લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક **અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 15**

Part A

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

વિભાગ A

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

1.

➥ (i) વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખા કાલ્પનિક છે તે એવી રીતે દોરવામાં આવે છે કે, જેથી તેના કોઈ પણ બિંદુ પાસે દોરવામાં આવતો સ્પર્શક તે બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશા દર્શાવે છે.

(ii) વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ ધન વિદ્યુતભારમાંથી બહાર નીકળી નજીકના ઋણ વિદ્યુતભારમાં દાખલ થાય છે.

(iii) વિદ્યુતભાર વગરના વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ વચ્ચે તૂટ્યા વગરના સતત વક્રો તરીકે લઈ શકાય છે.

(iv) સ્થિત વિદ્યુતક્ષેત્રમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ કદાપી બંધગાળો રચતી નથી.

(v) બે વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ કદાપી એકબીજાને છેદતી નથી.

(vi) વિદ્યુત ક્ષેત્રરેખાઓનું યોગ્ય રીતે કરવામાં આવતું વિતરણ તે વિસ્તારમાં વિદ્યુતક્ષેત્રની તીવ્રતાનો ખ્યાલ આપે છે.

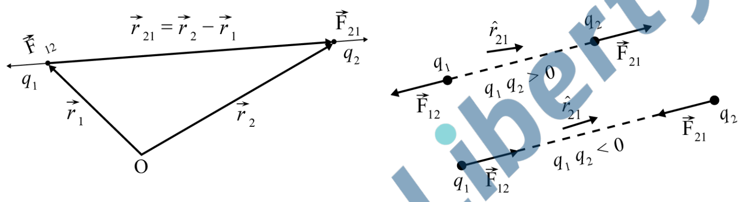
(vii) સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર દર્શાવતી ક્ષેત્રરેખાઓ એકબીજાને સમાંતર અને એકબીજાથી સમાન અંતરે આવેલ હોય છે.

2.

➥ કુલંબનો નિયમ :

➥ "બે બિંદુવત્ સ્થિર વિદ્યુતભારો વચ્ચે લાગતું વિદ્યુતબળ (કુલંબબળ) તે વિદ્યુતભારોનાં મૂલ્યોના ગુણાકારના સમપ્રમાણમાં અને તેમની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. આ બળની દિશા બે વિદ્યુતભારોને જોડતી રેખાની દિશામાં હોય છે."

➥ આકૃતિ (a) માં દર્શાવ્યા મુજબ, બે બિંદુવત્ વિદ્યુતભારો q_1 અને q_2 ના સ્થાનસદિશો અનુક્રમે $\vec{r}_1$ અને $\vec{r}_2$ છે.



(a) (b)

➥ આ બંને વિદ્યુતભાર એકબીજા પર બળ લગાડે છે. q_1 પર q_2 ને લીધે લાગતા બળને $\vec{F}_{12}$ અને q_2 પર q_1 ને લીધે લાગતાં બળને $\vec{F}_{21}$ વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

➥ વિદ્યુતભાર q_1 થી q_2 તરફ દોરેલો સદિશ $\vec{r}_{21}$ વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

$\therefore \vec{r}_{21} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$

➥ તેવી જ રીતે વિદ્યુતભાર q_2 થી q_1 તરફ દોરેલો સદિશ $\vec{r}_{12}$ વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

$\therefore \vec{r}_{12} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$

આમ, $\vec{r}_{12} = -\vec{r}_{21}$ મળે.

➥ સદિશો $\vec{r}_{12}$ અને $\vec{r}_{21}$ ના માન અનુક્રમે r_{12} અને r_{21} મળે છે.

➥ એકમ સદિશ $\hat{r}_{12} = \dfrac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}$ અને $\hat{r}_{21} = \dfrac{\vec{r}_{21}}{r_{21}}$

(એકમ સદિશનો ઉપયોગ દિશા દર્શાવવા માટે થાય છે.)

આમ, $\hat{r}_{12} = -\hat{r}_{21}$ મળે.

➥ કુલંબના નિયમ પરથી વિદ્યુતભાર q_1 વડે વિદ્યુતભાર q_2 પર લાગતું વિદ્યુત બળ સદિશ સ્વરૂપે નીચે મુજબ લખી શકાય છે :

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r_{21}^2} \cdot \hat{r}_{21} \quad .... (1)$$

જ્યાં, $\hat{r}_{21}$ એ બળની દિશામાંનો એકમ સદિશ છે.

➥ જો q_1 અને q_2 બંને સમાન ચિહ્ન ધરાવતાં હોય (બંને ધન અથવા બંને ઋણ), તો $\vec{F}_{21}$ અને $\hat{r}_{21}$ બંને એક જ દિશામાં હોય છે, જે અપાકર્ષણ દર્શાવે છે.

➥ જો q_1 અને q_2 બંને વિરુદ્ધ ચિહ્ન ધરાવતાં હોય, તો $\vec{F}_{21}$ અને $\hat{r}_{21}$ બંને પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં હોય છે, જે આકર્ષણ દર્શાવે છે.

➥ q_2 વિદ્યુતભાર વડે q_1 વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$$

જ્યાં, $\hat{r}_{12}$ - એ $\vec{F}_{12}$ની દિશામાંનો એકમ સદિશ છે.

પરંતુ, $\hat{r}_{12} = -\hat{r}_{21}$

$$\therefore \vec{F}_{12} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}\cdot\hat{r}_{21} \quad .... (2)$$

➥ સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) પરથી,

$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ મળે.

➥ આમ કહી શકાય કે, બંને વિદ્યુતભાર એકબીજા પર સમાન મૂલ્યનું અને પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાંનું બળ લગાડે છે.

3.

➥ કિર્ચોફ્ના બંને નિયમનાં વિધાન નીચે મુજબ છે :

(1) જંક્શનનો નિયમ : "કોઈ પણ જંક્શન આગળ દાખલ થતાં પ્રવાહોનો સરવાળો જંક્શનની બહાર નીકળતા (દૂર જતાં) પ્રવાહોના સરવાળા બરાબર હોય છે."

(2) લૂપ (બંધગાળા)નો નિયમ : "અવરોધો અને વિદ્યુતકોષો ધરાવતાં કોઈ પણ બંધગાળામાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનના ફેરફારનો બૈજિક સરવાળો શૂન્ય હોય છે."

➥ કિર્ચોફ્ના જંક્શનના નિયમને વિદ્યુતભાર સંરક્ષણના નિયમ તરીકે અને કિર્ચોફ્ના લૂપના નિયમને ઊર્જા સંરક્ષણના નિયમ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

4.

➥ મેગ્નેટાઇઝેશન : કોઈ પદાર્થમાં એકમ કદદીઠ મળતી પરિણામી ચુંબકીય ચાકમાત્રાને મેગ્નેટાઇઝેશન કહે છે.

➥ મેગ્નેટાઇઝેશન $\vec{M} = \frac{\vec{m}}{V}$

➥ મેગ્નેટાઇઝેશન એ સદિશ રાશિ છે, જેની દિશા ચુંબકીય ડાઇપોલ મોમેન્ટની દિશામાં હોય છે.

➥ તેનો એકમ $\frac{A}{m}$ અને પારિમાણિક સૂત્ર $L^{-1}A^{1}$

➥ એકમ લંબાઈદીઠ n આંટા ધરાવતો અને વિદ્યુતપ્રવાહ I ધારિત એક લાંબો સોલેનોઇડ ધ્યાનમાં લો.

➥ આ સોલેનોઇડના અંદરના ભાગમાં ચુંબકીયક્ષેત્ર

$$B_0 = \propto_0 n\, I \quad ..... (1)$$

➥ ધારો કે, સોલેનોઇડમાં એવું દ્રવ્ય ભરવામાં આવે કે, જેનું મેગ્નેટાઇઝેશન શૂન્ય ન હોય, તો આ પદાર્થ વડે પણ સોલેનોઇડની અંદર ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન થાય છે. પરિણામે સોલેનોઇડની અંદર મળતું પરિણામી ચુંબકીયક્ષેત્ર એ બંને ચુંબકીયક્ષેત્રના સદિશ સરવાળા બરાબર હોય છે.

➥ પરિણામી ચુંબકીયક્ષેત્ર

$$\vec{B} = \vec{B_0} + \vec{B_m} \quad ..... (1)$$

જ્યાં, $\vec{B_m}$ એ સોલેનોઇડમાં રહેલાં દ્રવ્યના કારણે મળતું ચુંબકીયક્ષેત્ર છે.

➥ $\vec{B_m}$ એ મેગ્નેટાઇઝેશન ($\vec{M}$)ના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$\therefore \vec{B_m} = \propto_0 \vec{M} \quad ..... (2)$$

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

$$\therefore \vec{B} = \vec{B_0} + \propto_0 \vec{M}$$

➥ સમીકરણને $\propto_0$ વડે ભાગતાં,

$$\therefore \frac{\vec{B}}{\mu_0} = \frac{\vec{B_0}}{\mu_0} + \vec{M}$$

પરંતુ $\frac{\vec{B_0}}{\mu_0} = \vec{H}$ – ચુંબકીય તીવ્રતા

$$\therefore \frac{\vec{B}}{\mu_0} = \vec{H} + \vec{M}$$

$$\therefore \vec{B} = \propto_0(\vec{H} + \vec{M})$$

➥ ચુંબકીય તીવ્રતા ($\vec{H}$) ના પરિમાણ મેગ્નેટાઇઝેશન જેવાં જ છે. તેનો એકમ A/m.

5.

➥ અલગ કરેલ વાહક ગૂંચળામાંથી પસાર થતાં વિદ્યુતપ્રવાહમાં ફેરફાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તેની સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સમાં ફેરફાર થાય છે. પરિણામે ગૂંચળામાં પ્રેરિત *emf* ઉદ્‌ભવે છે. આ ઘટનાને આત્મપ્રેરણ કહે છે.

➥ અહીં, પ્રેરિત *emf* ને આત્મપ્રેરિત *emf* પણ કહે છે.

➥ અલગ કરેલા N આંટા ધરાવતાં ગૂંચળામાંથી ધારો કે, I વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય છે.

➥ ગૂંચળા સાથે સંકળાયેલ કુલ ચુંબકીય ફ્લક્સ,

$$N\varphi_B \propto I$$

$$\therefore N\varphi_B = L\,I \; ..... (1)$$

➥ સમીકરણ (1) માં સપ્રમાણતાના અચળાંક L ને ગૂંચળાનું આત્મપ્રેરકત્વ કહે છે.

➥ સમય સાથે પ્રવાહમાં ફેરફાર કરતાં સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સ બદલાય છે, પરિણામે પ્રેરિત *emf* ઉદ્‌ભવે છે.

$$\therefore N\frac{d\phi_B}{dt} = L\frac{dI}{dt} \; ..... (2)$$

➥ ફેરેડેના નિયમ મુજબ,

$$\varepsilon = -N\frac{d\phi_B}{dt} \; ..... (3)$$

સમીકરણ (2) અને (3) પરથી,

$$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt} \; ..... (4)$$

સમીકરણ (4) આત્મપ્રેરિત *emf* નું સૂત્ર છે.

6.

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

➥ માત્ર ઇન્ડક્ટર ધરાવતાં પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ

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

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

➥ પરિપથમાં ઇન્ડક્ટરને મળતો તત્કાલીન પાવર

$$p = \upsilon i$$

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

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

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

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

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

➥ એક પૂર્ણ ચક્ર દરમિયાન સરેરાશ પાવર

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

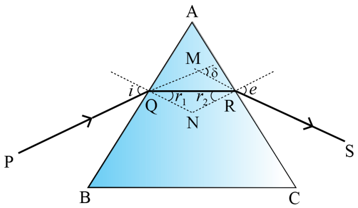
$P = -\frac{i_m \upsilon_m}{2} < \sin 2\omega t >$

પરંતુ $< \sin 2\omega t > = 0$

$\therefore P = 0$

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

7.

➥ 

➥ આકૃતિમાં કોઈ પ્રિઝમનો પુસ્તકના પાના સાથેનો આડછેદ ABC દર્શાવેલ છે. આ પ્રિઝમમાંથી પસાર થતાં કોઈ પ્રકાશકિરણનો ગતિમાર્ગ PQRS છે.

➥ પ્રથમ બાજુ AB માટે આપાતકોણ i અને વક્રીભૂતકોણ r_1 છે.

➥ બીજી બાજુ AC માટે આપાતકોણ r_2 અને નિર્ગમનકોણ (વક્રીભૂતકોણ) e છે.

➥ નિર્ગમનકિરણ (RS) અને આપાતકિરણ (PQ) ની દિશા વચ્ચેના ખૂણાને વિચલનકોણ (δ) કહે છે.

➥ □ AQNR માં $m\angle AQN = m\angle ARN = 90°$ છે. પરિણામે બાકીના બે ખૂણાનો સરવાળો 180° થાય છે.

$\therefore \angle A + \angle QNR = 180°$ ... (1)

➥ ΔQNR માં,

$r_1 + r_2 + \angle QNR = 180°$ ... (2)

➥ સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) ને સરખાવતાં,

$\therefore \angle A + \angle QNR = r_1 + r_2 + \angle QNR$

$\therefore A = r_1 + r_2$ ... (3)

➥ ΔQMR માં δ એ બહિષ્કોણ છે.

$\therefore \delta = \angle MQR + \angle MRQ$ ... (4)

પરંતુ $i = r_1 + \angle MQR$

$\therefore \angle MQR = i - r_1$

તેવી જ રીતે $\angle MRQ = e - r_2$ મળે.

➥ આ બંને કિંમત સમીકરણ (4) માં મૂકતાં,

$\therefore \delta = i - r_1 + e - r_2$

$\therefore \delta = i + e - (r_1 + r_2)$

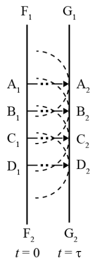
➥ સમીકરણ (3) પરથી કિંમત મૂકતાં,

$\therefore \delta = i + e - A$

8.

➥ હાઇગેન્સનો સિદ્ધાંત :

➠ "કોઈ પણ તરંગઅગ્ર પરનો દરેક કણ કે બિંદુ સ્વયં સ્વતંત્ર એવા ગૌણ ઉદ્‌ગમ તરીકે વર્તે છે અને પોતાનામાંથી ગોળાકાર ગૌણ તરંગો ઉત્સર્જે છે. સૂક્ષ્મ સમયના અંતે આ ગોળાકાર ગૌણ તરંગોને પરિસ્પર્શતું કાલ્પનિક પૃષ્ઠ તે સમયે નવા તરંગઅગ્રનું સ્થાન અને સ્વરૂપ આપે છે."



➠ આકૃતિમાં $t = 0$ સમયે સમતલ તરંગઅગ્ર F_1F_2 દર્શાવેલ છે.

➠ $t = \tau$ સમયે તરંગઅગ્રનો આકાર નક્કી કરવા માટે તરંગઅગ્રનાં દરેક બિંદુ (A_1, B_1, C_1 ... વગેરે) ને કેન્દ્ર તરીકે લઈ $\upsilon\tau$ ત્રિજ્યા ધરાવતા ગોળા દોરવામાં આવે છે. (υ – માધ્યમમાં તરંગની ઝડપ છે.)

➠ આ બધા જ ગોળાઓને સમાન સ્પર્શક દોરવામાં આવે છે, જે $t = \tau$ સમયે નવા તરંગઅગ્રનું સ્થાન અને સ્વરૂપ દર્શાવે છે.

9.

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

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

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

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

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

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

➠ સંઘાત દરમિયાન ફોટોનની સંખ્યામાં ઘટાડો થઈ શકે જેમ કે, ફોટોઇલેક્ટ્રિક ઉત્સર્જનમાં ફોટોનની સંખ્યા ઘટે છે અને ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થાય છે.

➠ સંઘાત દરમિયાન ફોટોનની સંખ્યામાં વધારો પણ થઈ શકે. જેમ કે, વધુ ઊર્જા ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોનને Mo (મોલિબ્ડેનમ) જેવી ધાતુ પર આપાત કરતાં તેમાંથી ક્ષ-કિરણો (ફોટોન્સ) ઉત્સર્જાય છે.

10.

➥ 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,

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

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

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

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

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

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

➥ કિંમત મુજબ મૂકીને સાદુરૂપ આપતાં

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

➥ પરમાણુ ઊર્જાઓને ઇલેક્ટ્રોન વોલ્ટમાં દર્શાવવામાં આવે છે.

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

$\therefore E_n = -\dfrac{13.6}{n^2}$ 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.

11.

➥ તાપ ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયાના લીધે સૂર્ય સતત ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરે છે. સૂર્યના અંતરિયાળ ભાગનું તાપમાન 1.5×10^7 K છે.

➥ સૂર્યમાં થતી તાપ ન્યુક્લિયસ સંલયન પ્રક્રિયાને પ્રોટોન-પ્રોટોન તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાએ ઘણા તબક્કાઓમાં થતી પ્રક્રિયા છે, જેમાં હાઇડ્રોજન દહન પામીને હિલિયમ બનાવે છે. આમ સૂર્યમાં બળતણ તરીકે તેના ગર્ભભાગમાં હાઇડ્રોજન રહેલ છે.

➥ પ્રોટોન-પ્રોટોન (p, p) ચક્ર નીચેની પ્રક્રિયાઓના સમૂહ દ્વારા રજૂ કરાય છે :

${}^1_1H + {}^1_1H \rightarrow {}^2_1H + e^+ + \nu + 0.42$ MeV ....(i)

$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma + 1.02$ MeV .... (ii)

${}^2_1H + {}^1_1H \rightarrow {}^3_2He + \gamma + 5.49$ MeV .... (iii)

${}^3_2He + {}^3_2He \rightarrow {}^4_2He + {}^1_1H + {}^1_1H + 12.86$ MeV .... (iv)

➥ આ ચક્રિય પ્રક્રિયામાં પહેલી ત્રણ પ્રક્રિયા બે થવી જોઈએ અને ચોથી પ્રક્રિયા એક વાર થાય છે. આ ચોથી પ્રક્રિયામાં બે હલકા હિલિયમ ન્યુક્લિયસ જોડાઈને સામાન્ય હિલિયમ ન્યુક્લિયસ બનાવે છે.

➥ જો આપણે 2(i) + 2(ii) + 2(iii) + (iv) સંયોજન વિચારીએ તો કુલ અસર આ પ્રમાણે થશે :

$4\,{}_1H^1 + 2e^- \rightarrow {}_2He^4 + 2\nu + 6\gamma + 26.7$ MeV

અથવા

$4\,{}_1H^1 + 4e^- \rightarrow ({}_2He^4 + 2e^-) + 2\nu + 6\gamma + 26.7$ MeV

➥ આમ, ચાર હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ સંયોજાયને ${}_2He^4$ પરમાણુ બનાવે છે અને તેમાં 26.7 MeV ઊર્જા વિમુક્ત થાય છે.

12.

➥

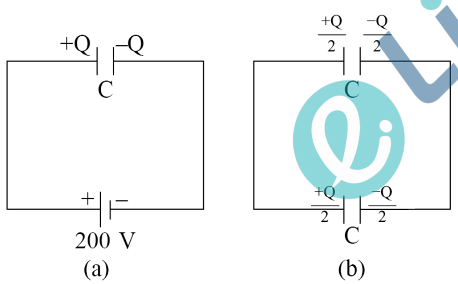
ફોરવર્ડ બાયસ	રિવર્સ બાયસ
p-n જંક્શનના *p* - પ્રકારના અર્ધવાહકને બેટરીના ધન છેડા સાથે અને *n*-પ્રકારના અર્ધવાહકને બેટરીના ઋણ છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે. આ જોડાણને ફોરવર્ડ બાયસ જોડાણ કહે છે.	*p-n* જંક્શનના *p* - પ્રકારના અર્ધવાહકને બેટરીના ઋણ છેડા સાથે અને *n*-પ્રકારના અર્ધવાહકને બેટરીના ધન છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે. આ જોડાણને રિવર્સ બાયસ જોડાણ કહે છે.
ફોરવર્ડ બાયસમાં મળતો વિદ્યુતપ્રવાહ મેજોરિટી ચાર્જ કેરિયરના લીધે હોય છે.	રિવર્સ બાયસમાં મળતો વિદ્યુતપ્રવાહ માઇનોરિટી ચાર્જ કેરિયરના લીધે હોય છે.
ફોરવર્ડ બાયસમાં મળતો વિદ્યુતપ્રવાહ *m*A ના ક્રમનો હોય છે.	રિવર્સ બાયસમાં મળતો વિદ્યુતપ્રવાહ ∝A ના ક્રમનો હોય છે.
ડાયોડને ફોરવર્ડ બાયસમાં જોડતાં ડિપ્લેશન સ્તરની પહોળાઇ અને બેરિયર પોટેન્શિયલની ઊંચાઈ ઘટે છે.	ડાયોડને રિવર્સ બાયસ આપતાં ડિપ્લેશન સ્તરની પહોળાઇ અને બેરિયર પોટેન્શિયલની ઊંચાઈ વધે છે.
ડાયોડનો ફોરવર્ડ બાયસ અવરોધ 10 Ω થી 100 Ω ની વચ્ચે હોય છે.	ડાયોડનો રિવર્સ બાયસ અવરોધ 10 MΩ ના ક્રમનો હોય છે.

વિભાગ B

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

13.

➥



➥ C = 600 pF

$V = 200$ V

➥ પ્રારંભિક અવસ્થામાં કેપેસિટરમાં સંગ્રહિત ઊર્જા

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

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

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

➥ કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર

$$Q = CV$$

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

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

➥ આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા મુજબ, બેટરી દૂર કરી બીજું 600 *p*F નું વિદ્યુતભારવિહીન કેપેસિટરને જોડતાં વિદ્યુતભાર બંને કેપેસિટર પર સમાન

રીતે વહેંચાય છે. પરિણામે દરેક કેપેસિટરનો વિદ્યુતભાર $\frac{Q}{2}$ થાય, પરંતુ કુલ વિદ્યુતભાર Q અચળ રહે છે.

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

➥ અંતિમ અવસ્થામાં તંત્ર વડે સંગ્રહાયેલી કુલ ઊર્જા

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

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

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

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

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

➥ પ્રક્રિયા દરમિયાન ગુમાવાતી ઊર્જા

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

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

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

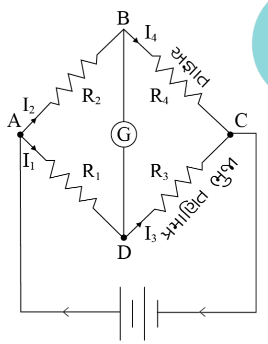
14.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવેલા પરિપથને વ્હીટસ્ટન બ્રિજ કહે છે. તેમાં ચાર અવરોધ R_1, R_2, R_3 અને R_4 નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. તેમાંથી ત્રણ અવરોધ જ્ઞાત (જાણીતા મૂલ્ય ધરાવતાં) અને એક અવરોધ અજ્ઞાત (જેનું મૂલ્ય જાણતા નથી) હોય છે.

➥ અજ્ઞાત અવરોધનું મૂલ્ય શોધવા માટે વ્હીટસ્ટન બ્રિજ પરિપથનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ વિકર્ણના સામ-સામે આવેલાં બે બિંદુઓ (આકૃતિમાં A અને C)ની જોડ વચ્ચે ઉદ્‌ગમ જોડવામાં આવે છે, તેથી AC ને બેટરી ભુજા (Battery arm) કહે છે.

➥ બીજાં બે શિરોબિંદુ B અને D વચ્ચે ગેલ્વેનોમીટર-G જોડવામાં આવે છે, તેને ગેલ્વેનોમીટર ભુજા કહે છે.



➥ A અને C બિંદુ વચ્ચે બેટરી જોડતાં અવરોધ R_1, R_2, R_3 અને R_4 માંથી વહેતાં વિદ્યુતપ્રવાહો અનુક્રમે I_1, I_2, I_3 અને I_4 મળે છે.

➥ અહીં, ત્રણ જ્ઞાત અવરોધના મૂલ્ય એવી રીતે પસંદ કરવામાં આવે છે કે, જેથી ગેલ્વેનોમીટરમાંથી પસાર થતો વિદ્યુત પ્રવાહ શૂન્ય થાય. (I_g = 0)

➥ જ્યારે ગેલ્વેનોમીટરમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ શૂન્ય થાય ત્યારે બ્રિજ સંતુલિત અવસ્થામાં છે તેમ કહેવાય.

➥ બ્રિજની સમતોલન અવસ્થા માટે આકૃતિ પરથી $I_1 = I_3$ અને $I_2 = I_4$ મળે.

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

$$-I_1R_1 + 0 + I_2R_2 = 0$$

$$\therefore I_1R_1 = I_2R_2 \ ..... (1)$$

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

$I_4R_4 + 0 - I_3R_3 = 0$

$\therefore I_3R_3 = I_4R_4$ ..... (2)

➥ સમીકરણ (1) અને (2) નો ગુણોત્તર લેતાં,

$\therefore \frac{I_1R_1}{I_3R_3} = \frac{I_2R_2}{I_4R_4}$

પરંતુ $I_1 = I_3$ અને $I_2 = I_4$

$\therefore \frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$ અથવા $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$

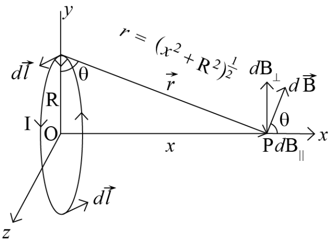
➥ જે વ્હીટસ્ટન બ્રિજ પરિપથ સમતોલનમાં હોવા માટેની શરત છે.

➥ જો ત્રણ અવરોધ R_1, R_2 અને R_3ના મૂલ્યો જ્ઞાત હોય તો R_4નું મૂલ્ય $R_4 = R_3 \cdot \frac{R_2}{R_1}$ નાં સૂત્ર પરથી મેળવી શકાય છે.

15.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર R ત્રિજ્યાની વાહક લૂપમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I છે.

➥



➥ આ લૂપને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે કે, જેથી તેનું સમતલ એ yz સમતલમાં રહે અને X-અક્ષ એ લૂપની અક્ષમાંથી પસાર થાય.

➥ X-અક્ષ પર x જેટલા અંતરે બિંદુ P આવેલ છે. આ બિંદુ પાસે ચુંબકીયક્ષેત્ર મેળવવું છે. આ માટે લૂપ પર $I\vec{dl}$ જેટલો એક પ્રવાહધારિત ખંડ કલ્પવામાં આવે છે.

➥ આ પ્રવાહધારિત ખંડના કારણે બિંદુ P પાસે ચુંબકીયક્ષેત્ર (મૂલ્ય)

$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{|I d\vec{l} \times \vec{r}|}{r^3}$ .... (1)

પરંતુ $I d\vec{l} \perp \vec{r}$ છે. કારણ કે, આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, $I d\vec{l}$ એ yz સમતલમાં છે અને બિંદુ P નો સ્થાનસદિશ ($\vec{r}$) એ XY સમતલમાં છે.

$\therefore dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idlr \sin 90}{r^3}$

$\therefore dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{r^2}$ .... (2)

➥ આકૃતિ પરથી, $r^2 = R^2 + x^2$ હોવાથી,

$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{(R^2 + x^2)}$ .... (3)

➥ બિંદુ P પાસે મળતા ચુંબકીયક્ષેત્રના બે ઘટકો પડે છે :

(i) લંબઘટક ($dB_\perp = dB \sin \theta$)

➠ પરિણામી ચુંબકીયક્ષેત્ર મેળવવા માટે જ્યારે લંબઘટકનો સરવાળો કરવામાં આવે ત્યારે તે એકબીજાને નાબૂદ કરે છે અને પરિણામ શૂન્ય મળે છે.

(ii) સમાંતર ઘટક ($dB_{||} = dB \cos \theta$)

➠ પરિણામી ચુંબકીયક્ષેત્ર મેળવવા માટે સમાંતર ઘટકોનો સરવાળો કરવામાં આવે છે. એટલે કે, $dB_x = dB \cos \theta$ નું સંકલન કરતાં બિંદુ P પાસે પરિણામી ચુંબકીયક્ષેત્ર મળે છે.

➠ $dB(x) = dB \cos \theta$

$$\therefore dB(x) = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{R^2 + x^2} \cdot \cos\theta \text{ ..... (4)}$$

(સમીકરણ (3) પરથી)

➠ આકૃતિ પરથી, $\cos\theta = \frac{R}{(x^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}}$

$$\therefore dB(x) = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{R^2 + x^2} \cdot \frac{R}{(R^2 + x^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\therefore dB(x) = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \cdot R}{(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

➥ કુલ ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$B = \oint dB(x) = \frac{\mu_0 IR}{4\pi(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \oint dl$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0 IR}{4\pi(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} (2\pi R)$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

➥ સદિશ સ્વરૂપ,

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot \hat{i}$$

➥ લૂપના કેન્દ્ર પર ચુંબકીયક્ષેત્ર મેળવવા માટે $x = 0$ મૂકતાં,

$$\therefore B = \frac{\mu_0 IR^2}{2R^3}$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

➥ જો ગૂંચળામાં N આંટા રહેલાં હોય, તો

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 NIR^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot \hat{i}$$

16.

➥ (a) સોલેનોઇડમાં સંગ્રહિત ઊર્જા,

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \text{ ..... (1)}$$

➥ પરંતુ $L = \propto_0 n^2 Al$ અને $B = \propto_0 nI$ પરથી,

$I = \frac{B}{\mu_0 n}$ મળે છે.

➥ L અને I ની કિંમત સમીકરણ (1) માં મૂકતાં,

$$\therefore U = \frac{1}{2} (\propto_0 n^2 Al) \left(\frac{B^2}{\mu_0^2 n^2}\right)$$

$$= \frac{B^2}{2\mu_0} \cdot Al$$

(b) એકમ કદ દીઠ સંગ્રહાતી ઊર્જાને ઊર્જા ઘનતા કહે છે.

$$\therefore \text{ઊર્જા ઘનતા} = \frac{\text{ઊર્જા}}{\text{કદ}}$$

$$\therefore \varrho_B = \frac{\frac{B^2}{2\mu_0} \cdot Al}{Al}$$

$$\therefore \varrho_B = \frac{B^2}{2\mu_0} \quad ..... (2)$$

➥ સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરમાં ઊર્જા ઘનતા

$\varrho_E = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2$ મળે છે.

➥ ϱ_E અને ϱ_B ના સમીકરણો પરથી કહી શકાય કે આ બંને કિસ્સાઓમાં ઊર્જાએ ક્ષેત્રની તીવ્રતાના વર્ગના સમપ્રમાણમાં છે.

17.

➥ $V_m = 283$ V

$v = 50$ Hz

$R = 3\ \Omega$

$C = 796 \propto F$

$L = 25.48$ mH

➥ (a) પરિપથનો ઇમ્પિડન્સ (Z),

➠ ઇન્ડક્ટિવ રિએક્ટન્સ (X_L)

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

$$\therefore X_L = 2 \times 3.14 \times 50 \times 25.48 \times 10^{-3}$$

$$\therefore X_L = 8000.72 \times 10^{-3}$$

$$\therefore X_L = 8\ \Omega$$

➠ કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ (X_C)

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

$$\therefore X_C = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 796 \times 10^{-6}}$$

$$\therefore X_C = \frac{1000000}{249944}$$

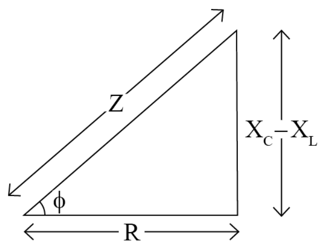
$$\therefore X_C = 4\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

$$\therefore Z = \sqrt{3^2 + (4-8)^2}$$

$$\therefore Z = 5\ \Omega$$

(b) કળા તફાવત (φ)



(ઇમ્પિડન્સ ડાયાગ્રામ)

$$\tan \varphi = \frac{X_C - X_L}{R}$$

$$\tan \varphi = \frac{4-8}{3}$$

$$\tan \varphi = -\frac{4}{3}$$

$$\tan \varphi = -1.3333$$

$$\varphi = -53.1°$$

નોંધ : અહીં φ ઋણ છે. તેથી સ્ત્રોતના બે છેડા વચ્ચેના વોલ્ટેજ કરતાં પરિપથનો પ્રવાહ પાછળ છે.

(c) પરિપથમાં વ્યય થતો પાવર,

$$P = I^2 R$$

પરંતુ $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

$$\therefore I = \frac{V_m}{Z\sqrt{2}}$$

$$\therefore P = \frac{V_m^2}{Z^2(2)} \cdot R$$

$$\therefore P = \frac{(283)^2 \times 3}{25 \times 2}$$

$$\therefore P = 4800 \text{ W}$$

(d) પાવર ફેક્ટર

$$\cos \varphi = \cos(-53.1°)$$

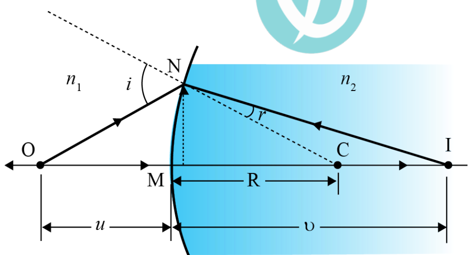
$$= \cos 53.1°$$

$$= 0.6$$

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,

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

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

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

➥ 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, $OM = -u$

$MI = \upsilon$ 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.

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

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

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,

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

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

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

20.

➥ ઈ.સ. 1905 માં આઇન્સ્ટાઇને ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસરની ઐતિહાસિક સમજૂતી આપી. જેને માટે તેમને ઈ.સ. 1921 માં ભૌતિક વિજ્ઞાનનું નોબેલ પારિતોષિક એનાયત કરવામાં આવ્યું.

➥ આઇન્સ્ટાઇને વિકિરણ વિશે મેક્સ પ્લેન્કે આપેલ ખ્યાલને સ્વીકારી લીધો. આ ખ્યાલ પ્રમાણે વિકિરણની ઊર્જા સતત નથી. વિકિરણ એ અસતત રૂપે વિતરીત ઊર્જા ધરાવતા એકમોનું બનેલું છે. (ઊર્જાના પડિકા) આ ઊર્જાના એકમોને ફોટોન અથવા ક્વોન્ટમ કહેવામાં આવે છે.

દરેક ક્વોન્ટમ (ફોટોન)ની ઊર્જા $E = h\nu$ હોય છે.

જ્યાં, h = પ્લાન્કનો અચળાંક

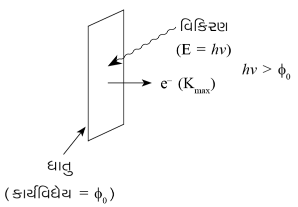
$h = 6.625 \times 10^{-34}$ J s

ν = વિકિરણની આવૃત્તિ

➥ જ્યારે વિકિરણ ધાતુની સપાટી પર આપાત થાય ત્યારે ધાતુમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રોન વિકિરણના ક્વોન્ટમ સાથે આંતરક્રિયા કરે છે. આંતરક્રિયા દરમિયાન જો એક ક્વોન્ટમની ઊર્જા ($h\nu$) એ આપેલ ધાતુના કાર્યવિધેય (φ_0) કરતાં વધારે હોય, તો ઇલેક્ટ્રોન આ ક્વોન્ટમને એટલે કે ક્વોન્ટમની પૂરેપૂરી ઊર્જાને ($h\nu$ ને) શોષી લે છે અને મહત્તમ ગતિઊર્જા K_{max} સાથે ધાતુમાંથી ઉત્સર્જન પામે છે.

આમ, $K_{max} = h\nu - \varphi_0$

આ સમીકરણને આઇન્સ્ટાઇનનું ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસરનું સમીકરણ કહે છે.



➥ જો ફોટોનની આંતરક્રિયા વધુ પ્રબળતા સાથે જોડાયેલા ઇલેક્ટ્રોન સાથે થાય, તો તે ઇલેક્ટ્રોનને બહાર આવવા માટે વધુ ઊર્જાની જરૂર હોય છે, માટે તે K_{max} કરતાં ઓછી ઊર્જા સાથે ઉત્સર્જન પામે છે.

21.

➥ (a) ઇલેક્ટ્રોન માટે કક્ષીય ત્રિજ્યા $r = \frac{n^2 h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2}$ ... (1)

➠ ઇલેક્ટ્રોન પર કેન્દ્રગામી બળ લાગે છે જે કુલંબબળ પૂરું પાડે છે.

$$\frac{m v_n^2}{r_n} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r_n^2}$$

$$\therefore v_n^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{m r_n}$$

➠ સમી. (1)ની કિંમત મુકતાં,

$$\therefore v_n^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{m\left(\frac{n^2 h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2}\right)}$$

$$\therefore v_n^2 = \frac{e^4}{4 n^2 h^2 \varepsilon_0^2}$$

$$\therefore v_n = \frac{e^2}{2 n h \varepsilon_0}$$

$$\therefore v_n = \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{2 \times n \times 6.625 \times 10^{-34} \times 8.85 \times 10^{-12}}$$

$$\therefore v_n = \frac{2.18 \times 10^6}{n}$$

➠ સમીકરણમાં $n = 1$ મુકતા,

$v_1 = 2.18 \times 10^6$ m/s

➠ સમીકરણમાં $n = 2$ મુકતા,

$$v_2 = \frac{2.18 \times 10^6}{2} = 1.09 \times 10^6 \text{ m/s}$$

➠ સમીકરણમાં $n = 3$ મુકતાં,

$$v_3 = \frac{2.18 \times 10^6}{3} = 0.727 \times 10^6 \text{ m/s}$$

➥ (b) આવર્તકાળ (T)

$$T_n = \frac{2\pi r_n}{v_n}$$

પરંતુ $r_n = \frac{n^2 h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2}$, $v_n = \frac{e^2}{2 n h \varepsilon_0}$

$$T_n = \frac{2\pi}{\left(\frac{e^2}{2nh\varepsilon_0}\right)} \left(\frac{n^2 h^2 \varepsilon_0}{\pi m e^2}\right) = \frac{4 n^3 h^3 \varepsilon_0^2}{m e^4}$$

$$T_n = \frac{4 \times n^3 \times (6.625 \times 10^{-34})^3 (8.85 \times 10^{-12})^2}{9.1 \times 10^{-13} \times (1.6 \times 10^{-19})^2}$$

$T_n = 1.53 \times 10^{-16} n^3$

➠ સમીકરણમાં $n = 1$ મુકતાં, $T_1 = 1.53 \times 10^{-16}$ s

➠ સમીકરણમાં $n = 2$ મુકતાં, $T_2 = 1.53 \times 10^{-16} \times (2)^3$

$T_2 = 1.22 \times 10^{-15}$ s

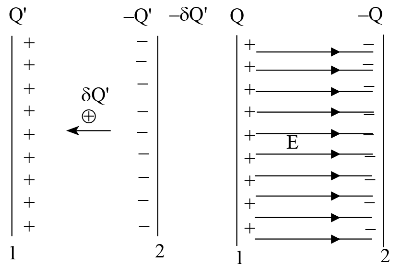
➠ સમીકરણમાં $n = 3$ મુકતાં, $T_3 = 1.53 \times 10^{-16} \times (3)^3$

$T_3 = 4.13 \times 10^{-15}$ s

વિભાગ C

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

22.

➥ 

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

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

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

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

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

જ્યાં C તંત્રનું કેપેસિટન્સ છે.

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

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

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

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

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

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

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

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

$\therefore U = \frac{Q^2}{2C}$ મળે.

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

➡ ઊર્જાઘનતા : એકમ કદદીઠ સંગ્રહાતી ઊર્જાને ઊર્જાઘનતા કહે છે.

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

➡ કેપેસિટરમાં સંગ્રહિત ઊર્જા

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

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

જ્યાં, σ = વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠઘનતા છે.

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

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

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

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

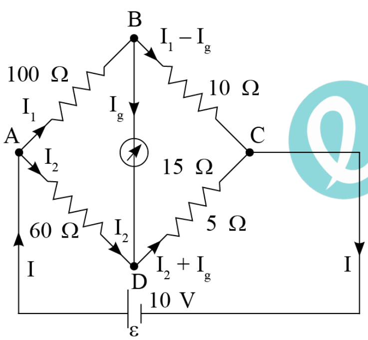
પરંતુ $Ad = V$ (બે પ્લેટ વચ્ચેના વિસ્તારનું કદ)

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

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

23.

➡



➡ બંધગાળા B – A – D – B ને કિર્ચોફનો બીજો નિયમ લગાડતાં,

$100\, I_1 - 60\, I_2 + 15\, I_g = 0$

➡ સમીકરણને 5 વડે ભાગતાં

$\therefore 20\, I_1 - 12\, I_2 + 3\, I_g = 0$ ..... (1)

➡ બંધગાળા B – C – D – B ને કિર્ચોફનો બીજો નિયમ લગાડતાં,

$-10\,(I_1 - I_g) + 5\,(I_2 + I_g) + 15\, I_g = 0$

➡ સમીકરણને '5' વડે ભાગતાં

$\therefore -2\,(I_1 - I_g) + I_2 + I_g + 3\, I_g = 0$

$\therefore -2\, I_1 + 2\, I_g + I_2 + I_g + 3\, I_g = 0$

$\therefore -2\, I_1 + I_2 + 6\, I_g = 0$

$\therefore 2\, I_1 - I_2 - 6\, I_g = 0$ ..... (2)

➥ બંધગાળા A – D – C – ε – A ને કિર્ચોફ્નો બીજો નિયમ લગાડતાં,

$$-60\,I_2 - 5(I_2 + I_g) + 10 = 0$$

$$\therefore -60\,I_2 - 5\,I_2 - 5\,I_g + 10 = 0$$

$$\therefore -65\,I_2 - 5\,I_g + 10 = 0$$

$$\therefore -5\,(13\,I_2 + I_g - 2) = 0$$

$$\therefore 13\,I_2 + I_g = 2 \;.....\;(3)$$

➥ સમીકરણ (2) ને 10 વડે ગુણી સમીકરણ (1)માંથી બાદ કરતાં,

➥ $$\begin{array}{l} \therefore\; 20\,I_1 - 12\,I_2 + 3\,I_g = 0 \\ 20\,I_1 - 10\,I_2 - 60\,I_g = 0 \\ -\quad +\qquad + \\ \hline -2\,I_2 + 63\,I_g = 0 \end{array}$$

$$-2\,I_2 = -63\,I_g$$

$$I_2 = \frac{63}{2}\,I_g \;.....\;(4)$$

➥ સમીકરણ (4) ની કિંમત સમીકરણ (3) માં મૂકતાં,

$$\therefore 13\left(\frac{63}{2}\right)I_g + I_g = 2$$

$$\therefore \frac{819\,I_g + 2\,I_g}{2} = 2$$

$$\therefore 821\,I_g = 4$$

$$\therefore I_g = \frac{4}{821} = 4.87\text{ mA}$$

24.

➥ $V = 230$ V, $L = 5$ H

$C = 80\,\mu F$, $R = 40\,\Omega$

➥ (a) પરિપથને અનુનાદની સ્થિતિમાં લાવવા માટે સ્રોતની કોણીય આવૃત્તિ (ω_0)

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

$$\therefore \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{5 \times 80 \times 10^{-6}}}$$

$$\therefore \omega_0 = \frac{1}{20 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore \omega_0 = \frac{1000}{20} = 50\;\frac{rad}{s}$$

➥ (b) અનુનાદ વખતે પરિપથમાં $X_C - X_L = 0$ થાય છે.

જેથી ઇમ્પિડન્સ $Z = R$

$$\therefore Z = 40\,\Omega$$

➠ વિદ્યુતપ્રવાહનો કંપવિસ્તાર એટલે વિદ્યુતપ્રવાહનું મહત્તમ મૂલ્ય (i_m)

$$i_m = \sqrt{2}\;I = \sqrt{2}\;\frac{V}{Z}$$

$$\therefore i_m = \frac{1.414 \times 230}{40}$$

$$\therefore i_m = 8.13\text{ A}$$

(c) (i) અવરોધના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$$V_R = I\,R$$

$= \frac{V}{Z} \times R = \frac{230}{40} \times 40 = 230$ V

(ii) ઇન્ડક્ટરના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$V_L = I X_L = I \omega L = \frac{V}{Z} \omega L$

$V_L = \frac{230}{40} \times 50 \times 5$

$V_L = 1437.5$ V

(iii) કેપેસિટરના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$V_C = I X_C = \frac{V}{Z} \cdot \frac{1}{\omega C}$

$V_C = \frac{230}{40 \times 50 \times 80 \times 10^{-6}}$

$V_C = 0.0014375 \times 10^6$

$V_C = 1437.5$ V

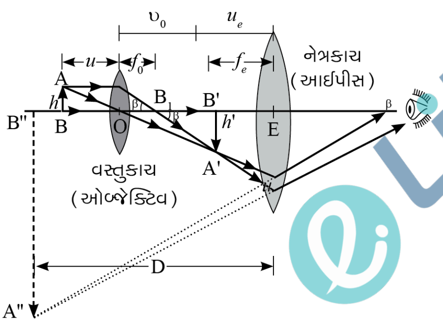
➠ LC સંયોજનના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત

$V_{LC} = V_C - V_L$

$= 1437.5 - 1437.5 = 0$

(LCR શ્રેણી પરિપથમાં ઇન્ડક્ટર અને કેપેસિટરના વોલ્ટેજના ફેઝર પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં હોય છે.)

25.



➡ $f_0 = 2.0$ cm

$f_e = 6.25$ cm

➡ (a) અંતિમ પ્રતિબિંબ નજીક બિંદુ અંતરે રચાય છે.

➠ $\upsilon_e = -25$ cm

➠ આઇપીસ (નેત્રકાચ) માટે લેન્સનું સૂત્ર લાગુ પાડતાં,

$\therefore \frac{1}{\upsilon_e} - \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$

$\therefore \frac{1}{\upsilon_e} - \frac{1}{f_e} = \frac{1}{u_e}$

$\therefore \frac{1}{u_e} = \frac{-1}{25} - \frac{1}{6.25}$

$\therefore \frac{1}{u_e} = \frac{-1-4}{25}$

$\therefore u_e = -5$ cm

➠ આમ, આઇપીસ (નેત્રકાચ) માટે વસ્તુ-અંતર 5 cm મળે છે.

➠ બે લેન્સ વચ્ચેનું અંતર,

$\upsilon_0 + |u_e| = 15$ cm (જે આકૃતિ પરથી સમજી શકાય છે.)

$\therefore \upsilon_0 + 5 = 15$

$\therefore \upsilon_0 = 10$ (ઓબ્જેક્ટિવ માટે પ્રતિબિંબ-અંતર)

➡ ઓબ્જેક્ટિવ (વસ્તુ-કાચ) માટે લેન્સનું સૂત્ર લાગુ પાડતાં,

$$\frac{1}{\upsilon_0} - \frac{1}{u_0} = \frac{1}{f_0}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon_0} - \frac{1}{f_0} = \frac{1}{u_0}$$

$$\therefore \frac{1}{u_0} = \frac{1}{10} - \frac{1}{2}$$

$$\therefore \frac{1}{u_0} = \frac{1-5}{10}$$

$$\therefore \frac{1}{u_0} = -\frac{4}{10}$$

$\therefore u_0 = -2.5$ cm

➡ આમ, વસ્તુને ઓબ્જેક્ટિવથી 2.5 cm અંતરે રાખવી જોઈએ.

➡ માઇક્રોસ્કોપની મોટવશક્તિ,

$m = m_0 \times m_e$

$$\therefore m = \frac{\upsilon_0}{|u_0|} \times \left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$$

$$\therefore m = \frac{10}{2.5} \times \left(1 + \frac{25}{6.25}\right)$$

$\therefore m = 4(1+4)$

$\therefore m = 20$

➡ (b) અંતિમ પ્રતિબિંબ અનંત અંતરે રચાય છે.

$\upsilon_e = \infty$ $f_e = 6.25$ cm

➡ આઇપીસ માટે લેન્સનું સૂત્ર લાગુ પાડતાં,

$$\therefore \frac{1}{\upsilon_e} - \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$$

$$\therefore \frac{1}{\upsilon_e} - \frac{1}{f_e} = \frac{1}{u_e}$$

$$\therefore \frac{1}{\infty} - \frac{1}{6.25} = \frac{1}{u_e}$$

$$\therefore \frac{1}{u_e} = 0 - \frac{1}{6.25}$$

$\therefore u_e = -6.25$ cm

➡ આમ, આઇપીસ માટે વસ્તુ-અંતર 6.25 cm મળે છે.

આઇપીસ માટે :

➡ બે લેન્સ વચ્ચેનું અંતર

$\upsilon_0 + |u_e| = 15$ cm (જે આકૃતિ પરથી સમજી શકાય છે.)

$\therefore \upsilon_0 + 6.25 = 15$

$\therefore \upsilon_0 = 8.75$ cm (જે ઓબ્જેક્ટિવ માટે પ્રતિબિંબ-અંતર છે.)

➡ ઓબ્જેક્ટિવ (વસ્તુ-કાચ) માટે લેન્સનું સૂત્ર લાગુ પાડતાં,

$$\frac{1}{\upsilon_0} - \frac{1}{u_0} = \frac{1}{f_0}$$

$\therefore \frac{1}{\upsilon_0} - \frac{1}{f_0} = \frac{1}{u_0}$

$\therefore \frac{1}{u_0} = \frac{1}{8.75} - \frac{1}{2}$

$\frac{1}{u_0} = \frac{2-8.75}{8.75 \times 2}$

$\therefore \frac{1}{u_0} = \frac{-6.75}{17.5}$

$\therefore u_0 = \frac{-17.5}{6.75}$

$\therefore u_0 = -2.59$ cm

➠ આમ, વસ્તુને ઓબ્જેક્ટિવથી 2.59 cm અંતરે રાખવી જોઇએ.

➠ માઇક્રોસ્કોપની મોટવશક્તિ,

$m = m_0 \times m_e$

$\therefore m = \frac{\upsilon_0}{|u_0|} \times \left(\frac{D}{f_e}\right)$

$\therefore m = \frac{8.75}{2.59} \times \frac{25}{6.25}$

$\therefore m = 13.5$

26.

➥ ડ્યુટેરિયમનો પરમાણુ ભાર 2 ગ્રામ/મોલ

ડ્યુટેરિયમનું દળ	પરમાણુની સંખ્યા
2 ગ્રામ	6.023×10^{23}
2000 ગ્રામ	?

➥ પરમાણુઓની સંખ્યા

$N = \frac{2000 \times 6.023 \times 10^{23}}{2}$

$\therefore N = 6.023 \times 10^{26}$ પરમાણુ

➥ બે $_1H^2$ ના સંલયનથી 3.27 MeV જેટલી ઊર્જા છુટી પડે છે.

N પરમાણુના સંલયનથી છુટી પડતી ઊર્જા

$E = \frac{N \times 3.27\ MeV}{2}$

$\therefore E = \frac{6.023 \times 10^{26} \times 3.27 \times 10^{6} \times 1.6 \times 10^{-19}}{2}$

$\therefore E = 15.75 \times 10^{13}$ J

➥ બલ્બનો પાવર 100 W છે, એટલે કે 100 J ઊર્જા 1 s માં ખર્ચાય છે.

➥ $E = 15.75 \times 10^{13}$ J ઊર્જા ખર્ચવા માટે લાગતો સમય

$t = \frac{15.75 \times 10^{13}}{100}$

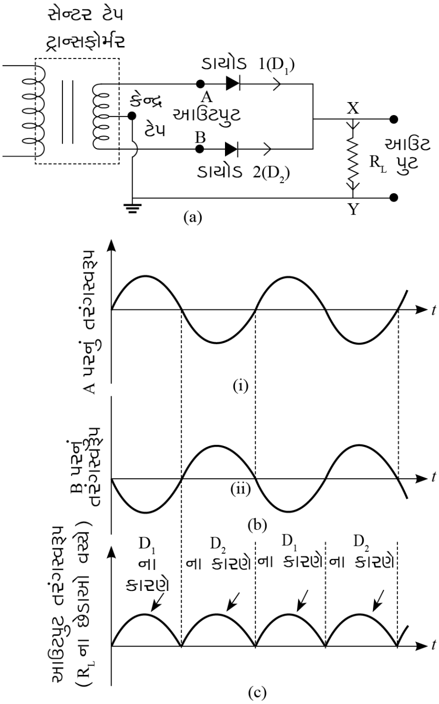
$\therefore t = 15.75 \times 10^{11}$ s

$\therefore t = \frac{15.75 \times 10^{11}}{3.154 \times 10^{4}}$

$\therefore t = 4.99 \times 10^{4}$ વર્ષ

➥ આમ, વિદ્યુત બલ્બ લગભગ 50000 વર્ષ જેટલો ચાલુ રહી શકે છે.

27.

➥ 

➥ 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.