લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક **અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 1**

Part A

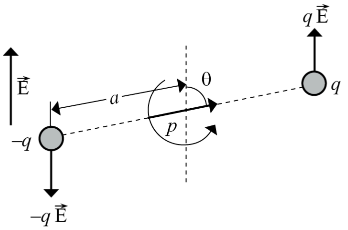
1. (C) **2.** (A) **3.** (A) **4.** (B) **5.** (B) **6.** (A) **7.** (C) **8.** (A) **9.** (B) **10.** (D) **11.** (B) **12.** (D) **13.** (D) **14.** (D) **15.** (C) **16.** (A) **17.** (B) **18.** (C) **19.** (C) **20.** (B) **21.** (A) **22.** (D) **23.** (D) **24.** (B) **25.** (B) **26.** (C) **27.**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

વિભાગ A

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

1.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુત ડાયપોલને સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં θ માપના ખૂણે ગોઠવવામાં આવે છે.



➥ વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E}$ માં $+q$ વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ

$\vec{F}_+ = q\vec{E}$

➥ $-q$ વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ $\vec{F}_- = -q\vec{E}$

➥ આ બંને બળો સમાન મૂલ્યના અને પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં છે, તેથી વિદ્યુત ડાયપોલ પર લાગતું પરિણામી બાહ્યબળ શૂન્ય થાય છે.

➥ પરંતુ આ બંને બળની કાર્યરેખા એકબીજા પર સંપાત થતી નથી, તેથી તેઓ (બંને બળ) બળ યુગ્મની રચના કરે છે, જેના લીધે વિદ્યુત ડાયપોલ પર ટોર્ક લાગે છે.

➥ વિદ્યુત ડાયપોલ પર લાગતું ટોર્ક = એક બળનું મૂલ્ય × બે બળો વચ્ચેનું લંબ અંતર

$\therefore \tau = qE \times 2a \sin\theta$

$\therefore \tau = PE \sin\theta \; (\because P = 2aq)$

➥ સદિશ સ્વરૂપ $\vec{\tau} = \vec{P} \times \vec{E}$

➥ ખાસ કિસ્સા :

(i) વિદ્યુત ડાયપોલ મોમેન્ટ અને વિદ્યુતક્ષેત્ર બંને એક જ દિશામાં હોય. ($\vec{E} \parallel \vec{P}$)

$\therefore \theta = 0$

$\therefore \tau = 0$

(ii) વિદ્યુત ડાયપોલ મોમેન્ટ અને વિદ્યુતક્ષેત્ર બંને લંબ છે. ($\vec{E} \perp \vec{P}$)

$\therefore \theta = \frac{\pi}{2}$

$\therefore \tau = PE \sin\frac{\pi}{2}$

$\therefore \tau = PE$ (મહત્તમ)

(iii) વિદ્યુત ડાયપોલ મોમેન્ટ અને વિદ્યુતક્ષેત્ર પ્રતિ સમાંતર ગોઠવાયેલ હોય

$\therefore \theta = \pi \; (180°)$

$\therefore \tau = PE \sin\pi$

$\therefore \tau = 0$

2.

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

$E = 9 \times 10^4\text{ N/C}$

$\lambda = ?$

➥ અતિ લાંબા વિદ્યુતભારિત તારથી r અંતરે વિદ્યુતક્ષેત્ર

$E = \frac{2k\lambda}{r}$ પરથી,

$\therefore \lambda = \frac{Er}{2k}$

$$\therefore \lambda = \frac{9\times10^4\times2\times10^{-2}}{2\times9\times10^9}$$

$\therefore \lambda = 0.1 \times 10^{-6}$

$\therefore \lambda = 0.1\ \propto C/m$

3.

➥ વાહકની વાહકતા એ ગતિશીલ વિદ્યુતભાર વાહકોને કારણે ઉદ્ભવે છે.

➥ ધાતુમાં ગતિશીલ વિદ્યુતભાર વાહક તરીકે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન, પ્રવાહી પદાર્થમાં ગતિશીલ વિદ્યુતભાર વાહક તરીકે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન 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 ઇલેક્ટ્રોન 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.

➥ ચુંબકીયક્ષેત્ર રેખાઓની લાક્ષણિકતા નીચે મુજબ છે :

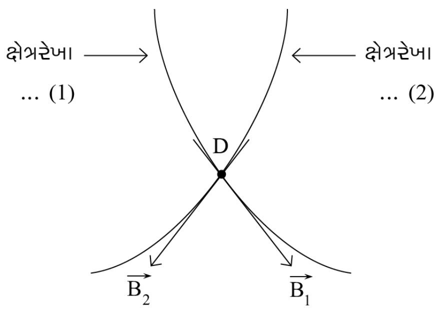
(i) ચુંબકીયક્ષેત્ર રેખાઓ સતત બંધ ગાળા રચે છે. ચુંબકના બહારના ભાગમાં ચુંબકીયક્ષેત્ર રેખાઓ N થી S જ્યારે અંદરના ભાગમાં S થી N તરફ હોય છે.

(ii) ચુંબકીયક્ષેત્ર રેખા પરના કોઈ પણ બિંદુ પાસે દોરવામાં આવતો સ્પર્શક તે બિંદુ પાસે ચુંબકીયક્ષેત્રની દિશા દર્શાવે છે.

(iii) એકમ ક્ષેત્રફળમાંથી પસાર થતી ક્ષેત્રરેખાઓની સંખ્યા વધુ તેમ ચુંબકીયક્ષેત્ર $\vec{B}$ નું મૂલ્ય મોટું હોય છે.

(iv) બે ચુંબકીયક્ષેત્ર રેખાઓ એકબીજાને છેદતી નથી. કારણ કે જો તે છેદે તો છેદન બિંદુ પાસે ચુંબકીયક્ષેત્રને બે દિશા હોવાનું દર્શાવે છે, જે શક્ય નથી.

(v) સમાન ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર રેખાઓ એકબીજાને સમાંતર અને એકબીજાથી સમાન અંતરે આવેલ છે.



5.

➥ (a) સોલેનોઇડમાં સંગ્રહિત ઊર્જા,

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

➥ 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.

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

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

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

➥ સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરમાં ઊર્જા ઘનતા

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

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

6.

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

(a) પરિપથમાં પ્રવાહનું rms મૂલ્ય,

$I = \frac{V}{R}$ પરથી,

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

(b) એક પૂર્ણ ચક્ર દરમિયાન ખર્ચાતો કુલ પાવર,

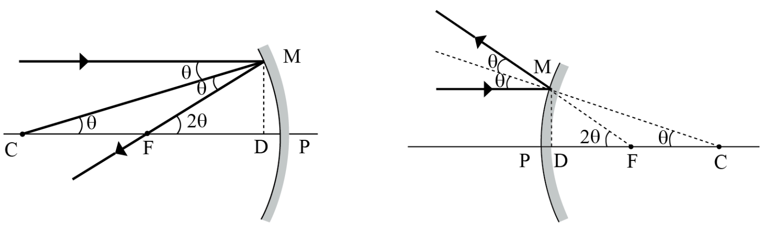
$P = VI$

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

$\therefore P = 484$ W

7.

➥



(a) (b)

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ C એ અરીસાનું વક્રતાકેન્દ્ર અને F એ અરીસાનું મુખ્ય કેન્દ્ર છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ અરીસા પર M બિંદુ પાસે θ જેટલા કોણે કિરણ આપાત થાય છે. CM એ સપાટીને દોરેલ લંબ છે. MD એ બિંદુ M માંથી મુખ્ય અક્ષને દોરેલ લંબ છે.

➥ આકૃતિ પરથી, $\angle MCP = \theta$ અને $\angle MFP = 2\theta$

➥ હવે, $\tan \theta = \frac{MD}{CD}$ ... (1)

અને $\tan 2\theta = \frac{MD}{FD}$ ... (2)

➥ પેરેક્સિઅલ કિરણો માટે θ અત્યંત નાનો હોવાથી,

$\tan \theta \approx \theta$ અને $\tan 2\theta \approx 2\theta$ થશે.

➥ સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) પરથી,

$\theta = \frac{MD}{CD}$ અને $2\theta = \frac{MD}{FD}$

$\therefore 2\left(\frac{MD}{CD}\right) = \frac{MD}{FD}$

$\therefore \frac{2}{CD} = \frac{1}{FD}$

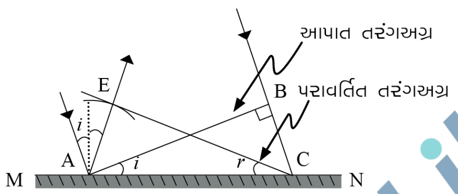
$\therefore CD = 2FD$ ... (3)

➥ θ ના નાના મૂલ્ય માટે D બિંદુ એ Pની ખૂબ જ નજીક હોય છે. આથી, $FD = FP = f$ અને $CD = CP = R$

➥ સમીકરણ (3)માં કિંમત મૂકતાં,

$R = 2f$ અથવા $f = \frac{R}{2}$

8.

➥ 

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

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

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

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

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

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

➥ આકૃતિ પરથી,

ΔAEC અને ΔABCમાં AC એ સામાન્ય બાજુ છે.

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

તેમજ $AE = BC = \upsilon\tau$

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

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

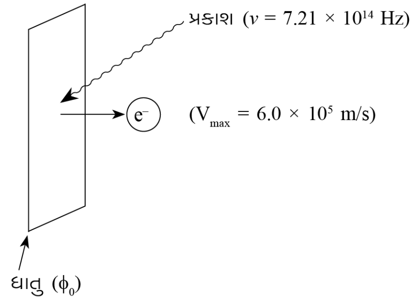
➥ આમ, હાઇગેન્સના સિદ્ધાંત પરથી પરાવર્તન સમજી શકાય છે.

9.

➥ પ્રકાશની આવૃત્તિ $\nu = 7.21 \times 10^{14}$ Hz

ઉત્સર્જાતા ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ ઝડપ $v_{max} = 6.0 \times 10^{5}$ m/s

ધાતુની થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ $\nu_0 = ?$



➥ આઇન્સ્ટાઇનના સમીકરણ પ્રમાણે,

$$K_{max} = h\nu - \varphi_0$$

$$\therefore \frac{1}{2} mv^2_{max} = h\nu - \varphi_0 \ (\because K_{max} = \frac{1}{2} mv^2_{max})$$

$$\therefore \varphi_0 = h\nu - \frac{1}{2} mv^2_{max}$$

$$\therefore h\nu_0 = h\nu - \frac{1}{2} mv^2_{max} \ (\because \varphi_0 = h\nu_0)$$

$$\therefore \nu_0 = \nu - \frac{mV^2_{max}}{2h}$$

$$\therefore \nu_0 = (7.21 \times 10^{14}) - \left(\frac{9.1 \times 10^{-31} \times (6.0 \times 10^5)^2}{2 \times 6.625 \times 10^{-34}}\right)$$

$$\nu_0 = (7.21 \times 10^{14}) - (2.472 \times 10^{14})$$

$$\nu_0 = 4.738 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

10.

➥ ઈલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જા $E_n = -\frac{13.6}{n^2} \ eV$

➥ ધરા અવસ્થા માટે $n = 1$ મુકતા,

$$E_1 = -\frac{13.6}{1^2} = -13.6 \ eV$$

➥ સમીકરણમાં $n = 4$ મુકતાં,

$$E_4 = -\frac{13.6}{4^2} = -\frac{13.6}{16}$$

$$E_4 = -0.85 \ eV$$

➥ આપાત ફોટોનની ઊર્જા

$$E_4 - E_i = (-0.85) - (-13.6)$$

$$E_4 - E_i = 12.75 \ eV$$

$$h\nu = 12.75 \ eV$$

$$\therefore \nu = \frac{12.75 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}}$$

$$\therefore \nu = 3.08 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

➥ આપાત વિકિરણની તરંગલંબાઈ

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{3.08 \times 10^{15}}$$

$$\therefore \lambda = 0.974 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 97.4 \text{ nm}$$

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.

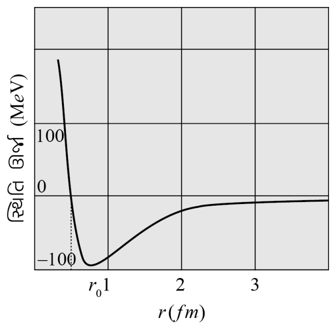
➥ ન્યુક્લિયર બળનાં ઘણાં લક્ષણો નીચે ટૂંકમાં દર્શાવ્યાં છે :

➥ (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.



➠ 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.

➥ શુદ્ધ Si પરમાણુની સંખ્યા $5 \times 10^{28}\ m^{-3}$

➥ આર્સેનિકનું પ્રમાણ 1 ppm છે.

10^6 Si પરમાણુ દીઠ એક આર્સેનિકનો પરમાણુ ઉમેરવામાં આવે છે.

$\therefore$ આર્સેનિકના કુલ પરમાણુ $= \dfrac{5 \times 10^{28}}{10^6}$

$= 5 \times 10^{22}\ \dfrac{\text{સંખ્યા}}{m^3}$

➥ આર્સેનિક પેન્ટાવેલેન્ટ અશુદ્ધિ છે. તેથી આર્સેનિકનો એક પરમાણુ એક ઇલેક્ટ્રોન મુક્ત કરે છે. પરિણામે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા-ઘનતા

$n_e = 5 \times 10^{22}\ m^{-3}$

➥ હોલની સંખ્યા-ઘનતા (n_h)

$n_i^2 = n_e \times n_h$

$\therefore n_h = \dfrac{n_i^2}{n_e} = \dfrac{2.25 \times 10^{32}}{5 \times 10^{22}}$

$\therefore n_h = 4.5 \times 10^9\ m^{-3}$

વિભાગ B

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

13.

➥ (a) આપેલ ગોળો સુવાહક હોવાથી વિદ્યુતભાર માત્ર ગોળાની સપાટી પર જ પ્રસ્થાપિત થાય છે, તેથી ગોળાની અંદર કુલ વિદ્યુતભાર શૂન્ય હોવાથી ગોળાની અંદર વિદ્યુતક્ષેત્ર પણ શૂન્ય થાય.

➥ (b) ગોળાની તરત બહાર :

$q = 1.6 \times 10^{-7}$ C

$R = 12 \times 10^{-2}$ m

➠ વિદ્યુતક્ષેત્ર $E = \frac{kq}{R^2}$

$$E = \frac{9\times10^{9}\times1.6\times10^{-7}}{(12\times10^{-2})^{2}}$$

$$\therefore E = \frac{14.4\times10^{2}}{144\times10^{-4}}$$

$$\therefore E = 1\times10^{5}\ \frac{N}{C}$$

➥ (c) ગોળાના કેન્દ્રથી 18 cm અંતરે આવેલા બિંદુ એ વિદ્યુતક્ષેત્ર (E) ($r > R$)

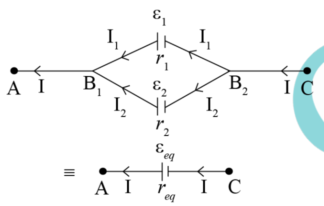
$\therefore E = \frac{kq}{r^2}$ પરથી

$$\therefore E = \frac{9\times10^{9}\times1.6\times10^{-7}}{(18\times10^{-2})^{2}}$$

$$\therefore E = 4.4\times10^{4}\ \frac{N}{C}$$

14.

➥



યાદ રાખો

બે વિદ્યુતકોષોના ધન/ઋણ ધ્રુવોને કોઈ એક બિંદુ આગળ અને તેમના ઋણ/ધન ધ્રુવોને બીજા કોઈ બિંદુ આગળ જોડવામાં આવે તો કોષોના આવા જોડાણને કોષોનું સમાંતર જોડાણ કહે છે.

➥ આકૃતિમાં બે વિદ્યુતકોષનું સમાંતર જોડાણ દર્શાવેલ છે. આ વિદ્યુતકોષના *emf* અનુક્રમે ε_1 અને ε_2 છે તેમજ તેમના આંતરિક અવરોધ અનુક્રમે r_1 અને r_2 છે.

➥ ધારો કે, કોષોના ધન ધ્રુવમાંથી બહાર નીકળતો વિદ્યુતપ્રવાહ અનુક્રમે I_1 અને I_2 છે. આ વિદ્યુતપ્રવાહ B_1 બિંદુ પાસે ભેગા થાય છે, જેથી B_1 બિંદુ પાસે કુલ વિદ્યુત પ્રવાહ $I = I_1 + I_2$ મળે.

➥ ધારો કે, બિંદુ B_1 અને B_2 પાસે વિદ્યુતસ્થિતિમાન અનુક્રમે $V(B_1)$ અને $V(B_2)$ છે.

➥ પ્રથમ કોષના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત

$$V = V(B_1) - V(B_2) = +\varepsilon_1 - I_1 r_1$$

$$\therefore I_1 r_1 = \varepsilon_1 - V$$

$$\therefore I_1 = \frac{\varepsilon_1 - V}{r_1} \quad ..... (1)$$

➥ બીજા કોષના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત

$V = V(B_1) - V(B_2) = \varepsilon_2 - I_2 r_2$

$\therefore I_2 r_2 = \varepsilon_2 - V$

$\therefore I_2 = \dfrac{\varepsilon_2 - V}{r_2}$ ..... (2)

➡ પરંતુ કુલ પ્રવાહ $I = I_1 + I_2$ છે.

➡ સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) ની કિંમત આ સમીકરણમાં મૂકતાં,

$\therefore I = \dfrac{\varepsilon_1 - V}{r_1} + \dfrac{\varepsilon_2 - V}{r_2}$

$\therefore I = \dfrac{\varepsilon_1}{r_1} - \dfrac{V}{r_1} + \dfrac{\varepsilon_2}{r_2} - \dfrac{V}{r_2}$

$\therefore I = \dfrac{\varepsilon_1}{r_1} + \dfrac{\varepsilon_2}{r_2} - V\left(\dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}\right)$

$\therefore V\left(\dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}\right) = \dfrac{\varepsilon_1}{r_1} + \dfrac{\varepsilon_2}{r_2} - I$

$\therefore V\left(\dfrac{r_1 + r_2}{r_1 r_2}\right) = \dfrac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1 - I r_1 r_2}{r_1 r_2}$

$\therefore V(r_1 + r_2) = \varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1 - I r_1 r_2$

$\therefore V = \dfrac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2} - I\left(\dfrac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}\right)$ .... (3)

➡ ધારો કે, આપેલ સંયોજન માટેનું સમતુલ્ય *emf* ε_{eq} અને સમતુલ્ય આંતરિક અવરોધ r_{eq} છે.

$\therefore V = \varepsilon_{eq} - I r_{eq}$.... (4)

➡ સમીકરણ (3) અને સમીકરણ (4) ને સરખાવતાં,

$\therefore \varepsilon_{eq} = \dfrac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2}$ અને $r_{eq} = \dfrac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$

$\dfrac{\varepsilon_{eq}}{r_{eq}} = \dfrac{\dfrac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 + r_2}}{\dfrac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}} = \dfrac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{r_1 r_2}$

$\therefore \dfrac{\varepsilon_{eq}}{r_{eq}} = \dfrac{\varepsilon_1}{r_1} + \dfrac{\varepsilon_2}{r_2}$

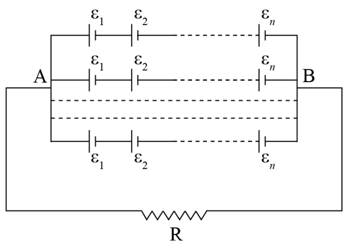
➡ જો $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ ..... ε_n *emf* ધરાવતાં અને અનુક્રમે r_1, r_2, r_3 ..... r_n જેટલો આંતરિક ધરાવતા n કોષોને સમાંતરમાં જોડવામાં આવેલા હોય, તો

$\therefore \dfrac{1}{r_{eq}} = \dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2} + \dfrac{1}{r_3} + \ldots + \dfrac{1}{r_n}$

$\therefore \dfrac{\varepsilon_{eq}}{r_{eq}} = \dfrac{\varepsilon_1}{r_1} + \dfrac{\varepsilon_2}{r_2} + \dfrac{\varepsilon_3}{r_3} + \ldots + \dfrac{\varepsilon_n}{r_n}$

યાદ રાખો

મિશ્ર જોડાણ



આકૃતિમાં વિદ્યુતકોષોનું મિશ્ર જોડાણ દર્શાવેલ છે.

જો $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \dots \varepsilon_n$ જેટલા *emf* વાળા અને $r_1, r_1, r_3 \dots r_n$ જેટલાં આંતરિક અવરોધવાળા n કોષોની બનેલી એક એવી m હારોને સમાંતરમાં જોડી મિશ્ર જોડાણ તૈયાર કરવામાં આવે છે. આવા મિશ્ર જોડાણમાં મળતો વિદ્યુતપ્રવાહ

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i}{R + \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{n} r_i}$$

જ્યાં, R - પરિપથમાં જોડેલો બાહ્ય અવરોધ

m - હારોની સંખ્યા

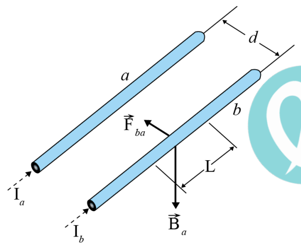
n - એક હારમાં જોડેલા કોષની સંખ્યા

ધારો કે, બધા જ વિદ્યુતકોષના *emf* અને આંતરિક અવરોધ સમાન છે.

$$\therefore \ I = \frac{n\varepsilon}{R + \frac{nr}{m}} = \frac{nm\varepsilon}{mR + nr}$$

15.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર, બે લાંબા વાહકતાર a અને b ને સમાંતર ગોઠવવામાં આવેલ છે. તેમની વચ્ચેનું લંબઅંતર d છે. તેમાંથી પસાર થતાં વિદ્યુતપ્રવાહ અનુક્રમે I_a અને I_b છે.



➥ તાર b પરના L લંબાઈના ખંડ પર તાર a વડે લાગતું બળ

$$F_{ba} = \frac{\mu_0 I_a I_b L}{2\pi d} \quad \dots (1)$$

➥ એકમ લંબાઈદીઠ લાગતું બળ

$$f_{ba} = \frac{F_{ba}}{L} = \frac{\mu_0 I_a I_b}{2\pi d}$$

➥ આવી જ રીતે,

$$f_{ab} = \frac{F_{ab}}{L} = \frac{\mu_0 I_a I_b}{2\pi d}$$

➥ જો $I_a = I_b = 1$ A અને $d = 1$ m તો,

$$f_{ab} = f_{ba} = 2 \times 10^{-7} \text{ N}$$

➥ 1 એમ્પિયરની વ્યાખ્યા : "એકબીજાથી 1 m અંતરે શૂન્યઅવકાશમાં રહેલાં અતિલાંબા, અવગણ્ય આડછેદવાળા, બે સમાંતર સુરેખ તારમાંથી જે સમાન વિદ્યુતપ્રવાહને દરેક તારમાંથી પસાર કરતાં, તાર વચ્ચે 1 m લંબાઈદીઠ ઉદ્‌ભવતું ચુંબકીયબળ 2×10^{-7} N હોય, તે વિદ્યુતપ્રવાહને 1 એમ્પિયર કહે છે."

➥ 1 કુલંબ : "જો કોઈ વાહકમાંથી 1 એમ્પિયર સ્થિર પ્રવાહ વહેતો હોય, તો તે વાહકના આડછેદમાંથી એક સેકન્ડમાં પસાર થતાં વિદ્યુતભારના જથ્થાને એક કુલંબ કહે છે."

16.

- $l = 10$ 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.

17.

- 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 ઊલટાઇ 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.

18.

(a) $R_1 = 10$ cm $\quad R_2 = -15$ cm

$f = 12$ cm $\quad n_1 = 1$ (હવા માટે)

$n_2 = (?)$

- લેન્સમેકરના સમીકરણ પરથી,

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

$$\therefore \frac{1}{12} = \frac{(n_2 - 1)}{1}\left(\frac{1}{10} + \frac{1}{15}\right)$$

$\therefore \dfrac{1}{12} = (n_2 - 1)\left(\dfrac{3 + 2}{30}\right)$

$\therefore \dfrac{1}{12} = (n_2 - 1)\left(\dfrac{5}{30}\right)$

$\therefore \dfrac{1}{12} = (n_2 - 1)\left(\dfrac{1}{6}\right)$

$\therefore \dfrac{1}{2} = n_2 - 1$

$\therefore n_2 = 1 + \dfrac{1}{2} = \dfrac{3}{2}$ or (1.5)

➠ આમ, લેન્સના દ્રવ્યનો વક્રીભવનાંક 1.5 જેટલો હશે.

➥ (b) $f_a = 20$ cm , $f_w = ?$

$n_a = 1, n_w = 1.33, n_g = 1.5$

➠ જ્યારે લેન્સ હવામાં હોય ત્યારે,

$$\frac{1}{f_a} = \left(\frac{n_g - n_a}{n_a}\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \text{... (1)}$$

➠ જ્યારે લેન્સ પાણીમાં હોય ત્યારે,

$$\frac{1}{f_w} = \left(\frac{n_g - n_w}{n_w}\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \text{... (2)}$$

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

$$\frac{f_w}{f_a} = \left(\frac{n_g - n_a}{n_a}\right)\left(\frac{n_w}{n_g - n_w}\right)$$

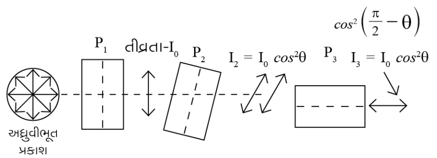
$$\therefore \frac{f_w}{20} = \left(\frac{1.5 - 1}{1}\right)\left(\frac{1.33}{1.5 - 1.33}\right)$$

$$\therefore \frac{f_w}{20} = (0.5)\left(\frac{1.33}{0.17}\right)$$

$\therefore f_w = 78.23$ cm

19.

➥



➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, બે પોલેરોઇડ P_1 અને P_3 ને તેમની દગ્-અક્ષ એકબીજાને લંબ રહે તેમ ગોઠવેલી છે.

➥ પોલેરોઇડ P_2 ને તેમની વચ્ચે ભ્રમણ કરાવવામાં આવે છે.

➥ ધારો કે, P_2 ની કોઈ અવસ્થા દરમિયાન P_1 અને P_2 ની દગ્-અક્ષ વચ્ચેનો ખૂણો θ છે, જેથી P_2 અને P_3 ની દગ્-અક્ષ વચ્ચેનો ખૂણો $\dfrac{\pi}{2} - \theta$ થાય.

➥ પોલેરોઇડ P_1 માંથી નિર્ગમન પામતા પ્રકાશની તીવ્રતા $I_1 = I_0$ છે.

➥ આ પ્રકાશ પોલેરોઇડ P_2 પર θ માપના ખૂણે આપાત થાય છે, જેથી P_2 માંથી નિર્ગમન પામતા પ્રકાશની તીવ્રતા

$I_2 = I_0 \, cos^2 \theta$ ... (1)

➥ આ પ્રકાશ પોલેરોઇડ P_3 પર $\dfrac{\pi}{2} - \theta$ માપના ખૂણે આપાત થાય છે. જેથી P_3 માંથી નિર્ગમન પામતા પ્રકાશની તીવ્રતા

$$I_3 = I_2 \, cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)$$

➥ સમીકરણ (1) માંથી કિંમત મૂકતાં,

$$I_3 = I_0 \cos^2\theta \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)$$

$$I_3 = I_0 \cos^2\theta \sin^2\theta$$

$$I_3 = \frac{I_0}{4}(4\sin^2\theta \cos^2\theta)$$

$$\therefore I_3 = \frac{I_0}{4}(\sin^2 2\theta)$$

➥ જ્યારે $\theta = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}$ કે 2π હોય,

ત્યારે $I_3 = 0$ મળે છે. (ન્યૂનતમ તીવ્રતા)

➥ જ્યારે $\theta = \frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4}, \frac{5\pi}{4}, \frac{7\pi}{4}$ હોય,

ત્યારે $I_3 = \frac{I_0}{4}$ (મહત્તમ તીવ્રતા) મળે છે.

20.

➥ (i) આપેલ પ્રકાશ સંવેદી દ્રવ્ય અને પ્રકાશની આપેલ આવૃત્તિ (થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ કરતાં વધારે) માટે ફોટોઇલેક્ટ્રિક પ્રવાહ આપાત પ્રકાશની તીવ્રતાના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

➥ (ii) આપેલ પ્રકાશ સંવેદી દ્રવ્ય અને આપેલ પ્રકાશની આવૃત્તિ માટે સંતૃપ્ત પ્રવાહ આપાત વિકિરણની તીવ્રતાના સમપ્રમાણમાં હોય છે, પરંતુ સ્ટોપિંગ પોટેન્શિયલ તીવ્રતાથી સ્વતંત્ર હોય છે.

➥ (iii) આપેલ પ્રકાશ સંવેદી દ્રવ્ય માટે, આપાત પ્રકાશની એક ચોક્કસ લઘુતમ કટ-ઓફ આવૃત્તિ હોય છે, જેને થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ કહે છે, તેના કરતાં ઓછી આવૃત્તિ માટે ગમે તેટલી ઊંચી તીવ્રતાનો પ્રકાશ હોય, તો પણ ફોટોઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થતું નથી. થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિથી વધુ આવૃત્તિ માટે, સ્ટોપિંગ પોટેન્શિયલ અથવા ઉત્સર્જિત ફોટોઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ ગતિઊર્જા, આપાત વિકિરણની આવૃત્તિ સાથે રેખીય રીતે વધે છે, પરંતુ તે તીવ્રતા પર આધારિત નથી.

➥ (iv) ફોટોઇલેક્ટ્રિક ઉત્સર્જન એ કોઇ પણ દેખીતો સમય બગાડ્યા વગર (10^{-9} s કે તેથી ઓછા સમયમાં) થતી તાત્ક્ષણિક ઘટના છે, પછી ભલેને આપાત પ્રકાશની તીવ્રતા ઘણી ઓછી હોય.

21.

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

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

➥ હાઈડ્રોજન પરમાણુની સ્થાયી અવસ્થાઓમાં ઇલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જાનું સૂત્ર

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

➥ 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

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

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

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

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

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

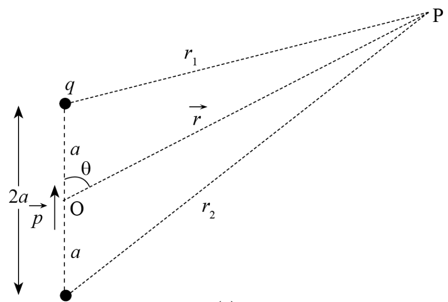
➥ જે દર્શાવે છે કે હાઇડ્રોજન પરમાણુમાંથી ઇલેક્ટ્રોનને તેના ન્યુક્લિયસથી અનંત અંતરે દૂર કરવા માટે ઊર્જા આપવી પડે છે.

વિભાગ C

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

22.

➥



(a)

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર વિદ્યુત ડાયપોલના મધ્યબિંદુ O થી r અંતરે અને θ માપના કોણે બિંદુ P આપેલ છે. આ બિંદુ P પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન મેળવવું છે.

➥ $+q$ વિદ્યુતભારના લીધે બિંદુ P પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r_1}$$

➥ $-q$ વિદ્યુતભારના લીધે બિંદુ p પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન

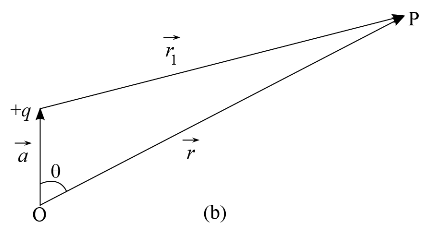
$$V_2 = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r_2}$$

➥ સંપાતપણાના સિદ્ધાંત અનુસાર P બિંદુ પાસે કુલ વિદ્યુત સ્થિતિમાન

$$V = V_1 + V_2$$

$$\therefore V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r_1} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r_2}$$

$$\therefore V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad \text{..... (1)}$$



(b)

➥ આકૃતિ પરથી ઉગમબિંદુ O ની સાપેક્ષે P બિંદુનો સ્થાનસદિશ $\vec{r}$ છે. + q વિદ્યુતભારની સાપેક્ષે P બિંદુનો સ્થાનસદિશ $\vec{r_1}$ અને − q વિદ્યુતભારની સાપેક્ષે P બિંદુનો સ્થાનસદિશ $\vec{r_2}$ છે.

➡ આકૃતિ (b) પરથી,

$$\vec{r} = \vec{a} + \vec{r}_1$$

$$\therefore \vec{r}_1 = \vec{r} - \vec{a}$$

$\therefore r_1^2 = r^2 + a^2 - 2ra\cos\theta$ (θ એ $\vec{r}$ અને $\vec{a}$ વચ્ચેનો ખૂણો છે.)

$$\therefore r_1^2 = r^2\left(1 + \frac{a^2}{r^2} - \frac{2a\cos\theta}{r}\right)$$

➡ પરંતુ $r >> a$ માટે $\frac{a^2}{r^2}$ નું મૂલ્ય ઘણું જ નાનું મળે છે.

પરિણામે તેને સમીકરણમાંથી અવગણી શકાય છે.

$$\therefore r_1^2 = r^2\left(1 - \frac{2a\cos\theta}{r}\right)$$

$$\therefore r_1 = r\left(1 - \frac{2a\cos\theta}{r}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\therefore \frac{1}{r_1} = \frac{1}{r}\left(1 - \frac{2a\cos\theta}{r}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

➡ દ્વિપદી પ્રમેય અનુસાર વિસ્તરણ આપતાં,

$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{r} > 1 - \left(-\frac{1}{2}\right)\frac{2a\cos\theta}{r} + \frac{2a\cos\theta}{r}$ ના એકથી વધુ ઘાતવાળાં પદH

➡ પરંતુ $\frac{2a\cos\theta}{r}$ ના એકથી વધુ ઘાતવાળાં પદ અતિ નાના હોવાથી તેને અવગણતાં,

$$\therefore \frac{1}{r_1} = \frac{1}{r}\left(1 + \frac{1}{2}\cdot\frac{2a\cos\theta}{r}\right)$$

$$\therefore \frac{1}{r_1} = \frac{1}{r}\left(1 + \frac{a\cos\theta}{r}\right) \quad ..... (2)$$

➡ આવી જ રીતે, $\frac{1}{r_2} = \frac{1}{r}\left(1 - \frac{a\cos\theta}{r}\right) \quad ..... (3)$

મેળવી શકાય છે.

➡ સમીકરણ (2) અને સમીકરણ (3) ની કિંમત સમીકરણ (1) માં મૂકતાં,

$$\therefore V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{r}\left(1 + \frac{a\cos\theta}{r}\right) - \frac{1}{r}\left(1 - \frac{a\cos\theta}{r}\right)\right]$$

$$\therefore V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}\left[1 + \frac{a\cos\theta}{r} - 1 + \frac{a\cos\theta}{r}\right]$$

$$\therefore V = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}\cdot\frac{2a\cos\theta}{r}$$

$$\therefore V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{p\cos\theta}{r^2} \quad ..... (4)$$

($\because p = 2aq$ વિદ્યુત ડાયપોલ મોમેન્ટ)

$$\therefore V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\vec{p}\cdot\hat{r}}{r^2} \quad (r >> a) \quad ..... (5)$$

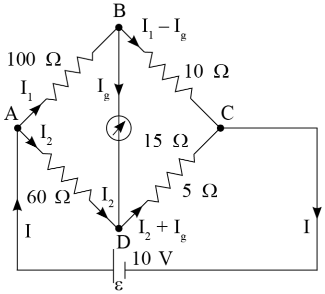
(જ્યાં, $\hat{r}$ સ્થાનસદિશ $\overrightarrow{OP}$ ની દિશામાંનો એકમ સદિશ છે.)

અથવા

$$\therefore V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{\vec{p}\cdot\vec{r}}{r^3}$$

➡ સમીકરણ (4) અને (5) ડાયપોલના સ્થિતિમાનનું સૂત્ર દર્શાવે છે.

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 કિર્ચોફનો 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,

➥ $\therefore\ 20\ I_1 - 12\ I_2 + 3\ I_g = 0$

$20\ I_1 - 10\ I_2 - 60\ I_g = 0$

$-\quad +\qquad +$

$-\ 2\ I_2 + 63\ I_g = 0$

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

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

➥ 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.

➥ $V_m = 283$ V

$v = 50$ Hz

$R = 3\ \Omega$

$C = 796 \propto F$

$L = 25.48\ mH$

➥ (a) પરિપથનો ઇમ્પિડન્સ (Z),

➠ ઇન્ડક્ટિવ રિએક્ટન્સ (X_L)

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

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

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

$\therefore X_L = 8\ \Omega$

➠ કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ (X_C)

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

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

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

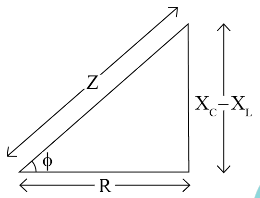
$\therefore X_C = 4\ \Omega$

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

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

$\therefore Z = 5\ \Omega$

(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 સ્રોતના બે છેડા વચ્ચેના વોલ્ટેજ કરતાં પરિપથનો પ્રવાહ પાછળ છે.

(c) પરિપથમાં વ્યય થતો પાવર,

$P = I^2 R$

પરંતુ $I = \dfrac{I_m}{\sqrt{2}}$

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

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

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

$\therefore P = 4800\ W$

(d) પાવર ફેક્ટર

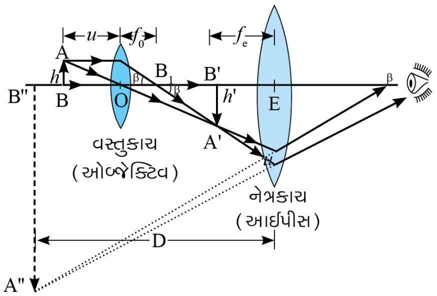
$\cos \varphi = \cos (-53.1°)$

$= \cos 53.1°$

$= 0.6$

25.

➥ સાદા માઇક્રોસ્કોપ વડે મળતી વધુમાં વધુ મોટવણી 9 છે. આનાથી વધુ મોટવણી મેળવવા માટે બે લેન્સનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એક લેન્સની અસર બીજા લેન્સ દ્વારા મોટી થાય છે. આને સંયુક્ત માઇક્રોસ્કોપ કહે છે.



➥ આકૃતિમાં સંયુક્ત માઇક્રોસ્કોપની રચના દર્શાવેલ છે, જે લેન્સ વસ્તુ તરફ રહે તેને વસ્તુકાચ (Objective) કહે છે. તેની કેન્દ્રલંબાઈ f_0 છે, જે લેન્સ અવલોકનકાર તરફ (આંખ તરફ) રહે તેને નેત્રકાચ (Eye Piece) કહે છે. તેની કેન્દ્રલંબાઈ f_e છે.

➥ સંયુક્ત માઇક્રોસ્કોપ માટે $f_0 < f_e$ હોય છે.

➥ ઓબ્જેક્ટિવ (વસ્તુકાચ) વડે વસ્તુનું (AB) વાસ્તવિક ઊલટું અને વસ્તુ કરતાં મોટું પ્રતિબિંબ (A'B') મળે છે. આ પ્રતિબિંબ એ આઇપીસ (નેત્રકાચ) માટે વસ્તુ તરીકે વર્તે છે અને આઇપીસ એ સાદા માઇક્રોસ્કોપ તરીકે વર્તે છે અને અંતિમ પ્રતિબિંબ (A''B'') આપે છે, જે આભાસી અને મોટું હોય છે.

➥ સંયુક્ત માઇક્રોસ્કોપના ઓબ્જેક્ટિવ લેન્સ માટે,

$m_0 = \dfrac{h'}{h}$ ... (1)

(વ્યાખ્યા પરથી સૂત્ર લખેલ છે.)

જ્યાં, h' = પ્રતિબિંબ-ઊંચાઇ

h = વસ્તુ-ઊંચાઇ

➥ આકૃતિ પરથી,

$\tan \beta = \dfrac{AB}{OB_1}$ અને $\tan \beta = \dfrac{A'B'}{B_1B'}$

$\therefore \dfrac{AB}{OB_1} = \dfrac{A'B'}{B_1B'}$

$\therefore \dfrac{A'B'}{AB} = \dfrac{B_1B'}{OB_1}$

પરંતુ $A'B' = h'$, $AB = h$, $B_1B' = L$, $OB_1 = f_0$

$\therefore \dfrac{h'}{h} = \dfrac{L}{f_0}$

$\therefore m_0 = \dfrac{L}{f_0}$ ... (2)

અહીં, L ને ટ્યૂબલંબાઈ કહે છે.

➥ ટ્યૂબલંબાઈ : "ઓબ્જેક્ટિવના દ્વિતીય મુખ્ય કેન્દ્ર અને આઇપીસના પ્રથમ મુખ્ય કેન્દ્ર વચ્ચેના અંતરને ટ્યૂબલંબાઈ કહે છે."

➥ અહીં આઇપીસ એ સાદું માઇક્રોસ્કોપ બને છે. પરિણામે જ્યારે અંતિમ પ્રતિબિંબ નજીક બિંદુ પર રચાય ત્યારે મળતી મોટવણી,

$$m_e = 1 + \frac{D}{f_e}$$

➥ જો અંતિમ પ્રતિબિંબ ખૂબ જ દૂર રચાય તો (સૈદ્ધાંતિક રીતે અનંત અંતરે) ત્યારે મળતી મોટવણી,

$$m_e = \frac{D}{f_e} \quad ... (3)$$

➥ આમ, જો અંતિમ પ્રતિબિંબ અનંત અંતરે મળતું હોય, તો કુલ મોટવણી,

$$m = m_0 \times m_e = \frac{L}{f_0} \times \frac{D}{f_e}$$

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

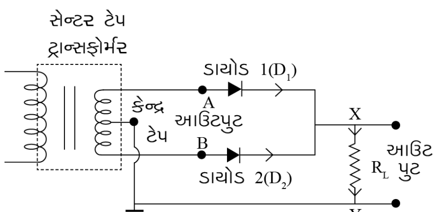
$$\therefore t = \frac{15.75 \times 10^{11}}{3.154 \times 10^{4}}$$

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

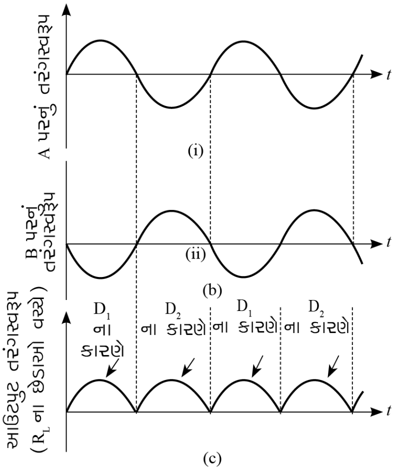
➥ આમ, વિદ્યુત બલ્બ લગભગ 50000 વર્ષ જેટલો ચાલુ રહી શકે છે.

27.

➥



(a)



➥ 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.