લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક

અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 11

Part A

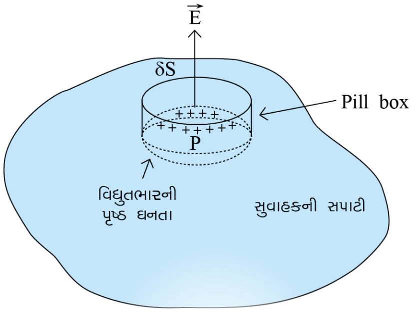
1. (B) **2.** (C) **3.** (C) **4.** (C) **5.** (C) **6.** (D) **7.** (D) **8.** (A) **9.** (A) **10.** (A) **11.** (B) **12.** (C) **13.** (B) **14.** (C) **15.** (D) **16.** (D) **17.** (B) **18.** (A) **19.** (B) **20.** (C) **21.** (C) **22.** (D) **23.** (D) **24.** (C) **25.** (B) **26.** (B) **27.**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

Liberty

વિભાગ A

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

1.

➥ 

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, સુવાહકની સપાટી પરના P બિંદુની આસપાસ એક પીલ બોક્સ (Pill-box, એક ટૂંકો નળાકાર) ગોસિયન સપાટી તરીકે કલ્પવામાં આવે છે.

➥ Pill-box સુવાહકની સપાટીની અંશતઃ અંદર અને અંશતઃ બહાર છે. તેના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ δS અને અવગણ્ય ઊંચાઈ છે.

➥ સપાટીની અંદરના તરતના ભાગમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર શૂન્ય છે અને બહારના તરતના ભાગમાં ક્ષેત્રસપાટીને લંબ છે અને તેનું મૂલ્ય E છે.

➥ આમ, પીલ-બોક્સમાંથી કુલ ફ્લક્સ માટેનો ફાળો પીલ-બોક્સના બહારના (વર્તુળાકાર) આડછેદમાંથી જ આવે છે. આનું મૂલ્ય $\pm E\,\delta S$ છે. ($\sigma > 0$ માટે ધન અને $\sigma < 0$ માટે ઋણ)

➥ Pill-box વડે ઘેરાયેલ કુલ વિદ્યુતભાર $\delta q = |\sigma|\delta S$ મળે.

➥ ગોસના નિયમ પરથી,

$$E\delta S = \frac{\delta q}{\varepsilon_0}$$

$$E\delta S = \frac{|\sigma|\delta S}{\varepsilon_0}$$

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

➥ સદિશ સ્વરૂપ $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{n}$

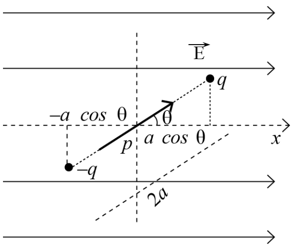
જ્યાં, σ - વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠઘનતા

$\hat{n}$ - સપાટીને લંબ બહારની તરફનો એકમ સદિશ છે.

➥ $\sigma > 0$ માટે વિદ્યુતક્ષેત્ર સપાટીને લંબ બહાર તરફ છે.

➥ $\sigma < 0$ માટે વિદ્યુતક્ષેત્ર સપાટીને લંબ અંદર તરફ છે.

2.

➥ 

સમાન બાહ્યક્ષેત્રમાં ડાયપોલ

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં એક વિદ્યુત ડાયપોલને θ માપના કોણે મૂકવામાં આવેલ છે.

➥ સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં વિદ્યુત ડાયપોલ પર લાગતું કુલ બળ શૂન્ય થાય છે, પરંતુ ડાયપોલ પર ટોર્ક લાગે છે, જે નીચેના સૂત્ર વડે અપાય છે :

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

$\therefore \tau = pE \sin\theta$

(જ્યાં, θ એ p અને $\vec{E}$ વચ્ચેનો ખૂણો છે.)

➥ વિદ્યુત ડાયપોલ મોમેન્ટ p અને વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E}$ સમાંતર કે પ્રતિસમાંતર ન હોય તેવી પરિસ્થિતિમાં આ ટૉર્ક ડાયપોલને ભ્રમણ કરાવવાનો પ્રયત્ન કરે છે.

➥ ધારો કે, વિદ્યુત ડાયપોલ પર એક બાહ્ય ટૉર્ક τ_{ext} એવી રીતે લગાડવામાં આવે છે કે, તે આ ટૉર્કને નાબૂદ કરે.

➥ હવે ડાયપોલને પુસ્તકના પૃષ્ઠના સમતલમાં, કોણીય પ્રવેગ સિવાય (અચળ કોણીય વેગથી) θ_0 થી θ, કોણે ભ્રમણ કરાવતાં, બાહ્ય ટૉર્ક વડે થયેલું કાર્ય

$$W = \int_{\theta_0}^{\theta_1} \tau_{ext}\, d\theta$$

$$\therefore W = \int_{\theta_0}^{\theta_1} pE \sin\theta\, d\theta$$

$$\therefore W = pE(-\cos\theta)_{\theta_0}^{\theta_1}$$

$$\therefore W = pE(-\cos\theta_1 + \cos\theta_0)$$

$$\therefore W = pE(\cos\theta_0 - \cos\theta_1)$$

➥ આ કાર્ય ડાયપોલની સ્થિતિઊર્જા સ્વરૂપે સંગ્રહ પામે છે. તેથી ડાયપોલની સ્થિતિઊર્જા

$$U = pE(\cos\theta_0 - \cos\theta_1)$$

➥ પ્રારંભમાં ડાયપોલ વિદ્યુતક્ષેત્રને લંબ હોય, તો $\theta_0 = \frac{\pi}{2}$ લેતાં, $\cos\theta_0 = \cos\frac{\pi}{2} = 0$ થાય.

➥ ∴ ડાયપોલની સ્થિતિઊર્જા

$$U = -pE\cos\theta_1$$

$$\therefore U = -p \cdot \vec{E}$$

જ્યાં, θ_1 એ p અને $\vec{E}$ વચ્ચેનો ખૂણો છે.

3.

➥ વાહકની વાહકતા એ ગતિશીલ વિદ્યુતભાર વાહકોને કારણે ઉદ્‌ભવે છે.

➥ ધાતુમાં ગતિશીલ વિદ્યુતભાર વાહક તરીકે મુક્ત ઇલેક્ટ્રૉન, પ્રવાહી પદાર્થમાં ગતિશીલ વિદ્યુતભાર વાહક તરીકે મુક્ત ઇલેક્ટ્રૉન અને ધન આયન આવેલ હોય છે, જ્યારે વાયુ પદાર્થમાં ગતિશીલ વિદ્યુતભાર વાહક તરીકે ધન અને ઋણ આયનો આવેલા હોય છે.

➥ અર્ધવાહકમાં ગતિશીલ વિદ્યુતભાર તરીકે મુક્ત ઇલેક્ટ્રૉન અને હોલ આવેલા હોય છે. વાહકમાં એકમ વિદ્યુતક્ષેત્ર દીઠ મળતાં ડ્રિફ્ટ વેગના માનને મોબિલિટી કહે છે.

$$\propto = \frac{|\vec{\upsilon}_d|}{E}$$

➥ મોબિલિટીનો SI એકમ m^2/Vs છે :

વ્યવહારુ એકમ cm^2/Vs

➥ મોબિલિટીનું પારિમાણિક સૂત્ર : $M^{-1}L^0T^2A^1$

➥ પરંતુ ડ્રિફ્ટ વેગ

$$\upsilon_d = \frac{Ee}{m} \cdot \tau$$

$$\therefore \text{મોબિલિટી } \propto = \frac{|\upsilon_d|}{E}$$

$$\therefore \propto = \frac{Ee}{mE}\tau$$

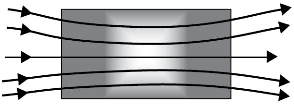
$$\therefore \propto = \frac{e\tau}{m}$$

જ્યાં, τ ઇલેક્ટ્રોનનો અથડામણ વચ્ચેનો સમય છે.

4.

➥ આ પદાર્થના પરમાણુઓ કાયમી ચુંબકીય ડાઇપોલ મોમેન્ટ ધરાવે છે, પરંતુ પરમાણુઓની સતત તાપીય અસ્ત-વ્યસ્ત ગતિના કારણે પરમાણુઓની ચુંબકીય ડાયપોલ મોમેન્ટ અસ્તવ્યસ્ત ગોઠવાયેલ હોય છે. જેના કારણે પરીણામી મેગ્નેટાઇઝેશન શૂન્ય થાય છે, તેથી સામાન્ય અવસ્થામાં આવા પદાર્થ ચુંબક તરીકે વર્તતા નથી.

➥ નીચા તાપમાને પૂરતા પ્રબળ એવા બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્ર ($\vec{B}_0$) માં જ્યારે આ પદાર્થને ગોઠવવામાં આવે ત્યારે પરમાણુની દ્વિ-ધ્રુવી ચાકમાત્રા બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્રની દિશામાં ગોઠવાય છે અને તે નિર્બળ ચુંબકત્વ ધારણ કરે છે.



➥ પરિણામે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, બાહ્ય ક્ષેત્રની હાજરીમાં રહેલાં પેરામેગ્નેટિક પદાર્થમાં ચુંબકીયક્ષેત્ર વધે છે. જેથી ચુંબકીયક્ષેત્ર રેખાઓ ભેગી (સંકેન્દ્રિત) થવા લાગે છે. પદાર્થમાં થતો આ વધારો 10^5માં એક ભાગ જેટલો હોય છે.

➥ જ્યારે આ પદાર્થના ટુકડાને અનિયમિત ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે ત્યારે તે નિર્બળથી પ્રબળ ચુંબકીયક્ષેત્ર તરફ બળ અનુભવે છે. એટલે કે, તે આકર્ષણ અનુભવે છે.

➥ આ અસરને પેરામેગ્નેટિઝમ કહે છે અને આવા પદાર્થને પેરામેગ્નેટિક પદાર્થ કહે છે. ઉદા. એલ્યુમિનિયમ, સોડિયમ, કેલ્શિયમ, ઓક્સિજન (STP) અને કોપર ક્લોરાઇડ, વગેરે પેરામેગ્નેટિક પદાર્થ છે.

➥ પેરામેગ્નેટિક પદાર્થ માટે χ (સસેપ્ટિબિલિટી) અને $\propto_r$ (સાપેક્ષ પરમિએબિલિટી) બંને દ્રવ્ય પર અને તેમના નિરપેક્ષ તાપમાન પર આધાર રાખે છે.

➥ પેરામેગ્નેટિક પદાર્થ માટે સસેપ્ટિબિલિટીનું મૂલ્ય ધન અને નાનું મળે છે.

➥ જો ચુંબકીયક્ષેત્ર વધારવામાં આવે અને/અથવા તાપમાન ઘટાડવામાં આવે, તો પરમાણુ ડાઇપોલ્સ વધારે ને વધારે બાહ્ય ક્ષેત્રને સમાંતર ગોઠવાય છે અને મેગ્નેટાઇઝેશન વધતું જાય છે, જ્યારે બધી જ પરમાણુ ડાઇપોલ્સ બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્રને સમાંતર ગોઠવાય ત્યારે પદાર્થ સંતૃપ્ત મેગ્નેટાઇઝેશન પ્રાપ્ત કરે છે. ત્યાર બાદ મેગ્નેટાઇઝેશનની અવસ્થામાં કોઈ ફેર પડતો નથી, પરિણામે આનાથી આગળ ક્યુરીનો નિયમ લાગુ પડતો નથી.

5.

➥ $M = 1.5$ H $\quad \Delta t = 0.5$ s
$\Delta I_1 = 20$ A $\quad \Delta\phi_2 = ?$

➥ બે ગૂંચળાના બનેલા તંત્રમાં પ્રેરિત સરેરાશ *emf*

$$<\varepsilon_2> = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \quad ..... (1)$$

➥ ફેરેડેના નિયમ અનુસાર પ્રેરિત *emf*

$$<\varepsilon_2> = -\frac{\Delta\phi_2}{\Delta t} \quad ..... (2)$$

➥ સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) પરથી,

$$\therefore -\frac{\Delta\phi_2}{\Delta t} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore \Delta \varphi_2 = M\Delta I_1$$

$$\therefore \Delta \varphi_2 = (1.5)(20)$$

$$\therefore \Delta \varphi_2 = 30 \text{ W}b$$

6.

➥ $B_0 = 510\ n\text{T} = 510 \times 10^{-9}$ T

➥ વિદ્યુતક્ષેત્રનો કંપવિસ્તાર (E_0)

$\therefore \frac{E_0}{B_0} = C$ પરથી,

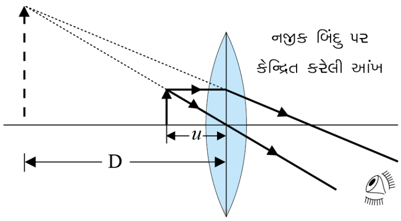
$$\therefore E_0 = B_0 C$$

Liberty

$= 510 \times 10^{-9} \times 3 \times 10^8$

$E_0 = 153$ V/m

7.

➥ 

➥ સાદું માઇક્રોસ્કોપ એ નાની કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતો અભિસારી (બહિર્ગોળ) લેન્સ છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર, આવા લેન્સનો માઇક્રોસ્કોપ તરીકે ઉપયોગ કરવા માટે, લેન્સને વસ્તુની નજીક કેન્દ્રલંબાઈ જેટલા અંતરે અથવા તેના કરતાં ઓછા અંતરે રાખવામાં આવે છે અને લેન્સની બીજી બાજુએ લેન્સની નજીક આંખને રાખવામાં આવે છે.

➥ અહીં, લેન્સની સામે વસ્તુને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે જેથી વસ્તુનું ચત્તું, આભાસી અને વિવર્ધિત પ્રતિબિંબ નજીક બિંદુ પર મળે. (જે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.)

➥ સાદા માઇક્રોસ્કોપ માટે મોટવણી $m = \frac{\upsilon}{u}$ ... (1)

➥ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

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

$$\therefore \frac{1}{u} = \frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{f} \quad ... (2)$$

➥ સમીકરણ (2) ની કિંમત સમીકરણ (1) માં મૂકતાં,

મોટવણી $m = \upsilon\left(\frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{f}\right)$

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

➥ પરંતુ સંજ્ઞા પદ્ધતિ અનુસાર, $\upsilon = -D$ મળે છે.

$\therefore m = 1 + \frac{D}{f}$

8.

➥ આપાત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ $\lambda = 589$ nm

પાણીનો વક્રીભવનાંક $n = 1.33$

(a) પ્રકાશ પરાવર્તન પામે ત્યારે આ કિસ્સામાં માધ્યમ બદલાતું નથી, જેથી પરાવર્તિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ આવૃત્તિ અને ઝડપ. આપાત પ્રકાશ જેટલી હોય છે.

(i) પરાવર્તિત પ્રકાશની ઝડપ = આપાત પ્રકાશની ઝડપ

$c = 3 \times 10^8$ m/s

(ii) પરાવર્તિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ = આપાત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ

$\lambda' = \lambda$

$= 589$ nm

$= 589 \times 10^{-9}$ m

(iii) પરાવર્તિત પ્રકાશની આવૃત્તિ (v)

$$v = \frac{c}{\lambda'} = \frac{3 \times 10^8}{589 \times 10^{-9}}$$

$v = 5.09 \times 10^{14}$ Hz

(b) પ્રકાશ જ્યારે વક્રીભવન પામીને બીજા માધ્યમમાં દાખલ થાય ત્યારે તેની ઝડપ અને તરંગલંબાઈ બદલાય છે, પરંતુ તેની આવૃત્તિ અચળ જળવાય રહે છે, કારણ કે આવૃત્તિએ ઉદ્‌ગમનો ગુણધર્મ છે. જેથી માધ્યમ બદલાય છતાં આવૃત્તિ અચળ રહે છે, બદલાતી નથી.

(i) વક્રીભૂત પ્રકાશની આવૃત્તિ $v = 5.09 \times 10^{14}$ Hz

(ii) પાણીમાં પ્રકાશની ઝડપ $n = \frac{c}{\upsilon}$

$\upsilon = \frac{c}{n}$

$\upsilon = \frac{3 \times 10^8}{1.33}$

$\upsilon = 2.26 \times 10^8$ m/s

(iii) પાણીમાં પ્રકાશની તરંગલંબાઈ (λ)

$\lambda = \frac{\upsilon}{v}$

$= \frac{2.26 \times 10^8}{5.09 \times 10^{14}}$

$= 444$ nm

9.

➥ કોઈ પણ ધાતુ મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન ધરાવે છે. આ મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન ધાતુમાં મુક્ત રીતે ગતિ કરી શકે છે, માટે તે ધાતુની વાહકતા માટે જવાબદાર છે.

➥ આમ છતાં, આ મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન ધાતુની સપાટીમાંથી બહાર છટકી શકતાં નથી. જો ઇલેક્ટ્રોન ધાતુની સપાટીમાંથી બહાર જાય તો ઇલેક્ટ્રોનનો ઋણ વિદ્યુતભાર બહાર જવાથી ધાતુ ધન વિદ્યુતભારિત બને છે અને આ ધનભારિત ધાતુના આયનો ઇલેક્ટ્રોનને પાછા ધાતુની સપાટી પર ખેંચી લે છે.

➥ જો ઇલેક્ટ્રોન પાસે ધનભારિત આયનના આકર્ષણને ઓળંગી શકે તેટલી પૂરતી ઊર્જા હોય, તો તે ધાતુમાંથી બહાર નીકળી શકે.

➥ આમ, “ઇલેક્ટ્રોનને ધાતુના ધનભારિત આયનના આકર્ષણમાંથી મુક્ત કરી તેને ધાતુની બહાર કાઢવા માટે આપવી પડતી લઘુતમ ઊર્જાને આપેલ ધાતુનું કાર્યવિધેય કહે છે.”

➥ તેને φ_0 વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

➥ કાર્યવિધેયનો SI એકમ J છે. સામાન્ય રીતે તેને eV (ઇલેક્ટ્રોન વોલ્ટ)માં માપવામાં આવે છે.

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

➥ વર્કફંક્શન નીચેની બાબતો પર આધાર રાખે છે :

(i) ધાતુના પ્રકાર પર,

(ii) ધાતુના ગુણધર્મો પર તથા

(iii) ધાતુની સપાટીના પ્રકાર પર આધારિત છે.

10.

➥ હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે n મી કક્ષામાં ભ્રમણ કરતા ઇલેક્ટ્રોન માટે કક્ષીય ત્રિજ્યા

$r_n = \frac{n^2 h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2}$ ... (1)

➥ સૌથી અંદરની કક્ષા માટે $n = 1$ મુકતાં

$r_1 = \frac{h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2} = 5.3 \times 10^{-11}$ m

➥ સમીકરણ (1)માં $n = 2$ મુકતાં,

$r_2 = \frac{(2)^2 h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2}$

$r_2 = 4 \times 5.3 \times 10^{-11}$

$r_2 = 2.12 \times 10^{-10}$ m

Liberty

➡ સમીકરણ (1)માં $n = 3$ મુકતાં,

$$r_3 = 3^2 \times \frac{h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2}$$

$$r_3 = 9 \times 5.3 \times 10^{-11}$$

$$r_3 = 4.77 \times 10^{-10} \text{ m}$$

11.

➡ (i) આઇસોટોપ્સ (સમસ્થાનિકો) :

- જે પરમાણુઓના પરમાણુક્રમાંક સમાન હોય, પરંતુ પરમાણુ દળાંક (A) અસમાન હોય તેવા પરમાણુઓને આપેલ તત્ત્વના સમસ્થાનિક કહે છે.
- ઉદા. હાઇડ્રોજનના સમસ્થાનિક ${}_1H^1$, ${}_1H^2$, ${}_1H^3$
- ${}_1H^1$ - પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોન બંને એક-એક ન્યુટ્રોનની સંખ્યા શૂન્ય.
- ${}_1H^2$ - પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોન બંને એક-એક પરંતુ ન્યુટ્રોનની સંખ્યા - એક.
- ${}_1H^3$ - પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોન બંને એક-એક પરંતુ ન્યુટ્રોનની સંખ્યા - બે.
- કાર્બનના સમસ્થાનિક ${}_6C^{12}$, ${}_6C^{13}$, ${}_6C^{14}$
- યુરેનિયમના સમસ્થાનિક ${}_{92}C^{233}$, ${}_{92}U^{235}$, ${}_{92}C^{238}$

➡ (ii) આઇસોબાર (સમદળીય) :

- જે પરમાણુના પરમાણુક્રમાંક જુદા જુદા પરંતુ પરમાણુભારાંક સમાન હોય તેમને એકબીજાના આઇસોબાર કહે છે.
- ઉદા. ${}_1H^3$ અને ${}_2He^3$ તેમજ ${}_{82}Pb^{214}$ અને ${}_{83}Bi^{214}$

➡ (iii) આઇસોટોન :

- જે પરમાણુ માટે ન્યુટ્રોનની સંખ્યા સમાન પરંતુ પરમાણુક્રમાંક (z) અને પરમાણુભારાંક જુદા હોય તેમને એકબીજાના આઇસોટોન કહે છે.
- ઉદા. ${}_{80}Hg^{198}$ અને ${}_{79}Au^{197}$

➡ (iv) આઇસોમર :

- જે પરમાણુ માટે પરમાણુક્રમાંક, પરમાણુ દળાંક બંને સમાન હોય, પરંતુ તેમના રેડિયો એક્ટિવ ગુણધર્મ જુદા જુદા હોય તો તેમને એકબીજાના આઇસોમર કહે છે.
- ઉદા. ${}_{35}Br^{80}$ આઇસોમરની એક જોડ ધરાવે છે.

12.

➡ શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં ઇચ્છનીય અશુદ્ધિ ઉમેરવાની પ્રક્રિયાને ડોપિંગ કહે છે અને અશુદ્ધિ પરમાણુઓને ડોપન્ટ્સ કહે છે. આવા પદાર્થને ડોપ્ડ સેમિકન્ડક્ટર પણ કહે છે.

➡ અશુદ્ધિનો પરમાણુ એવો હોવો જોઈએ કે જે શુદ્ધ અર્ધવાહક સ્ફટિકની રચનાને વિકૃત ન કરે. તે સ્ફટિકમાં થોડાક મૂળભૂત અર્ધવાહક પરમાણુ સ્થાન રોકે છે.

➡ શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં અશુદ્ધિનું પ્રમાણ દસ લાખ શુદ્ધ પરમાણુ દીઠ અમુક પરમાણુ અશુદ્ધિના ઉમેરવામાં આવે છે. (*ppm*-parts per million) ત્યારે અર્ધવાહકની વાહકતા અનેકગણી વધી જાય છે. આવા દ્રવ્યો અશુદ્ધ અર્ધવાહક (બહિર્ગત અર્ધવાહક) અથવા એક્સ્ટ્રિન્ઝિક અર્ધવાહક કહેવાય છે.

➡ શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં ડોપિંગ કરવા માટે બે પ્રકારના ડોપન્ટ્સનો ઉપયોગ થાય છે :

(i) પેન્ટાવેલેન્ટ (વેલેન્સી 5) : જેમ કે, આર્સેનિક (A*s*), એન્ટિમની (S*b*), ફોસ્ફરસ (P).

(ii) ટ્રાયવેલેન્ટ (વેલેન્સી 3) : જેમ કે, ઈન્ડિયમ (I*n*), બોરોન (B), એલ્યુમિનિયમ (A*l*) વગેરે.

વિભાગ B

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

13.

➥ $q = 10\ \mu C$

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

$2a = 5$ mm

$= 5 \times 10^{-3}$ m

$r = 15$ cm

$= 15 \times 10^{-2}$ m

➥ વિદ્યુત ડાયપોલ મોમેન્ટ

$P = 2aq$

$P = 5 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-6}$

$P = 5 \times 10^{-8}$ Cm

(i) ડાયપોલની અક્ષ પર બિંદુ P પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર ($r >> a$)

$$\therefore E_P = \frac{2kp}{r^3}$$

$$= \frac{2 \times 9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{(15 \times 10^{-2})^3}$$

$\therefore E_P = 2.66 \times 10^5\ \frac{N}{C}$ (A થી B તરફ)

(ii) ડાયપોલની વિષુવરેખા પર વિદ્યુતક્ષેત્ર ($r >> a$)

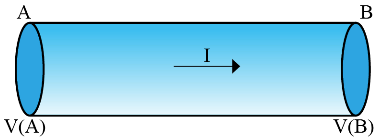
$$\therefore E_Q = \frac{kp}{r^3}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-8}}{(15 \times 10^{-2})^3}$$

$\therefore E_Q = 1.33 \times 10^5\ \frac{N}{C}$ (B થી A તરફ)

14.

➥



➥ આકૃતિમાં દર્શાવેલ A અને B અંત્યબિંદુઓ ધરાવતાં એક સુવાહકને ધ્યાનમાં લો. આ સુવાહકમાં A થી B તરફ I જેટલો પ્રવાહ વહે છે.

➥ A અને B આગળ વિદ્યુતસ્થિતિમાન અનુક્રમે V(A) અને V(B) છે.

પ્રવાહ A થી B તરફ વહે છે,

જેથી V(A) > V(B) થશે.

➥ AB છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત

V = V(A) – V(B) > 0 છે.

➥ Δt જેટલા સમયમાં A થી B તરફ $\Delta Q = I\,\Delta t$ જેટલો વિદ્યુતભાર ગતિ કરે છે.

➥ A બિંદુ આગળ વિદ્યુતભારની સ્થિતિઊર્જા ΔQ V(A) અને B બિંદુ આગળ વિદ્યુતભારની સ્થિતિઊર્જા ΔQ V(B) છે.

➥ આમ, સ્થિતિઊર્જામાં થતો ફેરફાર

ΔU = અંતિમ સ્થિતિઊર્જા – પ્રારંભિક સ્થિતિઊર્જા

$= \Delta Q\, V(B) - \Delta Q\, V(A)$

$\therefore \Delta U = \Delta Q\, (V(B) - V(A))$

$\therefore \Delta U = -\Delta Q\, V$

$\therefore \Delta U = -I\, V\, \Delta t < 0$

➥ ઊર્જા સંરક્ષણના નિયમ પરથી,

$\Delta K + \Delta U = 0$

$\therefore \Delta K = -\Delta U$

$\therefore \Delta K = -(-I\, V\, \Delta t)$

$\therefore \Delta K = IV\, \Delta t$ (ધન)

➥ આમ, આ સમીકરણ પરથી કહી શકાય કે, વિદ્યુતક્ષેત્રની અસર હેઠળ મુક્ત રીતે ગતિ કરતો વિદ્યુતભાર ગતિઊર્જા મેળવે છે. એટલે કે, તેની ગતિઊર્જામાં વધારો થાય છે.

➥ પરંતુ, વાસ્તવમાં વાહક પદાર્થમાં વિદ્યુતભાર સરેરાશ રીતે અચળ ડ્રિફ્ટ વેગથી ગતિ કરે છે. એટલે કે, તેઓ સરેરાશ રીતે કોઈ ગતિઊર્જા મેળવતા નથી.

➥ આમ થવાનું કારણ કે, જ્યારે વિદ્યુતભાર ગતિ કરે ત્યારે તેઓ ધન આયનો સાથે અથડામણ અનુભવે છે. અથડામણ દરમિયાન વિદ્યુતભાર પોતાની ઊર્જા ધન આયનોને આપે છે, જેથી તેનાં દોલનો ઝડપી અને મોટાં બને છે, જેના કારણે સુવાહક ગરમ થાય છે.

➥ આમ, વિદ્યુતભારે મેળવેલ ગતિઊર્જાનું ઉષ્માઊર્જામાં રૂપાંતરણ થાય છે.

➥ સુવાહકમાં Δt સમય ગાળામાં ઉષ્માઊર્જા તરીકે વ્યય પામતી ઊર્જા,

$\Delta W = VI\, \Delta t$

➥ તેથી, એકમ સમયમાં વ્યય પામતી ઊર્જા એટલે ખર્ચાતો પાવર

$\therefore P = \dfrac{\Delta W}{\Delta t}$

$\therefore P = \dfrac{VI\, \Delta t}{\Delta t}$

$\therefore P = VI$

➥ પરંતુ ઓહ્મના નિયમ અનુસાર

$V = IR$

$\therefore P = I^2R$

➥ તેમજ પાવર $P = \dfrac{V^2}{R}$ પણ મેળવી શકાય છે.

➥ આ સમીકરણ સુવાહકમાં થતો પાવર વ્યય દર્શાવે છે.

➥ વિદ્યુત પાવરનો SI એકમ W OR J/s

➥ ઉદાહરણ તરીકે વિદ્યુત બલ્બના ગૂંચળાને પાવર આપવામાં આવે ત્યારે આ પાવરનું રૂપાંતરણ ઉષ્મા અને પ્રકાશમાં થાય છે.

15.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ l લંબાઈ અને A આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો નિયમિત વાહક સળિયો વિચારો.

➥ ધારો કે, વાહક સળિયામાં ગતિમાન વિદ્યુતભારોની સંખ્યા ઘનતા n છે.

➥ આથી, આ સળિયામાં રહેલાં કુલ ગતિમાન (મુક્ત) વિદ્યુતભારોની સંખ્યા nlA થશે.

(સંખ્યાઘનતા = $\dfrac{\text{સંખ્યા}}{\text{કદ}}$

∴ સંખ્યા = સંખ્યાઘનતા × કદ

$\therefore N = nAl$)

➥ આ સળિયામાં સ્થિર વિદ્યુતપ્રવાહ I, અને ઇલેક્ટ્રોનનો ડ્રિફ્ટ વેગ υ_d છે.

➥ બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્ર $\vec{B}$ ની હાજરીમાં આ ગતિમાન વાહક પર લાગતું કુલ બળ

Liberty

$\vec{F} = (nlA)\, q(\vec{\upsilon}_d \times \vec{B})$

જ્યાં, $q(\vec{\upsilon}_d \times \vec{B})$ એ એક કણ પર લાગતું ચુંબકીય બળ દર્શાવે છે.

➥ પરંતુ $nq\,\upsilon_d$ એ વિદ્યુતપ્રવાહ ઘનતા j દર્શાવે છે.

$\therefore \vec{F} = \vec{j}\, lA \times \vec{B}$

➥ અહીં, વિદ્યુતપ્રવાહઘનતા j અને લંબાઈ બંને એક જ દિશામાં હોવાથી,

$\vec{j}\, l = \vec{l}\, j$ થાય.

➥ $\vec{F} = j\vec{l}\, A \times \vec{B}$

પરંતુ $I = jA$

$\therefore \vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B})$ ..... (1)

➥ જ્યાં, $\vec{l}$ એ સળિયાની લંબાઈ l જેટલા માનનો સદિશ છે અને તેની દિશા વિદ્યુતપ્રવાહ I ની દિશામાં છે.

➥ સમીકરણ (1) સીધા સળિયા માટે જ લાગુ પડે છે. આ સમીકરણમાં $\vec{B}$ એ બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્ર છે. તે વિદ્યુતપ્રવાહ ધારિત સળિયા વડે ઉદ્‌ભવેલું ચુંબકીયક્ષેત્ર નથી.

➥ કોઈ યાદૃચ્છિક આકારના પ્રવાહ ધારિત તારને ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકતાં તેના પર લાગતું ચુંબકીયબળ મેળવવા માટે આ તારને સૂક્ષ્મ લંબાઈખંડ dl નો બનેલો ધારીને તે દરેક ટુકડા પર લાગતું બળ મેળવીને આ બધા બળોનો સરવાળો કરવામાં આવે છે. (સંકલન કરવામાં આવે છે.)

➥ તારનો લંબાઈખંડ સૂક્ષ્મ હોવાથી, આ સરવાળો સંકલનમાં ફેરવાય છે.

$\vec{F} = \sum_j I\, d\vec{l}_j \times \vec{B}$

$\vec{F} = \int I\, d\vec{l} \times \vec{B}$

➥ ખાસ કિસ્સાઓ :

(i) જો $\theta = 0$ કે $\theta = \pi$ હોય, તો

$F = BIl \sin\theta = 0$ મળે.

કારણ કે, $\sin 0 = \sin\pi = 0$

➠ આમ, જો વિદ્યુતપ્રવાહ એ ચુંબકીયક્ષેત્રને સમાંતર કે પ્રતિસમાંતર હોય, તો વાહક તાર પર લાગતું ચુંબકીયબળ શૂન્ય હોય છે.

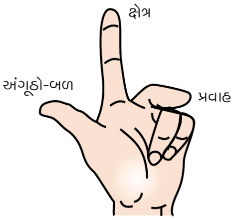
(ii) જો $\theta = \frac{\pi}{2}$ હોય, તો

$F = BIl \sin\theta = BIl$ મળે.

કારણ કે, $\sin\frac{\pi}{2} = 1$ થાય.

➠ આમ, જો વિદ્યુતપ્રવાહ અને ચુંબકીયક્ષેત્ર પરસ્પર લંબ હોય, તો વાહકતાર પર લાગતું ચુંબકીયબળ મહત્તમ હોય છે.

➥ નોંધ :



➥ વિદ્યુતપ્રવાહ ધારિત તારને સમાન ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકતાં તેના પર લાગતું ચુંબકીયબળ

$\vec{F} = I\,\vec{l} \times \vec{B}$

➥ આ બળની દિશા ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના નિયમની મદદથી મેળવી શકાય છે.

➥ નિયમ :

➠ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, ડાબા હાથની પ્રથમ આંગળી - ચુંબકીયક્ષેત્રની દિશામાં અને મધ્ય આંગળીને વિદ્યુતપ્રવાહની દિશામાં ગોઠવવામાં આવે તો અંગૂઠો જે દિશામાં ગોઠવાય તે દિશા ચુંબકીયબળની દિશા દર્શાવે છે.

Liberty

16.

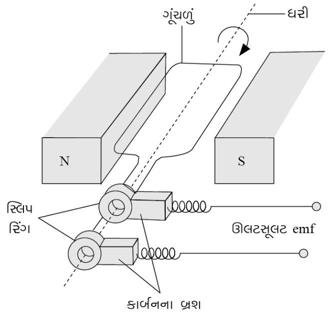
➥ $\vec{A}$ ક્ષેત્રફળ વાળું ગૂંચળું $\vec{B}$ ચુંબકીયક્ષેત્રમાં ભ્રમણ કરે છે જેથી ચુંબકીયક્ષેત્ર $\vec{B}$ અને ક્ષેત્રફળ $\vec{A}$ વચ્ચેનો ખૂણો સતત બદલાતો જાય છે. જેથી ગૂંચળા સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સ પણ સતત બદલાતું જાય છે.

રચના :

➥ આકૃતિમાં ac જનરેટરના મૂળભૂત ભાગો દર્શાવેલ છે.

➥ N અને S કાયમી ચુંબકીય ધ્રુવો વડે ચુંબકીયક્ષેત્ર ($\vec{B}$) રચેલ હોય છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ જનરેટર એ રોટર શાફ્ટ પર જડિત એક ગૂંચળું ધરાવે છે.



➥ આ ગૂંચળાની પરિભ્રમણ અક્ષ એ ચુંબકીયક્ષેત્રની દિશાને લંબ હોય છે. આ ગૂંચળાને આર્મેચર કહે છે.

➥ આ ગૂંચળાને યાંત્રિક રીતે કોઈ બાહ્ય માધ્યમ દ્વારા ભ્રમણ કરાવવામાં આવે છે.

➥ ગૂંચળાના ભ્રમણને કારણે તેની સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સમાં ફેરફાર થતાં ઉદ્‌ભવતું પ્રેરિત *emf* ગૂંચળાના બે છેડા, કે જે સ્લીપ રિંગ અને બ્રશ સાથે જોડાયેલ છે તેમની વચ્ચે મેળવી શકાય છે.

કાર્યપદ્ધતિ :

➥ ગૂંચળું ω જેટલી અચળ કોણીય ઝડપથી ભ્રમણ કરે છે ત્યારે કોઈ પણ t સમયે $\vec{B}$ અને ક્ષેત્રફળ સદિશ $\vec{A}$ વચ્ચેનો ખૂણો $\theta = \omega t$ છે.

➥ t સમયે ગૂંચળા સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સ,

$\varphi_B = BA \cos\theta = BA \cos \omega t$ ..... (1)

➥ ફેરેડેના નિયમ મુજબ,

N આંટા ધરાવતાં ગૂંચળામાં પ્રેરિત *emf*,

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt}$$

$$\therefore \varepsilon = -N BA \frac{d}{dt}(\cos \omega t)$$

$$\therefore \varepsilon = +N B\omega A \sin \omega t \text{ ..... (2)}$$

➥ જ્યારે $\sin \omega t$ નું મૂલ્ય ± 1 થાય ત્યારે પ્રેરિત *emf*, ε_0 જેટલું મહત્તમ થાય.

$$\therefore \varepsilon_0 = N BA\omega \text{ ..... (3)}$$

➥ સમી. (2) તત્કાલીન પ્રેરિત *emf* અને સમી. (3) મહત્તમ પ્રેરિત *emf* નાં સૂત્રો છે.

સમી. (2) અને (3) પરથી,

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t \text{ ..... (4)}$$

➥ સમી. (4) ac જનરેટરમાં મળતું પ્રેરિત *emf* સૂત્ર છે, જે સમય સાથે *sin* વિધેય અનુસાર વધઘટ થાય છે અને ચોક્કસ સમયે તેની દિશા પણ બદલે છે માટે તેને ઊલટ-સુલટ વોલ્ટેજ અને રચાતાં પ્રવાહને ઊલટ-સુલટ પ્રવાહ (એસી પ્રવાહ) કહે છે.

સમીકરણ (4) નીચે મુજબ પણ આપી શકાય છે :

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin 2\pi \nu t$$

જ્યાં, $\omega = 2\pi\nu$ માં ν ને ac જનરેટરની આવૃત્તિ કહે છે.

જે ગૂંચળાના ભ્રમણની આવૃત્તિ જેટલી જ હોય છે.

➥ ε નું મૂલ્ય $+\varepsilon_0$ અને $-\varepsilon_0$ વચ્ચે આવર્ત રીતે બદલાય છે.

17.

➥ L – C – R શ્રેણી AC પરિપથ માટે વિદ્યુતપ્રવાહ

$i = i_m \sin(\omega t + \varphi)$

જ્યાં, $i_m = \frac{\upsilon_m}{Z} = \frac{\upsilon_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}}$

$X_C = \frac{1}{\omega C}$ અને $X_L = \omega L$

➥ આ સમીકરણ પરથી કહી શકાય કે, કોણીય આવૃત્તિ ω ના મૂલ્યમાં ફેરફાર કરવામાં આવે તો વિદ્યુતપ્રવાહના મૂલ્યમાં ફેરફાર થાય છે.

➥ કોણીય આવૃત્તિ (ω) નું કોઈ એક મૂલ્ય $\omega = \omega_0$ એવું મળે, કે જેથી $X_C = X_L$ થાય. જેથી પરિપથનો ઇમ્પિડિન્સ ન્યૂનતમ બને છે. ($Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2} = R$)

➥ આ આવૃત્તિને અનુનાદ આવૃત્તિ (પ્રાકૃતિક આવૃત્તિ) કહે છે.

અહીં, $X_C = X_L$

$\therefore \frac{1}{\omega_0 C} = \omega_0 L$

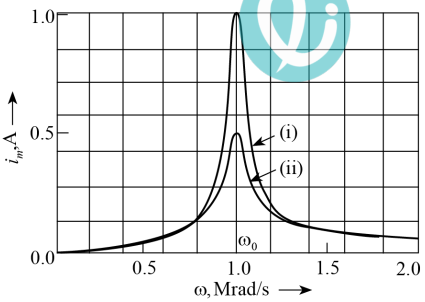
$\therefore \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$

$\therefore \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

➥ આ વખતે પરિપથમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ મહત્તમ બને છે.

$\therefore i_m^{max} = \frac{\upsilon_m}{R}$ $(\because Z = R)$

➥ વિદ્યુતપ્રવાહ મહત્તમ બનવાની ઘટનાને શ્રેણી અનુનાદ કહે છે.



➥ આકૃતિમાં L = 1.00 mH, C = 1.00 *n*F તથા અવરોધ R નાં બે મૂલ્યો R = 100 Ω અને R = 200 Ω માટે R L C શ્રેણી પરિપથમાં ω સાથે i_m માં થતાં ફેરફારો દર્શાવે છે. લાગુ પાડેલ સ્રોત માટે $\upsilon_m = 100$ V છે.

➥ આ કિસ્સા માટે $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ સૂત્ર પ્રમાણે,

$\omega_0 = 1.00 \times 10^6$ rad/s મળે છે.

➥ અનુનાદની સ્થિતિએ વિદ્યુતપ્રવાહ મહત્તમ હોય છે.

$i_m^{max} = \frac{\upsilon_m}{R}$ હોવાથી કિસ્સા (i) માં પ્રવાહનો કંપવિસ્તાર કિસ્સા (ii) માંના કંપવિસ્તાર કરતાં બમણો હોય છે.

18.

➥ બોહરે પ્રચલિત યંત્રશાસ્ત્ર અને પ્રારંભના ક્વોન્ટમ ખ્યાલોને ભેગા કરીને તેનો વાદ ત્રણ સ્વીકૃતિઓનાં સ્વરૂપમાં આપ્યો. જે નીચે મુજબ છે :

(i) પ્રથમ સ્વીકૃતિ :

➥ પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન કેટલીક સ્થાયી કક્ષાઓમાં વિકિરણ ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કર્યા વિના ભ્રમણ કરી શકે છે.

➥ આ સ્વીકૃતિ અનુસાર દરેક પરમાણુ કેટલીક ચોક્કસ સ્થાયી અવસ્થાઓમાં હોઈ શકે છે અને દરેક શક્ય અવસ્થા ચોક્કસ મૂલ્યની ઊર્જા ધરાવે છે. આ અવસ્થાઓને પરમાણુની સ્થાયી અવસ્થા કહે છે.

➥ આ બાબત વિદ્યુત ચુંબકીયવાદના અનુમાનો કરતાં વિરુદ્ધ છે.

(ii) બીજી સ્વીકૃતિ :

➥ ન્યુક્લિયસની આસપાસ ઇલેક્ટ્રોન માત્ર એવી જ કક્ષાઓમાં ભ્રમણ કરે છે કે જેમાં તેનું કોણીય વેગમાન $\frac{h}{2\pi}$ ના પૂર્ણ ગુણાંકમાં હોય જ્યાં h પ્લાન્કનો અચળાંક જેનું મુલ્ય $h = 6.625 \times 10^{-34}$ J s છે.

(કોણીય વેગમાન $L = \frac{nh}{2\pi}$ જ્યાં $n = 1, 2, 3....$)

(iii) ત્રીજી સ્વીકૃતિ :

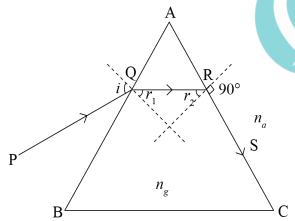
➥ ઇલેક્ટ્રોન તેની એક વિકિરણ ઉત્સર્જિત ન કરતી કક્ષામાંથી નિમ્ન ઊર્જાની બીજી કક્ષામાં સંક્રાંતિ કરે છે ત્યારે એક ફોટોનનું ઉત્સર્જન થાય છે. જેની ઊર્જા પ્રારંભિક અને અંતિમ અવસ્થાઓની ઊર્જાઓ વચ્ચેનાં તફાવત જેટલી હોય છે. આ પરથી ઉત્સર્જિત ફોટોનની આવૃત્તિ $h\nu = E_i - E_f$ સૂત્ર દ્વારા મળે છે. જ્યાં E_i અને E_f એ પ્રારંભિક અને અંતિમ અવસ્થાઓની ઊર્જાઓ છે અને $E_i > E_f$.

19.

➥ $A = 60°$

$n_a = 1$

$n_g = 1.524$



➥ આકૃતિમાં ΔABC એ પ્રિઝમનો આડછેદ છે.

➥ આપાતકિરણ PQRS માર્ગે આગળ વધે છે.

➥ બિંદુ R પાસે સ્નેલનો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$\therefore n_a \sin 90 = n_g \sin r_2$

$\therefore (1)(1) = 1.524 \sin r_2$

$\therefore \sin r_2 = \frac{1}{1.524}$

$\therefore \sin r_2 = 0.6562$

$\therefore r_2 = 41°$

➥ પરંતુ પ્રિઝમ માટે, $A = r_1 + r_2$

$\therefore 60 = r_1 + 41°$

$\therefore r_1 = 19°$

➥ બિંદુ Q પાસે સ્નેલનો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$\therefore n_a \sin i = n_g \sin r_1$

$\therefore (1) \sin i = (1.524) \sin 19$

$\therefore \sin i = 1.524 \times 0.3256$

$\therefore \sin i = 0.4962$

$\therefore i \approx 30°$

20.

➥ યંગના બે સ્લિટના પ્રયોગમાં પડદા પરના કોઈ પણ બિંદુ પાસે પરિણામી તીવ્રતા નીચેના સૂત્ર વડે આપી શકાય છે :

$$I = 4 I_0 \cos^2 \frac{\phi}{2} \ ... (1)$$

જ્યાં, φ = કળાતફાવત

➥ પડદા પરના જે બિંદુ પાસે પથતફાવત λ હોય તે બિંદુ પાસે કળાતફાવત

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{પથતફાવત}$$

$$\therefore \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \times \lambda$$

$$\therefore \varphi = 2\pi$$

➥ સમીકરણ (1) માં $I = k$ અને $\varphi = 2\pi$ મૂકતાં,

$$\therefore K = 4 I_0 \cos^2 \frac{2\pi}{2}$$

$$\therefore K = 4 I_0 \cos^2 \pi$$

$$\therefore K = 4 I_0 \ ... (2) \ (\because \cos^2 \pi = (-1)^2 = 1)$$

➥ પથતફાવત $\frac{\lambda}{3}$ હોય તે બિંદુ પાસે કળાતફાવત,

$$\varphi' = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{પથતફાવત}$$

$$\therefore \varphi' = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{3}$$

$$\therefore \varphi' = \frac{2\pi}{3}$$

➥ આ બિંદુ પાસે તીવ્રતા I' છે.

➥ સમી. (1) પરથી,

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

$$\therefore I' = 4 I_0 \cos^2 \left(\frac{2\pi}{3 \times 2}\right)$$

$$\therefore I' = 4 I_0 \cos^2 \left(\frac{\pi}{3}\right)$$

$$\therefore I' = 4 I_0 \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

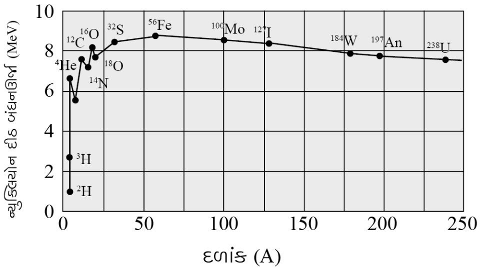
$$\therefore I' = I_0 \ ... (3)$$

➥ સમીકરણ (3) અને (2) નો ગુણોત્તર લેતાં,

$$\therefore \frac{I'}{K} = \frac{I_0}{4 I_0}$$

$$\therefore I' = \frac{K}{4}$$

21.

➥ 

➥ આકૃતિમાં ન્યુક્લિયોન દીઠ બંધનઊર્જા વિરુદ્ધ પરમાણુ દળાંકનો આલેખ દોરેલ છે.

➥ પરમાણુ દળાંક $A = 30$ થી $A = 170$ વચ્ચેના વિસ્તારમાં ન્યુક્લિયોન દીઠ બંધનઊર્જાનું મૂલ્ય લગભગ 8.0 MeV (અચળ) હોય છે.

➥ જ્યાં, $A < 30$ના હલકા વિસ્તાર માટે અને $A > 170$ના ભારે ન્યુક્લિયસ માટે E_{bn} નું મૂલ્ય 8 MeV કરતાં ઓછું હોય છે.

➥ જો ન્યુક્લિયસની કુલ બંધનઊર્જા ઓછી હોય તેવાં ન્યુક્લિયસમાંથી વધારે કુલ બંધનઊર્જા ધરાવતાં ન્યુક્લિયસમાં રૂપાંતર પામે તો ઊર્જા મુક્ત થાય છે એટલે કે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન થાય છે.

➥ જ્યારે ભારે ન્યુક્લિયસ બે અથવા બે થી વધુ વચગાળાના દળ ધરાવતાં ટુકડાઓમાં વિભંજન પામે ત્યારે કુલ બંધનઊર્જા વધે છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન ઊર્જા છુટી પડે છે. આ પ્રક્રિયાને વિખંડન પ્રક્રિયા કહે છે.

➥ જ્યારે હલકા ન્યુક્લિયસનું સંયોજન થઈને ભારે ન્યુક્લિયસ બને ત્યારે પણ કુલ બંધનઊર્જામાં વધારો થાય છે, જેના કારણે પ્રક્રિયા દરમિયાન ઊર્જા છુટી પડે છે. આ પ્રક્રિયાને સંલયન પ્રક્રિયા કહે છે.

➥ કોલસો અથવા પેટ્રોલિયમ જેવાં ઊર્જાના પ્રચલિત સ્રોતમાં મૂળભૂત બાબત ઉષ્માક્ષેપક રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ છે. આમાં સંકળાયેલી ઊર્જા ઈલેક્ટ્રોન વોલ્ટના ક્રમની હોય છે. જ્યારે ન્યુક્લિયર પ્રક્રિયામાં મુક્ત થતી ઊર્જા MeV ના ક્રમની હોય છે.

આ પરથી કહી શકાય કે, સમાન જથ્થાના દળ માટે ન્યુક્લિયર સ્રોત એ 10^6 ગણી ઊર્જા વધુ ઉત્પન્ન કરે છે.

➥ ઉદાહરણ તરીકે, 1 kg કોલસાના દહનથી 10^7 J ઊર્જા મળે છે, જ્યારે 1 kg યુરેનિયમના વિખંડનથી 10^{14} J ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે.

વિભાગ C

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

22.

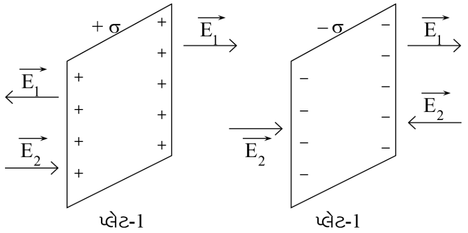
➥ $\sigma = 17 \times 10^{-22}\ C/m^2$

(a) પ્રથમ પ્લેટની બહારના વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર

$\vec{E'} = +\vec{E_1} + \vec{E_2}$

$\therefore \vec{E'} = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i}$

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



(b) બીજી પ્લેટની બહારના વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર

$\vec{E''} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

$\therefore \vec{E''} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i}$

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

(c) બે પ્લેટ વચ્ચેના વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર

$\vec{E'''} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i} + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\hat{i}$

$\therefore \vec{E'''} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\hat{i}$

$= \frac{17 \times 10^{-22}}{8.85 \times 10^{-12}}\hat{i}$

$\therefore \vec{E'''} = 1.92 \times 10^{-10}\hat{i}\ \frac{N}{C}$

23.

➥ $T_0 = 27.5\ °C$ | $T = 100\ °C$
$R_0 = 2.1\ \Omega$ | $R = 2.7\ \Omega$, $\alpha = ?$

➥ અવરોધ અને તાપમાન વચ્ચેનો સંબંધ,

$\therefore R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$

$\therefore 2.7 = 2.1[1 + \alpha(100 - 27.5)]$

$\therefore \frac{9}{7} = 1 + \alpha(72.5)$

$\therefore \frac{9}{7} - 1 = \alpha(72.5)$

$\therefore \frac{9-7}{7} = 72.5\alpha$

$\therefore \alpha = \frac{2}{7 \times 72.5}$

$\therefore \alpha = 0.00394\ °C^{-1}$

24.

➥ $V = 220\ V$, $\nu = 50\ Hz$, $R = 100\ \Omega$

(a) પરિપથમાં પ્રવાહનું rms મૂલ્ય,

$I = \frac{V}{R}$ પરથી,

$\therefore I = \frac{220}{100} = 2.2\ A$

(b) એક પૂર્ણ ચક્ર દરમિયાન ખર્ચાતો કુલ પાવર,

$P = VI$

$\therefore P = (220)(2.2)$

$\therefore P = 484\ W$

➥ (a) $V_m = 300\ V$

➠ વોલ્ટેજનું rms મૂલ્ય,

$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{300}{1.414} = 212.1\ V$

(b) $I = 10\ A$

➠ પ્રવાહનું મહત્તમ મૂલ્ય,

$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ પરથી,

Liberty

$\therefore I_m = \sqrt{2}\ I = 1.414 \times 10$

$\therefore I_m = 14.14\ A$

25.

➡ (a) કેન્દ્રલંબાઈ $f = 10$ cm

વસ્તુ-અંતર $u = -9$ cm

દરેક ટુકડાનું ક્ષેત્રફળ $A_0 = 1\ mm^2 = 1 \times 10^{-6}\ m^2$

➡ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

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

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

$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{10} - \frac{1}{9}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{9-10}{90}$$

$\therefore \upsilon = -90$ cm

➡ લેન્સની મોટવણી,

$$m = \frac{\upsilon}{u}$$

$$= \frac{-90}{-9}$$

$= 10$

➡ ક્ષેત્રિય મોટવણી = (રેખીય મોટવણી)^2

$= (10)^2$

$= 100$

➡ ક્ષેત્રિય મોટવણી = $\dfrac{\text{પ્રતિબિંબનું ક્ષેત્રફળ } (A_I)}{\text{વસ્તુનું ક્ષેત્રફળ } (A_0)}$

$$100 = \frac{A_I}{1 \times 10^{-6}}$$

$\therefore A_I = 100 \times 1 \times 10^{-6}$

$\therefore A_I = 1 \times 10^{-4}\ m^2$

$= 1\ cm^2$

➡ (b) પ્રતિબિંબની કોણીય મોટવણી (મોટવશક્તિ)

$$M = \frac{D}{|u|}$$

$$\therefore M = \frac{25}{9}$$

$\therefore M = 2.8$

➡ (c) લેન્સની મોટવણી અને કોણીય મોટવણી (મોટવશક્તિ)

બંને અલગ વસ્તુ છે.

➡ મોટવણીનું મૂલ્ય = $\left|\dfrac{\upsilon}{u}\right|$

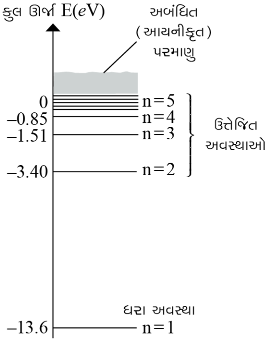
➡ કોણીય મોટવણી $m = \dfrac{D}{|u|}$

➡ જ્યારે અંતિમ પ્રતિબિંબ નજીક બિંદુ પર મળે ત્યારે મોટવણી અને મોટવશક્તિ બંને સમાન થાય છે.

Liberty

26.

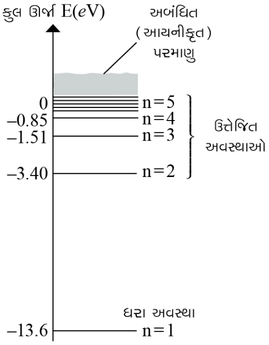
- જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન ન્યુક્લિયસની સૌથી નજીકની એટલે કે જેને માટે $n = 1$ હોય તેવી કક્ષામાં ભ્રમણ કરતો હોય ત્યારે પરમાણુની ઊર્જા લઘુત્તમ હોય છે.
- જેમ n નું મુલ્ય વધતું જાય તેમ ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા પણ વધતી જાય છે.
- પરમાણુને નિમ્નત્તમ ઊર્જા ધરાવતી અવસ્થાને તેની ધરા અવસ્થા કહે છે.
- તેમજ ઇલેક્ટ્રોન સૌથી નાની ત્રિજ્યાની કક્ષામાં ભ્રમણ કરે છે જેને બોહ્ર ત્રિજ્યા (a_0) કહે છે.



- આ અવસ્થા માટે $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$ ev

  સમીકરણમાં $n = 1$ મુકતાં $E_1 = -13.6$ ev
- આમ હાઈડ્રોજન પરમાણુની ધરા અવસ્થામાં રહેલા ઇલેક્ટ્રોનને મુક્ત કરવા માટે 13.6 ev ઊર્જા આપવી પડે છે. તેને હાઈડ્રોજન પરમાણુની આયનીકરણ ઊર્જા કહે છે.

Liberty

- 

- ઓરડાના તાપમાને મોટાભાગના હાઈડ્રોજન પરમાણુઓ ધરા અવસ્થામાં હોય છે.
- જ્યારે હાઈડ્રોજન પરમાણુ કોઇક રીતે (ઇલેક્ટ્રોન સંઘાત) ઊર્જા પ્રાપ્ત કરે ત્યારે ઇલેક્ટ્રોન વધુ ઊર્જા ધરાવતી કક્ષામાં દાખલ થાય છે. આ સ્થિતિમાં પરમાણુ ઉત્તેજીત અવસ્થામાં હોવાનું કહેવાય છે.

  $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$ ev માં $n = 2$ મુકતાં,

  $E_2 = -3.4$ ev મળે છે.
- આનો અર્થ એ થાય કે હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનને તેની પ્રથમ ઉત્તેજિત અવસ્થા સુધી ઉત્તેજિત કરવા માટે જરૂરી ઊર્જા

  $E_2 - E_1 = -3.4 - (-13.6) = -3.4 + 13.6$

  $= 10.2$ ev

➥ આવી જ રીતે $E_3 = -1.51\ ev$

➥ હાઈડ્રોજન પરમાણુને તેની ધરાઅવસ્થામાંથી બીજી ઉત્તેજિત અવસ્થા સુધી ઉત્તેજિત કરવા માટે જરૂરી ઊર્જા

$E_3 - E_1 = -1.51 - (-13.6) = -1.51 + 13.6$

$= -12.09\ ev$

➥ આનાંથી વિરુદ્ધ ઉત્તેજિત અવસ્તાઓમાંથી ઇલેક્ટ્રોન ઓછી ઊર્જાવાળી અવસ્થામાં આવે ત્યારે આ પ્રક્રિયામાં એક ફોટોનનું ઉત્સર્જન થાય છે.

➥ ઉપરના ઉદાહરણ દર્શાવે છે કે જેમ જેમ હાઈડ્રોજન પરમાણુની ઉત્તેજિતતા વધે છે (n–વધે) તેમ તેમ ઉત્તેજિત પરમાણુમાંથી ઇલેક્ટ્રોનને મુક્ત કરવા માટે જરૂરી લઘુત્તમ ઊર્જા ઘટતી જાય છે.

➥ તેમજ જેમ જેમ n-નું મુલ્ય વધે તેમ ઉત્તેજિત અવસ્થાઓની ઊર્જાઓ વધુને વધુ નજીક આવતી જાય છે.

27.

➥ (i) ${}_1H^1 + {}_1H^3 \rightarrow {}_1H^2 + {}_1H^2$

➠ આ પ્રક્રિયામાં દળ ક્ષતિ

$\Delta m = (m_H + m({}_1H^3) - 2m({}_1H^2)]$

$\Delta m = 1.007825 + 3.016049 - 2 \times 2.014102$

$\Delta m = 4.023874 - 4.028204$

$\Delta m = -\ 0.004334\ u$

➠ આ દળ ક્ષતિને મળતી સમતુલ્ય ઊર્જાને પ્રક્રિયાનું Q મૂલ્ય કહે છે.

$Q = \Delta m\ c^2$

$= (-\ 0.00433) \times 931.5$

$Q = -\ 4.033395\ MeV$

➠ અહીં, $Q < 0$ હોવાથી પ્રક્રિયા ઉષ્માશોષક છે.

➥ (ii) ${}_6C^{12} + {}_6C^{12} \rightarrow {}_{10}Ne^{20} + {}_2He^4$

➠ આ પ્રક્રિયામાં દળ ક્ષતિ

$\Delta m = 2m({}_6C^{12}) - m({}_{10}Ne^{20}) - m({}_2He^4)]$

$\Delta m = 2 \times 12.000000 - 19.992439 - 4.002603$

$\Delta m = 24.000000 - 23.995042$

$\Delta m = 0.004958\ u$

➠ આ દળ ક્ષતિને મળતી સમતુલ્ય ઊર્જાને પ્રક્રિયાનું Q મૂલ્ય કહે છે.

$Q = \Delta m\ c^2$

$Q = 0.004958 \times 931.5$

$Q = 4.618\ MeV$

➠ $Q > 0$ હોવાથી પ્રક્રિયા ઉષ્માક્ષેપક છે.