લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક **અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 13**

Part A

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

વિભાગ A

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

1.

➥ સમાન વિદ્યુતક્ષેત્રમાં મૂકેલ વિદ્યુત ડાયપોલની સ્થિતિઊર્જા

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

$\therefore U = -pE \cos\theta$

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

➥ ખાસ કિસ્સાઓ :

(i) વિદ્યુત ડાયપોલ વિદ્યુતક્ષેત્રમાં સમાંતર ગોઠવાયેલ છે.

$\therefore \theta = 0$ થાય.

$\therefore U = -pE \cos 0$

$\therefore U = -pE$ (લઘુતમ) ($\because \cos 0 = 1$)

➥ જે ડાયપોલની સ્થાયી સમતોલન અવસ્થા દર્શાવે છે.

(ii) વિદ્યુત ડાયપોલ વિદ્યુતક્ષેત્રમાં પ્રતિસમાંતર ગોઠવાયેલ હોય, તો $\theta = \pi(180°)$ થાય.

$\therefore U = -pE \cos\pi$

$\therefore U = pE$ (મહત્તમ) ($\because \cos\pi = -1$)

➥ જે ડાયપોલની અસ્થાયી સમતોલન અવસ્થા દર્શાવે છે.

(iii) વિદ્યુત ડાયપોલ વિદ્યુતક્ષેત્રમાં લંબરૂપે ગોઠવાયેલ હોય, તો $\theta = \frac{\pi}{2}$ (90°) થાય.

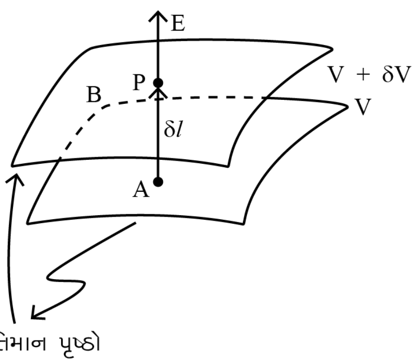
$\therefore U = -pE \cos\frac{\pi}{2}$

$\therefore U = 0$ ($\because \cos\frac{\pi}{2} = 0$)

➥ જે ડાયપોલની મહત્તમ અસમતોલન સ્થિતિ દર્શાવે છે.

2.

➥



➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, A અને B બે સમસ્થિતિમાન સપાટીઓ એકબીજાની ખૂબ જ નજીક આવેલ છે. તેમના પરના વિદ્યુત સ્થિતિમાનનાં મૂલ્ય અનુક્રમે V અને $V + \delta V$ છે. અહીં, δV એ વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E}$ ની દિશામાંનો વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો ફેરફાર છે.

➥ સપાટી B પર કોઈ બિંદુ P આવેલ છે. સપાટી A થી બિંદુ P સુધીનું લંબઅંતર δl છે.

➥ એકમ ધન વિદ્યુતભારને સપાટી B પરથી સપાટી A સુધી લંબરેખા પર, વિદ્યુતક્ષેત્રની વિરુદ્ધમાં લઈ જવા કરેલું કાર્ય $|\vec{E}|\,\delta l$ જેટલું છે.

➥ આ કાર્ય A અને B વચ્ચેના વિદ્યુત સ્થિતિમાનના તફાવત $V_A - V_B$ જેટલું છે.

$$\therefore |\vec{E}|\,\delta l = \Delta V = V_A - V_B$$

$$\therefore |\vec{E}| \cdot \delta l = V - (V + \delta V)$$

$$= -\,\delta V$$

$$\therefore |\vec{E}| = -\frac{\delta V}{\delta l}$$

➥ અહીં, δV ઋણ હોવાથી δV ના બદલે $-\,\delta V$ મૂકતાં,

$|\vec{E}| = \dfrac{\delta V}{\delta l}$ મળે.

3.

➥ $\varepsilon = 10$ V $I = 0.5$ A $V = ?$
$r = 3\ \Omega$ $R = ?$

➥ અવરોધકનો અવરોધ (R)

$\therefore I = \dfrac{\varepsilon}{r + R}$ પરથી

$$\therefore 0.5 = \frac{10}{3 + R}$$

$$\therefore 3 + R = \frac{10}{0.5} = 20$$

$$\therefore R = 20 - 3$$

$$\therefore R = 17\ \Omega$$

➥ બેટરીનો ટર્મિનલ વોલ્ટેજ,

$$V = \varepsilon - Ir$$

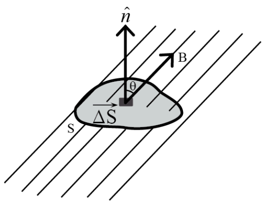
$$\therefore V = 10 - (0.5)(3)$$

$$\therefore V = 10 - 1.5$$

$$\therefore V = 8.5\ \text{V}$$

4.

➥



➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, સમાન ચુંબકીયક્ષેત્રમાં કોઈ એક પૃષ્ઠ 'S' ધ્યાનમાં લો.

➥ આ પૃષ્ઠ સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સ મેળવવા માટે સમગ્ર પૃષ્ઠને નાના ખંડમાં વિભાજિત થયેલ વિચારો.

➥ તેમાંથી એક નાનો ક્ષેત્રફળ સદિશ ખંડ (પૃષ્ઠખંડ) $\vec{\Delta S}$ ધ્યાનમાં લો.

➥ આ પૃષ્ઠખંડમાંથી પસાર થતું ચુંબકીય ફ્લક્સ

$$\Delta\varphi_B = \vec{B} \cdot \vec{\Delta S}$$

➥ પૃષ્ઠ S સાથે સંકળાયેલ કુલ ચુંબકીય ફ્લક્સ

$$\varphi = \sum_{all} \Delta\phi_B = \sum_{all} \vec{B} \cdot \vec{\Delta S} = 0 \ \ldots\ldots (1)$$

જ્યાં '*all*' નો અર્થ 'બધા જ ક્ષેત્રફળ ખંડ $\vec{\Delta S}$. આને સ્થિત વિદ્યુત માટેના ગોસના નિયમ સાથે સરખાવી શકાય છે.

➥ સ્થિત વિદ્યુતશાસ્ત્ર માટે ગોસનો નિયમ,

$$\sum \vec{E} \cdot \vec{\Delta S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

➥ સમીકરણ (1) પરથી ચુંબકત્વ માટે ગોસનો નિયમ નીચે મુજબ લખી શકાય છે : "કોઈ પણ બંધ પૃષ્ઠમાંથી પસાર થતું પરિણામી ચુંબકીય ફ્લક્સ શૂન્ય હોય છે."

➥ ચુંબકીય ફ્લક્સ એ અદિશ રાશિ છે. ચુંબકીય ફ્લક્સનો SI એકમ $Wb = Tm^2$.

5.

➥ $l = R = 0.5$ m

$n = 10$ આરા

$\omega = 120 \ \frac{\text{rev}}{\text{min}}$

$\omega = \frac{120 \times 2\pi}{60} \ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

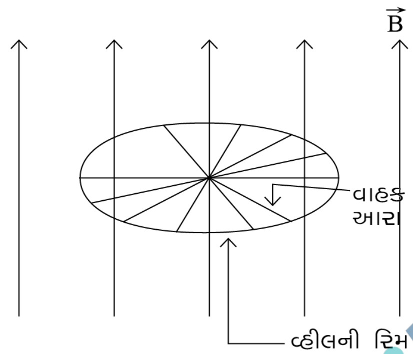
$\omega = 4\pi \ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$B = H_E$

$H_E = 0.4$ G

(પૃથ્વીના ચુંબકીયક્ષેત્રનો સમક્ષિતિજ ઘટક)

$H_E = 0.4 \times 10^{-4}$ T



➥ દરેક વાહક આરામાં પ્રેરિત થતું *emf*

$$\varepsilon = \frac{1}{2} B\omega R^2$$

$$\therefore \varepsilon = \frac{1}{2} \cdot 0.4 \cdot 10^{-4} \cdot 4\pi \cdot 0.25$$

$$\therefore \varepsilon = 0.628 \cdot 10^{-4}$$

$$\therefore \varepsilon = 6.28 \cdot 10^{-5} \text{ V}$$

➥ અહીં વાહક આરાઓ એકબીજા સાથે સમાંતર જોડાણમાં છે તેથી ધરી અને વ્હીલના રિમ વચ્ચે પ્રેરિત થતું કુલ *emf*, $\varepsilon = 6.28 \cdot 10^{-5}$ V મળે છે.

6.

➥ (1) $\oint \vec{E} \cdot \vec{dA} = \frac{Q}{\varepsilon_o}$ (ગોસનો વિદ્યુત માટેનો નિયમ)

(2) $\oint \vec{B} \cdot \vec{dA} = 0$ (ગોસનો ચુંબકત્વ માટેનો નિયમ)

(3) $\oint \vec{E} \cdot \vec{dl} = -\frac{d\phi_B}{dt}$ (ફેરેડેનો નિયમ)

(4) $\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \propto_0 i_c + \propto_0 \varepsilon_0 \frac{+d\phi_E}{dt}$

(એમ્પિયર-મેક્સવેલ નિયમ)

7.

➥ $f_1 = 30$ cm (બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ધન)

$f_2 = -20$ cm (અંતર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ ઋણ)

➥ સંયોજનની સમતુલ્ય કેન્દ્રલંબાઈ (f)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{30} - \frac{1}{20}$$

$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{2-3}{60}$$

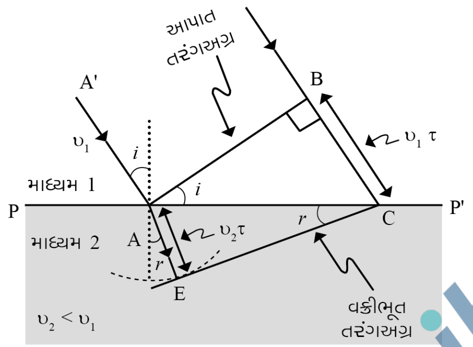
$$\therefore f = -60 \text{ cm}$$

➥ જે સંયોજનની સમતુલ્ય કેન્દ્રલંબાઈ છે.

➥ સંયોજનની સમતુલ્ય કેન્દ્રલંબાઈ ઋણ મળે છે, જે દર્શાવે છે કે આપેલ સંયોજન અપસારી (અંતર્ગોળ) લેન્સ તરીકે વર્તે છે.

8.

➥



➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર, PP' એ બે માધ્યમોને છૂટી પાડતી સપાટી છે.

➥ માધ્યમ 1 અને માધ્યમ 2માં પ્રકાશની ઝડપ અનુક્રમે υ_1 અને υ_2 ($\upsilon_2 < \upsilon_1$) છે તેમજ તેમના વક્રીભવનાંક અનુક્રમે n_1 અને n_2 ($n_1 < n_2$) છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર, કોઈ તરંગઅગ્ર AB એ બે માધ્યમોને છૂટી પાડતી સપાટી આગળ i જેટલા કોણે આપાત થાય છે.

➥ ધારો કે, તરંગઅગ્રને BC જેટલું અંતર કાપતાં τ જેટલો સમય લાગે છે. પરિણામે,

$BC = \upsilon_1 \tau$ ... (1)

➥ વક્રીભૂત તરંગઅગ્રનો આકાર નક્કી કરવા માટે બિંદુ A ને કેન્દ્ર તરીકે લઈ $\upsilon_2 \tau$ જેટલી ત્રિજ્યા ધરાવતો ગોળો દોરવામાં આવે છે. બિંદુ C માંથી આ ગોળાને સ્પર્શક દોરવામાં આવે છે. આ સ્પર્શક CE છે.

➥ CE એ τ જેટલા સમયના અંતે વક્રીભૂત તરંગઅગ્ર દર્શાવે છે. બિંદુ C આગળ બનતો ખૂણો r છે, જે વક્રીભૂતકોણ છે. ($i > r$)

➥ આકૃતિમાં ΔABC પરથી,

$$\sin i = \frac{BC}{AC} = \frac{\upsilon_1 \tau}{AC} \quad \text{... (1)}$$

➥ ΔAEC પરથી,

$$\sin r = \frac{AE}{AC} = \frac{\upsilon_2 \tau}{AC} \quad \text{... (2)}$$

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

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\upsilon_1 \tau}{AC} \times \frac{AC}{\upsilon_2 \tau}$$

$$\therefore \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} \quad \text{... (3)}$$

➥ માધ્યમ (1) નો વક્રીભવનાંક $n_1 = \frac{c}{\upsilon_1}$

➥ માધ્યમ (2) નો વક્રીભવનાંક $n_2 = \frac{c}{\upsilon_2}$

$$\therefore \frac{n_2}{n_1} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} \quad \ldots (4)$$

➥ સમીકરણ (3) અને સમીકરણ (4) પરથી,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

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

➥ જે સ્નેલનો નિયમ દર્શાવે છે.

➥ આમ, હાઇગેન્સના સિદ્ધાંત પરથી વક્રીભવનની ઘટના સમજાવી શકાય છે.

9.

➥ 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

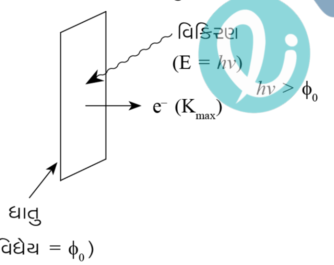
$h = 6.625 \times 10^{-34}$ J s

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.

10.

➥ રધરફર્ડે દર્શાવ્યું કે જેમ સૂર્યની આસપાસ ગ્રહો ભ્રમણ કરે છે તેવી જ રીતે કેન્દ્રમાં રહેલા ન્યુક્લિયસની આસપાસ ઋણ વિ.ભારીત ઇલેક્ટ્રોન ભ્રમણ કરે છે.

➥ ગ્રહોનાં બનેલા તંત્રમાં ગ્રહો, ગુરુત્વાકર્ષણ બળથી જોડાયેલા રહે છે. જ્યારે પરમાણુમાં ન્યુક્લિયસની આસપાસ ઇલેક્ટ્રોન કુલંબ બળ દ્વારા જકડાયેલા રહે છે.

➥ નિષ્ફળતા :

➠ વર્તુળાકાર માર્ગ પર ગતિ કરતો પદાર્થ પ્રવેગી ગતિ કરે છે. આ પ્રવેગ કેન્દ્રગામી પ્રવેગ છે. પ્રચલિત વિદ્યુત ચુંબકીય વાદ અનુસાર પ્રવેગિત થતો વિદ્યુતભાર વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોના રૂપમાં વિકિરણનું ઉત્સર્જન કરે છે. આથી પ્રવેગિત ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા સતત ઘટવી જોઇએ.

➠ આવા ઇલેક્ટ્રોન સ્પીલ આકાર માર્ગ પર ગતિ કરે છે અને અંતે ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ન્યુક્લિયસમાં વિરામ પામે છે. આવો ન્યુક્લિયસ સ્થાયી અવસ્થામાં રહી શકે નહીં.

➠ પ્રચલિત વિદ્યુત ચુંબકીય વાદ અનુસાર ભ્રમણ કરતા ઇલેક્ટ્રોન વડે ઉત્સર્જિત વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગોની આવૃતિ પરિભ્રમણની આવૃતિ જેટલી હોય છે.

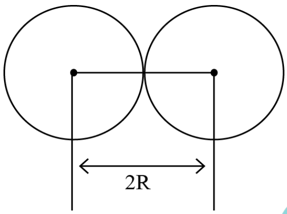
➠ ઇલેક્ટ્રોન જેમ-જેમ અંદર તરફ સર્પિલ ગતિ કરે તેમ તેમ તેનો કોણીય વેગ અને તેથી આવૃતિ સતત બદલાયા કરે છે અને તેથી ઉત્સર્જિત પ્રકાશની આવૃતિ પણ સતત બદલાય છે આમ તે સતત વર્ણપટ્ટ ઉત્સર્જિત કરે છે જે રેખીય વર્ણપટ્ટથી વિરુદ્ધ છે.

11.

➥ ડ્યુટેરોનની ત્રિજ્યા R = 2.0 f m

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

➥ જ્યારે બે ડ્યુટેરોન Head-on અથડામણ અનુભવે ત્યારે તેમનાં બે કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર = 2R



(Head-on અથડામણ)

➥ દરેક ડ્યુટેરોન પરનો વિદ્યુતભાર $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C

➥ જ્યારે ડ્યુટેરોન Head on અથડામણ અનુભવે ત્યારે તેની સ્થિતિ ઊર્જા

$$U = \frac{kq_1 q_2}{R} = \frac{kq^2}{2R}$$

$$\therefore U = \frac{9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}{2 \times (2 \times 10^{-15})}$$

$$\therefore U = \frac{9 \times 10^9 \times 2.56 \times 10^{-38}}{4 \times 10^{-15}}$$

$$\therefore U = 5.76 \times 10^{-14}$$

$$\therefore U = \frac{5.76 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19}} \ eV$$

$$\therefore U = 3.6 \times 10^5 \ eV$$

$$\therefore U = 360 \ keV$$

12.

➥

ફોરવર્ડ બાયસ	રિવર્સ બાયસ
p-n જંક્શનના *p* - પ્રકારના અર્ધવાહકને બેટરીના ધન છેડા	*p-n* જંક્શનના *p* - પ્રકારના અર્ધવાહકને બેટરીના ઋણ છેડા

સાથે અને n-પ્રકારના અર્ધવાહકને બેટરીના ઋણ છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે. આ જોડાણને ફોરવર્ડ બાયસ જોડાણ કહે છે.	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 mA ના ક્રમનો હોય છે.	રિવર્સ બાયસમાં મળતો વિદ્યુતપ્રવાહ ∝A ના ક્રમનો હોય છે.
ડાયોડને ફોરવર્ડ બાયસમાં જોડતાં ડિપ્લેશન સ્તરની પહોળાઈ અને બેરિયર પોટેન્શિયલની ઊંચાઈ ઘટે છે.	ડાયોડને રિવર્સ બાયસ આપતાં ડિપ્લેશન સ્તરની પહોળાઈ 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.

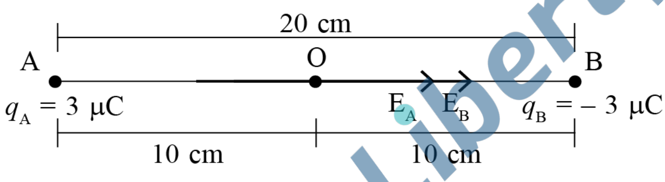
વિભાગ B

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

13.

➥ qA = 3μC

$q_B = -3\mu C$



(a)

➥ O બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર

$E = E_A + E_B$

$E = \frac{kq_A}{r^2} + \frac{kq_B}{r^2}$

$\therefore E = \frac{9\times10^9\times3\times10^{-6}}{(0.1)^2} + \frac{9\times10^9\times3\times10^{-6}}{(0.1)^2}$

$\therefore E = \frac{27\times10^3}{10^{-2}} + \frac{27\times10^3}{10^{-2}}$

$\therefore E = 2.7 \times 10^{+6} \times 2.7 \times 10^6$

$\therefore E = 5.4 \times 10^6$ N/C (A થી B તરફની દિશા)

(b) O પર મૂકેલ વિદ્યુતભાર $q = 1.5 \times 10^{-9}$ C પર લાગતું બળ

$F = qE$

$\therefore F = 1.5 \times 10^{-9} \times 5.4 \times 10^6$

$\therefore F = 8.1 \times 10^{-3}$ N (O થી A તરફની દિશા)

➥ આમ, ઋણ વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ, વિદ્યુતક્ષેત્રની વિરુદ્ધ દિશામાં છે.

14.

યાદ રાખો

> જ્યારે (નિક્રોમ) તારમાંથી પસાર થતાં પ્રવાહનું મૂલ્ય અવગણ્ય હોય ત્યારે ઉષ્મીય અસરને અવગણી શકાય અને તારના તાપમાન T_1 ને ઓરડાના તાપમાન જેટલું ગણી શકાય છે.
> જ્યારે ટોસ્ટરને વોલ્ટેજ ઉદ્‌ગમ સાથે જોડવામાં આવે ત્યારે પ્રારંભિક પ્રવાહનું મૂલ્ય તેના સ્થિત પ્રવાહના મૂલ્ય 2.68 A કરતાં થોડું વધારે હશે.
> પરંતુ પ્રવાહની ઉષ્મીય અસરને કારણે તાપમાન વધશે. આનાથી અવરોધમાં વધારો થાય છે અને પ્રવાહમાં ઘટાડો થાય છે. થોડી સેકન્ડમાં સ્થાયી અવસ્થા પ્રાપ્ત થશે. તેથી તારનો અવરોધ અને વહેતો પ્રવાહ એ બંનેનાં સ્થાયી મૂલ્ય મળશે.

➥ ધારો કે, સ્થાયી અવસ્થામાં તારનો અવરોધ R_2 અને તાપમાન T_2 છે.

$$\therefore R_2 = \frac{V}{I} = \frac{230}{2.68}$$

$$= 85.8\ \Omega$$

➥ $R_2 = R_1[1 + \alpha(T_2 - T_1)]$ આ સૂત્ર પરથી,

$$\therefore R_2 = R_1 + R_1\alpha(T_2 - T_1)$$

$$\therefore R_2 - R_1 = R_1\alpha(T_2 - T_1)$$

$$\therefore \frac{R_2 - R_1}{R_1\alpha} = T_2 - T_1$$

➥ આ સમીકરણમાં $R_1 = 75.3\ \Omega$, $R_2 = 85.8\ \Omega$

$\alpha = 1.70 \times 10^{-4}\ °C^{-1}$ અને $T_1 = 27\ °C$ મૂકતાં,

$$\therefore T_2 - 27 = \frac{85.8 - 75.3}{75.3 \times 1.70 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore T_2 - 27 = \frac{10.5 \times 10^4}{128.01}$$

$$\therefore T_2 - 27 = \frac{105000}{128.01}$$

$$\therefore T_2 - 27 = 820$$

$$\therefore T_2 = 820 + 27$$

$$\therefore T_2 = 847\ °C$$

15.

➥ $B = 1.0\ T$

$r = 8\ cm$

$= 8 \times 10^{-2}\ m$

N = 30 આંટા

$I = 6\ A$

$\theta = 60°$

ગૂંચળાનું ક્ષેત્રફળ

$A = \pi r^2$

$A = 3.14 \times (64 \times 10^{-4})$

$A = 200.96 \times 10^{-4}$

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

➥ (a) પ્રવાહધારીત ગૂંચળાને ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકતાં તેના પર $\tau = BINA\ sin\ \theta$ સૂત્ર મુજબ ટોર્ક લાગે છે.

➥ પરિમાણે ગૂંચળાનું આવર્તન ન થાય તે માટે આટલા જ મૂલ્યનું ટોર્ક વિરુદ્ધ દિશામાં લગાડવું પડે.

➥ ગૂંચળા પર વિરુદ્ધ દિશામાં લગાડવું પડતું ટોર્ક

➥ $\tau = BINA\ sin\ 60$

➥ $\therefore \tau = (1)(6)(30)(2 \times 10^{-2})\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

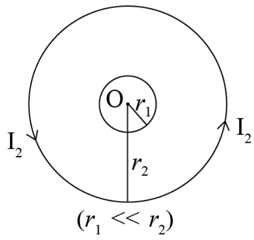
➥ $\therefore \tau = 180 \times \sqrt{3} \times 10^{-2}$

➥ $\therefore \tau = 3.1$ Nm

➥ (b) ગૂંચળા પર લાગતા ટોર્કનું મૂલ્ય આકાર પર આધાર રાખતું નથી, પરંતુ તે ગૂંચળાના ક્ષેત્રફળ પર આધાર રાખે છે. અહીં ક્ષેત્રફળ બદલાતું નથી, જેથી ગૂંચળા પર લાગતા ટોર્કનું મૂલ્ય બદલાશે નહીં.

16.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ r_2 ત્રિજ્યા ધરાવતા ગોળાકાર ગૂંચળામાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I_2 છે.



➥ આ વિદ્યુતપ્રવાહના કારણે ગૂંચળાના કેન્દ્રમાં ચુંબકીયક્ષેત્ર

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2 r_2}$$

➥ r_1 ત્રિજ્યા ખૂબ જ નાની હોવાથી તેના સમગ્ર આડછેદ પર ચુંબકીયક્ષેત્ર B_2 અચળ ગણી શકાય છે.

➥ r_1 ત્રિજ્યા (નાના ગૂંચળા)ના ગૂંચળા સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સ

$$\varphi_1 = A_1 B_2$$

$$\varphi_1 = \pi r_1^2 \left(\frac{\mu_0 I_2}{2 r_2}\right) \quad ..... (1)$$

➥ ગૂંચળા-2ની સાપેક્ષે ગૂંચળા-1 નું અન્યોન્ય પ્રેરકત્વ

$$M_{12} = \frac{\phi_1}{I_2}$$

➥ સમીકરણ (1) ની કિંમત મૂકતાં,

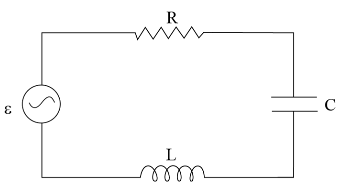
$$M_{12} = \left(\frac{\mu_0 \pi r_1^2 I_2}{2 r_2}\right)\left(\frac{1}{I_2}\right)$$

$$M_{12} = \frac{\mu_0 \pi r_1^2}{2 r_2}$$

➥ આવી જ રીતે $M_{21} = \dfrac{\mu_0 \pi r_1^2}{2 r_2}$ મેળવી શકાય છે.

17.

➥



➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર AC પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે અવરોધક, કેપેસિટર અને ઇન્ડક્ટરને શ્રેણીમાં જોડવામાં આવેલ છે.

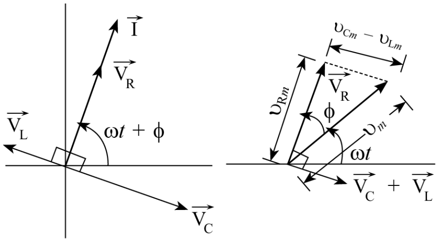
➥ AC પ્રાપ્તિસ્થાનને વોલ્ટેજ $\upsilon = \upsilon_m \sin \omega t$

➥ અહીં ત્રણેય ઘટકો શ્રેણી જોડાણમાં હોવાથી દરેક ઘટકમાં સમાન કંપવિસ્તાર અને સમાન કળા વાળો એકસમાન પ્રવાહ હશે.

➥ ધારો કે, વિદ્યુતપ્રવાહ

$i = i_m \sin(\omega t + \varphi)$ ..... (1)

જ્યાં, φ – સ્રોતના બે છેડા વચ્ચેનાં વોલ્ટેજ અને પરિપથમાં પ્રવાહ વચ્ચેનો કળાતફાવત છે.



(a) (b)

- આકૃતિ (a) માં સમીકરણ (1) વડે રજૂ થતાં પ્રવાહને દર્શાવતો ફેઝર $\vec{I}$ દર્શાવેલ છે. તેમજ ઇન્ડક્ટર, અવરોધક, કેપેસિટર અને સ્રોતના બે છેડા વચ્ચેના વોલ્ટેજને રજૂ કરતાં ફેઝર અનુક્રમે $\vec{V}_L$, $\vec{V}_R$, $\vec{V}_C$ અને $\vec{V}$ છે.
- આ બધા ફેઝરને યોગ્ય કળાતફાવત સાથે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.
- $\vec{V}_R$, $\vec{V}_C$ અને $\vec{V}_L$ ના કંપવિસ્તાર (ફેઝરોની લંબાઈ) અનુક્રમે $\upsilon_{Rm} = i_m R$, $\upsilon_{Cm} = i_m X_C$, $\upsilon_{Lm} = i_m X_C$
- ફેઝર ડાયાગ્રામ પરથી પરિણામી વોલ્ટેજનું સમીકરણ નીચે મુજબ મળે છે :

$$\vec{V}_L + \vec{V}_L + \vec{V}_C = \vec{V} \quad ..... (2)$$

- $\vec{V}_C$ અને $\vec{V}_L$ હંમેશાં એક રેખા પર પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં હોવાથી તેમને સંયોજિતરૂપે એક જ ફેઝર ($\vec{V}_C + \vec{V}_L$) તરીકે લઈ શકાય છે. જેનું માન $|V_{Cm} - V_{Lm}|$ છે.
- આમ, $\vec{V}$ જેની બાજુઓ $\vec{V}_R$ અને $\vec{V}_C + \vec{V}_L$ હોય તેવા કાટકોણ ત્રિકોણના કર્ણ તરીકે રજૂ થતો હોવાથી પાયથાગોરસ પ્રમેય મુજબ,

$$\upsilon_m^2 = \upsilon_{Rm}^2 + (\upsilon_{Cm} - \upsilon_{Lm})^2$$

- $\upsilon_m^2 = (i_m R)^2 + (i_m X_C - i_m X_L)^2$

$$\therefore \upsilon_m^2 = i_m{}^2 R^2 + i_m{}^2 (X_C - X_L)^2$$

$$\therefore \upsilon_m^2 = i_m{}^2 [R^2 + (X_C - X_L)^2]$$

$$\therefore i_m{}^2 = \frac{\upsilon_m^2}{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

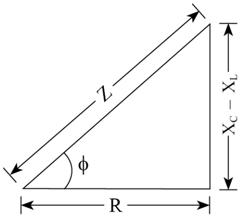
$$\therefore i_m = \frac{\upsilon_m}{\sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}}$$

- આ સમીકરણને નીચે મુજબ પણ લખી શકાય છે :

$$\therefore i_m = \frac{\upsilon_m}{Z}$$

જ્યાં, $Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$ .....(7)

- Z ને પરિપથનો ઇમ્પિડન્સ કહે છે, જે DC પરિપથના અવરોધને સમતુલ્ય છે, જેને એકમ Ω છે. જેને AC પરિપથના અવરોધ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.
- આકૃતિ પરથી ફેઝર $\vec{I}$ હંમેશાં ફેઝર $\vec{V}_R$ ને સમાંતર છે. $\vec{V}_R$ અને $\vec{V}$ વચ્ચેનો ખૂણો φ છે અને તે આકૃતિ (c) માં દર્શાવેલ છે.



(c)

➥ $\tan \phi = \dfrac{\upsilon_{Cm} - \upsilon_{Lm}}{v_{Rm}}$

$\tan \phi = \dfrac{i_m X_C - i_m X_L}{i_{mR}}$

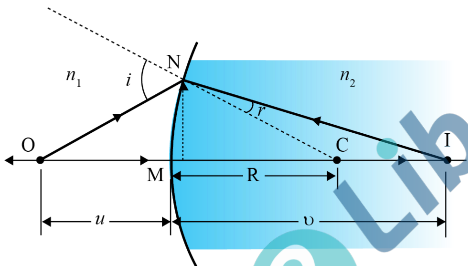
$\therefore \tan \phi = \dfrac{X_C - X_L}{R}$

➥ આકૃતિ (c) માં દર્શાવેલ આકૃતિને ઇમ્પિડન્સ ડાયાગ્રામ કહે છે. જે કર્ણ Z (ઇમ્પિડન્સ) હોય તેવો એક કાટકોણ ત્રિકોણ છે.

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,

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

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

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

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

$i = \angle NOM + \angle NCM$

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

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

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

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

$r = \angle NCM - \angle NIM$

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

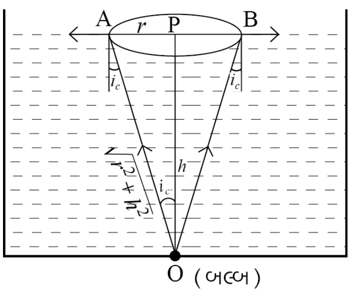
19.

➥ $h = 80$ cm (તળિયાની ઊંડાઈ)

$n_w = 1.33$

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર O એ બલ્બ છે જેને ટાંકીના તળિયે મૂકેલ છે.

➥ બલ્બમાંથી આવતા કિરણો બિંદુ A અને બિંદુ B પાસે ક્રાંતિકોણ જેટલા કોણે આપાત થાય છે. પરિણામે બિંદુ A અને બિંદુ B પછીથી કિરણો પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન પામે છે. તેથી આ વિસ્તારમાંથી કિરણો બહાર નીકળી શકશે નહીં.



➥ આમ, કિરણો માત્ર AB વ્યાસવાળા વર્તુળમાંથી જ બહાર નીકળી શકે છે, જેનું ક્ષેત્રફળ મેળવવાનું છે.

$\sin i_c = \frac{1}{n}$ પરથી, (જ્યાં, n = હવાની સાપેક્ષમાં પાણીનો વક્રીભવનાંક)

$$\therefore \frac{r}{\sqrt{r^2 + h^2}} = \frac{1}{n}$$

$$\therefore rn = \sqrt{r^2 + h^2}$$

$$\therefore r^2 n^2 = r^2 + h^2$$

$\therefore r^2(n^2-1) = h^2$

$\therefore r^2 = \frac{h^2}{n^2-1}$

$\therefore r = \frac{h}{\sqrt{n^2-1}}$ (જ્યાં, r = ત્રિજ્યા)

➥ વર્તુળાકાર વિસ્તારનું ક્ષેત્રફળ,

$A = \pi r^2 = \frac{\pi h^2}{n^2-1}$

$\therefore A = \frac{3.14 \times (0.8)^2}{(1.33)^2-1} = \frac{2.0096}{0.7689} = 2.6\ m^2$

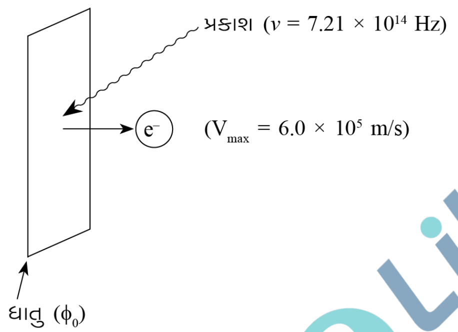
➥ આમ, પાણીની $2.6\ m^2$ ક્ષેત્રફળ ધરાવતી વર્તુળાકાર સપાટીમાંથી પ્રકાશ બહાર આવશે.

20.

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

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

ધાતુની થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ $v_0 = ?$



➥ આઇન્સ્ટાઇનના સમીકરણ પ્રમાણે,

$K_{max} = hv - \varphi_0$

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

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

$\therefore hv_0 = hv - \frac{1}{2} mv^2_{max}$ ($\because \varphi_0 = hv_0$)

$\therefore v_0 = v - \frac{mV^2_{max}}{2h}$

$\therefore v_0 = (7.21 \times 10^{14}) - \left(\frac{9.1 \times 10^{-31} \times (6.0 \times 10^5)^2}{2 \times 6.625 \times 10^{-34}}\right)$

$v_0 = (7.21 \times 10^{14}) - (2.472 \times 10^{14})$

$v_0 = 4.738 \times 10^{14}$ Hz

21.

➥

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

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

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

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

➠ સમી. (1)ની કિંમત મુકતાં,

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

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

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

$$\therefore v_n = \frac{(1.6\times10^{-19})^2}{2\times n\times6.625\times10^{-34}\times8.85\times10^{-12}}$$

$$\therefore v_n = \frac{2.18\times10^6}{n}$$

➠ સમીકરણમાં $n = 1$ મુકતા,

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

➠ સમીકરણમાં $n = 2$ મુકતા,

$$v_2 = \frac{2.18\times10^6}{2} = 1.09\times10^6 \text{ m/s}$$

➠ સમીકરણમાં $n = 3$ મુકતાં,

$$v_3 = \frac{2.18\times10^6}{3} = 0.727\times10^6 \text{ m/s}$$

➥ (b) આવર્તકાળ (T)

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

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

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

$$T_n = \frac{4\times n^3\times(6.625\times10^{-34})^3(8.85\times10^{-12})^2}{9.1\times10^{-13}\times(1.6\times10^{-19})^2}$$

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

➠ 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.

➥ (i) A બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર

$\therefore EA = E_{1A} + E_{2A}$

(બંને વિદ્યુતક્ષેત્ર એક જ દિશામાં જમણી બાજુ મળે છે.)

$$\therefore E_A = \frac{kq}{r^2} + \frac{kq}{r^2}$$

$$\therefore E_A = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-8}}{(0.05)^2} + \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-8}}{(0.05)^2}$$

$$\therefore E_A = 3.6 \times 10^4 + 3.6 \times 10^4$$

$$= 7.2 \times 10^4 \ \frac{N}{C}$$

➥ (ii) બિંદુ B પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર

➠ B બિંદુ પાસે q_1 ના લીધે વિદ્યુતક્ષેત્ર ડાબી બાજુ અને q_2 ના લીધે વિદ્યુતક્ષેત્ર જમણી બાજુ આવેલ હશે.

➠ B બિંદુ પાસે કુલ વિદ્યુતક્ષેત્ર

$$E_B = E_{1B} - E_{2B}$$

$$E_B = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-8}}{(0.05)^2} - \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-8}}{(0.15)^2}$$

$$E_B = 3.6 \times 10^4 - 0.4 \times 10^4$$

$$\therefore E_B = 3.2 \times 10^4 \ \frac{N}{C}$$ (ડાબી બાજુ)

➥ (iii) બિંદુ C પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર

➠ q_1 વિદ્યુતભારના કારણે C બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર

$$E_{1C} = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-8}}{0.01} = 9 \times 10^3 \ \frac{N}{C}$$

➠ q_2 વિદ્યુતભારના કારણે C બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર

$$E_{2C} = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-8}}{0.01} = 9 \times 10^3 \ \frac{N}{C}$$

આમ, $E_{1C} = E_{2C}$ મળે.

➠ C બિંદુ પાસે પરિણામી વિદ્યુતક્ષેત્ર

$$E_C = \sqrt{E_{1C}^2 + E_{2C}^2 + 2E_{1C}\,E_{2C}\,cos\,120^\circ}$$

$\therefore E_C = \sqrt{E_{1C}^2 + E_{1C}^2 + 2E_{1C}^2\left(-\frac{1}{2}\right)}$ $(E_{1C} = E_{2C})$

$\therefore E_C = \sqrt{E_{1C}^2 + E_{1C}^2 - E_{1C}^2} = E_{1C}$

$\therefore E_C = 9 \times 10^3 \frac{N}{C}$ (જમણી તરફ)

23.

➥ વિદ્યુત ડાયપોલ માટે વિદ્યુત સ્થિતિમાનનું સૂત્ર નીચે મુજબ છે :

$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{p \cos\theta}{r^2}$ OR $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\vec{p} \cdot \hat{r}}{r^2}$

જ્યાં, p - વિદ્યુત ડાયપોલ મોમેન્ટ

θ - સ્થાનસદિશ $\vec{r}$ અને ડાયપોલ

મોમેન્ટ $\vec{p}$ વચ્ચેનો ખૂણો છે.

➥ ખાસ કિસ્સાઓ :

(i) જે બિંદુ પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન મેળવવાનું છે, તે ડાયપોલની અક્ષ પર આવેલ હોય તો,

$\therefore \theta = 0$ કે $\theta = \pi$

$\therefore V = \pm \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{p}{r^2}$

(ii) જે બિંદુ પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન મેળવવાનું છે, તે ડાયપોલની વિષુવરેખા પર આવેલ હોય તો,

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

$\therefore \cos\theta = \cos\frac{\pi}{2} = 0$

$\therefore V = 0$

➥ આમ, ડાયપોલની વિષુવરેખા પર વિદ્યુત સ્થિતિમાન શૂન્ય થાય.

24.

➥ રેડિયો અને TV સેટની ટ્યુનિંગ કરવાની પ્રક્રિયામાં એન્ટેના ઘણાં બધાં બ્રોડકાસ્ટિંગ સ્ટેશનોનાં સિગ્નલો મેળવે છે.

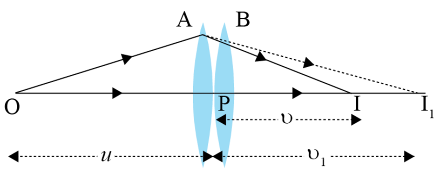
➥ એન્ટેના દ્વારા મેળવાયેલ સિગ્નલ ટ્યુનિંગ પરિપથ માટે સ્રોત તરીકે વર્તે છે, તેથી, ટ્યુનિંગ પરિપથ ઘણી બધી આવૃત્તિઓએ સંચાલિત થઈ શકે છે.

➥ પરંતુ કોઈ એક નિશ્ચિત રેડિયો-સ્ટેશન સાંભળવા માટે રેડિયો/TV સેટ ટ્યુન કરવો પડે છે.

➥ ટ્યુનિંગ ક્રિયામાં પરિપથના ઇન્ડક્ટન્સનું મૂલ્ય અચળ રાખીને કેપેસિટરનું કેપેસિટન્સ એવી રીતે બદલવામાં આવે છે કે, જેથી પરિપથની અનુનાદીય આવૃત્તિનું મૂલ્ય એ એન્ટેના દ્વારા મેળવાયેલ સિગ્નલની આવૃત્તિ લગભગ સમાન હોય છે.

➥ જ્યારે આમ થાય છે ત્યારે નિશ્ચિત રેડિયો-સ્ટેશનનાં સિગ્નલની આવૃત્તિ જેટલી જ આવૃત્તિ માટે પરિપથમાં પ્રવાહનો કંપવિસ્તાર મહત્તમ બને છે અને તે રેડિયો- સ્ટેશન/TV સ્ટેશન આપણે જોઈ/સાંભળી શકીએ છીએ.

25.

➥ 

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, બે બહિર્ગોળ લેન્સ A અને B ને એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે જેથી તેની મુખ્ય અક્ષ એક જ બને. આ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ અનુક્રમે f_1 અને f_2 છે. અહીં, બંને લેન્સ પાતળા હોવાથી તેમનાં ઓપ્ટિકલ કેન્દ્ર એકબીજા પર સંપાત થાય છે તેમ ધારીશું. આ

કેન્દ્ર ધારો કે બિંદુ P છે.

➥ ધારો કે, બિંદુવત્ વસ્તુ O ને પ્રથમ લેન્સ A ના મુખ્ય કેન્દ્રથી થોડે દૂર મૂકવામાં આવે છે. તેના વડે પ્રતિબિંબ I_1 સ્થાને રચાય છે. આ પ્રતિબિંબ બીજા લેન્સ B માટે આભાસી વસ્તુ તરીકે વર્તે છે અને અંતિમ પ્રતિબિંબ I પાસે મળે છે.

➥ પ્રથમ લેન્સ A વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ માટે,

$$\frac{1}{\upsilon_1} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} \quad \dots (1)$$

➥ બીજા લેન્સ B વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ માટે,

$$\frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{\upsilon_1} = \frac{1}{f_2} \quad \dots (2)$$

➥ સમીકરણ (1) અને (2) નો સરવાળો કરતાં,

$$\frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad \dots (3)$$

➥ ધારો કે આપેલ બે લેન્સના સંયોજન માટે સમતુલ્ય કેન્દ્રલંબાઈ f છે.

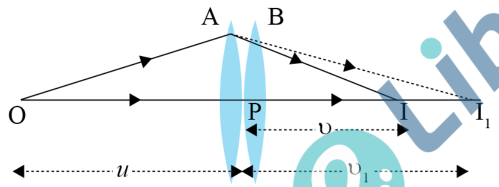
$$\therefore \frac{1}{\upsilon} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \dots (4)$$

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

$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

➥ આ સૂત્ર ગમે તેટલી સંખ્યાના સંપર્કમાં રહેલાં લેન્સ માટે સાચું છે. $f_1, f_2, f_3, \dots$ કેન્દ્રલંબાઈના પાતળા લેન્સ સંપર્કમાં હોય, તો તેમના સંયોજનની સમતુલ્ય અસરકારક કેન્દ્રલંબાઈ, $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \dots$ પરથી મળે છે.

➥



➥ આકૃતિમાં દર્શાવેલ બે લેન્સ A અને B ના સંયોજનની સમતુલ્ય કેન્દ્રલંબાઈ,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad \dots (1)$$

જ્યાં, f_1 - લેન્સ A ની કેન્દ્રલંબાઈ

f_2 - લેન્સ B ની કેન્દ્રલંબાઈ

➥ ધારો કે, લેન્સ A અને B નો પાવર અનુક્રમે P_1 અને P_2 છે.

$$\therefore P_1 = \frac{1}{f_1} \text{ અને } P_2 = \frac{1}{f_2}$$

➥ ધારો કે, આપેલ લેન્સના સંયોજનનો સમતુલ્ય પાવર P છે.

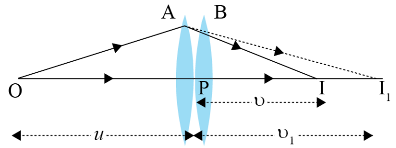
$$\therefore P = \frac{1}{f}$$

➥ સમીકરણ (1) પરથી, $P = P_1 + P_2$ મળે.

➥ ઘણા બધા લેન્સના સંયોજન માટે સમતુલ્ય પાવર,

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

➥ લેન્સના સંયોજનનો સમતુલ્ય પાવર એ દરેક લેન્સના વ્યક્તિગત પાવરના બૈજિક સરવાળા બરાબર હોય છે.



➥ આકૃતિમાં બે લેન્સ A અને B નું સંયોજન દર્શાવેલ છે. ધારો કે, તેમની મોટવણી અનુક્રમે m_1 અને m_2 છે.

➥ લેન્સ A માટે,

વસ્તુ-અંતર u અને પ્રતિબિંબ-અંતર $υ_1$ છે.

$\therefore$ મોટવણી $m_1 = \frac{υ_1}{u}$ ... (1)

➥ લેન્સ B માટે,

વસ્તુ-અંતર $υ_1$ અને પ્રતિબિંબ-અંતર $υ$ છે.

$\therefore$ મોટવણી $m_2 = \frac{υ}{υ_1}$ ... (2)

➥ ધારો કે, આપેલ લેન્સના સંયોજન માટે સમતુલ્ય મોટવણી m છે.

$\therefore$ મોટવણી $m = \frac{υ}{u}$

$\therefore m = \frac{υ_1}{u} \times \frac{υ}{υ_1}$ ($υ_1$ વડે ગુણો અને ભાગો)

➥ સમીકરણ (1) અને (2) ની કિંમત મૂકતાં,

$\therefore m = m_1 \times m_2$

➥ ઘણા બધા લેન્સ માટે સમતુલ્ય મોટવણી,

$m = m_1 \times m_2 \times m_3 \times ....$

➥ આમ, સંયોજનની કુલ મોટવણી એ દરેક લેન્સની સ્વતંત્ર મોટવણીના ગુણાકાર જેટલી હોય છે.

26.

➥ જ્યારે ભારે ન્યુક્લિયસ પર ન્યુટ્રોનનું પ્રતાડન કરાવવામાં આવે ત્યારે સૌપ્રથમ ન્યુક્લિયસની મદદથી ન્યુટ્રોનનું શોષણ થાય છે.

➥ આ ન્યુક્લિયસ ખૂબ જ ઉત્તેજિત અવસ્થામાં હોય છે, પરિણામે સ્થાયી થવા માટે લગભગ સમાન દળના બે હલકા ન્યુક્લિયસોમાં તેનું વિભાજન થાય છે.

➥ ન્યુટ્રોન એ તટસ્થ કણ હોવાથી તેને કુલંબીય બળનો સામનો કરવો પડતો નથી તેથી તે પ્રક્ષિપ્ત કરવા માટે સારો કણ છે.

➥ જ્યારે યુરેનિયમના સમસ્થાનિક $_{92}U^{235}$ પર ન્યુટ્રોનનો મારો ચલાવતા તેનું વચગાળાના દળ ધરાવતા બે ન્યુક્લિયર ટુકડાઓમાં વિભાજન થઈ જાય છે. આવી કેટલીક ન્યુક્લિયર પ્રક્રિયા નીચે દર્શાવેલ છે :

➠ ${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{144}_{56}Ba + {}^{89}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$

➠ ${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{133}_{51}Sb + {}^{99}_{41}Nb + 4\,{}^{1}_{0}n$

➠ ${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2\,{}^{1}_{0}n$

➥ આમાં નીપજ તરીકે મળતાં ટુકડાઓ રેડિયો-એક્ટિવ ન્યુક્લિયસ છે. તેઓ ક્રમશઃ β-કણોનું ઉત્સર્જન કરીને અંતમાં સ્થાયી ન્યુક્લિયસ બનાવે છે.

➥ યુરેનિયમના પ્રત્યેક વિખંડન દરમિયાન વિમુક્ત થતી ઊર્જા 200 MeV.

➥ ધારો કે, A = 240 ધરાવતો ન્યુક્લિયસ A = 120 ધરાવતાં બે ટુકડાઓમાં વિભાજિત થાય છે.

➥ A = 240 ન્યુક્લિયસ માટે $E_{bn} = 7.6$ MeV

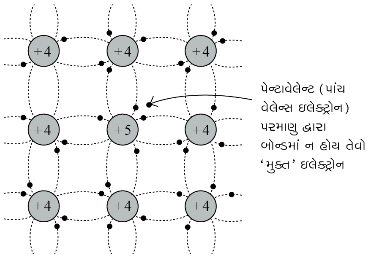
A = 120 ન્યુક્લિયસ માટે $E_{bn} = 8.5$ MeV

➥ ન્યુક્લિયોન દીઠ બંધનઊર્જામાં વધારો

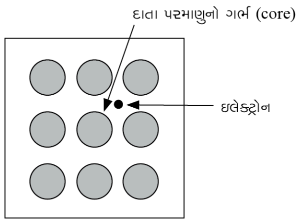
$= 8.5 - 7.6 = 0.9$ MeV

- બંધનઊર્જામાં થતો કુલ વધારો = $0.9 \times 240 = 216$ MeV.
- વિખંડન ઘટનામાં ઉદ્‌ભવતી આ ઊર્જા શરૂઆતમાં ટુકડાઓ અને ન્યુટ્રોનની ગતિઊર્જાના સ્વરૂપ હોય છે. સમય જતાં આ ઊર્જા રૂપાંતર પામીને આસપાસના દ્રવ્યમાં ઉષ્મા સ્વરૂપે છુટી પડે છે.
- ન્યુક્લિયર રિએક્ટરોમાં આ પ્રક્રિયા નિયંત્રિત રીતે થાય છે, જ્યારે પરમાણુ બોમ્બમાં આ પ્રક્રિયા અનિયંત્રિત રીતે થાય છે.

27.

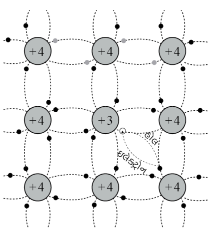
- 

(a)



(b)

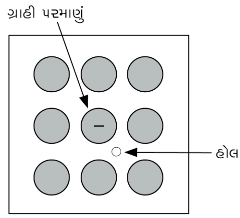
- આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, આ પ્રકારનો અર્ધવાહક બનાવવા માટે શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં પેન્ટાવેલેન્ટ અશુદ્ધિ ઉમેરવામાં આવે છે. (જેની બાહ્યતમ કક્ષામાં 5-ઇલેક્ટ્રોન આવેલા હોય તેમને પેન્ટાવેલેન્ટ કહે છે.)
- ઉદાહરણ : આર્સેનિક (As), એન્ટિમની (Sb), ફોસ્ફરસ (P).
- જ્યારે આ અશુદ્ધિ ઉમેરવામાં આવે ત્યારે અશુદ્ધિના 4 ઇલેક્ટ્રોન આજુબાજુમાં આવેલા ચાર સિલિકોન પરમાણુઓ સાથે બંધ બનાવે છે અને પાંચમો ઇલેક્ટ્રોન કોઈ બંધ બનાવતો નથી.
- આ પાંચમો ઇલેક્ટ્રોન પિતૃ પરમાણુ સાથે અત્યંત નબળી રીતે બંધિત રહે છે. પરિણામે આ ઇલેક્ટ્રોનને મુક્ત કરવા માટે જરૂરી આયનાઇઝેશન ઊર્જા ઘણી ઓછી હોય છે. ઓરડાના તાપમાને પણ આ ઇલેક્ટ્રોનને મુક્ત થવા માટેની ઊર્જા સરળતાથી મળી રહે છે.
- આ પાંચમા ઇલેક્ટ્રોનને પરમાણુમાંથી મુક્ત કરવા જર્મેનિયમ માટે $\sim 0.01\ eV$ અને સિલિકોન માટે $\sim 0.05\ eV$ ઊર્જા જોઈએ છે.
- આમ, પેન્ટાવેલેન્ટ પરમાણુ એક વધારાનો ઇલેક્ટ્રોન વહન માટે આપે છે તેથી તે દાતા (Donar) અશુદ્ધિ કહેવાય છે.
- ડોપિંગ કરેલા (અશુદ્ધ) અર્ધવાહકમાં મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની કુલ સંખ્યા ઘનતા n_e એ દાતા પરમાણુઓએ આપેલા ઇલેક્ટ્રોન અને શુદ્ધ અર્ધવાહકના સહસંયોજક બંધ તૂટતાં મુક્ત થતાં ઇલેક્ટ્રોનના કારણે છે. જ્યારે હોલની સંખ્યા ઘનતા n_h એ ફક્ત શુદ્ધ વાહકના કારણે છે.
- આમ, યોગ્ય પ્રમાણમાં ડોપિંગ કરવાથી કન્ડક્શન ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા હોલની સંખ્યા કરતાં ઘણી વધારી શકાય. આથી, ઇલેક્ટ્રોન મેજોરિટી વાહકો બને છે, જ્યારે હોલ માઇનોરિટી વાહકો બને છે.
- ઇલેક્ટ્રોન ઋણ વીજભાર ધરાવે છે. તેને અંગ્રેજીમાં Negative કહે છે. Negative ના પ્રથમ મૂળાક્ષર પરથી આ પ્રકારના અર્ધવાહકને N પ્રકારનો અર્ધવાહક કહે છે.

- 

(a)

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, આ પ્રકારનો અર્ધવાહક બનાવવા માટે શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં ટ્રાયવેલેન્ટ અશુદ્ધિ ઉમેરવામાં આવે છે. (જેની બાહ્યતમ કક્ષામાં 3 ઇલેક્ટ્રોન આવેલા હોય તેમને ટ્રાયવેલેન્ટ કહે છે.)

➥ ઉદા. : ઇન્ડિયમ (I*n*), બોરોન (B), એલ્યુમિનિયમ (Al)



(b)

➥ જ્યારે આ અશુદ્ધિ ઉમેરવામાં આવે છે ત્યારે અશુદ્ધિના પરમાણુના 3 ઇલેક્ટ્રોન આજુબાજુમાં આવેલા ચાર સિલિકોન પરમાણુઓમાંથી કોઈ પણ ત્રણ પરમાણુ સાથે સહસંયોજક બંધ બનાવે છે અને જ્યારે એક સહસંયોજક બંધમાં ઇલેક્ટ્રોનની જગ્યા ખાલી પડેલ છે. આ ખાલી જગ્યામાં હોલનું નિર્માણ થાય છે.

➥ અશુદ્ધિના એક પરમાણુ દીઠ એક હોલ પ્રાપ્ત થાય છે. હોલ એ ઇલેક્ટ્રોન મેળવવાની વૃત્તિ ધરાવે છે. પરિણામે આ અશુદ્ધિને ગ્રાહી (Acceptor) અશુદ્ધિ કહે છે.

➥ આ ઉપરાંત ઓરડાના તાપમાને અમુક સહસંયોજક તૂટે છે, જેના કારણે ઇલેક્ટ્રોન અને હોલનું જોડકું ઉત્પન્ન થાય છે.

➥ આમ, આવા પદાર્થ માટે હોલ એ મેજોરિટી વાહક અને ઇલેક્ટ્રોન માઇનોરિટી વાહકો છે.

➥ હોલમાં ધન વીજભાર છે તેમ માનવામાં આવે છે. ધનને અંગ્રેજીમાં Positive કહે છે. Positive ના પ્રથમ મૂળાક્ષર પરથી આ પ્રકારના અર્ધવાહકને *p*-પ્રકારનો અર્ધવાહક કહે છે.