લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક **અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 12**

Part A

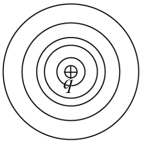
1. (D) **2.** (A) **3.** (D) **4.** (C) **5.** (B) **6.** (D) **7.** (A) **8.** (D) **9.** (D) **10.** (D) **11.** (A) **12.** (B) **13.** (B) **14.** (D) **15.** (D) **16.** (B) **17.** (A) **18.** (C) **19.** (B) **20.** (B) **21.** (A) **22.** (C) **23.** (A) **24.** (A) **25.** (A) **26.** (C) **27.**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

વિભાગ A

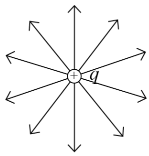
➢ **નીચે આપેલા પ્રશ્નોના માગ્યા મુજબ ઉત્તર આપો : (દરેક પ્રશ્નના ૨ ગુણ)**

1.

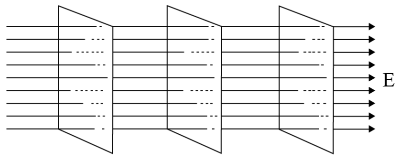
➥ “જે પૃષ્ઠ પરના બધાં બિંદુઓએ સ્થિતિમાન સમાન હોય તેને સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ કહે છે.”



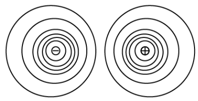
(a)
સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠો વિદ્યુતભાર પર કેન્દ્ર ધરાવતી ગોળાકાર સપાટીઓ છે.



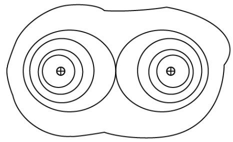
(b)
$q > 0$ હોય તો વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ q માંથી શરૂ થતી અને ત્રિજ્યાવર્તી છે.



(c)
સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર માટેના સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ



(d)
વિદ્યુત ડાયપોલ માટેના સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ



(e)
બે સમાન ધન વિદ્યુતભારો માટેના સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ

➥ બિંદુવત્ વિદ્યુતભાર q થી r અંતરે વિદ્યુત સ્થિતિમાન

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$ જો r - અચળ તો V - અચળ

➥ આમ, બિંદુવત્ વિદ્યુતભાર q માટે સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠો, આ વિદ્યુતભારને કેન્દ્ર તરીકે લઈ જુદી જુદી ત્રિજ્યા લઈને દોરેલા ગોળા છે. (આકૃતિ a)

➥ આવી બે જુદી જુદી સપાટીઓ પર સ્થિતિમાન જુદા જુદા પણ એક જ સપાટી પરના બધાં બિંદુઓ માટે સ્થિતિમાન એકસમાન છે.

➥ બિંદુવત્ વિદ્યુતભારની વિદ્યુત ક્ષેત્રરેખાઓ વિદ્યુતભારથી શરૂ થતી (આકૃતિ b, $q > 0$ માટે) અથવા વિદ્યુતભારમાં અંત પામતી ત્રિજ્યાવર્તી રેખાઓ છે ($q < 0$), જે વિદ્યુતભાર ધન છે કે ઋણ તેના પર આધાર રાખે છે, તેથી કહી શકાય કે, વિદ્યુત ક્ષેત્રરેખાઓ અને સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ પરસ્પર લંબ હોય છે.

➥ જો વિદ્યુતક્ષેત્ર સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠને લંબ ન હોય, તો તેને પૃષ્ઠને સમાંતર વિદ્યુતક્ષેત્રનો અશૂન્ય ઘટક મળે છે, જે દર્શાવે છે કે, એકમ પરીક્ષણ વિદ્યુતભારને ક્ષેત્રના ઘટકની વિરુદ્ધમાં ગતિ કરાવવા માટે કાર્ય કરવું પડે છે, જે સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠની વ્યાખ્યા કરતાં વિરુદ્ધ છે.

➥ સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ પરના કોઈ પણ બે બિંદુઓ વચ્ચે વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત શૂન્ય છે. ($\Delta V = 0$) આથી પરીક્ષણ વિદ્યુતભારને સપાટી પર ગતિ કરાવવા માટે કાર્ય કરવું પડતું નથી.

➥ આમ, વિદ્યુતક્ષેત્ર સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠને દરેક બિંદુએ સ્થાનિક રીતે લંબ જ હોવું જોઈએ.

➥ આકૃતિ (c) માં સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર માટે સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠ દર્શાવ્યા છે.

➥ સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર X-અક્ષની દિશામાં છે. તેને માટે સમસ્થિતિમાન પૃષ્ઠો X-અક્ષને લંબ, એટલે કે YZ સમતલને સમાંતર સમતલો છે.

2.

➥ કેપેસિટરની બે પ્લેટ વચ્ચે હવા હોય ત્યારે તેનું કેપેસિટન્સ

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d} = 8 \times 10^{-12}\ \text{F}$$

➥ બે પ્લેટ વચ્ચેનું અંતર અડધું કરવામાં આવે છે અને તેમની વચ્ચે K = 6 ડાયઇલેક્ટ્રીક અચળાંક ધરાવતું દ્રવ્ય ભરવામાં આવે ત્યારે નવું કેપેસિટન્સ

$$C = \frac{\varepsilon A}{\frac{d}{2}} = \frac{2\,\varepsilon_0 KA}{d}$$

$$\therefore C = 2KC_0$$

$\therefore C = 2 \times 6 \times 8 \times 10^{-12}$

$\therefore C = 96 \times 10^{-12}$ F

3.

➥ વિદ્યુતપ્રવાહ ઘનતા : "વાહકમાં વિદ્યુતપ્રવાહની દિશાને લંબ એવા એકમ ક્ષેત્રફળમાંથી પસાર થતાં વિદ્યુતપ્રવાહને વિદ્યુતપ્રવાહ ઘનતા $(\vec{j})$ કહે છે."

➥ ધારો કે, A જેટલા આડછેદના ક્ષેત્રફળમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I છે.

$\therefore$ વિદ્યુતપ્રવાહ ઘનતા $j = \frac{I}{A}$ ..... (1)

➥ તેનો SI એકમ $\frac{A}{m^2}$

➥ તેનું પારિમાણિક સૂત્ર $M^0L^{-2}T^0A^1$ છે તથા તે સદિશ રાશિ છે.

➥ ધારો કે, l લંબાઈના સુવાહકમાં નિયમિત વિદ્યુતક્ષેત્રનું મૂલ્ય E છે. તો તેના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત $V = El$ મળે છે.

➥ ઓહ્મના નિયમ પરથી,

$V = IR$

પરંતુ $R = \frac{\rho l}{A}$ છે.

$\therefore V = \frac{I\rho l}{A}$

$\therefore El = \frac{I\rho l}{A}$

$\therefore E = \frac{I\rho}{A}$

➥ સમીકરણ (1) ની કિંમત મૂકતાં,

$\therefore E = j\,\rho$ .... (2)

➥ વાહકની અવરોધકતાના વ્યસ્તને વાહકતા કહે છે.

$\therefore \sigma = \frac{1}{\rho}$ જ્યાં, σ - વાહકતા

➥ આ કિંમત સમીકરણ (2) માં મૂકતાં,

$\therefore E = \frac{j}{\sigma}$

$\therefore j = \sigma E$

➥ આ સમીકરણને સદિશ સ્વરૂપે નીચે મુજબ લખી શકાય છે :

$\therefore \vec{j} = \sigma \vec{E}$

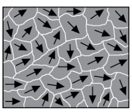
➥ આ સમીકરણને ઓહ્મના નિયમનું સદિશ સ્વરૂપ કહે છે.

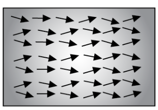
4.

➥ ફેરોમેગ્નેટિક પદાર્થના પરમાણુઓ કાયમી ચુંબકીય ડાઇપોલ મોમેન્ટ ધરાવે છે. આ પ્રકારના પદાર્થમાં આડોશ-પાડોશના પરમાણુઓ પ્રબળ આકર્ષણ બળથી જોડાયેલા હોય છે. આ પ્રબળ બોન્ડિંગ નાના વિસ્તાર પૂરતું મર્યાદિત હોય છે. આ નાના વિસ્તારમાં જેટલા પણ અણુ-પરમાણુ આવેલા હોય છે તે બધાની ડાઇપોલ મોમેન્ટ એક જ દિશામાં ગોઠવાયેલ હોય છે. આ નાના વિસ્તારને ડોમેઇન (પ્રભાવ ક્ષેત્ર) કહે છે.

➥ દરેક ડોમેઇન ચોખ્ખું મેગ્નેટાઇઝેશન ધરાવે છે, પરંતુ દરેક ડોમેઇનનું મેગ્નેટાઇઝેશન અસ્ત-વ્યસ્ત હોય છે. તેથી સમગ્ર પદાર્થનું મેગ્નેટાઇઝેશન શૂન્ય થાય છે.

➥ ડોમેઇનનું પરિમાણ 1 mm ના ક્રમનું હોય છે અને દરેક ડોમેઇનમાં આશરે 10^{11} પરમાણુઓ આવેલા હોય છે.


(a)



(b)

➥ જ્યારે બાહ્ય ચુંબકીયક્ષેત્ર $\overrightarrow{B_0}$ લગાડવામાં આવે ત્યારે ડોમેઇન $\overrightarrow{B_0}$ ની દિશામાં ગોઠવાય છે.

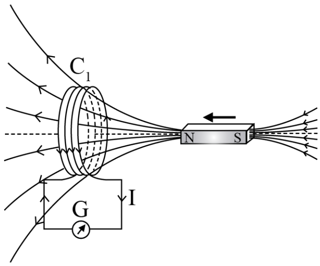
➥ પરિણામે ડોમેઇનની સાઇઝ મોટી થવા લાગે છે. આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા મુજબ બધી ડોમેઇન એકબીજામાં ભળી જઈ મોટી ડોમેઇન બનાવે છે.

➥ જેથી, ફેરોમેગ્નેટિક પદાર્થમાં ક્ષેત્રરેખાઓ ખૂબ જ ગીચોગીચ ગોઠવાયેલ હોય છે.

➥ જ્યારે આ પદાર્થને અનિયમિત ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે ત્યારે તે પ્રબળ ચુંબકીયક્ષેત્ર તરફ બળ અનુભવે છે. એટલે કે પદાર્થ આકર્ષણનો ગુણધર્મ ધરાવે છે.

➥ ઉદા. લોખંડ, નિકલ, કોબાલ્ટ, ગેડોલિનિયમ આ પદાર્થની સાપેક્ષ પરમિએબિલિટી > 1000 હોય છે.

5.

➥ 

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, વાહક દ્રવ્યમાંથી બનેલાં અવાહક દ્રવ્યનું આવરણ ધરાવતાં તારના ગૂંચળા C_1 સાથે ગેલ્વેનોમીટર (G) જોડેલ છે.

➥ ગૂંચળા C_1 ની સામે ગજિયા ચુંબકનો N ધ્રુવ રહે તેમ ગજિયા ચુંબકને મૂકેલ છે.

➥ ગજિયા ચુંબકના N ધ્રુવને ગૂંચળા તરફ ગતિ કરાવતાં ગેલ્વેનોમીટર કોણાવર્તન દર્શાવે છે. આ કોણાવર્તન ચુંબક ગતિમાં હોય ત્યાં સુધી જોવા મળે છે.

➥ ચુંબક સ્થિર હોય ત્યારે કોણાવર્તન શૂન્ય જોવા મળે છે.

➥ ચુંબકના N ધ્રુવને બદલે S ધ્રુવ ગૂંચળા સામે રાખી તેને ગૂંચળા તરફ ગતિ કરાવતા ગેલ્વેનોમીટર પ્રથમ કરતાં વિરુદ્ધ દિશામાં કોણાવર્તન દર્શાવે છે.

➥ ચુંબકને સ્થિર રાખી ગૂંચળાને ચુંબક તરફ કે દૂર લઈ જતાં બંને કિસ્સામાં વિરુદ્ધ તરફ ગેલ્વેનોમીટર કોણાવર્તન દર્શાવે છે.

➥ બંને વચ્ચેના સાપેક્ષ વેગમાં વધારો કરતાં ગેલ્વેનોમીટર વધુ કોણાવર્તન (અને તેથી વધુ પ્રવાહ) દર્શાવે છે.

➥ ઉપરોક્ત પ્રયોગનું સ્પષ્ટ તારણ એ છે કે, ગૂંચળા અને ચુંબક વચ્ચે સાપેક્ષ ગતિ થાય છે ત્યારે જ ગેલ્વેનોમીટર કોણાવર્તન દર્શાવે છે અને ગૂંચળામાં વિદ્યુતપ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે.

➥ આમ, ગૂંચળા અને ચુંબક વચ્ચેની સાપેક્ષગતિ વિદ્યુત પ્રવાહના ઉત્પાદન માટે જવાબદાર છે.

6.

➥ $E_0 = 120$ N/C

$\nu = 50$ MHz $= 50 \times 10^6$ Hz

➥ (a) (i) ચુંબકીયક્ષેત્રનો કંપવિસ્તાર (B_0)

$\frac{E_0}{B_0} = C$ પરથી,

$\therefore B_0 = \frac{E_0}{C} = \frac{120}{3 \times 10^8}$

$\therefore B_0 = 4 \times 10^{-7}$ T

$\therefore B_0 = 400\ n$T

(ii) કોણીય આવૃત્તિ (ω)

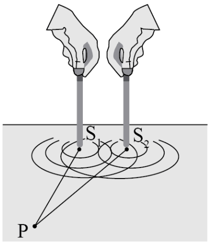
$\omega = 2\pi\nu$

$\therefore \omega = 2 \times 3.14 \times 50 \times 10^6$

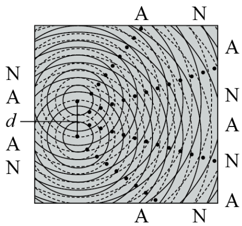
$\therefore \omega = 3.14 \times 10^8$ rad/s

(iii) તરંગ સદિશ (k)

8.



(a)



(b) (માત્ર જાણકારી માટે)

➥ આકૃતિ (a)માં દર્શાવ્યા અનુસાર, પાણી ભરેલાં છીછરાં પાત્રમાં બે સોય S_1 અને S_2 ને ગોઠવવામાં આવે છે. તેમને ઉપર-નીચેની દિશામાં સમાન રીતે પાણીની સપાટીને અડકે તેમ આવર્ત ગતિ કરાવવામાં આવે છે.

➥ પરિણામે પાણીમાં બે જલતરંગો ઉત્પન્ન થાય છે. કોઈ ચોક્કસ બિંદુ આગળ બે જલતરંગો આપાત થાય ત્યારે તેમનો કળાતફાવત સમય સાથે બદલાતો નથી, પરિણામે S_1 અને S_2 ને સુસંબદ્ધ ગણી શકાય છે.

➥ માધ્યમમાં (પાણીમાં) કોઈ P બિંદુનો વિચાર કરો. જેના માટે, $S_1P = S_2P$ થશે. પરિણામે P બિંદુ પાસે પહોંચતા બંને જલતરંગો સમાન કળામાં હશે.

➥ બિંદુ P પાસે S_1 ઉદ્‌ગમ દ્વારા ઉત્પન્ન સ્થાનાંતર,

$y_1 = a \cos \omega t$ ... (1)

➥ બિંદુ P પાસે S_2 ઉદ્‌ગમ દ્વારા ઉત્પન્ન સ્થાનાંતર,

$y_2 = a \cos \omega t$ ... (2)

➥ સંપાતપણાના સિદ્ધાંત અનુસાર,

$y = y_1 + y_2$

$\therefore y = a \cos \omega t + a \cos \omega t$

$\therefore y = 2a \cos \omega t$ (અહીં, કંપવિસ્તાર $2a$ થશે.)

$$R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore R = (1.2 \times 10^{-15})\ (56)^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore R = 4.59 \times 10^{-15}\ m$$

➥ ન્યુક્લિયસનું કદ

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$\therefore\ V = \frac{4}{3} \times 3.14 \times (4.59 \times 10^{-15})^3$$

$$\therefore\ V = 404.86 \times 10^{-45}\ m^3$$

$$\therefore\ V = 4.05 \times 10^{-43}\ m^3$$

➥ ન્યુક્લિયસની ઘનતા

$$\rho = \frac{\text{દળ}}{\text{કદ}} = \frac{m_{Fe}}{V}$$

$$\therefore\ \rho = \frac{9.27 \times 10^{-26}}{4.05 \times 10^{-43}}$$

$$\therefore\ \rho = 2.29 \times 10^{17}\ kg\ m^{-3}$$

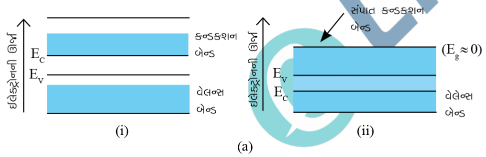
12.

➥ વેલેન્સ બેન્ડની ઉપરની સપાટી અને કન્ડક્શન બેન્ડની નીચેની સપાટી વચ્ચેની ખાલી જગ્યાને ઊર્જાગેપ (ફોરબિડન ગેપ) E_g કહે છે.

➥ આ ઊર્જાગેપમાં એક પણ ઊર્જાસ્તર આવેલ હોતા નથી. તેથી આ ઊર્જાગેપમાં એક પણ ઇલેક્ટ્રોન રહી શકતા નથી.

➥ દ્રવ્યના પ્રકારના આધારે ઊર્જાગેપ મોટી, નાની કે શૂન્ય ગમે તે હોઈ શકે છે. તેના આધારે દ્રવ્યના ત્રણ પ્રકાર મળે છે.

➥ કિસ્સો I : સુવાહકો



(a)

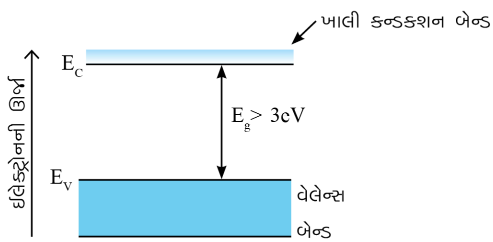
➠ આકૃતિ (i)માં દર્શાવ્યા મુજબ ઘણા સુવાહકમાં કન્ડક્શન બેન્ડ અંશતઃ ભરેલી અને વેલેન્સ બેન્ડ અંશતઃ ખાલી હોય છે. જ્યારે ઘણા સુવાહકમાં કન્ડક્શન બેન્ડ અને વેલેન્સ બેન્ડ એકબીજા પર સંપાત થયેલા જોવા મળે છે જે આકૃતિ (ii) માં દર્શાવેલ છે.

➠ જ્યારે બંને બેન્ડ એકબીજા પર Overlap થઈ ગયા હોય ત્યારે વેલેન્સ બેન્ડના ઇલેક્ટ્રોન સહેલાઈથી કન્ડક્શન બેન્ડમાં જઈ શકે છે.

➠ જ્યારે વેલેન્સ બેન્ડ અંશતઃ ખાલી હોય ત્યારે તેના નીચેના સ્તરમાંથી ઇલેક્ટ્રોનો ઉપરના સ્તરમાં આવી શકે છે જેથી વિદ્યુતવહન શક્ય બને છે.

➠ આવાં દ્રવ્યોનો અવરોધ ઓછો અને વાહકતા સૌથી વધુ હોય છે.

➥ કિસ્સો II : અવાહક



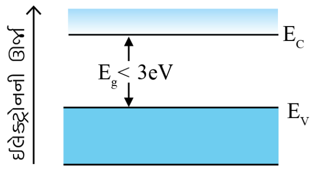
➠ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, આ પ્રકારના પદાર્થમાં બે સ્તર (વેલેન્સ બેન્ડ અને કન્ડક્શન બેન્ડ) વચ્ચે ઊર્જાગેપ મોટો હોય છે. ($E_g > 3\ eV$)

➠ આ પ્રકારના પદાર્થમાં કન્ડક્શન બેન્ડમાં કોઈ ઇલેક્ટ્રોન હોતા નથી અને તેથી વિદ્યુતવહન શક્ય નથી.

➠ આ પ્રકારના ઘણા પદાર્થમાં તાપીય ઉદ્દીપનથી ઇલેક્ટ્રોન વેલેન્સ બેન્ડમાંથી કન્ડક્શન બેન્ડમાં જાય છે. આવા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા ખૂબ ઓછી હોય છે. તેથી વિદ્યુતવહન માટે વધુ ઇલેક્ટ્રોન મળતા નથી, એટલે કે ખૂબ ઓછા પ્રમાણમાં વિદ્યુતનું વહન થાય છે.

➠ જ્યારે આ પ્રકારના ઘણા પદાર્થમાં તાપીય ઉદ્દીપનની મદદથી પણ ઇલેક્ટ્રોનને વેલેન્સ બેન્ડમાંથી કન્ડક્શન બેન્ડમાં મોકલી શકાતા નથી. આ કિસ્સો અવાહક પદાર્થનો છે.

➥ કિસ્સો III : અર્ધવાહકો



➠ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ અર્ધવાહક પદાર્થમાં ચોક્કસ પણ નાનો ઊર્જાગેપ ($E_g < 3\ eV$) હોય છે.

➠ આ ઊર્જાગેપ ઘણો નાનો હોવાથી ઓરડાના તાપમાને વેલેન્સ બેન્ડમાં રહેલાં કેટલાક ઇલેક્ટ્રોન પૂરતી ઊર્જા મેળવીને ઊર્જાગેપ પસાર કરી કન્ડક્શન બેન્ડમાં આવે છે.

➠ આ ઇલેક્ટ્રોન કન્ડક્શન બેન્ડમાં ગતિ કરે છે. આથી અર્ધવાહકોનો અવરોધ અવાહકો જેટલો ઊંચો હોતો નથી.

વિભાગ B

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

13.

➥ સમબાજુ ત્રિકોણ ABCમાં $AD \perp BC$ દોરો.

➥ આકૃતિ પરથી, ΔADC પરથી,

$$\cos 30° = \frac{AD}{AC}$$

$$\therefore AD = AC \cos 30° = l\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

➥ A થી મધ્યકેન્દ્ર O સુધીનું અંતર

$$AO = \frac{2}{3}\ AD$$

$$\therefore AO = \frac{2}{3}\left(l\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\therefore AO = \frac{l}{\sqrt{3}}$$

➥ સંમિતિ પરથી $AO = BO = CO = \frac{l}{\sqrt{3}}$ મળે.

➥ A પરના વિદ્યુતભાર q વડે Q પર લાગતું બળ

$$\overrightarrow{F_1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{(AO)^2} \cdot \hat{A}_0$$

(જ્યાં, $\hat{A}_0$ એ બળ $\overrightarrow{F_1}$ ની દિશામાંનો એકમ સદિશ દર્શાવે છે.)

$$\therefore \overrightarrow{F_1} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{\frac{l^2}{3}} \cdot \hat{A}_0$$

$$= \frac{3}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{l^2} \cdot \hat{A}_0 \quad ... (1)$$

➥ B પરના વિદ્યુતભાર q વડે Q પર લાગતું બળ

$$\overrightarrow{F_2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{(BO)^2} \cdot \hat{B}_0$$

(જ્યાં, $\hat{B}_0$ એ બળ $\overrightarrow{F_2}$ ની દિશામાંનો એકમ સદિશ દર્શાવે છે.)

$$\therefore \overrightarrow{F_2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{\frac{l^2}{3}} \cdot \hat{B}_0$$

$$= \frac{3}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{l^2} \cdot \hat{B}_0 \quad ... (2)$$

➥ C પરના વિદ્યુતભાર q વડે Q પર લાગતું બળ

$$\overrightarrow{F_3} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{(CO)^2} \cdot \hat{C}_0$$

(જ્યાં, $\hat{C}_0$ એ બળ $\overrightarrow{F_3}$ ની દિશામાંનો એકમ સદિશ દર્શાવે છે.)

$$\therefore \overrightarrow{F_3} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{\frac{l^2}{3}} \cdot \hat{C}_0$$

$$= \frac{3}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{l^2} \cdot \hat{C}_0 \quad ... (3)$$

➥ ત્રિકોણના મધ્યકેન્દ્ર પર રહેલ વિદ્યુતભાર Q પર લાગતું પરિણામી બળ

$$\overrightarrow{F} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} + \overrightarrow{F_3}$$

$$\therefore \overrightarrow{F} = \frac{3}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{l^2} \cdot \hat{A}_0 + \frac{3}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{l^2} \cdot \hat{B}_0 + \frac{3}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{l^2} \cdot \hat{C}_0$$

$$\therefore \overrightarrow{F} = \frac{3}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{l^2} [\hat{A}_0 + \hat{B}_0 + \hat{C}_0]$$

➥ $\hat{A}_0$, $\hat{B}_0$ અને $\hat{C}_0$ માં કોઈ પણ બે એકમ સદિશ વચ્ચેનો ખૂણો 120° છે.

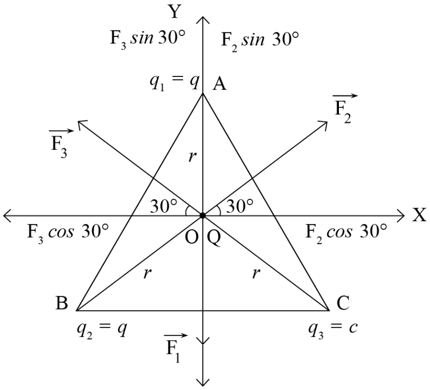
➥ પરિણામે તેમને શીર્ષ - પુચ્છ પ્રમાણે ગોઠવતા બંધ આકૃતિ એટલે ત્રિકોણ મળે છે. પરિણામે ત્રણેય એકમ સદિશનો પરિણામી સદિશ શૂન્ય થાય.

$$\hat{A}_0 + \hat{B}_0 + \hat{C}_0 = \overrightarrow{0}$$

➥ તેથી પરિણામી બળ $\overrightarrow{F} = 0$ થાય

➥ આમ, વિદ્યુતભાર Q પર લાગતું પરિણામી બળ શૂન્ય થાય.

OR



➥ અહીં, આપેલ ત્રિકોણ સમબાજુ છે, તેથી શિરોબિંદુથી મધ્યકેન્દ્ર સુધીનું અંતર એકસમાન મળે. ધારો કે, આ અંતર r છે.

$\therefore AO = BO = CO = r$ થાય.

➥ ત્રિકોણના કોઈ પણ શિરોબિંદુ પર રહેલ વિદ્યુતભાર q અને મધ્યકેન્દ્ર પર રહેલ Q વિદ્યુતભાર વચ્ચે લાગતું બળ

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{qQ}{r^2}$$

➥ A પરના વિદ્યુતભાર q વડે Q પર લાગતું બળ

$$\vec{F_1} = -F\,\hat{j} \quad ...(1)$$

➥ B પરના વિદ્યુતભાર q વડે Q પર લાગતું બળ

$$\vec{F_2} = F\cos 30\,\hat{i} + F\sin 30\,\hat{j}$$

$$\vec{F_2} = F\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\hat{i} + F\left(\frac{1}{2}\right)\hat{j} \quad ...(2)$$

➥ C પરના વિદ્યુતભાર q વડે Q પર લાગતું બળ

$$\vec{F_3} = -F\cos 30\,\hat{i} + F\sin 30\,\hat{j}$$

$$\vec{F_3} = -F\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\hat{i} + F\left(\frac{1}{2}\right)\hat{j} \quad ...(3)$$

➥ Q વિદ્યુતભાર પર લાગતું પરિણામી બળ

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3}$$

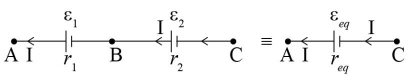
$$\therefore \vec{F} = (-F\hat{j}) + F\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\hat{i} + F\left(\frac{1}{2}\right)\hat{j} + \left(-F\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\hat{i} + F\left(\frac{1}{2}\right)\hat{j}\right)$$

$$\therefore \vec{F} = -F\hat{j} + F\left(\frac{1}{2}\right)\hat{j} + F\left(\frac{1}{2}\right)\hat{j}$$

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

➥ આમ, Q વિદ્યુતભાર પર લાગતું પરિણામી બળ શૂન્ય થાય.

14.

➥ 

યાદ રાખો

આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ બે વિદ્યુતકોષોના એક એક છેડાને એકબીજા સાથે જોડેલા હોય અને તે બંને કોષોના બીજા છેડાઓ મુક્ત હોય તો તેવાં જોડાણને બે વિદ્યુતકોષોનું શ્રેણી જોડાણ કહે છે. આવી જ રીતે બે કરતાં વધારે વિદ્યુતકોષને શ્રેણીમાં જોડી શકાય છે.

➥ આકૃતિમાં બે વિદ્યુતકોષનું શ્રેણી જોડાણ દર્શાવેલ છે.

➥ તેમના *emf* અનુક્રમે ε_1 અને ε_2 તેમજ તેમના આંતરિક અવરોધ અનુક્રમે r_1 અને r_2 છે અને તેમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ I છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવેલ બિંદુઓ A, B અને C આગળ વિદ્યુતસ્થિતિમાન અનુક્રમે V(A), V(B) અને V(C) છે.

➥ પ્રથમ કોષના ધન અને ઋણ ધ્રુવો વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (A અને B વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત)

$$V_{AB} = V(A) - V(B) = \varepsilon_1 - Ir_1 \;....\; (1)$$

➥ તેવી જ રીતે બીજા કોષના ધન અને ઋણ ધ્રુવો વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત (B અને C બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત)

$$V_{BC} = V(B) - V(C) = \varepsilon_2 - Ir_2 \;....\; (2)$$

➥ સંયોજનના A અને C બિંદુ વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત,

$$V_{AC} = V(A) - V(C)$$

$$V_{AC} = V(A) - V(B) + V(B) - V(C)$$

$\therefore V_{AC} = \varepsilon_1 - Ir_1 + \varepsilon_2 - Ir_2$ (સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) પરથી)

$$\therefore V_{AC} = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) - I(r_1 + r_2) \;....\; (3)$$

➥ ધારો કે, સંયોજનના A અને C બિંદુ વચ્ચે સમતુલ્ય *emf* ε_{eq} અને સમતુલ્ય આંતરિક અવરોધ r_{eq} છે.

$$\therefore V_{AC} = \varepsilon_{eq} - I\,r_{eq} \;....\; (4)$$

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

➥ સમતુલ્ય *emf* $\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$

સમતુલ્ય આંતરિક અવરોધ $r_{eq} = r_1 + r_2$

➥ તેવી જ રીતે, $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ ..... ε_n *emf* વાળા *n* કોષોના શ્રેણી જોડાણનો સમતુલ્ય *emf*

$\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + ... + \varepsilon_n$ અને સમતુલ્ય

આંતરિક અવરોધ $r_{eq} = r_1 + r_2 + r_3 + ... + r_n$ મળે.

➥ આકૃતિ (a) માં દર્શાવેલ જોડાણના બદલે બે વિદ્યુતકોષોના ઋણ ધ્રુવને જોડીને શ્રેણી જોડાણ કરેલ હોય, તો

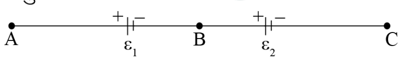
➥ B અને C વચ્ચે વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત

$V_{BC} = -\varepsilon_2 - I\,r_2$ મળે છે.

➥ આ વખતે સમતુલ્ય *emf* $\varepsilon_{eq} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$ અને સમતુલ્ય આંતરિક અવરોધ $r_{eq} = r_1 + r_2$ મળે.

યાદ રાખો

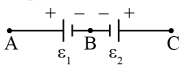
વિદ્યુતકોષનું સહાયક જોડાણ

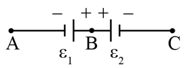


એક વિદ્યુતકોષના ધન કે ઋણ છેડાને અનુક્રમે બીજા વિદ્યુતકોષના ઋણ કે ધન છેડા સાથે જોડવામાં આવે તો વિદ્યુતકોષના તે જોડાણને સહાયક જોડાણ કહે છે.

આ વખતે સમતુલ્ય *emf* બંને વિદ્યુતકોષના *emf* ના સરવાળા જેટલો મળે છે.

વિદ્યુતકોષનું વિરોધક જોડાણ



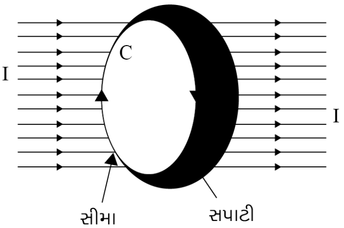


વિદ્યુતકોષના બંને ઋણ છેડા કે બંને ધન છેડાને એક સાથે જોડવામાં આવે તો તે જોડાણને વિદ્યુતકોષનું વિરોધક જોડાણ કહે છે.

આ વખતે સમતુલ્ય *emf* બંને વિદ્યુતકોષના *emf* ની બાદબાકી જેટલું મળે છે.

15.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, એમ્પિયરના સર્કિટલના નિયમમાં સીમા રેખા ધરાવતી મુક્ત (ખુલ્લી) સપાટી ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે.



- આ મુક્ત સપાટીમાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય છે.
- સપાટીની સીમારેખાને dl લંબાઈના નાના ખંડમાં વિભાજિત થયેલ વિચારો. આ ખંડ પાસે ચુંબકીયક્ષેત્રનો સ્પર્શીય ઘટક B_t છે. ($B_t = B\,cos\,\theta$)
- સૂક્ષ્મ ખંડની લંબાઈ (dl) અને ચુંબકીયક્ષેત્રના સ્પર્શીય ઘટકના ગુણાકારનું સંકલન એ આ સપાટીમાંથી પસાર થતાં કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ I અને $\propto_0$ ના ગુણાકાર જેટલું હોય છે.

$$\oint B_t\,dl = \propto_0 I$$

$$\therefore \oint (B\,cos\,\theta)\,dl = \propto_0 I$$

$$\therefore \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \propto_0 I \ ..... (1)$$

- અહીં સંકલન એ ધ્યાનમાં લીધેલ સપાટીને સમાવતી સીમા c ના બંધગાળા પર લેવામાં આવે છે.
- અહીં બંધ સપાટી વડે ઘેરાયેલા વિદ્યુતપ્રવાહોની સંજ્ઞા-પ્રણાલી નક્કી કરવા માટે જમણા હાથના અંગૂઠાના નિયમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
- જમણા હાથની આંગળીઓને આ સીમા પર જે દિશામાં જવાના હોઈએ તે દિશામાં વાળવામાં આવે છે. પરિણામે અંગૂઠો જે દિશામાં ગોઠવાય છે તે દિશામાંના વિદ્યુતપ્રવાહ ધન ગણવામાં આવે છે. તેની વિરુદ્ધ દિશામાંના વિદ્યુતપ્રવાહ ઋણ ગણવામાં આવે છે.
- એમ્પિયરના સર્કિટલના નિયમના ઉપયોગમાં સરળતા રહે તે માટે એક બંધગાળો કલ્પવામાં આવે છે. આ બંધગાળાને એમ્પિરિયન લૂપ કહે છે.
- આ બંધગાળો એવી રીતે કલ્પવામાં આવે છે કે, તેના દરેક બિંદુ માટે કાં તો

  (i) $\vec{B}$ આ ગાળાને સ્પર્શતું (સ્પર્શકની દિશામાં) હોય અને B અશૂન્ય અચળ હોય, અથવા

  (ii) $\vec{B}$ આ ગાળાને લંબરૂપે હોય, અથવા

  (iii) $\vec{B}$ નાબૂદ થતું હોય.

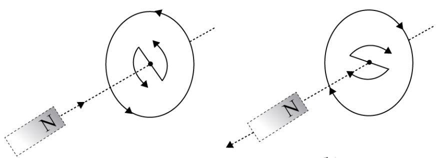
- હવે ધારો કે, ગાળાની લંબાઈ L માટે $\vec{B}$ સ્પર્શકની દિશામાં છે. ધારો કે, આ ગાળા વડે ઘેરાયેલ વિદ્યુતપ્રવાહ I_e છે. આથી, સમીકરણ (1) નીચે મુજબ લખી શકાય છે :

$$BL = \propto_0 I_e$$

- આ સમીકરણ એમ્પિયરના સર્કિટલના નિયમની એક ખાસ રજૂઆત છે.

16.

- લેન્ઝનો નિયમ :
- "પ્રેરિત emf ની દિશા (સંજ્ઞા) અને પરિણામે ઉદ્‌ભવતાં પ્રેરિત પ્રવાહની દિશા એવી હોય છે કે, તે તેને ઉત્પન્ન કરતાં ચુંબકીય ફ્લક્સના ફેરફારનો વિરોધ કરે."



(a) (b)

- ગૂંચળા અને ચુંબકના પ્રયોગમાં ચુંબકનો ઉત્તર ધ્રુવ (N) ગૂંચળા તરફ રાખીને તેને ગૂંચળા તરફ ગતિ કરાવતાં, ગૂંચળા સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સમાં વધારો થાય છે. પરિણામે તેમાં વીજપ્રવાહ પ્રેરિત થાય છે.

- લેન્ઝના નિયમ મુજબ, આ પ્રેરિત વીજપ્રવાહ એવી દિશામાં હોય છે કે, તે ફ્લક્સમાં થતાં વધારાનો વિરોધ કરે.

- આવું ત્યારે જ શક્ય બને, કે જ્યારે ગૂંચળાના ચુંબક તરફનો છેડો આકૃતિ (a) માં દર્શાવ્યા મુજબ, N ધ્રુવ તરીકે વર્તે અને પ્રેરિત પ્રવાહ વિષમઘડી દિશામાં હોય.
- આ જ રીતે આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા મુજબ ચુંબકમાં ઉત્તર ધ્રુવને ગૂંચળાથી દૂર લઈ જતાં ગૂંચળા સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સમાં ઘટાડો થાય છે, પરિણામે તેમાં પ્રેરિત થતો વીજપ્રવાહ સમઘડી દિશામાં હોય છે.
- ગૂંચળાનો ચુંબક તરફનો છેડો S ધ્રુવ તરીકે વર્તે તેવી દિશામાં પ્રેરિત પ્રવાહ હોય છે.
- આમ, ગૂંચળા સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સમાં ફેરફાર થતાં ઉદ્‌ભવતો પ્રેરિત પ્રવાહ (અને પ્રેરિત *emf*) એવી દિશામાં હોય છે કે, તે ચુંબકીય ફ્લક્સના ફેરફારનો વિરોધ કરે.

17.

- L – C – R શ્રેણી AC પરિપથ માટે સરેરાશ પાવર

$P = VI \cos\varphi$

$\therefore P = \dfrac{\upsilon_m i_m}{2} \cos\varphi$

ખાસ કિસ્સાઓ :

(i) અવરોધક પરિપથ :

- માત્ર અવરોધક ધરાવતાં પરિપથ માટે કળા તફાવત $\phi = 0$ છે.

$\therefore$ સરેરાશ પાવર વ્યય

$P = VI \cos\varphi$

$\therefore P = VI \cos 0$

$\therefore P = VI$ (મહત્તમ)

- આમ, માત્ર અવરોધક ધરાવતાં પરિપથમાં પાવર વ્યય મહત્તમ હોય છે.

(ii) શુદ્ધ ઇન્ડક્ટિવ અથવા શુદ્ધ કેપેસિટિવ પરિપથ :

- શુદ્ધ ઇન્ડક્ટિવ અને શુદ્ધ કેપેસિટિવ આ બંને પરિપથ માટે વોલ્ટેજ અને પ્રવાહ વચ્ચેનો કળા તફાવત $\frac{\pi}{2}$ જેટલો હોય છે.
- પરિપથમાં વ્યય પામતો સરેરાશ પાવર

$P = VI \cos\varphi$

$\therefore P = VI \cos \frac{\pi}{2}$

$\therefore P = 0$

- આમ, આવા પરિપથ માટે પ્રવાહ પસાર થવા છતાં વપરાતો પાવર (વ્યય પામતો) શૂન્ય છે.
- આ પ્રવાહને વોટલેસ પ્રવાહ કહે છે.

(iii) L – C – R શ્રેણી પરિપથ :

- L – C – R શ્રેણી પરિપથમાં પાવર વ્યય

$P = VI \cos\phi$ મુજબનો હોય છે.

જ્યાં, $\phi = \tan^{-1}\left(\dfrac{X_C - X_L}{R}\right)$ તેથી RL અથવા

RC અથવા RCL પરિપથમાં કળા તફાવત અશૂન્ય હોય છે. આવા કિસ્સાઓમાં પણ પાવર વ્યય તો માત્ર અવરોધકમાં જ થાય છે.

(iv) L – C – R પરિપથમાં અનુનાદની સ્થિતિએ વ્યય થતો પાવર :

- અનુનાદની સ્થિતિએ $X_C = X_L$ હોવાથી કળા તફાવત $\phi = 0$ તેથી $\cos\phi = 1$
- પરિપથમાં વ્યય થતો પાવર

$P = VI \cos \phi$

$P = VI$ (મહત્તમ)

➠ અનુનાદની સ્થિતિએ પરિપથમાં પાવર વ્યય મહત્તમ હોય છે.

19.

➥ (a) $n = 1.5$

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

$\Rightarrow$ કાચનો વક્રીભવનાંક $n = \dfrac{c}{\upsilon}$ પરથી,

$\therefore \upsilon = \dfrac{c}{n} = \dfrac{3 \times 10^8}{1.5}$

$\therefore \upsilon = 2 \times 10^8$ m/s

➥ (b) પ્રકાશની કાચમાં ઝડપ પ્રકાશના રંગથી સ્વતંત્ર નથી.

$\Rightarrow$ માધ્યમનો વક્રીભવનાંક એ તરંગલંબાઈના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

$n \propto \dfrac{1}{\lambda}$ ... (1)

$\Rightarrow$ તેમજ માધ્યમનો નિરપેક્ષ વક્રીભવનાંક

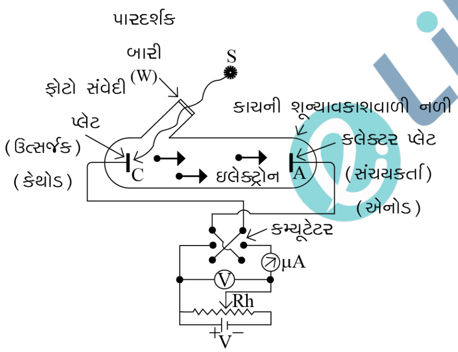
$n = \dfrac{c}{\upsilon}$ હોવાથી $n \propto \dfrac{1}{\upsilon}$ ... (2)

$\Rightarrow$ સમીકરણ (1) અને (2) પરથી, $\upsilon \propto \lambda$ મળે.

$\Rightarrow$ રાતા અને જાંબલી રંગની તરંગલંબાઈની સરખામણી કરતાં જાંબલી રંગની તરંગલંબાઈ ઓછી મળે છે. જેથી પ્રિઝમમાં જાંબલી રંગ ધીમેથી ગતિ કરશે. (વેગ - ઓછો)

20.

➥



➥ આપેલ આકૃતિમાં ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસરનો અભ્યાસ કરવા માટેની પ્રાયોગિક ગોઠવણ દર્શાવી છે.

➥ અહીં ધાતુની બે પ્લેટ A અને C ને શૂન્યાવકાશ ઉત્પન્ન કરેલી નળીમાં મૂકવામાં આવે છે.

➥ પ્લેટ C એ ઉત્સર્જક પ્લેટ છે, જેને કેથોડ કહે છે અને તે ફોટોસંવેદી છે. પ્લેટ A એ કલેક્ટર પ્લેટ (સંચયકર્તા) છે, જેને એનોડ કહે છે.

➥ કાચની નળીમાં C પ્લેટની ઉપર પારદર્શક બારી (W) બનાવવામાં આવી છે.

આ બારીની ઉપર પ્રકાશનું ઉદ્ગમ (S) રાખેલ છે.

➥ બન્ને પ્લેટને કમ્યૂટેટરના બે છેડા સાથે જોડેલ છે.

કમ્યૂટેટરની સાથે શ્રેણીમાં માઇક્રોએમિટર અને સમાંતરમાં વોલ્ટમિટર જોડેલ છે.

➥ આ પરિપથને રિઓસ્ટેટ (Rh) મારફતે બેટરી સાથે જોડેલ છે.

➥ પ્રકાશના ઉદ્ગમ (S) માંથી પૂરતી ઓછી તરંગલંબાઈ (પૂરતી ઊંચી આવૃત્તિ) વાળો પ્રકાશ ઉત્પન્ન થાય છે. આ પ્રકાશ પારદર્શક બારી (W) માંથી પસાર થાય છે અને અલ્ટ્રાવાયોલેટ (પારજાંબલી) પ્રકાશ ફોટોસંવેદી પ્લેટ (C) પર આપાત થાય છે.

➥ ફોટોસંવેદી પ્લેટ (C) માંથી ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થાય છે. આ ઇલેક્ટ્રોન્સ A પર ભેગા થાય છે.

➥ આ ઇલેક્ટ્રોન પરિપથમાં વહન પામે છે અને વિદ્યુતપ્રવાહ રચે છે, જેને ફોટોઇલેક્ટ્રિક પ્રવાહ કહે છે. આ પ્રવાહનું મૂલ્ય માઇક્રોએમિટર વડે માપી શકાય છે.

➥ સમાંતરમાં જોડેલા વોલ્ટમિટર વડે બન્ને પ્લેટ વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપી શકાય છે.

➥ કમ્યૂટેટર વડે બન્ને પ્લેટને આપવામાં આવેલું ધ્રુવત્વ (ધન કે ઋણ વિદ્યુતભાર) બદલી શકાય છે, એટલે કે A અને C ને ધન અથવા ઋણ વિદ્યુતભારિત કરી શકાય છે. રિઓસ્ટેટ વડે બન્ને પ્લેટને લાગુ પાડેલ વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનું મૂલ્ય બદલી શકાય છે.

➥ ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસરનો પ્રાયોગિક અભ્યાસ પ્લેટ (C) પર આપાત થતા પ્રકાશની વિવિધ તીવ્રતા અને આવૃત્તિ વડે તથા પ્લેટને લાગુ પાડવામાં આવતા વિવિધ વીજસ્થિતિમાન વડે કરવામાં આવે છે.

21.

➥ ગોલ્ડના સમસ્થાનિક ${}_{79}Au^{197}$ માં $A_1 = 197$

અને ${}_{47}Ag^{107}$ માં $A_2 = 107$

➥ ન્યુક્લિયસની ત્રિજ્યા $R = R_0\ A^{\frac{1}{3}}$ પરથી

➥ ગોલ્ડ માટે $R_1 = R_0\ A_1^{\frac{1}{3}}$ ... (1)

સિલ્વર માટે $R_2 = R_0\ A_2^{\frac{1}{3}}$ ... (2)

➥ બંનેનો ગુણોત્તર લેતાં,

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{197}{107}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = (1.8411)^{\frac{1}{3}}$$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = 1.23$$

18.

➥ આકૃતિ (a) પરથી,

આપાતકોણ $i = 60°$

વક્રીભૂતકોણ $r = 35°$

➥ સ્નેલના નિયમ પરથી,

$n_{ga} = \frac{\sin i}{\sin r}$ (જ્યાં, n_{ga} = હવાની સાપેક્ષે કાચનો વક્રીભવનાંક)

$$\therefore n_{ga} = \frac{\sin 60}{\sin 35}$$

$$\therefore n_{ga} = \frac{\sqrt{3}}{2 \times 0.5736}$$

$$\therefore n_{ga} = 1.51$$

➥ આકૃતિ (b) પરથી,

આપાતકોણ $i = 60°$

વક્રીભૂતકોણ $r = 41°$

➥ સ્નેલના નિયમ પરથી,

$n_{wa} = \frac{\sin i}{\sin r}$ (જ્યાં, n_{wa} = હવાની સાપેક્ષે પાણીનો વક્રીભવનાંક)

$$\therefore n_{wa} = \frac{\sin 60°}{\sin 41°}$$

$\therefore n_{wa} = \frac{\sqrt{3}}{2 \times 0.6561}$

$\therefore n_{wa} = 1.32$

➥ આકૃતિ (c) પરથી,

આપાતકોણ $i = 45°$

વક્રીભૂતકોણ $r = ?$

$n_{wa} = 1.32$

$n_{ga} = 1.51$

➥ સ્નેલના નિયમ પરથી,

$n_{gw} = \frac{sin\, i}{sin\, r}$ (જ્યાં, n_{gw} = પાણીની સાપેક્ષે કાચનો વક્રીભવનાંક)

પરંતુ $n_{gw} = \frac{n_{ga}}{n_{wa}}$

$\therefore \frac{n_{ga}}{n_{wa}} = \frac{sin\, i}{sin\, r}$

$\therefore \frac{1.51}{1.32} = \frac{sin\, 45}{sin\, r}$

$\therefore 1.144 = \frac{1}{\sqrt{2}\, sin\, r}$

$\therefore sin\, r = \frac{1}{1.414 \times 1.144} = 0.6182$

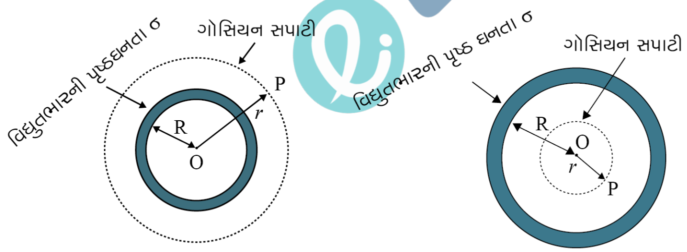
$\therefore r = 38°12'$

વિભાગ C

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

22.

➥



(a) (b)

➥ આકૃતિમાં R ત્રિજ્યાની પાતળી ગોળાકાર વિદ્યુતભારિત કવચ દર્શાવેલ છે. કવચ પર વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠઘનતા σ છે.

(i) કવચની બહારના બિંદુએ વિદ્યુતક્ષેત્ર :

➥ આકૃતિ (a) માં દર્શાવ્યા મુજબ કવચની બહાર $r\,(> R)$ અંતરે બિંદુ P આવેલ છે. આ બિંદુ પાસે વિદ્યુતક્ષેત્ર મેળવવા માટે સમકેન્દ્રીય હોય તેવું r ત્રિજ્યા ધરાવતું એક ગોળાકાર ગાઉસિયન પૃષ્ઠ કલ્પવામાં આવે છે.

➥ ગાઉસિયન પૃષ્ઠ પરના દરેક બિંદુએ વિદ્યુતક્ષેત્રનું મૂલ્ય સમાન અને તેની દિશા ત્રિજ્યા સદિશની દિશામાં મળે છે.

➥ ગાઉસના નિયમ પરથી,

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

$\therefore E \cdot S\, cos\, 0 = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$\therefore ES = \frac{q}{\varepsilon_0}$ ... (1)

પરંતુ $S = 4\pi r^2$ (ગાઉસિયન પૃષ્ઠનું ક્ષેત્રફળ)

અને $q = \sigma A$ (જ્યાં, A - કવચની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ)

$= \sigma(4\pi R^2)$ (ગોળાકાર કવચ પરનો કુલ વિદ્યુતભાર)

➡ આ કિંમતો સમીકરણ (1) માં મૂકતાં,

$$\therefore E(4\pi r^2) = \frac{\sigma(4\pi R^2)}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore E = \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r^2} \quad \text{... (2)}$$

➡ તેમ જ $\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{4\pi R^2}$ મૂકતાં,

$$\therefore E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \quad \text{... (3)}$$

➡ સદિશ સ્વરૂપ

$$\vec{E} = \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r^2} \cdot \hat{r} \text{ OR } \vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

જ્યાં, $\hat{r}$ - વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશામાંનો એકમ સદિશ છે.

$\hat{r}$ - જે ત્રિજ્યા સદિશની દિશામાં મળે છે.

➡ જો $q > 0$ હોય, તો વિદ્યુતક્ષેત્ર બહારની દિશામાં અને $q < 0$ હોય, તો વિદ્યુતક્ષેત્ર અંદર તરફની દિશામાં છે.

➡ અહીં, મળતા વિદ્યુતક્ષેત્રના સમીકરણ પરથી કહી શકાય કે, જો બિંદુ કવચની બહાર આવેલ હોય, તો કવચનો સમગ્ર વિદ્યુતભાર બિંદુવત્ વિદ્યુતભાર તરીકે વર્તે છે.

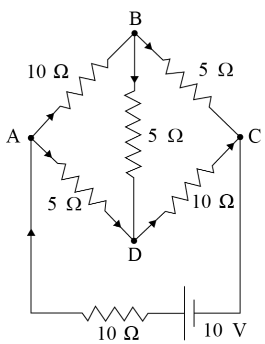
(ii) કવચની અંદર વિદ્યુતક્ષેત્ર :

➡ આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા મુજબ, બિંદુ P કવચની અંદર આવેલ છે. ($r < R$)

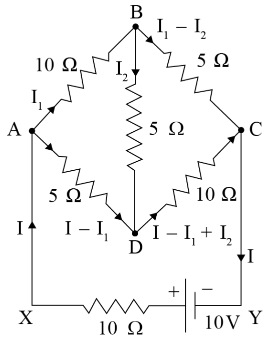
➡ અહીં, કવચની અંદર સમકેન્દ્રીય હોય તેવું r ત્રિજ્યા ધરાવતું ગોળાકાર ગાઉસિયન પૃષ્ઠ કલ્પવામાં આવે છે.

➡ આ ગાઉસિયન પૃષ્ઠ વડે ઘેરાયેલ વિદ્યુતભાર શૂન્ય છે. આથી, ગોસના નિયમ પરથી કવચની અંદર વિદ્યુતક્ષેત્ર $E = 0$ મળે છે.

23.



➡ આકૃતિમાં જુદી જુદી ભુજાઓમાં વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ અને તેની દિશા દર્શાવેલ છે.



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

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

➥ સમીકરણ '5' વડે ભાગતાં

$$\therefore -2\,I_1 - I_2 + I - I_1 = 0$$

$$\therefore I - 3\,I_1 - I_2 = 0 \quad .... (1)$$

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

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

➥ સમીકરણ '5' વડે ભાગતાં

$$\therefore -(I_1 - I_2) + 2(I - I_1 + I_2) + I_2 = 0$$

$$\therefore -I_1 + I_2 + 2I - 2I_1 + 2I_2 + I_2 = 0$$

$$\therefore 2I - 3I_1 + 4I_2 = 0 \quad .... (2)$$

➥ A – B – C – Y – X – A બંધગાળા પર કિર્ચોફનો લૂપનો નિયમ લાગતાં,

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

➥ સમીકરણ '5' વડે ભાગતાં

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

$$\therefore -2\,I_1 - I_1 + I_2 + 2 - 2\,I = 0$$

$$\therefore -2\,I - 3\,I_1 + I_2 = -2$$

$$\therefore 2\,I + 3\,I_1 - I_2 = 2 \quad .... (3)$$

➥ સમીકરણ (1) માંથી સમીકરણ (2) બાદ કરતાં,

➥
$$\begin{array}{r} I - 3\,I_1 - \;\; I_2 = 0 \\ 2I - 3\,I_1 + 4I_2 = 0 \\ - \;\; + \;\;\;\;\;\; - \;\;\;\;\;\; \\ \hline \end{array}$$

$$\therefore \quad -I - 5I_2 = 0$$

$$\therefore \quad I + 5I_2 = 0 \qquad .... (4)$$

➥ સમીકરણ (2) અને સમીકરણ (3) નો સરવાળો કરતાં,

$$\begin{array}{rl} \therefore & 2I - 3\,I_1 + 4\,I_2 = 0 \\ & 2I + 3\,I_1 - \;\; I_2 = 2 \\ \hline \therefore & 4I + 3\,I_2 \qquad\quad = 2 \qquad .... (5) \end{array}$$

➥ સમીકરણ (4) ને 4 વડે ગુણી સમી. (5) માંથી બાદ કરતાં,

➥
$$\begin{array}{r} 4I + 20\,I_2 = 0 \\ 4I + \;\; 3\,I_2 = 2 \\ - \;\;\;\;\; - \;\;\;\;\; - \\ \hline 17\,I_2 = -2 \end{array}$$

$$\therefore \; I_2 = -\frac{2}{17}\text{ A}$$

➥ I_2 નું મૂલ્ય સમીકરણ (4) માં મૂકતાં,

$$\therefore I + 5\left(-\frac{2}{17}\right) = 0$$

$$\therefore I = \frac{10}{17}\ A$$

➥ $I = \frac{10}{17}\ A$ અને $I_2 = -\frac{2}{17}\ A$ કિંમત સમી. (1) માં મૂકતાં,

$$\therefore \frac{10}{17} - 3(I_1) - \left(-\frac{2}{17}\right) = 0$$

$$\therefore \frac{10}{17} + \frac{2}{17} = 3\,I_1$$

$$\therefore \frac{12}{17} = 3\,I_1$$

$$\therefore I_1 = \frac{4}{17}\ A$$

➥ AB ભુજામાં વહેતો પ્રવાહ $I_1 = \frac{4}{17}\ A$

BD ભુજામાં વહેતો પ્રવાહ $I_2 = -\frac{2}{17}\ A$

➥ અહીં ઋણ નિશાની દર્શાવે છે કે, ખરેખર વિદ્યુતપ્રવાહ આપણે ધ્યાનમાં લીધેલ પ્રવાહ કરતાં વિરુદ્ધ દિશામાં એટલે કે D થી B તરફ વહે છે.

➥ BC ભુજામાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I_1 - I_2 = \frac{4}{17} - \left(-\frac{2}{17}\right)$$

$$\therefore I_1 - I_2 = \frac{4+2}{17}$$

$$\therefore = \frac{6}{17}\ A$$

➥ DC ભુજામાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I - I_1 + I_2 = \frac{10}{17} - \frac{4}{17} + \left(-\frac{2}{17}\right)$$

$$= \frac{10-4-2}{17}$$

$$= \frac{4}{17}\ A$$

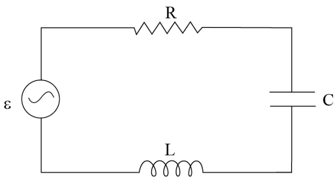
➥ AD ભુજામાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ,

$$I - I_1 = \frac{10}{17} - \frac{4}{17}$$

$$= \frac{6}{17}\ A$$

24.

➥



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

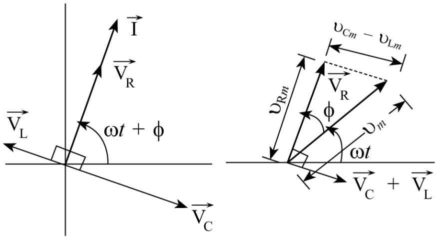
➥ AC પ્રાપ્તિસ્થાનને વોલ્ટેજ $\upsilon = \upsilon_m \sin \omega t$

➥ 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.

➥ $\vec{V}_R$, $\vec{V}_C$ અને $\vec{V}_L$ ના કંપવિસ્તાર (ફેઝરોની લંબાઈ) અનુક્રમે $\upsilon_{Rm} = i_m R$, $\upsilon_{Cm} = i_m X_C$, $\upsilon_{Lm} = i_m X_C$

➥ આ બધા ફેઝરને યોગ્ય કળાતફાવત સાથે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.

➥ 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,

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

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

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

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

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

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

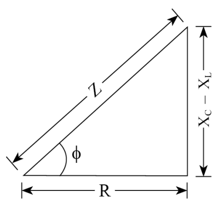
➥ આ સમીકરણને નીચે મુજબ પણ લખી શકાય છે :

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

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.

25.

➥ તાંબાના ન્યુક્લિયસમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યા $Z = 29$ અને ન્યુટ્રોનની સંખ્યા $N = A - Z$

$N = 34$

➥ દળ ક્ષતિ $\Delta M = Zm_p + Nm_n - M({}_{29}Cu^{63})$

$\therefore \Delta M = 29 \times 1.007825 + 34 \times 1.008665) - 62.92960\ u$

$\therefore \Delta M = 29.226925 + 34.29461 - 62.92960$

$\therefore \Delta M = 0.591935\ u$

➥ દળ ક્ષતિને બંધનઊર્જા

$E_b = \Delta M c^2$

$E_b = (0.591935)\ (931.5)$

$\therefore E_b = 551.39$ MeV

➥ આમ, તાંબાના એક ન્યુક્લિયસમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનને એકબીજાથી અલગ કરવા માટે 551.39 MeV જેટલી ઊર્જાની જરૂર પડે છે.

➥ તાંબાના 3 g ના સિક્કામાં રહેલા પરમાણુની સંખ્યા (N)

Cu નું દળ	Cu ના પરમાણુની સંખ્યા
63 g	6.022×10^{23}
3 g	?

➥ સિક્કામાં રહેલા પરમાણુની સંખ્યા

$\therefore N = \dfrac{3 \times 6.022 \times 10^{23}}{63}$

$\therefore N = 2.87 \times 10^{22}$ પરમાણુ

➥ 3 g ના સિક્કામાં રહેલા બધા જ પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનને અલગ કરવા માટેની કુલ ઊર્જા

$E = E_b \times N$

$E = 551.39 \times 2.87 \times 10^{22}$ MeV

$E = 1582.4893 \times 10^{22}$ MeV

$E = 1582.4893 \times 10^{22} \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$E = 2531.98 \times 10^9$

$E = 2.53 \times 10^9$ J

26.

➥ ધરા અવસ્થામાં હાઈડ્રોજન પરમાણુની

કુલ ઊર્જા $= -13.6\ eV$

➥ 12.5 eV ઊર્જાની કિરણાવલી આપાત કરતાં હાઈડ્રોજન પરમાણુની કુલ ઊર્જા $= -13.6 + 12.5 = -1.1\ eV$

$E_n = 1.1\ eV$

$E_n = -\dfrac{13.6}{n^2}$ eV પરથી

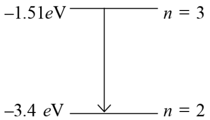
$n^2 = -\dfrac{13.6}{E_n}$ eV

$$n^2 = -\frac{13.6}{-1.1}$$

$$n^2 = 12.35$$

$$n = 3.51$$

➥ nનું પૂર્ણાંક મૂલ્ય $n = 3$ મળે એટલે કે ઇલેક્ટ્રોન $n = 3$ કક્ષામાં ઉતેજિત થાય છે.

(i) 

⇒ $n = 3$માંથી $n = 2$માં ઇલેક્ટ્રોન સંક્રાતિ કરે ત્યારે બામર શ્રેણીની તરંગલંબાઈ ઉત્સર્જિત થાય છે.

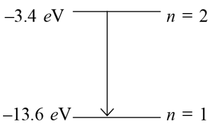
$$E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{32}}$$

$$\lambda_{32} = \frac{hc}{E_3 - E_2}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{[(-1.51) - (-3.4)] \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda_{32} = 6.58 \times 10^{-7}\ m$$

$$= 658\ nm$$

(ii) 

⇒ $n = 2$માંથી $n = 1$માં ઇલેક્ટ્રોન સંક્રાતિ કરે ત્યારે લાઈમન શ્રેણીની તરંગલંબાઈ ઉત્સર્જિત થાય છે.

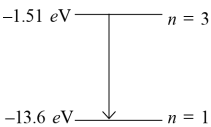
$$E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{21}}$$

$$\lambda_{21} = \frac{hc}{E_2 - E_1}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{[(-3.4) - (-13.6)] \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda_{21} = 1.22 \times 10^{-7}\ m$$

$$\lambda_{21} = 1.22\ nm$$

(iii) 

⇒ $n = 3$માંથી $n = 1$માં ઇલેક્ટ્રોન સંક્રાતિ કરે ત્યારે લાઈમન શ્રેણીની તરંગલંબાઈનું ઉત્સર્જન થાય છે.

$$E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{31}}$$

$$\lambda_{31} = \frac{hc}{E_3 - E_1}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{[(-1.51) - (-13.6)] \times 1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda_{31} = 1.03 \times 10^{-7}\ m = 103\ nm$$

27.

➥ ઓબ્જેક્ટિવની કેન્દ્રલંબાઈ $f_0 = 1.25$ cm

આઇપીસની કેન્દ્રલંબાઈ $f_e = 5$ cm

➥ આઇપીસની કોણીય મોટવણી,

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

$$\therefore m_e = 1 + \frac{25}{5}$$

$$\therefore m_e = 6$$

➥ માઇક્રોસ્કોપની કુલ મોટવશક્તિ,

$$m = m_0 \times m_e$$

$$\therefore 30 = m_0 \times 6$$

$$\therefore m_0 = 5$$

$$\therefore \frac{\upsilon_0}{u_0} = 5$$

$$\therefore \upsilon_0 = 5\, u_0$$

➥ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

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

$$\therefore \frac{1}{5\, u_0} - \frac{1}{(-u_0)} = \frac{1}{f_0}$$ (સંજ્ઞા પદ્ધતિ અનુસાર u_0 ના બદલે $-u_0$ મૂકતાં)

$$\therefore \frac{1+5}{5\, u_0} = \frac{1}{1.25}$$

$$\therefore \frac{5\, u_0}{6} = 1.25$$

$$\therefore u_0 = \frac{6 \times 1.25}{5}$$

$$\therefore u_0 = 1.5 \text{ cm}$$

➥ પરંતુ $\upsilon_0 = 5\, u_0$ હોવાથી,

$$\therefore \upsilon_0 = 5 \times 1.5$$

$$\therefore \upsilon_0 = 7.5 \text{ cm}$$

➥ આઇપીસ માટે,

વસ્તુ-અંતર $\upsilon_e = D = -25$ cm

કેન્દ્રલંબાઈ $f_e = 5$ cm

➥ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

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

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

$$\therefore \frac{1}{u_e} = -\frac{1}{25} - \frac{1}{5}$$

$$\therefore \frac{1}{u_e} = \frac{-1-5}{25}$$

$$\therefore u_e = -\frac{25}{6} \text{ cm}$$

$$\therefore u_e = -4.17 \text{ cm}$$

➥ સંયુક્ત માઇક્રોસ્કોપમાં ઓબ્જેક્ટિવ અને આઇપીસ વચ્ચેનું અંતર,

$$|u_e| + \upsilon_0 = 4.17 + 7.5 = 11.67 \text{ cm}$$