લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક

અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 7

Part A

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

Liberty

વિભાગ A

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

1.

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

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

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

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

(v) બે વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ કદાપી એકબીજાને છેદતી નથી.

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

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

2.

➥ (a) $\varphi = 8.0 \times 10^{3} \frac{Nm^2}{C}$

➠ બોક્સ વડે ઘેરાયેલ કુલ વિદ્યુતભાર (q)

➠ $\therefore \varphi = \frac{q}{\varepsilon_0}$ પરથી,

$\therefore q = \varphi \, \varepsilon_0$

$\therefore q = 8 \times 103 \times 8.85 \times 10$

$\therefore q = 70.8 \times 10^{-9}$ C

$\therefore q = 0.07$ ∝C

➥ (b) ના. કારણ કે, જો બોક્સમાં સમાન મૂલ્યનો ધન અને ઋણ વિદ્યુતભાર હોય, તો પણ બોક્સનો કુલ વિદ્યુતભાર શૂન્ય થાય. પરિણામે બોક્સ સાથે સંકળાયેલ વિદ્યુત ફ્લક્સ શૂન્ય થાય.

3.

➥ કિર્ચોફના બંને નિયમનાં વિધાન નીચે મુજબ છે :

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

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

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

4.

➥ $\propto_r = 400$

I = 2A

n = 1000 $\frac{\text{આંટા}}{\text{મીટર}}$

(a) ચુંબકીય તીવ્રતા (H)

$H = nI$

$\therefore H = 1000 \cdot 2$

$\therefore H = 2000$ A/m

(b) સોલેનોઇડનું કુલ ચુંબકીયક્ષેત્ર

$B = \propto H$

પરંતુ $\propto_r = \frac{\mu}{\mu_0}$ $\therefore \propto = \propto_r \propto_0$

$\therefore B = \propto_r \propto_0 H$

$\therefore B = 400 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2000$

$\therefore B = 4 \cdot 4\pi \cdot 2 \cdot 10^{-2}$

$\therefore B = 100.48 \cdot 10^{-2}$

$\therefore B = 1$ T

(c) મેગ્નેટાઇઝેશન (M)

$B = \propto_0 (H + M)$ પરથી,

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

$\therefore M = \frac{B}{\mu_0} - H$

$\therefore M = \frac{1}{4\pi \times 10^{-7}} - 2000$

$\therefore M = \frac{100 \times 10^5}{4 \times 3.14} - 2000$

$\therefore M = 7.9618 \cdot 10^5 - 2000$

$\therefore M = 796180 - 2000$

$\therefore M = 794180$ A/m

$\therefore M = 7.94 \cdot 10^5$ A/m

$M \approx 8 \cdot 10^5$ A/m

(d) મેગ્નેટાઇઝિંગ પ્રવાહ (I_m)

$M = n I_m$

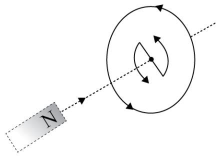
$\therefore I_m = \frac{M}{n}$

$= \frac{7.94 \times 10^5}{1000}$

$= 794$ A

5.

➡ લેન્ઝના નિયમ અનુસાર, આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ ગજિયા ચુંબકના N ધ્રુવને ગૂંચળા તરફ ગતિ કરાવતાં ગૂંચળાનો ચુંબક તરફનો છેડો N ધ્રુવ તરીકે વર્તે અને પ્રેરિત પ્રવાહ વિષમઘડી દિશામાં હોય.



➡ ધારો કે, અહીં પ્રેરિત પ્રવાહ સમઘડી દિશામાં હોય, તો ગૂંચળાનો ચુંબક તરફનો છેડો S ધ્રુવ તરીકે વર્તે અને તે ચુંબકના N ધ્રુવ તરફ આવતાં ગૂંચળા અને ચુંબક વચ્ચે આકર્ષણ બળ ઉદ્ભવે.

➡ આકર્ષણ બળને કારણે ચુંબક ગૂંચળા તરફ પ્રવેગી ગતિ કરે છે.

➡ પરિણામે ગૂંચળામાં સતત વિદ્યુત ઊર્જા ઉદ્ભવે અને ચુંબક સતત ગતિઊર્જા મેળવે છે.

➡ આમ, ચુંબક પરનાં હળવા ધક્કાથી શરૂ થતી પ્રક્રિયામાં કોઈ પણ વધારાની ઊર્જાનો ખર્ચ કર્યા સિવાય સતત ગતિઊર્જા અને વિદ્યુતઊર્જા મેળવી શકાય છે, જે ઊર્જા સંરક્ષણના નિયમ વિરુદ્ધ છે માટે કરેલી ધારણા શક્ય નથી.

➥ આમ, આકૃતિમાં દર્શાવેલી સ્થિતિ મુજબ જ પ્રેરિત પ્રવાહની દિશા શક્ય છે, પરિણામે ગૂંચળા અને ચુંબક વચ્ચે અપાકર્ષણ બળ ઉદ્‌ભવે જેની વિરુદ્ધ ખર્ચાતી (કરેલ કાર્ય) ઊર્જાનું ગતિઊર્જા અને વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ થાય છે.

➥ એટલે કે, લેન્ઝનો નિયમ ઊર્જા સંરક્ષણનું વિશિષ્ટ કથન છે તેમ કહી શકાય.

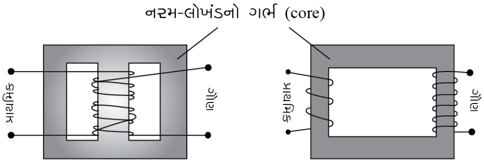
6.

➥ જે ઉપકરણની મદદથી AC વોલ્ટેજના મૂલ્યમાં વધારો કે ઘટાડો કરી શકાય છે, તેને ટ્રાન્સફોર્મર કહે છે.

સિદ્ધાંત :

➥ વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણ (અન્યોન્ય પ્રેરણ)

રચના :



(a) (b)

➥ આકૃતિમાં ટ્રાન્સફોર્મરની રચના દર્શાવેલ છે. ટ્રાન્સફોર્મરમાં એકબીજાથી અલગ કરેલ બે કોઇલનું જોડકું હોય છે. તેમને નરમ લોખંડના ગર્ભ પર આકૃતિ (a) માં દર્શાવ્યા મુજબ એકબીજાની ઉપર અથવા આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા મુજબ અલગ-અલગ ભાગ પર વિંટાળવામાં આવે છે.

➥ આ બે કોઇલમાંથી એક કોઇલને પ્રાથમિક ગૂંચળું (પ્રાઇમરી કોઇલ) અને બીજી કોઇલને ગૌણ ગૂંચળું (સેકન્ડરી કોઇલ) કહે છે.

➥ તેમાં રહેલાં આંટાઓની સંખ્યા અનુક્રમે N_P અને N_S છે.

➥ ઘણી વખત ટ્રાન્સફોર્મર માટે પ્રાથમિક ગૂંચળું એ ઇનપુટ કોઇલ અને ગૌણ ગૂંચળું આઉટપુટ કોઇલ તરીકે ઓળખાય છે.

➥ જો ટ્રાન્સફોર્મરની મદદથી વોલ્ટેજમાં વધારો થતો હોય તો તેવા ટ્રાન્સફોર્મરને Step up ટ્રાન્સફોર્મર કહે છે અને જો વોલ્ટેજમાં ઘટાડો થતો હોય તો તેવા ટ્રાન્સફોર્મરને Step down ટ્રાન્સફોર્મર કહે છે.

7.

➥ આયર્નના ન્યુક્લિયસ માટે દળ

$m_{Fe} = 55.85\ u$

$\therefore m_{Fe} = 55.85 \times 1.66 \times 10^{-27}$ kg

$m_{Fe} = 9.27 \times 10^{-26}$ kg

➥ ન્યુક્લિયસની ત્રિજ્યા

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

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

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

➥ ન્યુક્લિયસનું કદ

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

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

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

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

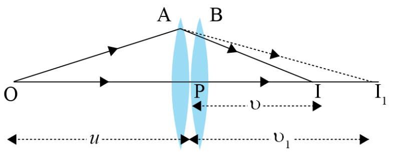
➥ ન્યુક્લિયસની ઘનતા

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

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

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

8.

➥ 

➥ 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,

$$\frac{1}{υ_1} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} \quad \dots (1)$$

➥ બીજા લેન્સ B વડે રચાતાં પ્રતિબિંબ માટે,

$$\frac{1}{υ} - \frac{1}{υ_1} = \frac{1}{f_2} \quad \dots (2)$$

➥ સમીકરણ (1) અને (2) નો સરવાળો કરતાં,

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

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

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

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

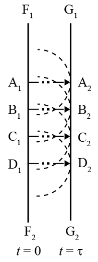
$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

➥ 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.

9.

➥ હાઇગેન્સનો સિદ્ધાંત :

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



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

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

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

10.

➥ વોલ્ટેજ V = 30 kV

➥ (a) ક્ષ-કિરણની મહત્તમ આવૃત્તિ (ν_{max}) = ?

$qV = E_{max}$

$qV = h\nu_{max}$

$\therefore \nu_{max} = \frac{qV}{h}$

$= \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 30 \times 10^3}{6.625 \times 10^{-34}}$

$\therefore \nu_{max} = 7.24 \times 10^{18}$ Hz

➥ (b) લઘુતમ તરંગલંબાઈ λ_{min} = ?

$\lambda_{min} = \frac{c}{\nu_{max}}$

$\lambda_{min} = \frac{3 \times 10^8}{7.24 \times 10^{18}}$

$\lambda_{min} = 0.414 \times 10^{-10}$ m

= 0.0414 nm

11.

➥ બોહ્રે પ્રચલિત યંત્રશાસ્ત્ર અને પ્રારંભના ક્વોન્ટમ ખ્યાલોને ભેગા કરીને તેનો વાદ ત્રણ સ્વીકૃતિઓનાં સ્વરૂપમાં આપ્યો. જે નીચે મુજબ છે :

➥ (i) પ્રથમ સ્વીકૃતિ :

➠ પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન કેટલીક સ્થાયી કક્ષાઓમાં વિકિરણ ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કર્યા વિના ભ્રમણ કરી શકે છે.

➠ આ સ્વીકૃતિ અનુસાર દરેક પરમાણુ કેટલીક ચોક્કસ સ્થાયી અવસ્થાઓમાં હોઈ શકે છે અને દરેક શક્ય અવસ્થા ચોક્કસ મૂલ્યની ઊર્જા ધરાવે છે. આ અવસ્થાઓને પરમાણુની સ્થાયી અવસ્થા કહે છે.

➠ આ બાબત વિદ્યુત ચુંબકીયવાદના અનુમાનો કરતાં વિરુદ્ધ છે.

➥ (ii) બીજી સ્વીકૃતિ :

➠ ન્યુક્લિયસની આસપાસ ઇલેક્ટ્રોન માત્ર એવી જ કક્ષાઓમાં ભ્રમણ કરે છે કે જેમાં તેનું કોણીય વેગમાન $\frac{h}{2\pi}$ ના પૂર્ણ ગુણાંકમાં હોય જ્યાં h પ્લાન્કનો અચળાંક જેનું મુલ્ય h=6.625 × 10^{-34} J s છે.

(કોણીય વેગમાન $L = \frac{nh}{2\pi}$ જ્યાં n = 1, 2, 3....)

12.

➥ શુદ્ધ Si પરમાણુની સંખ્યા 5×10^{28} m^{-3}

➥ આર્સેનિકનું પ્રમાણ 1 ppm છે.

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

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

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

➥ 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)

$n_i^2 = n_e \times n_h$

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

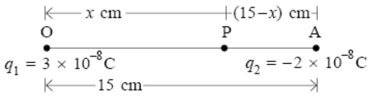
$\therefore n_h = 4.5 \times 10^9\ m^{-3}$

વિભાગ B

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

13.

➥ (a)



➥ અહીં, ધારો કે ધન વિદ્યુતભાર ઉગમબિંદુ પર આવેલ છે. અને ઋણ વિદ્યુતભાર X-અક્ષ પર ઉગમબિંદુની જમણી બાજુએ આવેલ છે.

➥ ધારો કે, P બિંદુ પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન શૂન્ય છે.

➥ આ બિંદુ P એ Oથી x cm જેટલા અંતરે આવેલ છે.

$\therefore \frac{k\,q_1}{x \times 10^{-2}} + \frac{k\,q_2}{(15-x) \times 10^{-2}} = 0$

$\therefore \frac{q_1}{x \times 10^{-2}} + \frac{q_2}{(15-x) \times 10^{-2}} = 0$

$\therefore \frac{3 \times 10^{-8}}{x \times 10^{-2}} - \frac{2 \times 10^{-8}}{(15-x) \times 10^{-2}} = 0$

$\therefore \frac{3 \times 10^{-8}}{x \times 10^{-2}} = \frac{2 \times 10^{-8}}{(15-x) \times 10^{-2}}$

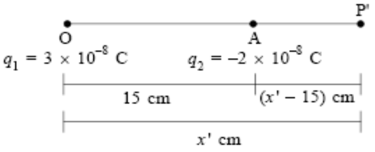
$\therefore \frac{3}{x} = \frac{2}{(15-x)}$

$\therefore 45 - 3x = 2x$

$\therefore 45 = 5x$

$\therefore x = 9$ cm

(b)



➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, ધારો કે P' બિંદુ પાસે વિદ્યુત સ્થિતિમાન શૂન્ય છે. આ P' બિંદુએ Oથી x' cm અંતરે આવેલ છે.

$\therefore \frac{k\,q_1}{x' \times 10^{-2}} + \frac{k\,q_2}{(x'-15) \times 10^{-2}} = 0$

$\therefore \frac{3 \times 10^{-8}}{x' \times 10^{-2}} - \frac{2 \times 10^{-8}}{(x'-15) \times 10^{-2}} = 0$

$\therefore \frac{3 \times 10^{-8}}{x' \times 10^{-2}} = \frac{2 \times 10^{-8}}{(x'-15) \times 10^{-2}}$

$\therefore \frac{3}{x'} = \frac{2}{x'-15}$

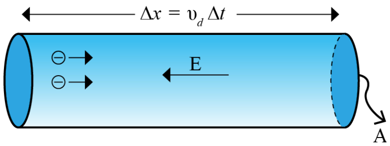
$\therefore 3x' - 45 = 2x'$

$\therefore 3x' - 2x' = 45$

$\therefore x' = 45$ cm

➥ આમ, ધન વિદ્યુતભારથી 9 cm અને 45 cm અંતરે વિદ્યુત સ્થિતિમાન શૂન્ય મળે છે.

14.

➥ 

➥ આકૃતિમાં A જેટલું આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો એક વાહક દર્શાવેલ છે. આ વાહકમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E}$ છે.

➥ આ વિદ્યુતક્ષેત્રના કારણે સુવાહકના કોઈ પણ આડછેદમાંથી વિદ્યુતભારનું ચોખ્ખું વહન થાય છે.

➥ ડ્રિફ્ટને કારણે Δt જેટલા સૂક્ષ્મ સમય ગાળામાં ઇલેક્ટ્રોન દ્વારા કપાતું અંતર $|\vec{\upsilon}_d| \cdot \Delta t$ થશે. બીજી રીતે કહીએ તો $|\vec{\upsilon}_d|\Delta t$ જેટલા અંતરમાં રહેલા જ ઇલેક્ટ્રોન Δt સમયમાં વાહકના આડછેદમાંથી પસાર થઈ શકે છે.

➥ ધારો કે, વાહકમાં એકમ કદદીઠ મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા (સંખ્યા ઘનતા) n હોય, તો A આડછેદમાંથી Δt સમયમાં પસાર થતાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા $N = nA|\vec{\upsilon}_d|\Delta t$ થાય.

સંખ્યા ઘનતા
$n = \frac{N}{V}$
$N = nV$
$N = nA\,|\vec{\upsilon}_d|\Delta t$

➥ Δt સમયમાં વાહકના આડછેદમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતભારનો જથ્થો $-neA|\vec{\upsilon}_d|\Delta t$ ..... (1) થશે.

➥ અહીં વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E}$ ડાબી બાજુ પ્રવર્તે છે, પરિણામે સપાટીમાંથી $\vec{E}$ ની દિશામાં પસાર થતો કુલ વિદ્યુતભાર ઉપરના સમીકરણ (1) ના ઋણ મૂલ્ય બરાબર થશે.

$$\therefore q = -(-neA|\vec{\upsilon}_d|\Delta t)$$

$$\therefore q = neA|\vec{\upsilon}_d|\ \Delta t$$

➥ Δt સમયમાં ક્ષેત્રફળ A માંથી પસાર થતાં વિદ્યુતભારનું મૂલ્ય વ્યાખ્યા પરથી $q = I\,\Delta t$ મળે છે. (જ્યાં, I - વિદ્યુતપ્રવાહનું માન છે.)

$$\therefore I\,\Delta t = neA|\vec{\upsilon}_d|\ \Delta t$$

$$\therefore I = neA|\vec{\upsilon}_d|$$

➥ પરંતુ વિદ્યુતપ્રવાહ ઘનતા $j = \frac{I}{A}$ પરથી, $I = jA$ મળે.

$$\therefore jA = neA|\vec{\upsilon}_d|$$

$$\therefore j = ne|\vec{\upsilon}_d|$$

➥ પરંતુ ડ્રિફ્ટ વેગ $\upsilon_d = \frac{eE}{m} \cdot \tau$ મળે.

$$\therefore j = ne\left(\frac{eE}{m}\right) \cdot \tau$$

$$\therefore j = \frac{ne^2E}{m}\tau$$

➥ આ સમીકરણને સદિશ સ્વરૂપે નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય છે :

$$\vec{j} = \frac{ne^2\tau}{m} \cdot \vec{E}$$

આ સમીકરણને $\vec{j} = \sigma\vec{E}$ સાથે સરખાવતાં,

$$\therefore \sigma\ (\text{વાહકતા}) = \frac{ne^2\tau}{m}$$

➥ સુવાહકની અવરોધકતા $\rho = \frac{1}{\sigma}$

Liberty

$$\therefore \varrho = \frac{1}{\frac{ne^2\tau}{m}}$$

$$\therefore \varrho = \frac{m}{ne^2\tau}$$

15.

$R_1 = 10\ \Omega,\ N_1 = 30$

$A_1 = 3.6 \times 10^{-3}\ m^2,\ B_1 = 0.25\ T$

$R_2 = 14\ \Omega,\ N_2 = 42$

$A_2 = 1.8 \times 10^{-3}\ m^2,\ B_2 = 0.50\ T$

(બંને મીટર માટે સ્પ્રિંગ અચળાંક સમાન છે.)

M_2 અને M_1 માટે;

(a) વિદ્યુતપ્રવાહ સંવેદિતાનો ગુણોત્તર અને

(b) વોલ્ટેજ સંવેદિતાનો ગુણોત્તર શોધો.

➡

મીટર - M_1	મીટર - M_2
$R_1 = 10\ \Omega$	$R_2 = 14\ \Omega$
$N_1 = 30$ આંટા	$N_2 = 42$ આંટા
$A_1 = 3.6 \times 10^{-3}\ m^2$	$A_2 = 1.8 \times 10^{-3}\ m^2$
$B_1 = 0.25\ T$	$B_2 = 0.50\ T$

➡ બંને મીટર માટે બળ અચળાંક સમાન છે.

$\therefore K_1 = K_2 = K$ લેતાં,

(a) મીટર M_1 માટે પ્રવાહ સંવેદિતા

$$\left(\frac{\phi}{I}\right)_1 = \frac{N_1 B_1 A_1}{K} \quad ..... (1)$$

મીટર M_2 માટે પ્રવાહ સંવેદિતા

$$\left(\frac{\phi}{I}\right)_2 = \frac{N_2 B_2 A_2}{K} \quad ..... (2)$$

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

$$\frac{\left(\frac{\phi}{I}\right)_2}{\left(\frac{\phi}{I}\right)_1} = \frac{\frac{N_2 B_2 A_2}{K}}{\frac{N_1 B_1 A_1}{K}} = \frac{N_2 B_2 A_2}{N_1 B_1 A_1}$$

$$\therefore \frac{\left(\frac{\phi}{I}\right)_2}{\left(\frac{\phi}{I}\right)_1} = \frac{42 \times 0.50 \times 1.8 \times 10^{-3}}{30 \times 0.25 \times 3.6 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore \frac{\left(\frac{\phi}{I}\right)_2}{\left(\frac{\phi}{I}\right)_1} = \frac{42}{30} = \frac{7}{5} = 1.4$$

(b) મીટર M_1 માટે વોલ્ટેજ સંવેદિતા

$$\left(\frac{\phi}{V}\right)_1 = \frac{N_1 B_1 A_1}{K R_1} \quad ..... (3)$$

મીટર M_2 માટે વોલ્ટેજ સંવેદિતા

$$\left(\frac{\phi}{V}\right)_2 = \frac{N_2 B_2 A_2}{K R_2} \quad ..... (4)$$

➡ સમીકરણ (4) અને સમીકરણ (3) નો ગુણોત્તર લેતાં,

$$\frac{\left(\frac{\phi}{V}\right)_2}{\left(\frac{\phi}{V}\right)_1} = \frac{\frac{N_2 B_2 A_2}{K R_2}}{\frac{N_1 B_1 A_1}{K R_1}} = \frac{N_2 B_2 A_2 R_1}{N_1 B_1 A_1 R_2}$$

$$\therefore \frac{\left(\frac{\phi}{V}\right)_2}{\left(\frac{\phi}{V}\right)_1} = \frac{42 \times 0.50 \times 1.8 \times 10^{-3} \times 10}{30 \times 0.25 \times 3.6 \times 10^{-3} \times 14}$$

$$\therefore \frac{\left(\frac{\phi}{V}\right)_2}{\left(\frac{\phi}{V}\right)_1} = \frac{42}{30} \times \frac{10}{14} = 1$$

16.

➥ $v_{min} = 7.5 \text{ MHz} = 7.5 \times 10^6 \text{ Hz}$

$v_{max} = 12 \text{ MHz} = 12 \times 10^6 \text{ Hz}$

$\lambda = \frac{C}{v}$ પરથી,

➥ ન્યૂનતમ તરંગલંબાઈ (λ_{min})

$$\lambda_{min} = \frac{C}{v_{max}}$$

$$\therefore \lambda_{min} = \frac{3 \times 10^8}{12 \times 10^6}$$

$$\therefore \lambda_{min} = 25 \text{ m}$$

➥ મહત્તમ તરંગલંબાઈ (λ_{max})

$$\lambda_{max} = \frac{C}{v_{min}}$$

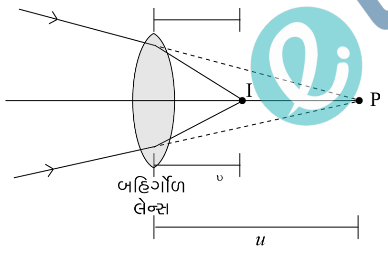
$$\therefore \lambda_{max} = \frac{3 \times 10^8}{7.5 \times 10^6}$$

$$\therefore \lambda_{max} = 40 \text{ m}$$

➥ આમ, તરંગલંબાઈનો ગાળો 25 m થી 40 m સુધી હશે.

17.

➥ (a) બહિર્ગોળ લેન્સ માટે,



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

➠ અહીં બિંદુ P એ આભાસી વસ્તુ તરીકે વર્તે છે.

$\therefore$ વસ્તુ-અંતર $u = 12$ cm

પ્રતિબિંબ-અંતર $\upsilon = ?$

કેન્દ્રલંબાઈ $f = 20$ cm

➠ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

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

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

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

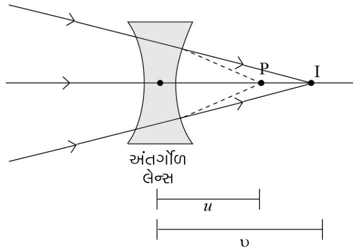
$$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{3+5}{60}$$

Liberty

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

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

➥ (b) બહિર્ગોળ લેન્સ માટે,



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

$\therefore$ વસ્તુ-અંતર $u = 12$ cm

પ્રતિબિંબ-અંતર $\upsilon = ?$

કેન્દ્રલંબાઈ $f = -16$ cm

➠ લેન્સના સૂત્ર પરથી,

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

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

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

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

$\therefore \upsilon = 48$ cm

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

18.

➥ બે સુસમ્બદ્ધ ઉદ્‌ગમમાંથી ઉત્સર્જાતા તરંગોના સંપાતીકરણના લીધે મળતા પરિણામી તરંગની તીવ્રતા શોધવાનું સૂત્ર

$I = 4 I_0 \cos^2\left(\frac{\phi}{2}\right)$ છે. (જ્યાં, ϕ = કળાતફાવત)

➥ સહાયક વ્યતિકરણ :

➠ સંપાતીકરણ અનુભવતા બિંદુ પાસે જો કળાતફાવત

$\phi = 0, \pm 2\pi, \pm 4\pi$ ... હોય, તો આપેલ બિંદુ પાસે તીવ્રતા મહત્તમ મળે છે, એટલે કે ત્યાં સહાયક વ્યતિકરણ રચાય છે તેમ કહેવાય.

શરત : કળાતફાવત $= \pm 2n\pi$

(જ્યાં, $n = 0, 1, 2, 3$ ...)

➥ વિનાશક વ્યતિકરણ :

➠ સંપાતીકરણ અનુભવતા બિંદુ પાસે જો કળાતફાવત

$\phi = \pm \pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi$ ... હોય તો આપેલ બિંદુ પાસે તીવ્રતા શૂન્ય મળે છે, એટલે કે ત્યાં વિનાશક વ્યતિકરણ રચાય છે તેમ કહેવાય.

શરત : કળાતફાવત $= \pm (2n + 1)\pi$

જ્યાં, $n = 0, 1, 2, 3$ ....

19.

➥ હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જા –13.6 eV છે.

$E = -13.6$ eV

$= -13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$= -2.2 \times 10^{-18}$ J

➥ પરંતુ કુલ ઊર્જા $E = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$

$-2.2 \times 10^{-18} = -\frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r}$

$r = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 (2.2 \times 10^{-18})}$

$r = \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2 \times 9 \times 10^9}{2 \times (2.2 \times 10^{-18})}$

$\therefore r = 5.3 \times 10^{-11}$ m

➥ હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રોન પર કેન્દ્રગામી બળ લાગે છે. જે ઇલેક્ટ્રોનનું કુલંબ બળ પૂરું પાડે છે.

➥ કેન્દ્રગામી બળ = કુલંબ બળ

$\frac{mv^2}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r^2}$

$v^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{mr}$

$v = \frac{e}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0 mr}}$

$v = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{\sqrt{4 \times 3.14 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 5.3 \times 10^{-11}}}$

$v = 2.2 \times 10^6$ m/s

20.

➥ પ્રકાશની આવૃત્તિ $v = 6 \times 10^{14}$ Hz

વિકિરણનો પાવર $P = 2 \times 10^{-3}$ W

➥ (a) એક ફોટોનની ઊર્જા,

$E = hv$

$E = 6.625 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14}$

$E = 39.75 \times 10^{-20}$ J

$E = 3.98 \times 10^{-19}$ J

$E = \frac{3.98 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}}$ eV

$E = 2.49$ eV

➥ (b) ધારો કે એક સેકન્ડદીઠ ઉત્સર્જાતા ફોટોનની સંખ્યા n છે.

→ વિકિરણનો પાવર,

$p = \frac{\text{વિકિરણની ઊર્જા } (E_n)}{\text{સમય } (t)}$

$\therefore p = \frac{nhv}{t}$

$\therefore n = \frac{Pt}{hv}$

$\therefore n = \frac{2 \times 10^{-3} \times 1}{6.625 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14}}$

$\therefore n = 0.05031 \times 10^{17}$

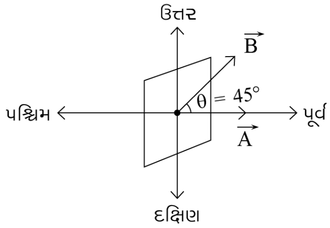
$\therefore n = 5.03 \times 10^{15} \frac{\text{ફોટોન્સ}}{\text{સેકન્ડ}}$

21.

➥ $l = 10$ cm $B_1 = 0.10$ T

$A = l^2 = 100\ cm^2 = 10^{-2}\ m^2$ $\Delta t = 0.70$ s

$R = 0.5\ \Omega$ $B_2 = 0$



➥ ગૂંચળામાં પ્રેરિત થતું *emf*

$|\varepsilon| = \frac{|\Delta\phi_B|}{\Delta t}$ (ફેરેડેના નિયમ પરથી)

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

$\therefore |\varepsilon| = \frac{|B_2 A \cos\theta - B_1 A \cos\theta|}{\Delta t}$

$\therefore |\varepsilon| = \frac{|-B_1 A \cos\theta|}{\Delta t}$ $(\because B_2 = 0)$

$\therefore |\varepsilon| = \frac{0.1 \times 10^{-2} \times \cos 45}{0.7}$

$\therefore |\varepsilon| = 0.1 \cdot 10^{-2}$ V

$\therefore |\varepsilon| = 1$ mV

➥ ગૂંચળામાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહનું માન (I)

$I = \frac{\varepsilon}{R}$

$\therefore I = \frac{0.1 \times 10^{-2}}{0.5}$

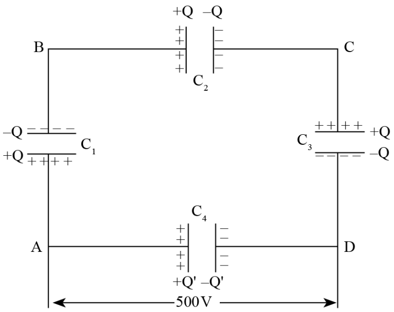
$\therefore I = 0.2 \cdot 10^{-2}$ A

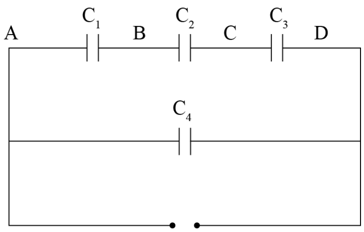
$\therefore I = 2$ mA

વિભાગ C

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

22.





V = 500 V

(સમતુલ્ય પરિપથ)

(a)

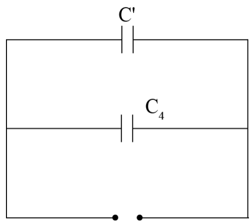
(a) આપેલ નેટવર્કમાં (આકૃતિ a) C_1, C_2 અને C_3 આ ત્રણેય કેપેસિટર શ્રેણી જોડાણમાં છે. ધારો કે, તેનું સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ C' છે.

$$\therefore \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\therefore \frac{1}{C'} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

$$\therefore \frac{1}{C'} = \frac{3}{10}$$

$$\therefore C' = \frac{10}{3} \propto F$$



V = 500 V

(સમતુલ્ય પરિપથ)

(b)

➥ હવે C' અને C_4 આ બંને કેપેસિટર સમાંતર જોડાણમાં થશે. (આકૃતિ b)

➥ ધારો કે, તેનું સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ C છે.

$$\therefore C = C' + C_4$$

$$C = \frac{10}{3} + 10$$

$$C = \frac{40}{3} \propto F$$

➥ પરિપથનો કુલ વિદ્યુતભાર

$$Q = CV$$

$$Q = \frac{40}{3} \times 10^{-6} \times 500$$

$$Q = \frac{20}{3} \times 10^{-3}$$

$$Q = 6.67 \times 10^{-3}\ C$$

(b) C_4 કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર

$$Q_4 = C_4 V$$

$$= 10 \times 10^{-6} \times 500$$

$$Q_4 = 5 \times 10^{-3}\ C$$

➥ A અને D વચ્ચે C_1, C_2 અને C_3 આ ત્રણેય કેપેસિટર શ્રેણી જોડાણમાં છે. પરિણામે તેમના પર સમાન વિદ્યુતભાર હશે. ધારો કે, આ સમાન વિદ્યુતભાર Q છે.

➥ AB, BC અને CD વચ્ચે વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત અનુક્રમે V_1, V_2 અને V_3 છે.

∴ A અને D વચ્ચે વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત

$V = V_1 + V_2 + V_3$

$\therefore 500 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$

$\therefore 500 = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)$

$\therefore 500 = Q\left(\frac{1}{C'}\right)$

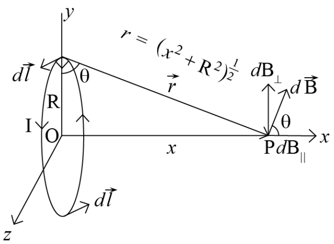
$\therefore 500 = Q\left(\frac{1}{\frac{10}{3} \times 10^{-6}}\right)$

$\therefore Q = 500 \times \frac{10}{3} \times 10^{-6}$

$\therefore Q \approx 1.67 \times 10^{-3}$ C

23.

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

➥ 

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

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

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

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

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

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

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

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

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

➥ બિંદુ P પાસે મળતા ચુંબકીયક્ષેત્રના બે ઘટકો પડે છે :

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

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

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

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

➠ $dB(x) = dB \cos\theta$

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

(સમીકરણ (3) પરથી)

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

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

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

➥ કુલ ચુંબકીયક્ષેત્ર,

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

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

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

➥ સદિશ સ્વરૂપ,

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

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

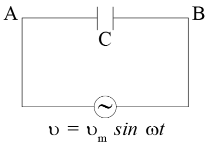
$$\therefore B = \frac{\mu_0 IR^2}{2R^3}$$

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

➥ જો ગૂંચળામાં N આંટા રહેલાં હોય, તો

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

24.

➥ 

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ, કેપેસિટર સાથે AC પ્રાપ્તિસ્થાન જોડવામાં આવે છે.

➥ આ પ્રાપ્તિસ્થાનનો વોલ્ટેજ $\upsilon = \upsilon_m \sin \omega t$ ..... (1)

➥ ધારો કે, કોઈ t સમયે કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર q છે.

➥ બંધ પરિપથ પર કિર્ચોફનો બીજો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$$\upsilon = \frac{q}{C}$$

$\therefore \upsilon_m \sin \omega t = \dfrac{q}{C}$

$\therefore q = \upsilon_m \cdot C \sin \omega t$

➥ વિદ્યુતપ્રવાહ મેળવવા માટે સમીકરણનું સમય t ની સાપેક્ષ વિકલન કરતાં,

$\therefore \dfrac{dq}{dt} = \upsilon_m C \dfrac{d}{dt}(\sin \omega t)$

$\therefore i = \upsilon_m \omega C \cos \omega t$

$\therefore i = \upsilon_m \omega C \sin\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$

$\therefore i = \dfrac{\upsilon_m}{\frac{1}{\omega C}} \sin\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$

$\therefore i = i_m \sin\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ ..... (2)

જ્યાં, $i_m = \dfrac{\upsilon_m}{\frac{1}{\omega C}}$ (વિદ્યુતપ્રવાહનો કંપવિસ્તાર)

➥ આ સમીકરણ માત્ર અવરોધ ધરાવતાં પરિપથ માટેના

$i_m = \dfrac{\upsilon_m}{R}$ જેવું છે.

➥ આમ, $\dfrac{1}{\omega C}$ એ અવરોધના જેવો જ ભાગ છે.

➥ તેને કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ કહે છે.

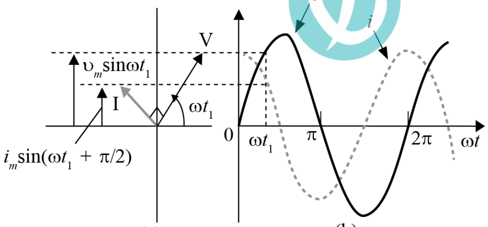
➥ તેને X_C વડે દર્શાવાય છે.

$\therefore X_C = \dfrac{1}{\omega C}$ (એકમ : ઓહમ Ω)

➥ તેથી વિદ્યુતપ્રવાહનો કંપવિસ્તાર $i_m = \dfrac{\upsilon_m}{X_C}$

➥ સમીકરણ (1) અને (2) પરથી કહી શકાય કે, પ્રવાહ એ વોલ્ટેજ કરતાં કળામાં $\dfrac{\pi}{2}$ જેટલો આગળ છે.

➥



(a) (b)

➥ અહીં કેપેસિટરને લાગુ પાડેલ વોલ્ટેજ $\upsilon = \upsilon_m \sin \omega t$ અને પરિપથમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ $i = i_m \sin\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)$

➥ આ બંને સમીકરણની સરખામણી કરતાં માલૂમ પડે છે કે, પ્રવાહ એ વોલ્ટેજ કરતાં કળામાં $\dfrac{\pi}{2}$ જેટલો આગળ હોય છે.

➥ આકૃતિમાં કોઈ t_1 સમયે ફેઝર ડાયાગ્રામ દર્શાવેલ છે. અહીં પ્રવાહ ફેઝર $\vec{I}$ એ વોલ્ટેજ ફેઝર $\vec{V}$ કરતાં $\dfrac{\pi}{2}$ જેટલો આગળ રહે તેમ તેઓ વિષમઘડી દિશામાં ભ્રમણ કરે છે.

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

➥ માત્ર કેપેસિટર ધરાવતાં પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ

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

જ્યાં, $i_m = \frac{\upsilon_m}{X_C} = \frac{\upsilon_m}{\frac{1}{\omega C}}$ વિદ્યુતપ્રવાહનો કંપવિસ્તાર

➥ પરિપથમાં કેપેસિટરને મળતો તત્કાલીન પાવર

$p = \upsilon\, i$

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

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

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

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

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

➥ સરેરાશ પાવર (એક પૂર્ણ ચક્ર પર)

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

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

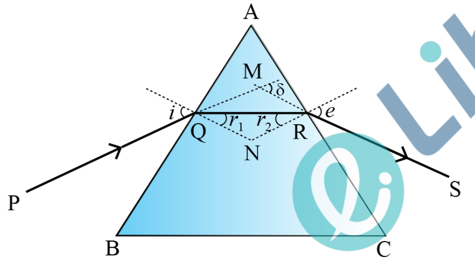
પરંતુ $< \sin 2\omega t > = 0$

$\therefore P = 0$

➥ આમ, એક પૂર્ણ ચક્ર દરમિયાન કેપેસિટરને પૂરો પડતો સરેરાશ પાવર શૂન્ય હોય છે.

25.

➥



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

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

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

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

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

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

➥ ΔQNR માં,

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

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

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

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

➥ ΔQMR માં δ એ બહિષ્કોણ છે.

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

પરંતુ $i = r_1 + \angle MQR$

$\therefore \angle MQR = i - r_1$

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

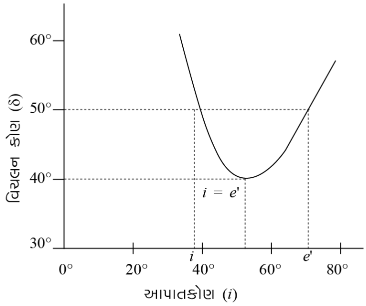
➥ આ બંને કિંમત સમીકરણ (4) માં મૂકતાં,

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

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

➥ સમીકરણ (3) પરથી કિંમત મૂકતાં,

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



➥ આકૃતિમાં વિચલનકોણ (δ) વિરુદ્ધ આપાતકોણ (*i*) નો આલેખ દર્શાવેલ છે.

➥ આલેખ દર્શાવે છે કે, એક જ વિચલનકોણ (δ) માટે આપાતકોણ *i* ના અને તેથી નિર્ગમનકોણ *e* નાં પણ બે મૂલ્યો મળે છે.

➥ સંમિતિ પરથી કહી શકાય કે, આપાતકોણ (*i*) અને નિર્ગમનકોણ (*e*) ની અદલાબદલી કરતાં વિચલનકોણ (δ) સમાન મળે છે. આમ, જો કિરણનો ગતિમાર્ગ ઊલટાવવામાં આવે, તો પણ વિચલનકોણ δ મળે છે.

➥ આલેખ પરથી આપાતકોણના એક ખાસ મૂલ્ય $i = e$ માટે વિચલનકોણનું એક જ મૂલ્ય મળે છે, જે વિચલનકોણનું લઘુતમ મૂલ્ય D_m છે, જ્યારે $\delta = D_m$ થાય ત્યારે પ્રિઝમમાં વક્રીભૂત કિરણ પાયાને સમાંતર બને છે.

➥ આમ, જ્યારે $\delta = D_m$ અને $i = e$ થાય ત્યારે $r_1 = r_2$ થાય છે.

➥ પ્રિઝમ માટે, $A = r_1 + r_2$

$\therefore A = 2r_1$

$\therefore r_1 = \frac{A}{2}$ ... (1)

➥ તેમજ $\delta = i + e - A$ પરથી,

$D_m = 2i - A$ મળે.

$2i = D_m + A$

$i = \frac{D_m + A}{2}$ ... (2)

➥ આપાતબિંદુ Q પાસે સ્નેલનો નિયમ લાગુ પાડતાં,

$n_1 \sin i = n_2 \sin r_1$

➥ સમીકરણ (1) અને (2) પરથી, r_1 અને i ની કિંમત મૂકતાં,

$\therefore n_1 \sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right) = n_2 \sin\left(\frac{A}{2}\right)$

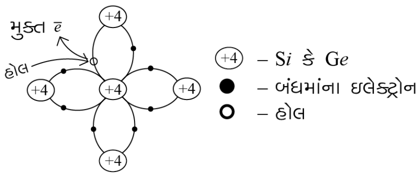
$\therefore \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$

$\therefore n_{21} = \frac{\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$

Liberty

➥ જે પ્રિઝમના દ્રવ્યનો વક્રીભવનાંક શોધવાનું સૂત્ર છે.

26.

➥ 

➥ નિરપેક્ષ શૂન્ય તાપમાને *Si* અને *Ge* ના બધા વેલેન્સ ઇલેક્ટ્રોન સહસંયોજક બંધમાં જોડાયેલા હોય છે. પરિણામે *Si* અને *Ge* પાસે મુક્ત $\bar{e}$ હોતો નથી. તેથી તે અવાહક તરીકે વર્તે છે.

➥ ઓરડાના તાપમાને સ્ફટિકમાંના પરમાણુઓ ઉષ્મીય દોલનો કરે છે. પરિણામે કેટલાક સહસંયોજક તૂટે છે. આવા સહસંયોજક બંધમાંથી ઇલેક્ટ્રોન છટકીને મુક્ત બની જાય છે. આવા મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન વિદ્યુતવહનમાં ભાગ લે છે.

➥ સહસંયોજક બંધમાંથી ઇલેક્ટ્રોન છૂટા પડી જતાં તે જગ્યાએ ઇલેક્ટ્રોનની ઊણપ વર્તાય છે.

➥ સહસંયોજક બંધમાં ઇલેક્ટ્રોનની ગેરહાજરીથી ખાલી રહેતી "જગ્યા"માં ઇલેક્ટ્રોનને આકર્ષવાની વૃત્તિ હોય છે.

➥ જો બીજા કોઈ સહસંયોજક બંધમાં ભંગાણ સર્જાઈને ઇલેક્ટ્રોન ત્યાંથી છૂટો પડે, તો તેવો ઇલેક્ટ્રોન બીજી ખાલી જગ્યામાં ગોઠવાઈ જાય છે. આ ખાલી જગ્યાને હોલ કહે છે.

➥ યાદ રાખો કે, હોલ કોઈ વાસ્તવિક કણ નથી અને તેમાં વિદ્યુતભાર જેવું કાંઈ હોતું નથી. હોલ એટલે ઇલેક્ટ્રોનની ખાલી પડેલી જગ્યા છે.

➥ ઓરડાના તાપમાને *Si* માં ઇલેક્ટ્રોનને સહસંયોજક બંધમાંથી છટકવા માટે જરૂરી ઊર્જા *Si* ~ 1.1 *e*V અને Ge માટે 0.72 *e*V.

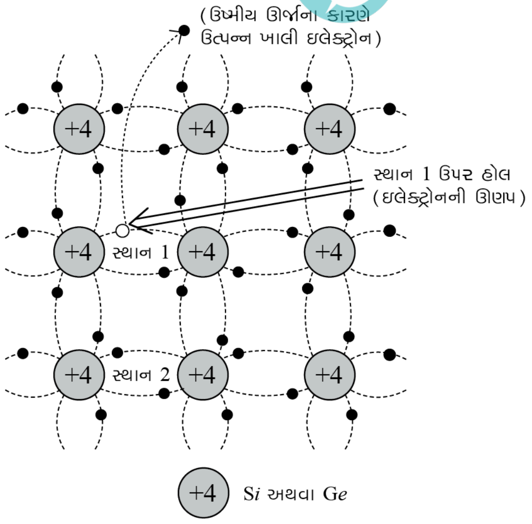
➥ શુદ્ધ અર્ધવાહકમાં ઓરડાના તાપમાને મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન અને હોલ જોડકામાં જ ઉદ્‌ભવતા હોવાથી તેમની સંખ્યા-ઘનતા અનુક્રમે n_e અને n_h સમાન હોય છે.

➥ અહીં ઇલેક્ટ્રોન અને હોલને ઇન્ટ્રિન્સિક વિદ્યુતભાર વાહકો પણ કહે છે. તેને n_i વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

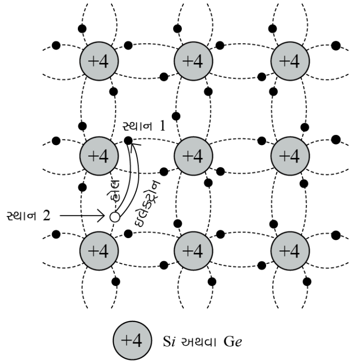
➥ આમ, શુદ્ધ અર્ધવાહક માટે $n_e = n_h = n_i$

➥ અર્ધવાહક એવો ગુણધર્મ ધરાવે છે કે, જેમાં ઇલેક્ટ્રોન ઉપરાંત હોલ પણ ગતિ કરે છે.

➥ આકૃતિ (a) માં દર્શાવ્યા મુજબ સ્થાન '1' પાસે એક હોલ છે. આ હોલની ગતિ આકૃતિ (b) માં દર્શાવ્યા મુજબ જોઈ શકાય છે.



(a)



(b)

- સ્થાન (2) પાસે સહસંયોજક બંધમાં રહેલો ઇલેક્ટ્રોન સ્થાન (1) પાસે રહેલા હોલમાં જાય છે.
- આમ, આ કૂદકા પછી સ્થાન (2) પાસે હોલનું નિર્માણ થાય છે અને સ્થાન (1) ઇલેક્ટ્રોનથી ભરાય જાય છે. હોલ અને ઇલેક્ટ્રોન બંને વિરુદ્ધ દિશામાં ગતિ કરે છે.
- અહીં હોલમાંથી મુક્ત થયેલો મૂળ ઇલેક્ટ્રોન હોલની આ ગતિ માટેની પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતો નથી.
- આ મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન સ્વતંત્ર રીતે વાહક ઇલેક્ટ્રોન તરીકે ગતિ કરે છે, જેના પરિણામે આપેલ વિદ્યુતક્ષેત્રની અસર હેઠળ ઇલેક્ટ્રોન પ્રવાહ I_e મળે છે.
- વિદ્યુતક્ષેત્રની અસર હેઠળ આ હોલ ઋણ સ્થિતિમાન તરફ ગતિ કરે છે, જેના પરિણામે હોલ પ્રવાહ I_h મળે છે.
- આમ, કુલ પ્રવાહ I એ ઇલેક્ટ્રોન પ્રવાહ I_e અને હોલ પ્રવાહ I_h ના સરવાળા જેટલો હોય છે.

  $\therefore I = I_e + I_h$ ... (1)
- વાહક ઇલેક્ટ્રોન અને હોલના ઉદ્‌ભવની પ્રક્રિયા ઉપરાંત ઇલેક્ટ્રોનના હોલ સાથે પુનઃ સંયોજનની પ્રક્રિયા પણ ચાલુ હોય છે.
- સંતુલન સ્થિતિમાં વિદ્યુતભાર વાહકોના (જોડકાના) ઉદ્‌ભવ દર અને એકબીજામાં ભળવાનો દર સમાન હોય છે. ઇલેક્ટ્રોન જ્યારે હોલ સાથે અથડાય ત્યારે આવું પુનઃ સંયોજન થતું હોય છે.

27.

- 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