = 2.5 \text{ A ..... (4)}$$

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

$$\therefore I_1 + 6I_2 + 2I_3 = 10$$
$$I_1 - 2I_2 - 2I_3 = -2.5$$

- $2I_1 + 4I_2 = 7.5$

$$\therefore 2(2.5) + 4I_2 = 7.5$$
$$\therefore 4I_2 = 7.5 - 5$$
$$\therefore I_2 = \frac{2.5}{4}$$

$\therefore I_2 = \frac{25}{40} = \frac{5}{8}$ A ..... (5)

➥ I_1 અને I_2 નું મૂલ્ય સમીકરણ (2) માં મૂકતાં,

[(I_1 અને I_2 નું મૂલ્ય સમીકરણ (1), (2) અને (3) માંથી ગમે તે સમીકરણમાં મૂકી શકાય છે.)]

$\therefore 2.5 + 6\left(\frac{5}{8}\right) + 2I_3 = 10$

$\therefore 2I_3 = 10 - 2.5 - \frac{30}{8}$

$\therefore 2I_3 = 7.5 - \frac{30}{8}$

$\therefore 2I_3 = \frac{60 - 30}{8}$

$\therefore I_3 = \frac{30}{16} = \frac{15}{8}$ A

➥ AB શાખામાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ $I_2 = \frac{5}{8}$ A

AC શાખામાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ $I_1 = 2.5$ A

AD શાખામાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ $I_1 - I_2 = \frac{5}{2} - \frac{5}{8} = \frac{20 - 5}{8} = \frac{15}{8}$ A

➥ B ε D શાખામાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$I_3 = \frac{15}{8}$ A

➥ BC શાખામાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$I_2 + I_3 = \frac{5}{8} + \frac{15}{8} = \frac{20}{8} = \frac{5}{2}$ A

➥ CD શાખામાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ

$I_2 + I_3 - I_1 = \frac{5}{8} + \frac{15}{8} - \frac{5}{2}$

$= \frac{5 + 15 - 20}{8}$

$= 0$ A

24.

➥ V = 220 V

$\nu = 50$ Hz

R = 200 Ω

C = 15 $\propto$F

➥ કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ,

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C}$

$= \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 15 \times 10^{-6}}$

$X_C = 212.3\ \Omega$

➥ (a) પરિપથનો ઇમ્પિડન્સ,

$Z = \sqrt{R^2 + {X_C}^2}$

$\therefore Z = \sqrt{(200)^2 + (212.3)^2}$

$\therefore Z = \sqrt{40000 + 45071.29}$

$\therefore Z = \sqrt{85071.29}$

$\therefore Z = 291.67\ \Omega$

➥ પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ,

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

$= \frac{220}{291.67}$

$\therefore I = 0.7542\ A$

➥ (b) અવરોધકના બે છેડા વચ્ચેનો વોલ્ટેજ (V_R),

$V_R = IR$

$= (0.754)\ (200) = 150.8\ V$

➥ કેપેસિટરના બે છેડા વચ્ચેનો વોલ્ટેજ,

$V_C = I\ X_C$

$= (0.754)\ (212.3)$

$= 160.07\ V$

➥ V_R અને V_C નો બૈજિક સરવાળો,

$V' = V_R + V_C$

$V' = 150.8 + 160.07$

$V' = 310.87\ V$

➥ જે સ્રોત વોલ્ટેજ $V = 220\ V$ કરતાં વધુ છે.

➥ અહીં, V_R અને V_C આ બંને વોલ્ટેજ સમાન કળામાં નથી, પરિણામે તેમનો સરવાળો સામાન્ય સંખ્યાની માફક થઈ શકતો નથી.

➥ પરંતુ V_R અને V_C વચ્ચેનો કળા-તફાવત $90°$ જેટલો છે. પરિણામે પાયથાગોરસના પ્રમેય પરથી,

કુલ વોલ્ટેજ $V_{R+C} = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$

$V_{R+C} = \sqrt{(150.8)^2 + (160.07)^2}$

$V_{R+C} = \sqrt{22740.64 + 25622.40}$

$V_{R+C} \approx 220\ V$

➥ આમ, જો બે વોલ્ટેજ વચ્ચેનો કળા-તફાવત યોગ્ય રીતે ગણતરીમાં લેવામાં આવે, તો કેપેસિટર અને અવરોધકના બે છેડા વચ્ચેનો કુલ વોલ્ટેજ સ્રોત વોલ્ટેજ જેટલો થાય.

25.

➥ વક્રતાત્રિજ્યા $R = -15\ cm$

કેન્દ્રલંબાઈ $f = \frac{R}{2} = -7.5\ cm$

➥ (i) વસ્તુ-અંતર $u = -10\ cm$

અરીસાના સૂત્ર પરથી,

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

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

$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{-1}{7.5} + \frac{1}{10}$

$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{-10 + 7.5}{75}$

$\therefore \upsilon = \frac{-75}{2.5}$

$\therefore \upsilon = -30\ cm$

➥ આમ, પ્રતિબિંબ વસ્તુ તરફ જ અરીસાથી 30 cm દૂર મળે છે.

➥ મોટવણી $m = -\dfrac{\upsilon}{u}$

$\therefore m = -\dfrac{(-30)}{-10}$

$\therefore m = -3$

➥ $|m| > 1$ હોવાથી પ્રતિબિંબ વસ્તુ કરતાં મોટું મળે છે.

➥ તેમજ મોટવણી ઋણ હોવાથી પ્રતિબિંબ ઊલટું અને વાસ્તવિક મળે છે તેમ કહેવાય.

➥ (ii) વસ્તુ-અંતર $u = -5$ cm

➥ અરીસાના સૂત્ર પરથી,

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

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

$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{-1}{7.5} + \frac{1}{5}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{-2+3}{15}$$

$\therefore \upsilon = 15$ cm

➥ પ્રતિબિંબ વસ્તુની વિરુદ્ધ બાજુએ એટલે કે અરીસાની પાછળ 15 cm દૂર મળે છે.

➥ મોટવણી $m = -\dfrac{\upsilon}{u}$

$\therefore m = \dfrac{-(15)}{-u}$

$\therefore m = 3$

➥ $|m| > 1$ હોવાથી પ્રતિબિંબ વસ્તુ કરતાં મોટું મળે છે. તેમજ મોટવણી ધન હોવાથી પ્રતિબિંબ આભાસી અને ચત્તું મળે છે.

26.

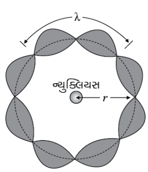
➥ બોહ્રની બીજી સ્વીકૃતિ :

- ન્યુક્લિયસની આસપાસ ઇલેક્ટ્રોન માત્ર એવીજ કક્ષાઓમાં ભ્રમણ કરે છે કે જેમાં તેનું કોણીય વેગમાન $\dfrac{h}{2\pi}$ ના પૂર્ણ ગુણાંકમાં હોય જ્યાં, h–પ્લાન્ક અચળાંક છે.
- જેનું મૂલ્ય $h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js
- આમ કક્ષીય ઇલેક્ટ્રોનનું કોણીય વેગમાન

$\mathrm{L} = \dfrac{nh}{2\pi}$ જ્યાં $n = 1, 2, 3$ ......

➥ ડિ-બ્રોગ્લી સમજૂતી

- બોહ્રે તેના પરમાણુ મોડેલમાં રજૂ કરેલી બીજી સ્વીકૃતિની સૌપ્રથમ માહિતી ડિ-બ્રોગ્લીએ આપી.
- ડિ-બ્રોગ્લીના અધિતર્ક મુજબ ઇલેક્ટ્રોન જેવા દ્રવ્યકણોને પણ તરંગ પ્રકૃતિ હોય છે. તેની પ્રયોગિક સમજૂતી ડેવિસન અને ગર્મરે આપી આ પરથી ડિ-બ્રોગ્લીએ એવી દલીલ કરી કે વર્તુળાકાર કક્ષામાંના ઇલેક્ટ્રોનને દ્રવ્ય તરંગ તરીકે લેવું જોઈએ.
- બંને છેડા જડિત આધાર સાથે બાંધેલા હોય તેવી તણાવયુક્ત દોરીને ખેંચીને છોડી દેવામાં આવે તો જુદી-જુદી તરંગલંબાઈ ધરાવતા ઘણાબધા તરંગો ઉત્પન્ન થાય છે. આમ છતાં જે તરંગો માટે છેડાઓ પર નિષ્પંદ બિંદુઓ હોય અને સ્થિત તરંગો રચતા હોય તેવા તરંગો ટકી રહે છે એટલે કે દોરી પર જતાં અને પાછા આવતાં તરંગે કાપેલું અંતર તરંગલંબાઈના પૂર્ણ ગુણાંકમાં હોવું જોઈએ.
- જ્યારે બીજી તરંગલંબાઈઓ ધરાવતા તરંગો પરાવર્તન પામી તેમની પોતાની સાથે વ્યતીકરણ અનુભવે છે અને તેમના કંપવિસ્તાર ઝડપથી ઘટીને શૂન્ય થાય છે.



➠ r_n ત્રિજ્યાની n-મી વર્તુળાકાર કક્ષામાં ભ્રમણ કરતાં ઇલેક્ટ્રોન માટે કુલ અંતરકક્ષાના પરિઘ $2\pi r_n$ જેટલું છે.

આમ $2\pi r_n = n\lambda$ ... (1)

જ્યાં $n = 1, 2, 3,$ ....

➠ પરંતુ ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ $\lambda = \frac{h}{p}$

જ્યાં p ઇલેક્ટ્રોનું વેગમાન છે, જો ઇલેક્ટ્રોનની ઝડપ પ્રકાશની ઝડપ કરતાં ઘણી ઓછી હોય, તો જ વેગમાન $p = m\upsilon_n$

$\therefore \lambda = \frac{h}{m\upsilon_n}$ ... (2)

➠ સમીકરણ (2)નું મૂલ્ય સમીકરણ (1)માં મુકતાં,

$2\pi r_n = \frac{nh}{m\upsilon_n}$

$\therefore m\upsilon_n r_n = \frac{nh}{2\pi}$

➠ આ સમીકરણ જ ઇલેક્ટ્રોનના કોણીયવેગમાન માટે બોહ્રરે સૂચવેલ ક્વોન્ટમ શરત છે.

➠ આમ ડિ-બ્રોગ્લી અધિતર્કે કક્ષામાં ભ્રમણ કરતાં ઇલેક્ટ્રોનના કોણીય વેગમાનના ક્વોન્ટમીકરણ માટેની બોહ્રની બીજી સ્વીકૃતિની સમજૂતી આપી.

27.

➥ (a) આયર્ન ન્યુક્લિયસ ${}_{26}Fe^{56}$ માં

પ્રોટોનની સંખ્યા $Z = 26$ અને

ન્યુટ્રોનની સંખ્યા $N = 56 - 26 = 30$

➠ દળ ક્ષતિ

$\Delta M = (Zm_p + Nm_n) - M({}_{26}Fe^{56})$

$\therefore \Delta M = (26 \times 1.007825 + 30 \times 1.008665) - 55.934939$

$\therefore \Delta M = 26.20345 + 30.25995 - 55.934939$

$\therefore \Delta M = 0.528461\ u$

➠ બંધનઊર્જા

$E_b = \Delta Mc^2$

$= 0.528461 \times 931.5$

$\therefore E_b = 492.26142$ MeV

➠ ન્યુક્લિયોન દીઠ બંધનઊર્જા

$E_{bn} = \frac{E_b}{A} = \frac{492.26142}{56}$

$\therefore E_{bn} = 8.79038$ MeV

$= 8.79$ MeV

➥ (b) બિસ્મથ ન્યુક્લિયસમાં ${}_{83}Bi^{209}$ માં

પ્રોટોનની સંખ્યા $Z = 83$ અને

ન્યુટ્રોનની સંખ્યા $N = 209 - 83 = 126$

➠ દળ ક્ષતિ

$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M({}_{83}Bi^{209})$

$\therefore \Delta M = (83 \times 1.007825 + (126 \times 1.008665) - 208.980388$

$\therefore \Delta M = 83.649475 + 127.09179 - 208.980388$

$\therefore \Delta M = 1.760877\ u$

➠ આ દળ ક્ષતિને સમતુલ્ય બંધનઊર્જા

$E_b = \Delta M c^2$

$= 1.760877 \times 931.5$ MeV

$\therefore E_b = 1640.26$ MeV

➠ ન્યુક્લિયોન દીઠ બંધનઊર્જા

$E_{bn} = \dfrac{E_b}{A}$

$= \dfrac{1640.2569255}{209}$

$\therefore E_{bn} = 7.84 \dfrac{\text{MeV}}{\text{nucleon}}$