લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક

અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 14

Part A

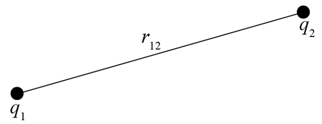
1. (A) **2.** (A) **3.** (C) **4.** (D) **5.** (A) **6.** (B) **7.** (B) **8.** (D) **9.** (C) **10.** (D) **11.** (D) **12.** (C) **13.** (C) **14.** (A) **15.** (D) **16.** (A) **17.** (C) **18.** (B) **19.** (D) **20.** (D) **21.** (D) **22.** (B) **23.** (B) **24.** (B) **25.** (A) **26.** (A) **27.**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

વિભાગ A

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

1.

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



➥ બાહ્ય વિદ્યુતક્ષેત્રની ગેરહાજરીમાં q_1 વિદ્યુતભારને અનંત અંતરેથી $\vec{r_1}$ જેટલો સ્થાનસદિશ ધરાવતાં બિંદુએ લાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય શૂન્ય છે.

➥ q_1 વિદ્યુતભારને લીધે અવકાશમાં આવેલા બિંદુ P પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_{1p}}$$

જ્યાં, $r_{1p} = q_1$ વિદ્યુતભારથી બિંદુ P સુધીનું અંતર છે.

➥ વિદ્યુતસ્થિતિમાનની વ્યાખ્યા પરથી (વિદ્યુતસ્થિતિમાનની હાજરીમાં) વિદ્યુતભાર q_2 ને અનંત અંતરેથી $\vec{r_2}$ જેટલો સ્થાનસદિશ ધરાવતાં બિંદુએ લાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય

W = (વિદ્યુતભાર q_2) × (q_1 ના લીધે r_{12} અંતરે વિદ્યુતસ્થિતિમાન)

$$W = q_2\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_{12}}\right)$$

જ્યાં, r_{12} - બિંદુ 1 અને બિંદુ 2 વચ્ચેનું અંતર

$$W = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

➥ આ કાર્ય તંત્રની સ્થિતિઊર્જા સ્વરૂપે સંગ્રહ પામે છે. આમ, બે વિદ્યુતભારોના તંત્રની સ્થિતિઊર્જા

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

➥ આ સમીકરણ q_1 અને q_2 ના કોઈ પણ ચિહ્ન (ધન વિદ્યુતભાર કે ઋણ વિદ્યુતભાર) માટે સાચું છે.

➥ જો $q_1 q_2 > 0$ હોય, તો સ્થિતિઊર્જા ધન છે. એટલે કે, વિદ્યુતભાર પર કરવું પડતું કાર્ય ધન છે.

➥ જો $q_1 q_2 < 0$ હોય, તો સ્થિતિઊર્જા ઋણ મળે છે. એટલે કે, વિદ્યુતભાર પર કરવું પડતું કાર્ય ઋણ છે.

2.

➥ $C_1 = 2$ pF

$C_2 = 3$ pF

$C_3 = 4$ pF

(a) સંયોજનનું સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ

$C = C_1 + C_2 + C_3$

$C = 2 + 3 + 4$

$C = 9$ pF

(b) સમાંતર જોડાણ હોવાથી દરેક કેપેસિટરના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત 100 V મળે.

➥ C_1 કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર

$q_1 = C_1V$

$= 2 \times 10^{-12} \times 100$

$= 2 \times 10^{-10}$ C

➥ C_2 કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર

$q_2 = C_2V$

$= 3 \times 10^{-12} \times 100$

$= 3 \times 10^{-10}$ C

➥ C_3 કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર

$q_3 = C_3V$

$= 4 \times 10^{-12} \times 100$

$= 4 \times 10^{-10}$ C

3.

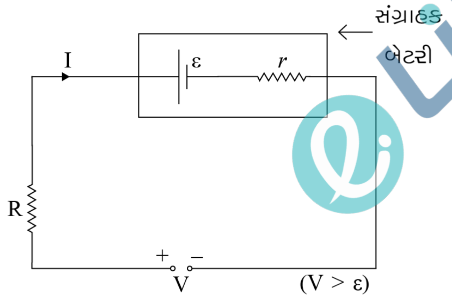
➥ $\varepsilon = 8V$

$r = 0.5\ \Omega$

$V = 120V$

$R = 15.5\ \Omega$

➥



(બેટરીની ચાર્જિંગ પરિસ્થિતિ)

➥ જ્યારે બેટરીને વિદ્યુતભારિત કરવામાં આવે ત્યારે પરિપથમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને ચાર્જિંગ પ્રવાહ કહે છે.

$\therefore$ ચાર્જિંગ પ્રવાહ $I = \dfrac{V - \varepsilon}{R + r}$

$\therefore I = \dfrac{120 - 8}{15.5 + 0.5}$

$\therefore I = \dfrac{112}{16}$

$\therefore I = 7$ A

➥ બેટરીનો ટર્મિનલ વોલ્ટેજ,

$V' = \varepsilon - (-I)r$

$\therefore V' = \varepsilon + Ir$

$= 8 + (7)(0.5)$

$= 8 + 3.5$

$= 11.5$ V

➡ સંગ્રાહક બેટરીને વિદ્યુતભારણ કરતી વખતે પરિપથમાં બાહ્ય અવરોધ એટલા માટે જોડવામાં આવે છે કે, જેથી D.C. સપ્લાયમાંથી મળતો પ્રવાહ જરૂરિયાત મુજબ ઘટાડી શકાય છે. જેથી ઉષ્મા-ઊર્જાવ્યય ઘટાડી શકાય છે.

4.

➡ $m = 0.32$ J/T

$B = 0.15T$

(a) સ્થિર સંતુલન અવસ્થા :

➠ જ્યારે ચુંબકની ડાયપોલ મોમેન્ટ અને બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્ર બંને સમાંતર હોય ($\theta = 0$) ત્યારે ચુંબક સ્થાયી સમતોલન અવસ્થામાં છે તેમ કહેવાય.

➠ આ સ્થિતિમાં ચુંબકની સ્થિતિઊર્જા

$U = -mB\cos\theta$

$\therefore U = -(0.32)(0.15)\cos 0$

$\therefore U = -0.048$ J

(b) અસ્થિર સંતુલન અવસ્થા :

➠ જ્યારે ચુંબકની ડાયપોલ મોમેન્ટ અને બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્ર બંને પ્રતિસમાંતર હોય ($\theta = \pi$) ત્યારે ચુંબક અસ્થાયી સમતોલન અવસ્થામાં છે તેમ કહેવાય.

➠ આ સ્થિતિમાં ચુંબકની સ્થિતિઊર્જા

$U = -mB\cos\theta$

$\therefore U = -(0.32)(0.15)\cos\pi$

$\therefore U = -0.048(-1)$

$\therefore U = 0.048$ J

5.

➡ $l = 10$ m

➡ $\upsilon = 5.0$ m/s

$B = H_E = 0.30 \cdot 10^{-4}\ Wb/m^{-2}$

(a) આ તારમાં પ્રેરિત *emf* (ε)

$\varepsilon = B\upsilon l$ પરથી

$\varepsilon = 0.30 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10$

$\varepsilon = 15 \cdot 10^{-4}$ V

$\varepsilon = 1.5$ mV

(b) ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના અંગૂઠાના નિયમ મુજબ, પ્રેરિત *emf* ની દિશા પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફની હશે.

(c) જ્યારે તારને મુક્ત પતન કરાવવામાં આવે છે. તારમાં રહેલા મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન પર $\vec{F} = -e(\vec{\upsilon} \cdot \vec{B})$ સૂત્ર અનુસાર બળ લાગે છે.

➠ ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના અંગૂઠાના નિયમ પરથી આ બળની દિશા મેળવવામાં આવે તો ઇલેક્ટ્રોન પર સળિયાના પશ્ચિમ છેડા બાજુ બળ લાગે છે.

➠ જેથી સળિયાના મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન પશ્ચિમ છેડા બાજુ એકઠા થાય છે, જેથી સળિયાના પૂર્વ છેડા તરફ ધન વિદ્યુત ભાર ખુલ્લો થાય છે.

➠ આમ, તારનો પૂર્વ તરફનો છેડો ઊંચા વિદ્યુત સ્થિતિમાને છે.

6.

➥ ટ્રાન્સફોર્મરમાં નીચે મુજબ ઊર્જા વ્યય થાય છે :

(1) ફ્લક્સ લીકેજ :

➥ ગર્ભની નબળી ડિઝાઇન અથવા ગર્ભમાં હવાની જગ્યા (ગેપ)ને કારણે પ્રાઇમરીનું બધું જ ફ્લક્સ સેકન્ડરીમાંથી પસાર થતું નથી; પરિણામે થોડુંક ફ્લક્સ હંમેશાં લીકેજ થાય છે.

➥ નિવારણ : પ્રાઇમરી અને સેકન્ડરીને એકબીજા પર વીંટાળીને આ લીકેજ ઘટાડી શકાય છે.

(2) વાઇન્ડિંગનો અવરોધ :

➥ વાઇન્ડિંગમાં વપરાતા તારને કેટલોક અવરોધ હોય છે, તેથી તારમાં ઉદ્‌ભવતી ઉષ્મા (I^2R) સ્વરૂપે ઊર્જાનો વ્યય થાય છે.

➥ નિવારણ : વધારે પ્રવાહ અને ઓછા વોલ્ટેજ વાળા વાઇન્ડિંગમાં જાડા તારનો ઉપયોગ કરીને આ વ્યય લઘુતમ કરી શકાય છે.

(3) એડી પ્રવાહો (ઘૂમરી પ્રવાહો) :

➥ પ્રત્યાવર્તી ચુંબકીય ફ્લક્સ લોખંડના ગર્ભમાં એડી પ્રવાહ પ્રેરિત કરે છે. પરિણામે ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે, જેના કારણે ઊર્જાનો વ્યય થાય છે.

➥ નિવારણ : સ્તરો અથવા પટ્ટીઓના બનેલા ગર્ભનો ઉપયોગ કરીને આ અસર ઘટાડી શકાય છે.

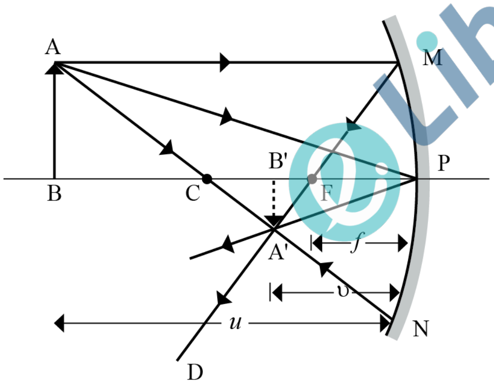
(4) હીસ્ટરીસીસ :

➥ પ્રત્યાવર્તી ચુંબકીયક્ષેત્રને કારણે ગર્ભનું ચુંબકીય કરણ વારંવાર ઊલટાઈ જાય છે. પરિણામે ગર્ભમાં ખર્ચાતી ઊર્જા ઉષ્મા સ્વરૂપે છૂટી પડે છે.

➥ નિવારણ : ઓછા હીસ્ટરીસીસ વ્યય ધરાવતાં ચુંબકીય દ્રવ્યનો ઉપયોગ કરીને આ વ્યય ઘટાડી શકાય છે.

7.

➥



➥ આકૃતિમાં નાના દર્પણમુખવાળો અરીસો દર્શાવેલ છે. અરીસાની સામે વક્રતાકેન્દ્રથી થોડે દૂર વસ્તુ AB મૂકવામાં આવેલ છે.

➥ Aમાંથી નીકળતાં ત્રણ કિરણો અરીસા વડે પરાવર્તન પામી A' બિંદુ પાસે ભેગાં થાય છે. જેથી વસ્તુ ABનું પ્રતિબિંબ C અને F વચ્ચે A'B' મળે છે.

➥ આકૃતિ પરથી બે કાટકોણ ત્રિકોણ $\Delta A'B'F$ અને ΔMPF સમરૂપ ત્રિકોણ છે. (પેરેક્સિઅલ કિરણો માટે MPને મુખ્ય અક્ષ CPને લંબ સુરેખા ગણી શકાય.)

➥ આથી, $\frac{A'B'}{MP} = \frac{B'F}{FP}$ ... (1)

➥ તેમજ બે કાટકોણ ત્રિકોણ ΔABP અને $\Delta A'B'P$ સમરૂપ ત્રિકોણ છે.

આથી, $\frac{A'B'}{AB} = \frac{B'P}{BP}$

પરંતુ, $AB = MP$

$$\therefore \frac{A'B'}{MP} = \frac{B'P}{BP} \quad \text{... (2)}$$

➥ સમીકરણ (1) અને (2) ને સરખાવતાં,

$$\therefore \frac{B'F}{FP} = \frac{B'P}{BP}$$

પરંતુ, B’F = B’P – FP

$$\therefore \frac{B'P - FP}{FP} = \frac{B'P}{BP}$$

➥ પરંતુ, B’P = –υ, FP = –f, BP = – u (સંજ્ઞા પદ્ધતિ અનુસાર ત્રણેય અંતરો ઋણ લેવામાં આવે છે.)

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

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

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

➥ સમીકરણને υ વડે ભાગતાં,

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

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

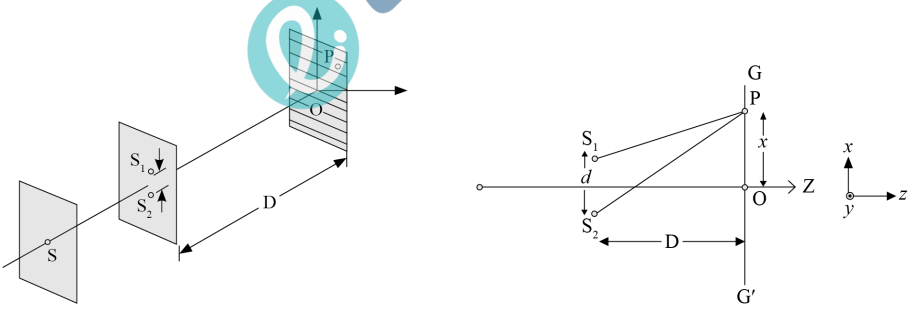
$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{\upsilon} + \frac{1}{u}$$

➥ આ સમીકરણને અરીસાનું સૂત્ર કહે છે.

8.

➥ સૌપ્રથમ થોમસ યંગ નામના ભૌતિક વૈજ્ઞાનિકે યુક્તિપૂર્વક S_1 અને S_2માંથી ઉત્સર્જિત તરંગોનો કળાતફાવત LOCK કરવાની તક્નિકનો ઉપયોગ કર્યો અને સુસંબદ્ધ ઉદ્‌ગમો મેળવ્યા.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, પડદા પર રાખેલા છિદ્ર S ને તેજસ્વી પ્રકાશ ઉદ્‌ગમ વડે પ્રકાશિત કરવામાં આવે છે.



(a) (b)

➥ આ પડદાની પાછળ રાખેલા પડદા પર બે છિદ્ર S_1 અને S_2 આવેલાં છે. આ છિદ્રને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે, જેથી $SS_1 = SS_2$ થાય.

➥ S માંથી બહાર આવતા પ્રકાશ તરંગો S_1 અને S_2 પર પડે છે. જેથી S_1 અને S_2 સુસંબદ્ધ ઉદ્‌ગમ તરીકે વર્તે છે, કારણ કે S_1 અને S_2 માંથી બહાર આવતા પ્રકાશ તરંગો એક જ મૂળ ઉદ્‌ગમમાંથી જ મેળવેલા છે.

➥ કોઈ પણ પ્રકારનો ત્વરિત કળાતફાવત એ S_1 અને S_2 માંથી બહાર નીકળતા પ્રકાશમાં બરાબર એકસરખો કળાતફાવત કરશે.

➥ આમ, કળા સંદર્ભમાં જાણે કે બે ઉદ્‌ગમો S_1 અને S_2 LOCK થઈ ગયા છે તેમ કહેવાય.

➥ S_1 અને S_2 માંથી ઉત્સર્જિત ગોળાકાર તરંગો આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા અનુસાર, પડદા GG’ પર વ્યતિકરણ શલાકાઓ રચે છે.

9.

➥ વ્યતિકરણ, વિવર્તન અને ધ્રુવીભવન જેવી પ્રકાશને લગતી ઘટનાઓ વડે સાબિત થયું છે કે, પ્રકાશ એ તરંગ-સ્વરૂપ ધરાવે છે. આ ખ્યાલ

મુજબ પ્રકાશ એ વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રોથી બનેલું વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ છે. પ્રકાશના આ તરંગની ઊર્જા અવકાશમાં સતત રીતે વિતરીત થયેલી હોય છે.

➥ પ્રકાશના આ તરંગવાદ મુજબ, પ્રકાશની તીવ્રતા એ પ્રકાશના તરંગના કંપવિસ્તારના વર્ગના સમપ્રમાણમાં હોય છે. ($I \propto A^2$)

➥ આમ, પ્રકાશની ઊર્જાને તેની તીવ્રતા સાથે સીધો સંબંધ છે એટલે કે વધારે તીવ્રતાવાળા પ્રકાશની ઊર્જા પણ વધારે હોય, માટે વધારે તીવ્રતાવાળો પ્રકાશ ધાતુની સપાટી પર આપાત કરતાં ઉત્સર્જાતા ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ ઊર્જા પણ વધારે હોય.

➥ આમ, તરંગવાદ પ્રમાણે ધાતુમાંથી ઉત્સર્જાતા ફોટોઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા પ્રકાશની તીવ્રતા પર આધારિત છે, જે પ્રાયોગિક પરિણામથી વિપરીત સમજૂતી છે.

➥ તરંગવાદ પ્રમાણે જો ધાતુની સપાટી પૂરતી તીવ્રતાવાળો પ્રકાશ આપાત કરવામાં આવે કે જેથી ઇલેક્ટ્રોનને મળતી ઊર્જા એ ધાતુના કાર્યવિધેય કરતાં વધારે હોય, તો ગમે તેટલી આવૃત્તિવાળો પ્રકાશ હોય પણ ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થઈ જાય છે.

➥ આ સમજૂતી પ્રાયોગિક પરિણામો પરથી મળતી થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિની હાજરીને નકારે છે.

➥ તરંગવાદ પ્રમાણે પ્રકાશ તરંગ-સ્વરૂપે ઊર્જાનું સતત વિતરણ ધરાવે છે, માટે જ્યારે પ્રકાશ ધાતુની સપાટી પર આપાત થાય ત્યારે ઇલેક્ટ્રોન વડે શોષાતી ઊર્જા પણ પ્રકાશના સતત તરંગ-અગ્ર વડે સતત રીતે શોષાય.

➥ ધાતુમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા ખૂબ જ વધારે હોય છે, માટે એકમ સમયમાં દરેક ઇલેક્ટ્રોન વડે શોષાતી ઊર્જા ઘણી ઓછી હશે.

➥ આમ, ઇલેક્ટ્રોન પ્રત્યેક સેકન્ડે ખૂબ ઓછી ઊર્જા પ્રકાશમાંથી શોષશે અને જ્યારે તે ઊર્જા કાર્યવિધેય જેટલી બનશે ત્યારે ધાતુમાંથી ઇલેક્ટ્રોન ઉત્સર્જન પામે છે. ચોક્કસ ગણતરી કરતાં માલૂમ પડે છે કે ઇલેક્ટ્રોનને ઉત્સર્જન થવામાં કલાકો જેટલો સમય લાગવો જોઈએ.

➥ આ સમજૂતી પણ પ્રાયોગિક પરિણામો વડે મળતા ઇલેક્ટ્રોનના ત્વરિત ઉત્સર્જનની ઘટનાથી વિપરીત છે.

➥ આ પરથી કહી શકાય છે કે, પ્રકાશનો તરંગવાદ ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસરને સમજાવવામાં નિષ્ફળ છે.

10.

➥ બોહ્ર મોડેલની મર્યાદાઓ નીચે મુજબ છે.

➥ (i) બોહ્ર મોડેલ હાઇડ્રોજન જેવા પરમાણુઓને લાગુ પડે છે. તેને ફક્ત બે ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતા હિલિયમ જેવા પરમાણુઓ સુધી પણ લાગુ પાડી શકાતું નથી.

➠ બોહ્ર મોડેલના આધારે જ એક કરતાં વધુ ઇલેક્ટ્રોનવાળા પરમાણુઓનો અભ્યાસ કરવામાં આવ્યો હતો પરંતુ તેમાં સફળતા મળી નહી. કારણ કે ઇલેક્ટ્રોન ધન વિદ્યુત ભારિત ન્યુક્લિયસની સાથે જ નહિ પણ બીજા બધા ઇલેક્ટ્રોન સાથે પણ આંતરક્રિયા કરે છે.

➥ (ii) બોહ્ર મોડેલ, હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ વડે ઉત્સર્જિત પ્રકાશની આવૃતિઓનું સાચી રીતે પૂર્વ અનુમાન કરે છે. તેમ છતાં આ મોડેલ વર્ણપટ્ટમાં આવૃતિઓની સાપેક્ષ તીવ્રતાઓ સમજાવી શકતું નથી.

➠ હાઇડ્રોજનના ઉત્સર્જન વર્ણપટ્ટમાં કેટલીક દ્રશ્ય આવૃતિઓની તીવ્રતા ઓછી છે અને બીજીની તીવ્રતા વધુ છે? જે બોહ્ર મોડેલ સમજાવી શકતું નથી.

➠ પ્રાયોગિક અવલોકનો દર્શાવે છે કે કેટલીક સંક્રાંતિઓ અન્ય કરતાં વધારે પ્રમાણમાં થાય છે. બોહ્ર મોડેલ તીવ્રતાના ફેરફારો સમજાવી શકતું નથી.

11.

➥ 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 :

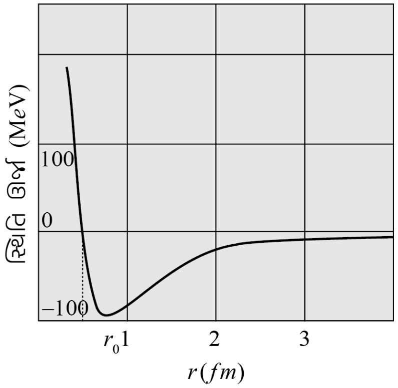
➥ (i) વિદ્યુતભારો વચ્ચે લાગતાં કુલંબ બળ અને દળો વચ્ચે લાગતાં ગુરુત્વ બળ કરતાં ન્યુક્લિયર બળ ઘણું પ્રબળ છે.

➠ 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.

Liberty

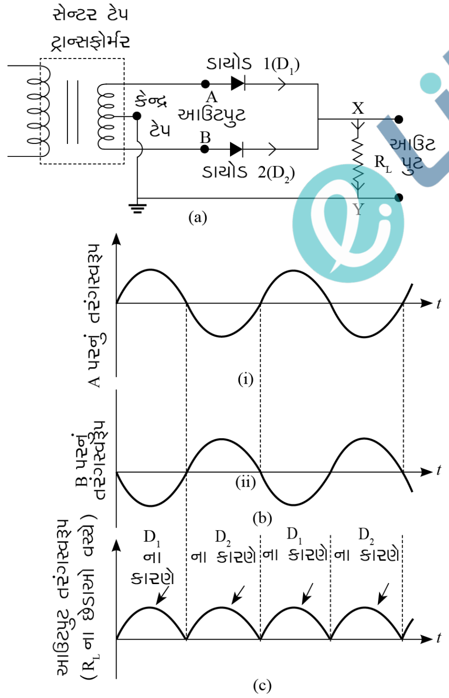


- આકૃતિમાં ન્યુક્લિયોન વચ્ચેની સ્થિતિ ઊર્જા વિરુદ્ધ અંતરનો આલેખ દર્શાવેલ છે.
- આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ $0.8\,fm$ જેટલા અંતર r_0 માટે સ્થિતિઊર્જા લઘુતમ છે.
- $0.8\,fm$ કરતાં વધુ મોટાં અંતરો માટે આ બળ આકર્ષણ પ્રકારનું હોય છે.
- $0.8\,fm$ કરતાં ઓછા અંતરો માટે આ બળ અપાકર્ષણ પ્રકારનું છે.

➥ (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.

12.

➥ 

➥ આકૃતિ (a)માં પૂર્ણતરંગ રેક્ટિફાયર તરીકેનો પરિપથ દર્શાવેલ છે. પૂર્ણતરંગ રેક્ટિફાયરમાં બે p - n જંક્શન ડાયોડનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

➥ આ પ્રકારના રેક્ટિફાયરમાં AC ચક્રના ધન અને ઋણ બંને અર્ધચક્ર દરમિયાન રેક્ટિફાય થયેલો આઉટપુટ મળે છે. આથી તેને પૂર્ણતરંગ રેક્ટિફાયર કહે છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, બંને ડાયોડની p-પ્રકારની બાજુઓ ટ્રાન્સફોર્મરના ગૌણ ગૂંચળા સાથે જોડેલ છે. બંને ડાયોડની n-પ્રકારની બાજુઓ

એકબીજા સાથે જોડેલ છે અને આ બે ડાયોડના સામાન્ય બિંદુ અને ટ્રાન્સફોર્મરના ગૌણ ગૂંચળાના મધ્ય બિંદુ વચ્ચે આઉટપુટ લેવામાં આવે છે. આથી પૂર્ણતરંગ રેક્ટિફાયર માટે ટ્રાન્સફોર્મરના ગૌણ ગૂંચળાના કેન્દ્રબિંદુમાંથી છેડો કાઢવામાં આવે છે. જેને સેન્ટર ટેપ ટ્રાન્સફોર્મર કહે છે.

➥ આકૃતિ (c) પરથી જોઈ શકાય કે, દરેક ડાયોડ વડે રેક્ટિફાય થયેલો વોલ્ટેજ સેકન્ડરીના કુલ વોલ્ટેજનો અડધો હોય છે. દરેક ડાયોડ ફક્ત અર્ધચક્ર દરમિયાન જ રેક્ટિફાય કરે છે, પરંતુ બંને ડાયોડ વારાફરતી આવતા ચક્ર માટે આમ કરે છે. આથી આ કિસ્સામાં મળતો આઉટપુટ વોલ્ટેજ પૂર્ણ તરંગ રેક્ટિફાયર આઉટપુટ બને છે.

➥ ધારો કે, કોઈ ક્ષણે A પાસેનો ઇનપુટ વોલ્ટેજ ધન છે. A અને B પાસેનો વોલ્ટેજ વિરુદ્ધ કળામાં હોવાથી B પાસે વોલ્ટેજ ઋણ હોવો જોઈએ. આ કિસ્સામાં ડાયોડ D_1 ફોરવર્ડ અને D_2 રિવર્સ બાયસમાં જોડાય છે.

➥ આથી, આકૃતિ (c)માં દર્શાવ્યા મુજબ આ અર્ધચક્ર દરમિયાન R_L ના છેડા વચ્ચે આઉટપુટ પ્રવાહ મળે છે.

➥ બીજા અર્ધ ચક્ર દરમિયાન A પાસેનો વોલ્ટેજ - ઋણ અને B પાસેનો વોલ્ટેજ ધન હોય છે. આ કિસ્સામાં ડાયોડ D_1 રિવર્સ બાયસમાં અને ડાયોડ D_2 ફોરવર્ડ બાયસમાં જોડાય છે. જેથી ડાયોડ D_2 માંથી પ્રવાહનું વહન થાય છે અને આઉટપુટ વોલ્ટેજ મળે છે.

➥ આમ, આપણને એક ચક્રના ધન અને ઋણ એમ બંને અર્ધ-ચક્ર દરમિયાન આઉટપુટ મળે છે.

વિભાગ B

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

13.

➥ (a) $Q = 4 \times 10^{-7}$ C

$r = 9\ cm = 9 \times 10^{-2}\ m$

➠ P બિંદુ પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન

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

$$\therefore V = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-7}}{9 \times 10^{-2}}$$

$$\therefore V = 4 \times 10^4\ V$$

➥ (b) $q = 2 \times 10^{-9}$ C વિદ્યુતભારને અનંત અંતરેથી P બિંદુએ લાવવા માટે કરવું પડતું કાર્ય

$$W = Vq$$

$$\therefore W = 4 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-9}$$

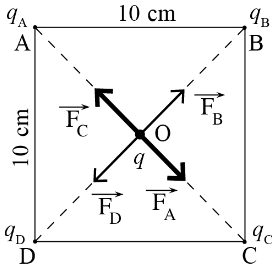
$$\therefore W = 8 \times 10^{-5}\ J$$

અહીંયાં કરવામાં આવેલું કાર્ય માર્ગથી સ્વતંત્ર છે.

14.

➥ $q_A = 2 \propto C$ $q_B = -5 \propto C$ $q = 1 \propto C$

$q_C = 2 \propto C$ $q_D = -5 \propto C$ l = 10 cm



➥ ધારો કે, ચોરસના કેન્દ્રથી શિરોબિંદ સુધીનું અંતર r છે.

Liberty

$\therefore AO = BO = CO = DO$

$r = \dfrac{\sqrt{(10)^2 + (10)^2}}{2}$

$= 5\sqrt{2}$ cm

$= 5\sqrt{2} \times 10^{-2}$ m

➥ A પર રહેલ $q_A = 2 \propto C$ ના વિદ્યુતભારને લીધે O પરના $q = 1 \propto C$ વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ

$F_A = \dfrac{kq_A q}{r^2}$

$= \dfrac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{\left(5\sqrt{2} \times 10^{-2}\right)^2}$

$\therefore F_A = 3.6$ N (A થી O તરફની દિશા) ... (1)

➥ તેવી જ રીતે, $q_C = 2 \propto C$ ના વિદ્યુતભારને લીધે O પરના $q = 1 \propto C$ પર લાગતું બળ

$F_C = \dfrac{kq_C q}{r^2}$

$= \dfrac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{\left(5\sqrt{2} \times 10^{-2}\right)^2}$

$\therefore F_C = 3.6$ N (C થી O તરફની દિશા) ... (2)

➥ સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) પરથી,

F_A અને F_C બંને બળ સમાન મૂલ્યના અને પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં છે, તેથી તેનું પરિણામી બળ શૂન્ય થાય છે.

$\vec{F_1} = \vec{F_A} + \vec{F_C} = \vec{0}$

➥ B પર રહેલ $q_B = -5 \propto C$ ના લીધે કેન્દ્ર પર રહેલ

$q = 1 \propto C$ ના વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ

$F_B = \dfrac{kq_B q}{r^2}$

$= \dfrac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{\left(5\sqrt{2} \times 10^{-2}\right)^2}$

$= 9$ N (O થી B તરફની દિશા) ... (3)

➥ આવી જ રીતે D પર રહેલા વિદ્યુતભારને લીધે $q = 1 \propto C$ પર લાગતું બળ

$F_D = \dfrac{kq_D q}{r^2} = \dfrac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{\left(5\sqrt{2} \times 10^{-2}\right)^2}$

$\therefore F_D = 9$ N (O થી D તરફ) ... (4)

➥ સમીકરણ (3) અને (4) પરથી, F_B અને F_D બંને બળો સમાન મૂલ્યના અને પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં છે, તેથી તેનું પરિણામીબળ શૂન્ય થાય છે.

$\therefore \vec{F_2} = \vec{F_B} + \vec{F_D} = \vec{0}$

➥ O પરના વિદ્યુતભાર પર લાગતું પરિણામી બળ

$\therefore \vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$

$\therefore \vec{F} = \vec{0} + \vec{0} = \vec{0}$

15.

➥ આકૃતિમાં ચલિત-ગૂંચળાવાળું ગેલ્વેનોમીટર દર્શાવેલ છે.

➥ સિદ્ધાંત :

➥ સમાન ચુંબકીયક્ષેત્રમાં વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ગૂંચળાને લટકાવતાં તેના પર ટોર્ક લાગે છે.

➥ રચના :

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ સ્થાયી લોહચુંબકના બે નળાકાર ધ્રુવો વચ્ચે હલકી લંબચોરસ ફ્રેમ પર તાંબાનો પાતળો તાર વીંટાળીને ગૂંચળું બનાવવામાં આવે છે. આ ગૂંચળાને મુક્ત રીતે ભ્રમણ કરી શકે તેમ ગોઠવવામાં આવે છે.

➥ કેન્દ્રવર્તી સમાન ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવા માટે ગૂંચળાની અક્ષ પર, ગૂંચળાને અડકે નહીં તે રીતે નરમ લોખંડનો નાનો નળાકાર રાખવામાં આવે છે.

➥ ગૂંચળામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં ચુંબકીયક્ષેત્રને કારણે તેના પર ટોર્ક લાગે છે અને તેનું કોણાવર્તન થાય છે. ગૂંચળાના બે છેડે રાખેલી કમાન દ્વારા ગૂંચળા પર પુનઃ સ્થાપક ટોર્ક લાગે છે અને ગૂંચળું સ્થિર કોણાવર્તન દર્શાવે છે.

➥ કાર્યપદ્ધતિ :

➥ સમાન ચુંબકીયક્ષેત્રમાં વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ગૂંચળાને લટકાવતાં તેના પર ટોર્ક લાગતાં તેનું કોણાવર્તન થાય છે.

➥ જો ગૂંચળાના સમતલને રજૂ કરતો સદિશ ચુંબકીયક્ષેત્ર સાથે θ કોણ બનાવે તો ગૂંચળા પર લાગતું ટોર્ક

$\tau = BINA \sin\theta$ ..... (1)

➥ ગૂંચળાની કોઈ પણ સ્થિતિમાં ત્રિજ્યાવર્તી ક્ષેત્રના કારણે $\vec{A}$ અને $\vec{B}$ વચ્ચેનો ખૂણો 90° જ રહે છે.

➥ ગૂંચળા પર લાગતું ટોર્ક $\tau = BINA$

➥ ગૂંચળાના કોણાવર્તનને લીધે તેના છેડા પર રહેલી સ્પ્રિંગોમાં ઉદ્‌ભવતું પુનઃ સ્થાપક ટોર્ક ગૂંચળાના કોણાવર્તન (φ) ના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

∴ પુનઃ સ્થાપક ટોર્ક $\tau' = k\varphi$ ..... (2)

જ્યાં, k = સ્પ્રિંગનો વળ અચળાંક છે.

➥ ગૂંચળાના સ્થિર કોણાવર્તન માટે,

$\tau = \tau'$

$\therefore BINA = k\varphi$

$\therefore \varphi = \left(\frac{BAN}{k}\right) \cdot I$

$\therefore \varphi \propto I$

➥ આમ, ગૂંચળાનું કોણાવર્તન એ વિદ્યુતપ્રવાહના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

16.

➥
$n = 15 \frac{\text{આંટા}}{\text{સેમી}}$	$\Delta t = 0.1$ s
$n = 1500 \frac{\text{આંટા}}{\text{મીટર}}$	$I_1 = 2A$
$A = 2\ cm^2 = 2 \times 10^{-4}\ m^2$	$I_2 = 4A$

➥ લૂપમાં પ્રેરિત થતું *emf*

$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ (ઋણ નિશાની અવગણતાં)

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

$\therefore \varepsilon = \frac{B_2A - B_1A}{\Delta t}$

$\therefore \varepsilon = \frac{\mu_0 nI_2A - \mu_0 nI_1A}{\Delta t}$

$\therefore \varepsilon = \frac{\mu_0 nA(I_2 - I_1)}{\Delta t}$

$$\therefore \varepsilon = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1500 \times 2 \times 10^{-4}(4-2)}{0.1}$$

$$\therefore \varepsilon = 753600 \cdot 10^{-11}$$

$$\therefore \varepsilon = 7.54 \cdot 10^{-6}\ \text{V}$$

$$\therefore \varepsilon = 7.54 \propto \text{V}$$

17.

➥ V = 220 V

ν = 50 Hz

R = 200 Ω

C = 15 ∝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,

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

$$= \frac{220}{291.67}$$

$$\therefore I = 0.7542\ \text{A}$$

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

$$V_R = IR$$

$$= (0.754)\,(200) = 150.8\ \text{V}$$

➥ કેપેસિટરના બે છેડા વચ્ચેનો વોલ્ટેજ,

$$V_C = I\,X_C$$

$$= (0.754)\,(212.3)$$

$$= 160.07\ \text{V}$$

➥ V_R અને V_C નો બૈજિક સરવાળો,

$$V' = V_R + V_C$$

$$V' = 150.8 + 160.07$$

$$V' = 310.87\ \text{V}$$

➥ 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,

Liberty

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

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

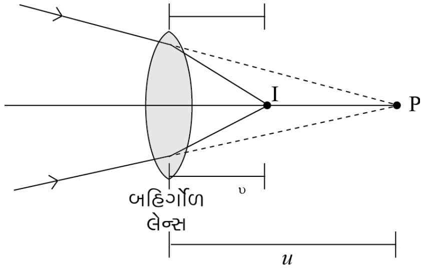
$V_{R+C} = \sqrt{22740.64 + 25622.40}$

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

➥ 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.

18.

➥ (a) બહિર્ગોળ લેન્સ માટે,



➠ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, પ્રકાશ કિરણાવલીના માર્ગમાં બહિર્ગોળ લેન્સ મૂકતાં, તે I બિંદુ પાસે કેન્દ્રિત થાય છે.

➠ અહીં બિંદુ P એ આભાસી વસ્તુ તરીકે વર્તે છે.

∴ વસ્તુ-અંતર $u = 12$ cm

પ્રતિબિંબ-અંતર $\upsilon = ?$

કેન્દ્રલંબાઈ $f = 20$ cm

➠ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

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

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

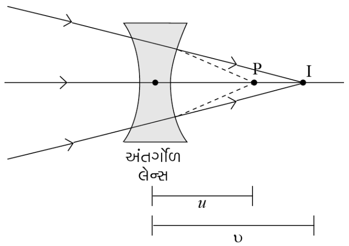
$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{20} + \frac{1}{12}$

$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{3+5}{60}$

$\therefore \upsilon = \frac{60}{8} = 7.5$ cm

➠ આ કિરણાવલી આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, 7.5 cm અંતરે I બિંદુ પાસે કેન્દ્રિત થાય છે.

➥ (b) બહિર્ગોળ લેન્સ માટે,



➠ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, પ્રકાશ કિરણાવલીના માર્ગમાં અંતર્ગોળ લેન્સ મૂકતાં, તે P બિંદુથી થોડે દૂર I બિંદુ પાસે કેન્દ્રિત થાય છે.

∴ વસ્તુ-અંતર $u = 12$ cm

પ્રતિબિંબ-અંતર $\upsilon = ?$

કેન્દ્રલંબાઈ $f = -16$ cm

➠ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

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

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

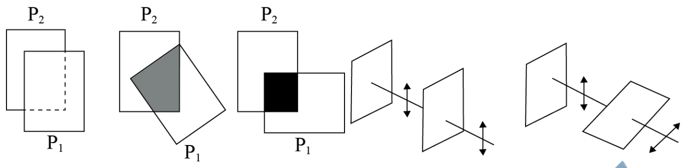
$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{-1}{16} + \frac{1}{12}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{-3+4}{48}$$

$\therefore \upsilon = 48$ cm

➠ આમ, કિરણાવલી આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર 48 cm અંતરે I બિંદુ પાસે કેન્દ્રિત થાય છે.

19.



(a) (b)

➥ સામાન્ય પ્રકાશ ઉદ્‌ગમ જેવા કે સોડિયમ લેમ્પમાંથી ઉત્સર્જાતો પ્રકાશ અધ્રુવીભૂત હોય છે.

➥ જ્યારે આ પ્રકાશને પોલેરોઇડ તકતી P_1માંથી પસાર કરવામાં આવે ત્યારે નિર્ગમન પામતા પ્રકાશની તીવ્રતા ઘટીને અડધી થઈ જાય છે. જો P_1 ને ભ્રમણ આપવામાં આવે, તો પણ નિર્ગમન પામતા કિરણપુંજની તીવ્રતા પર કોઈ અસર જોવા મળતી નથી, એટલે કે નિર્ગમિત પ્રકાશની તીવ્રતા અચળ જળવાય રહે છે.

➥ ધારો કે, આના જેવો જ બીજો પોલેરોઇડ P_2 ને P_1ની અગાઉ મૂકવામાં આવે છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, પ્રારંભમાં P_1 અને P_2 ને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે કે, જેથી બંનેની દગ્-અક્ષ એકબીજાને સમાંતર ગોઠવાય છે.

➥ આ કિસ્સામાં P_1 અને P_2 માંથી નિર્ગમન પામતા પ્રકાશની તીવ્રતા સમાન હોય છે.

➥ હવે, P_1 ને ભ્રમણ આપવામાં આવે ત્યારે P_1 માંથી બહાર આવતા પ્રકાશની તીવ્રતામાં ફેરફાર જોવા મળે છે.

➥ આકૃતિમાં કોઈ એક સ્થિતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, P_1 માંથી બહાર આવતા પ્રકાશની તીવ્રતા લગભગ શૂન્ય છે.

➥ જ્યારે P_1 ને 90° જેટલું ભ્રમણ આપવામાં આવે ત્યારે P_2માંથી બહાર આવતી બધી જ તીવ્રતા P_1 દ્વારા શોષાય છે. જેથી P_1 માંથી નિર્ગમન પામતા પ્રકાશની તીવ્રતા શૂન્ય હોય છે.

➥ ધારો કે, P_2 ની દગ્-અક્ષ એ P_1 ની દગ્-અક્ષ સાથે θ કોણ બનાવે છે, જ્યારે ધ્રુવીભૂત કિરણપુંજ પોલેરોઇડ P_2 માંથી પસાર થાય ત્યારે $E \cos\theta$ ઘટક P_1 માંથી પસાર થાય છે. આમ, પોલેરોઇડ P_1 (અથવા P_2) ને ભ્રમણ આપીએ તેમ તીવ્રતા નીચેના સૂત્ર અનુસાર બદલાય છે :

$$I = I_0 \cos^2\theta$$

આ સૂત્રને માલસનો નિયમ કહે છે. જ્યાં, I_0 એ P_2 પોલેરોઇડ પસાર થયા બાદ પ્રકાશની તીવ્રતા દર્શાવે છે.

➥ આમ, એક પોલેરોઇડમાંથી પારગમન પામતી તીવ્રતા એ આપાત તીવ્રતાથી અડધી હોય છે. બીજો પોલેરોઇડ મૂકવાથી અને બે પોલેરોઇડની દગ્-અક્ષો વચ્ચેના ખૂણાને યોગ્ય ગોઠવીને તીવ્રતા 50% થી શૂન્યની વચ્ચે મેળવી શકાય છે.

20.

➥ (a) બુલેટ ⇒ દળ $m = 0.040$ kg

ઝડપ $v = 1.0$ km/s

➠ ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ,

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

$$\lambda = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{0.040 \times 1 \times 10^{3}}$$

$$\lambda = 165.625 \times 10^{-37}$$

$$\lambda = 1.66 \times 10^{-35} \text{ m}$$

➥ (b) બોલ ⇒ દળ $m = 0.060$ kg

ઝડપ $v = 1$ m/s

➠ ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ,

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

$$\lambda = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{0.060 \times 1}$$

$$\lambda = 110.416 \times 10^{-34}$$

$$\lambda = 1.104 \times 10^{-32} \text{ m}$$

➥ (c) ધૂળનો રજકણ ⇒ દળ $m = 1 \times 10^{-9}$ kg

ઝડપ $v = 2.2$ m/s

ડિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ,

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

$$\lambda = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{1 \times 10^{-9} \times 2.2}$$

$$\lambda = 3.01 \times 10^{-25} \text{ m}$$

21.

➥ બોહ્રની બીજી સ્વીકૃતિ :

➠ ન્યુક્લિયસની આસપાસ ઇલેક્ટ્રોન માત્ર એવીજ કક્ષાઓમાં ભ્રમણ કરે છે કે જેમાં તેનું કોણીય વેગમાન $\frac{h}{2\pi}$ ના પૂર્ણ ગુણાંકમાં હોય જ્યાં, h–પ્લાન્ક અચળાંક છે.

➠ જેનું મૂલ્ય $h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js

➠ આમ કક્ષીય ઇલેક્ટ્રોનનું કોણીય વેગમાન

$$L = \frac{nh}{2\pi} \quad \text{જ્યાં } n = 1, 2, 3 \ldots\ldots$$

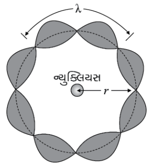
➥ ડિ-બ્રોગ્લી સમજૂતી

➠ 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.



Liberty

➠ 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.

વિભાગ C

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

22.

➥ $A = 6 \times 10^{-3}\ m^2$

$d = 3\ mm = 3 \times 10^{-3}\ m$

$V = 100\ V$

(a) બે પ્લેટ વચ્ચે હવા હોય ત્યારે કેપેસિટન્સ

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

$\therefore C = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 6 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-3}}$

$\therefore C \approx 18 \times 10^{-12}$

$\therefore C \approx 18\ pF$

(b) દરેક પ્લેટ પરનો વિદ્યુતભાર

$q = CV$

$= 18 \times 10^{-12} \times 100$

$= 18 \times 10^{-10}\ C$

$= 1.8 \times 10^{-9}\ C\ (1.8\ nC)$

➥ કેપેસિટરની એક પ્લેટ પર 1.8×10^{-9} C જેટલો ધન વિદ્યુતભાર અને બીજી પ્લેટ પર 1.8×10^{-9} C જેટલો ઋણ વિદ્યુતભાર હશે.

23.

➥ (a) મુક્ત $\bar{e}$ ની સંખ્યા-ઘનતા

$= \frac{\text{મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની કુલ સંખ્યા}}{\text{કદ}}$

$\therefore n = \frac{\text{સંયોજકતા} \times \text{પરમાણુની કુલ સંખ્યા}}{\text{દળ/ઘનતા}}$

Liberty

$\therefore n = \dfrac{\text{સંયોજકતા} \times \text{પરમાણુની કુલ સંખ્યા} \times \text{ઘનતા}}{\text{દળ}}$

➠ કોપર પરમાણુના એક મોલ જથ્થા માટે પરમાણુની સંખ્યા = 6×10^{23} મળે.

$\therefore n = \dfrac{1 \times 6 \times 10^{23} \times 9 \times 10^{3}}{63.5 \times 10^{-3}}$

$\therefore n = 8.5 \times 10^{28}\ m^{-3}$

➠ ઇલેક્ટ્રોનનો ડ્રિફ્ટ વેગ (υ_d)

$I = ne\,\upsilon_d A$ સૂત્ર પરથી,

$\upsilon_d = \dfrac{I}{A\,ne}$

$\therefore \upsilon_d = \dfrac{1.5}{(1 \times 10^{-7}) \times (8.5 \times 10^{28}) \times (1.6 \times 10^{-19})}$

$\therefore \upsilon_d = 1.1 \times 10^{-3}$ m/s

$\therefore \upsilon_d = 1.1$ mm/s

➥ (b) (i) કોપરના એક પરમાણુનું દળ $M = \dfrac{M_0}{N_A}$

$M = \dfrac{63.5 \times 10^{-3}}{6.0 \times 10^{23}}$

$M = 1.058 \times 10^{-25}$ kg

➠ T તાપમાને પરમાણુની ઉષ્મીય ઝડપ

$\upsilon_{rms} = \sqrt{\dfrac{3k_B T}{M}}$

$\therefore \upsilon_{rms} = \sqrt{\dfrac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300}{1.058 \times 10^{-25}}}$

$\therefore \upsilon_{rms} = 3.42 \times 10^{2}$ m/s

$\dfrac{\text{ઇલેક્ટ્રોનની ડ્રિફ્ટ ઝડપ}}{\text{પરમાણુની ઉષ્મીય ઝડપ}} = \dfrac{\upsilon_d}{\upsilon_{rms}}$

$= \dfrac{1.1 \times 10^{-3}}{3.42 \times 10^{2}}$

$= 3.2 \times 10^{-6}$

➠ આમ, ઇલેક્ટ્રોનની ડ્રિફ્ટ ઝડપ સામાન્ય તાપમાને જોવા મળતી ઉષ્મીય ઝડપ કરતાં ખૂબ જ નાની (3.2×10^{-6} ગણી) હોય છે.

(ii) સુવાહકમાં પ્રસરતા વિદ્યુતક્ષેત્રની ઝડપ, શૂન્ય અવકાશમાં વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગની ઝડપ (c), 3×10^{8} m/s જેટલી હોય છે.

$\therefore \dfrac{\text{ઇલેક્ટ્રોનની ઝડપ}}{\text{વિદ્યુતક્ષેત્રના પ્રસરણની ઝડપ}} = \dfrac{\upsilon_d}{c} = \dfrac{1.1 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{8}}$

$\approx 3.7 \times 10^{-12}$

➠ આમ, ઇલેક્ટ્રોનની ડ્રિફ્ટ ઝડપ એ સુવાહકમાં પ્રસરતા વિદ્યુતક્ષેત્રની ઝડપ કરતાં (3.7×10^{-12} ગણી) ઘણી જ નાની છે.

24.

➥ $B = 6.5\ G = 6.5 \times 10^{-4}$ T

$\upsilon = 4.8 \times 10^{6}$ m/s

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

Liberty

➥ ચુંબકીયક્ષેત્રના કારણે ઇલેક્ટ્રોન પર લાગતું બળ $q(\vec{\upsilon} \times \vec{B})$ છે. આ બળની દિશા વેગ અને ચુંબકીયક્ષેત્ર બંનેને લંબ હોય છે. $\vec{F} \perp \vec{\upsilon}$

➥ નિયમિત વર્તુળમય ગતિમાં વેગ સ્પર્શકની દિશામાં અને કેન્દ્રગામી બળ વર્તુળાકાર માર્ગના કેન્દ્ર તરફ હોય છે. અહીં વેગ અને બળ બંને લંબ છે.

➥ આથી, ઇલેક્ટ્રોન (વિદ્યુતભારિત કણ) પર લાગતું ચુંબકીયબળ $e(\vec{\upsilon} \times \vec{B})$ એ કેન્દ્રગામી બળ પૂરું પાડે છે, જેથી કહી શકાય કે, ઇલેક્ટ્રોનનો ગતિમાર્ગ વર્તુળાકાર હોય છે.

➥ વર્તુળાકાર માર્ગની ત્રિજ્યા

$$r = \frac{m_e \upsilon}{eB}$$

$$\therefore r = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times 4.8 \times 10^{6}}{1.6 \times 10^{-19} \times 6.5 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore r = 4.2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\therefore r = 4.2 \text{ cm}$$

➥ $B = 6.5 \text{ G} = 6.5 \times 10^{-4} \text{ T}$

$\upsilon = 4.8 \times 10^{6}$ m/s

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

➥ વિદ્યુતભારિત કણની આવૃત્તિ (ν)

$$\nu = \frac{eB}{2\pi m_e}$$

$$\nu = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 6.5 \times 10^{-4}}{2 \times 3.14 \times 9.1 \times 10^{-31}}$$

$$\nu = \frac{1.6 \times 6.5}{2 \times 3.14 \times 9.1} \times 10^{8}$$

$$\nu = 0.182 \times 10^{8} \text{ Hz}$$

$$\nu = 18.2 \text{ MHz}$$

➥ વિદ્યુતભારિત કણની આવૃત્તિ ઝડપથી સ્વતંત્ર છે. તેથી ઇલેક્ટ્રોનની ઝડપ પર આ જવાબ આધાર રાખશે નહીં.

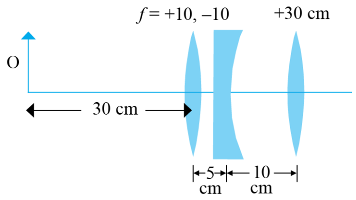
25.

➥ પ્રથમ લેન્સ માટે,

$u_1 = -30$ cm

$f = 10$ cm

$\upsilon_1 = ?$



➥ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

➥ પ્રથમ લેન્સ દ્વારા મળતું પ્રતિબિંબ,

$$\frac{1}{\upsilon_1} - \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon_1} = \frac{1}{f} + \frac{1}{u_1}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon_1} = \frac{1}{10} - \frac{1}{30}$$

Liberty

$$\therefore \frac{1}{\upsilon_1} = \frac{3-1}{30}$$

$\therefore \upsilon_1 = 15$ cm

➥ પ્રથમ લેન્સ વડે રચાતું પ્રતિબિંબ બીજા લેન્સ માટે વસ્તુ તરીકે વર્તે છે.

➥ બીજા લેન્સ માટે વસ્તુ-અંતર = 15 – 5

$u_2 = 10$ cm

➥ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

$$\frac{1}{\upsilon_2} - \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_2}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon_2} - \frac{1}{10} = -\frac{1}{10}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon_2} = 0$$

$\therefore \upsilon_2 = \infty$ (અનંત)

➥ આ પ્રતિબિંબ ત્રીજા લેન્સ માટે વસ્તુ તરીકે વર્તે છે, પરિણામે ત્રીજા લેન્સ માટે વસ્તુ-અંતર અનંત થાય છે. જેથી પ્રતિબિંબ ત્રીજા લેન્સની જમણી બાજુએ તેના મુખ્ય કેન્દ્ર પર, એટલે કે ત્રીજા લેન્સથી જમણી તરફ 30 cm દૂર મળશે.

26.

➥ બોહ્રની બીજી સ્વીકૃતિ પરથી, હાઇડ્રોજન પરમાણુ માટે n મી કક્ષામાં ભ્રમણ કરતા ઇલેક્ટ્રોનની કક્ષીય ત્રિજ્યાનું સૂત્ર નીચે મુજબ મળે છે.

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

➥ હાઇડ્રોજન પરમાણુની સ્થાયી અવસ્થાઓમાં ઇલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જાનું સૂત્ર

$$E_n = -\frac{1}{8\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r_n} \quad \dots (2)$$

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

$$E_n = -\frac{1}{8\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{\left(\frac{n^2 h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2}\right)}$$

$$\therefore E_n = -\frac{m e^4}{8\varepsilon_0^2 n^2 h^2}$$

➥ આ સમીકરણમાં $m = 9.1 \times 10^{-31}$ (ઇલેક્ટ્રોનનું દળ)

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$

$h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js

➥ કિંમત મુજબ મૂકીને સાદુરૂપ આપતાં

$$E_n = -\frac{2.18 \times 10^{-18}}{n^2} \text{ J}$$ મળે,

➥ પરમાણુ ઊર્જાઓને ઇલેક્ટ્રોન વોલ્ટમાં દર્શાવવામાં આવે છે.

$$\therefore E_n = -\frac{2.18 \times 10^{-18}}{n^2 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV}$$

$$\therefore E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

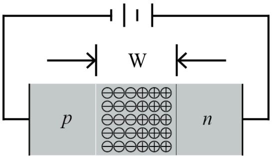
➥ કક્ષામાં ભ્રમણ કરતાં ઇલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જાનું ઋણ મૂલ્ય એમ સૂચવે છે કે ઇલેક્ટ્રોન ન્યુક્લિયસ સાથે બંધિત છે.

➥ જે દર્શાવે છે કે હાઇડ્રોજન પરમાણુમાંથી ઇલેક્ટ્રોનને તેના ન્યુક્લિયસથી અનંત અંતરે દૂર કરવા માટે ઊર્જા આપવી પડે છે.

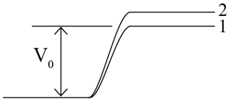
Liberty

27.

- અર્ધવાહક ડાયોડના બે છેડા વચ્ચે બાહ્ય વોલ્ટેજ V એવી રીતે આપવામાં આવે કે જેથી *p* - વિસ્તારને બેટરીના ઋણ છેડા સાથે અને *n* - વિસ્તારને બેટરીના ધન છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે. ડાયોડના આ જોડાણને ડાયોડનું રિવર્સ બાયસ જોડાણ કહે 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 એક જ હોય છે.
- પરિણામે ડિપ્લેશન સ્તરની પહોળાઈ વધે છે અને બેરિયરની ઊંચાઈ પણ વધે છે, જે આકૃતિ (b)માં દર્શાવેલ છે. રિવર્સ બાયસની અસર હેઠળ પરિણામી બેરિયરની ઊંચાઈ ($V_0 + V$) હોય છે.
- આના કારણે ઇલેક્ટ્રોનનો $n \rightarrow p$ તરફનો પ્રવાહ અને હોલનો $p \rightarrow n$ તરફનો પ્રવાહ ઘટીને લગભગ શૂન્ય થઈ જાય છે.
- રિવર્સ બાયસમાં જંક્શનના વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશા એવી હોય છે કે જેથી જો *p*-તરફના ઇલેક્ટ્રોન કે *n*-તરફના હોલ તેમની અસ્તવ્યસ્ત ગતિ દરમિયાન જંક્શનની પાસે આવે તો તે મેજોરિટી વિસ્તાર તરફ ધકેલાઈ જાય છે.
- વિદ્યુતવાહકોના આ ડ્રિફ્ટના કારણે વિદ્યુતપ્રવાહ વહે છે. આ ડ્રિફ્ટ પ્રવાહ અમૂક μAના ક્રમનો હોય છે. આ પ્રવાહ ઘણો ઓછો હોય છે. કારણ કે તે માઇનોરિટી વાહકોના કારણે રચાય છે.
- ડાયોડના રિવર્સ પ્રવાહ લગાડેલ વોલ્ટેજ પર ખાસ આધાર રાખતો નથી. આપેલ થોડોક વોલ્ટેજ પણ માઇનોરિટી વાહકોને જંક્શનની એક બાજુથી લઈ જવા માટે પૂરતો હોય છે.
- આ પ્રવાહ લગાડેલ વોલ્ટેજ દ્વારા નિયંત્રિત કરી શકાય છે, પરંતુ તે જંક્શનની બંને બાજુ માઇનોરિટી વાહકોની સંખ્યા ઘનતા વડે સીમિત થાય છે.
- રિવર્સ બાયસમાં ડાયોડમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ એ ક્રાંતિ રિવર્સ બાયસ વોલ્ટેજ સુધી સ્વતંત્ર હોય છે, જેને બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ (V_{br}) કહે છે.
- જ્યારે $V = V_{br}$ હોય ત્યારે ડાયોડનો રિવર્સ વિદ્યુતપ્રવાહ અત્યંત ઝડપથી વધે છે. ત્યારબાદ વોલ્ટેજમાં થોડોક ફેરફાર કરતાં વિદ્યુતપ્રવાહમાં મોટો ફેરફાર થાય છે.
- જો રિવર્સ પ્રવાહનું મૂલ્ય નિર્માતા વડે દર્શાવેલ વિદ્યુતપ્રવાહ કરતાં વધી જાય તો ડાયોડ વધુ પડતો ગરમ થઈ જાય છે અને ડાયોડ નાશ પામે છે.