લિબર્ટી પેપરસેટ

ધોરણ 12 : ભૌતિક વિજ્ઞાન

Full Solution

સમય : 3 કલાક

અસાઈનમેન્ટ પ્રશ્નપત્ર 4

Part A

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

વિભાગ A

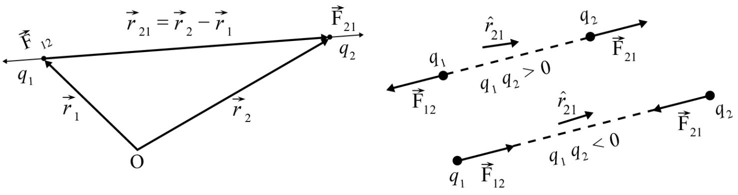
➢ **નીચે આપેલા પ્રશ્નોના માગ્યા મુજબ ઉત્તર આપો : (દરેક પ્રશ્નના ૨ ગુણ)**

1.

➥ કુલંબનો નિયમ :

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

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



(a) (b)

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

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

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

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

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

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

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

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

(એકમ સદિશનો ઉપયોગ દિશા દર્શાવવા માટે થાય છે.)

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

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

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

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

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

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

q_2 વિદ્યુતભાર વડે q_1 વિદ્યુતભાર પર લાગતું બળ

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

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

પરંતુ, $\hat{r}_{12} = -\hat{r}_{21}$

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

સમીકરણ (1) અને સમીકરણ (2) પરથી,

$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ મળે.

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

2.

➥ 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.

3.

➥ આદર્શ ટ્રાન્સફોર્મરની કાર્યક્ષમતા 100% હોય છે, તેથી ઇનપુટ પાવર અને આઉટપુટ પાવર સમાન થાય છે.

$\therefore I_p \upsilon_p = I_s \upsilon_s$

$\therefore \dfrac{\upsilon_s}{\upsilon_p} = \dfrac{I_p}{I_s}$ ..... (1)

➥ પરંતુ $\dfrac{\upsilon_s}{\upsilon_p} = \dfrac{N_s}{N_p}$ હોવાથી, સમીકરણ (1) પરથી

$\dfrac{\upsilon_s}{\upsilon_p} = \dfrac{N_s}{N_p} = \dfrac{I_p}{I_s}$ મળે છે.

➥ આ સમીકરણ પરથી,

$\dfrac{\upsilon_s}{\upsilon_p} = \dfrac{N_s}{N_p}$	$\dfrac{N_s}{N_p} = \dfrac{I_p}{I_s}$
$\therefore \upsilon_s = \left(\dfrac{N_s}{N_p}\right) \cdot \upsilon_p$ ... (2)	$\therefore I_s = \dfrac{N_p}{N_s} \cdot I_p$ ... (3)

➥ સમી. (2) અને (3) પરથી,

(i) જો $N_s > N_p$ હોય, તો $\upsilon_s > \upsilon_p$ મળે છે. એટલે કે, વોલ્ટેજમાં વધારો (સ્ટેપઅપ) થાય છે. આ ટ્રાન્સફોર્મરને સ્ટેપઅપ ટ્રાન્સફોર્મર કહે છે.

(ii) જો $N_s < N_p$ હોય, તો $\upsilon_s < \upsilon_p$ મળે છે. એટલે કે, વોલ્ટેજમાં ઘટાડો (સ્ટેપડાઉન) થાય છે. આ ટ્રાન્સફોર્મરને સ્ટેપડાઉન ટ્રાન્સફોર્મર કહે છે.

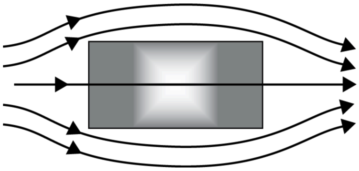
4.

➥ ડાયામેગ્નેટિઝમની સરળ સમજૂતી :

➥ પરમાણુમાં ન્યુક્લિયસની આસપાસ કક્ષીય ભ્રમણ કરતાં ઇલેક્ટ્રોન કક્ષીય કોણીય વેગમાન ધરાવે છે. કક્ષામાં ભ્રમણ કરતાં આ ઇલેક્ટ્રોન વિદ્યુતપ્રવાહ ધારિત ગૂંચળાને સમતુલ્ય છે, તેથી તે કક્ષીય ચુંબકીય ચાકમાત્રા ધરાવે છે.

➥ ડાયામેગ્નેટિક પદાર્થ એવા છે કે, જેમના માટે પરમાણુમાં પરિણામી ચુંબકીય ચાકમાત્રા શૂન્ય હોય છે. કારણ કે, ચુંબકીયક્ષેત્રની હાજરીમાં જે ઇલેક્ટ્રોનની ચુંબકીય ચાકમાત્રા ચુંબકીયક્ષેત્રની દિશામાં હોય તે ધીમા પડે છે અને જે ઇલેક્ટ્રોનની ચુંબકીય ચાકમાત્રા વિરુદ્ધ દિશામાં હોય તેની ઝડપમાં વધારો થાય છે. આવું લેન્ઝના નિયમ અનુસાર પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહના કારણે થાય છે.

➥ આમ, આ પદાર્થમાં ચુંબકીયક્ષેત્રની વિરુદ્ધ દિશામાં પરિણામી ચુંબકીય ચાકમાત્રા ઉત્પન્ન થાય છે, તેથી તે અપાકર્ષણ અનુભવે છે, જે ડાયામેગ્નેટિઝમની સરળ સમજૂતી છે.



- આકૃતિમાં સમાન ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકેલો ડાયામેગ્નેટિક પદાર્થ દર્શાવેલ છે. તેમાં ક્ષેત્રરેખાઓ અપાકર્ષાય છે. એટલે કે, બહાર તરફ ધકેલાય છે અને પદાર્થમાં ક્ષેત્રની તીવ્રતા ઘટે છે. આ ઘટાડો 10^5 માં એક ભાગ જેટલો થોડોક જ હોય છે.
- જો ડાયામેગ્નેટિક પદાર્થને અસમાન ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે તો પ્રબળથી નબળા ક્ષેત્ર તરફ પરિણામી બળ અનુભવે છે. એટલે કે, તે અપાકર્ષણ અનુભવે છે.
- ઉદા. બિસ્મથ, કોપર, લેડ (સીસુ), સિલિકોન, નાઇટ્રોજન, પાણી અને સોડિયમ ક્લોરાઇડ, વગેરે.
- ડાયામેગ્નેટિક પદાર્થ માટે χ (ચુંબકીય સસેપ્ટિબિલિટી) નું મૂલ્ય ઋણ મળે છે. $(-1 \le \chi < 0)$

5.

- l લંબાઈ અને A આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતાં સોલેનોઇડ માટે,

  I = પસાર કરેલ પ્રવાહ,

  N = કુલ આંટાની સંખ્યા

  n = એકમ લંબાઈદીઠ આંટાની સંખ્યા

  $\therefore N = nl$
- સોલેનોઇડમાં ઉદ્ભવતું ચુંબકીયક્ષેત્ર,

  $B = \propto_0 n I$
- સંકળાતું કુલ ચુંબકીય ફ્લક્સ,

  $N\varphi_B = (nl)\, AB = (nl)\, (\propto_0 n\, I)\, (A)$ ..... (1)
- સોલેનોઇડનું આત્મપ્રેરકત્વ,

  $L = \dfrac{N\,\phi_B}{I}$ ..... (2)

  સમીકરણ (1) અને (2) પરથી,

  $L = \dfrac{\mu_0 n^2 A l\, I}{I}$

  $\therefore L = \propto_0 n^2 A l$ ..... (3)

  સમીકરણ (3) સોલેનોઇડ માટે આત્મપ્રેરકત્વનું સૂત્ર છે.
- જો સોલેનોઇડની અંદર $\propto_r$ સાપેક્ષ પરમિએબિલિટી વાળું દ્રવ્ય ભરેલ હોય, તો

  આત્મપ્રેરકત્વ $L = \propto_r \propto_0 n^2 A l$ ..... (4)
- ગૂંચળાનું આત્મપ્રેરકત્વ તેના આકાર-પરિમાણ ઉપરાંત જે માધ્યમ પર વીંટાળેલ છે તેની પરમિએબિલિટી પર આધારિત છે.

6.

- હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન પર લાગતુ કેન્દ્રગામી બળ એ પ્રોટોન દ્વારા લાગતુ કુલંબ બળ પૂરું પાડે છે.
- કેન્દ્રગામી બળ = કુલંબ બળ

  $\dfrac{m\upsilon^2}{r} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{e^2}{r^2}$

  $\therefore m\upsilon^2 = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{e^2}{r}$

  $\therefore \dfrac{1}{2}m\upsilon^2 = \dfrac{1}{8\pi\varepsilon_0}\dfrac{e^2}{r}$

  $\therefore k = \dfrac{1}{8\pi\varepsilon_0}\dfrac{e^2}{r}$ ... (1)
- હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન અને પ્રોટોનના બનતા તંત્રની સ્થિતિ ઊર્જા

$$U = \frac{k(e)(-e)}{r}$$

$$U = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} \quad ...(2)$$

➥ હાઇડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જા.

$$E = k + U$$

$$E = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r} - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r}$$

$$\therefore E = -\frac{1}{8\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

➥ અહીં ઇલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જા ઋણ છે જે દર્શાવે છે કે ઇલેક્ટ્રોન ન્યુક્લિયસ સાથે બંધિત છે.

7.

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

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

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

$${}_1^1H + {}_1^1H \rightarrow {}_1^2H + e^+ + \nu + 0.42 \text{ MeV} \quad .....(i)$$

$$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma + 1.02 \text{ MeV} \quad .... (ii)$$

$${}_1^2H + {}_1^1H \rightarrow {}_2^3He + \gamma + 5.49 \text{ MeV} \quad .... (iii)$$

$${}_2^3He + {}_2^3He \rightarrow {}_2^4He + {}_1^1H + {}_1^1H + 12.86 \text{ MeV} \quad .... (iv)$$

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

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

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

અથવા

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

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

8.

➥ 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

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

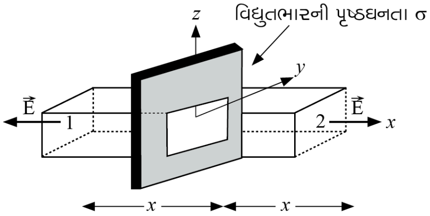
➥ હોલની સંખ્યા-ઘનતા (n_h)

$$n_i^2 = n_e \times n_h$$

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

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

9.

➥ 

➥ આકૃતિમાં સમાન રીતે વિદ્યુતભારિત એવું અનંત સમતલ દર્શાવેલ છે. સમતલ પર વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠઘનતા σ છે.

➥ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા અનુસાર X-અક્ષ સમતલને લંબરૂપે આવેલ છે, તેથી વિદ્યુતક્ષેત્ર Y અને Z યામ પર આધારિત નથી અને દરેક બિંદુએ વિદ્યુતક્ષેત્રની દિશા X-અક્ષને સમાંતર મળે છે.

➥ અહીં ગોસીયન સપાટી તરીકે A આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો લંબઘન કલ્પવામાં આવે છે. જે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.

➥ આકૃતિ પરથી જોઈ શકાય છે કે, ફક્ત સપાટી-1 અને સપાટી-2 જ ફ્લક્સમાં ભાગ ભજવે છે, જ્યારે બાકી સપાટીઓ માટે વિદ્યુતક્ષેત્ર રેખાઓ સપાટીને સમાંતર છે તેથી તે ફ્લક્સમાં ભાગ ભજવશે નહીં.

➥ તેથી, ગોસિયન સપાટીમાંથી પસાર થતું કુલ ફ્લક્સ

φ = સપાટી 1 માંથી પસાર થતું વિદ્યુત ફ્લક્સ + સપાટી 2 માંથી પસાર થતું વિદ્યુત ફ્લક્સ

$\therefore \varphi = \text{EA} \cos 0 + \text{EA} \cos 0$

$\therefore \varphi = \text{EA} + \text{EA} = 2\text{EA}$ ... (1)

➥ ગોસના નિયમ અનુસાર,

$\varphi = \frac{q}{\varepsilon_0}$ ... (2)

આમ, $2\text{EA} = \frac{q}{\varepsilon_0}$ ... (3)

અહીં, q = ગોસિયન પૃષ્ઠ વડે ઘેરાયેલ વિદ્યુતભાર

q = વિદ્યુતભારની પૃષ્ઠઘનતા × ક્ષેત્રફળ

$\therefore q = \sigma\text{A}$

➥ સમીકરણ (3) માં કિંમત મૂકતાં,

$\therefore 2\text{EA} = \frac{\sigma \text{A}}{\varepsilon_0}$

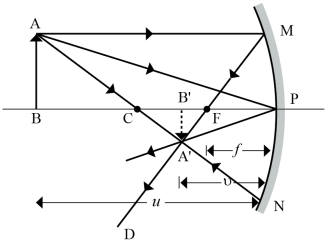
$\therefore \text{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

➥ સદિશ સ્વરૂપ $\vec{\text{E}} = \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right) \hat{n}$

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

➥ જે વિદ્યુતભારિત સમતલને લંબ અને સમતલથી દૂર તરફની દિશામાં મળે છે.

10.

➥ 

➥ આકૃતિમાં નાના દર્પણમુખવાળો અરીસો દર્શાવેલ છે. અરીસાની સામે વક્રતાકેન્દ્રથી થોડે દૂર વસ્તુ AB મૂકવામાં આવેલ છે.

➥ Aમાંથી નીકળતાં ત્રણ કિરણો અરીસા વડે પરાવર્તન પામી A’ બિંદુ પાસે ભેગાં થાય છે. જેથી વસ્તુ ABનું પ્રતિબિંબ C અને F વચ્ચે A’B’ મળે છે.

➥ આકૃતિ પરથી બે કાટકોણ ત્રિકોણ ΔA’B’F અને ΔMPF સમરૂપ ત્રિકોણ છે. (પેરેક્સિઅલ કિરણો માટે MPને મુખ્ય અક્ષ CPને લંબ સુરેખા ગણી શકાય.)

➥ આથી, $\frac{A'B'}{MP} = \frac{B'F}{FP}$ ... (1)

➥ તેમજ બે કાટકોણ ત્રિકોણ ΔABP અને ΔA’B’P સમરૂપ ત્રિકોણ છે.

આથી, $\frac{A'B'}{AB} = \frac{B'P}{BP}$

પરંતુ, AB = MP

$\therefore \frac{A'B'}{MP} = \frac{B'P}{BP}$ ... (2)

➥ સમીકરણ (1) અને (2) ને સરખાવતાં,

$\therefore \frac{B'F}{FP} = \frac{B'P}{BP}$

પરંતુ, B’F = B’P – FP

$\therefore \frac{B'P - FP}{FP} = \frac{B'P}{BP}$

➥ પરંતુ, B’P = –υ, FP = –*f*, BP = – *u* (સંજ્ઞા પદ્ધતિ અનુસાર ત્રણેય અંતરો ઋણ લેવામાં આવે છે.)

$\frac{-v + f}{-f} = \frac{-v}{-u}$

$\therefore \frac{-v}{-f} - \frac{f}{f} = \frac{v}{u}$

$\therefore \frac{v}{f} - 1 = \frac{v}{u}$

➥ સમીકરણને υ વડે ભાગતાં,

$\therefore \frac{v}{fv} - \frac{1}{v} = \frac{v}{uv}$

$\therefore \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{u}$

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

➥ આ સમીકરણને અરીસાનું સૂત્ર કહે છે.

11.

➥

	વ્યતિકરણ ભાત	વિવર્તનભાત
(1)	વ્યતિકરણ ભાતમાં જોવા મળતી બધી જ શલાકાની તીવ્રતા એકસમાન હોય છે.	વિવર્તનભાતમાં મધ્યસ્થ અધિકતમની તીવ્રતા સૌથી વધુ અને ત્યારબાદ ક્રમશઃ આવતી શલાકાની તીવ્રતા ઘટે છે.
(2)	વ્યતિકરણ ભાતમાં બધી જ શલાકાઓની પહોળાઈ એકસમાન હોય છે.	વિવર્તનભાતમાં મધ્યસ્થ અધિકતમની પહોળાઈ સૌથી વધુ અને ત્યારબાદ ક્રમશઃ આવતી શલાકાની પહોળાઈ ઘટતી જાય છે.
(3)	બે સાંકડી સ્લિટમાંથી ઉદ્ભવેલા બે તરંગોના સંપાતીકરણની મદદથી વ્યતિકરણ ભાત મળે છે.	એક સ્લિટના દરેક બિંદુ આગળથી ઉદ્ભવતા તરંગોની સતત હારમાળાના સંપાતીકરણને કારણે વિવર્તનભાત મળે છે.
(4)	સહાયક વ્યતિકરણ રચતા બિંદુ પાસે કળાતફાવત ±	મધ્યસ્થ અધિકતમ માટે θ ≈ 0

Liberty

	વ્યતિકરણ ભાત	વિવર્તનભાત
	$2n\pi$ (જ્યાં, $n = 0, 1, 2, ...$) હોય છે. જ્યારે વિનાશક વ્યતિકરણ રચનાબિંદુ પાસે કળાતફાવત $\pm (2n+1)\pi$ (જ્યાં $n = 0, 1, 2, 3, ...$)	ગૌણ અધિકતમ પાસે કળા તફાવત $\left(n+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{a}$ જ્યાં $n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, ...$ ગૌણ ન્યુનતમ પાસે કળા તફાવત $\frac{n\lambda}{a}$ જ્યાં $n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, ...$

12.

➥ થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ $\nu_0 = 3.3 \times 10^{14}$ Hz

આપાત પ્રકાશની આવૃત્તિ $\nu = 8.2 \times 10^{14}$ Hz

કટ-ઓફ વોલ્ટેજ $V_0 = ?$

➥ આઇન્સ્ટાઇનના સમીકરણ પ્રમાણે,

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

$eV_0 = h\nu - h\nu_0$ ($\because K_{max} = eV_0, \varphi_0 = h\nu_0$)

$\therefore V_0 = \frac{h(\nu - \nu_0)}{e}$

$V_0 = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times (8.2 \times 10^{14} - 3.3 \times 10^{14})}{1.6 \times 10^{-19}}$

$V_0 = 2$ V

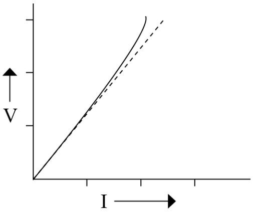
વિભાગ B

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

13.

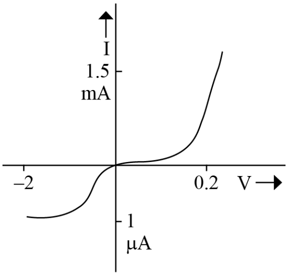
➥ ઓહ્મના નિયમની મર્યાદા નીચે મુજબ છે :

(a) V એ I ના સમપ્રમાણમાં રહે નહીં.



(a)

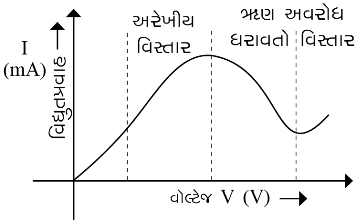
(b) V અને I વચ્ચેનો સંબંધ Vના ચિહ્ન ઉપર આધાર રાખે. બીજા શબ્દોમાં Vના કોઈ ચોક્કસ મૂલ્ય માટે પ્રવાહ I હોય, તો Vનું મૂલ્ય અચળ રાખી તેની દિશા ઉલટાવતાં સમાન મૂલ્ય ધરાવતો પરંતુ ઊલટી દિશામાં પ્રવાહ I ઉત્પન્ન થતો નથી. આવું ડાયોડના કિસ્સામાં બને છે.



(b)

(c) V અને I વચ્ચેનો સંબંધ અનન્ય ના હોય, એટલે કે, સમાન પ્રવાહ I માટે V નું એક કરતાં વધારે મૂલ્ય મળે.

ઉદા. GaAs (ગેલિયમ આર્સેનાઇડ)



(c)

14.

➥ N = 100 આંટા, I = 3.2 A

$R = 10$ cm

$R = 0.1$ m

➥ (a) ગૂંચળાના કેન્દ્રમાં ચુંબકીયક્ષેત્ર

$B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ પરથી,

$\therefore B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 3.2}{2 \times 0.1}$

અહીં, $\pi \times 3.2 = 10$ લેતાં,

$B = \frac{4 \times 10 \times 10^{-5}}{2 \times 10^{-1}}$

$B = 2 \times 10^{-3}$ T

➥ જમણા હાથના અંગૂઠાના નિયમ પરથી આ ચુંબકીયક્ષેત્રની દિશા મેળવી શકાય છે.

(b) ચુંબકીય ડાઇપોલ મોમેન્ટ (m)

$m = NAI$

$= N(\pi R^2)I$

$= 100 \times 3.14 \times (0.1)^2 \times 3.2$

પરંતુ $3.14 \times 3.2 = 10$ લેતાં,

$\therefore m = 100 \times 10 \times 0.01$

$\therefore m = 10\ Am^2$

(c) B = 2T

$\theta_i = 0°,\ \theta_f = 90°$

➥ પ્રારંભિક અવસ્થામાં લાગતું ટોર્ક

$\tau_i = mB \sin \theta_i$

પરંતુ $\theta_i = 0$ હોવાથી $\sin \theta_i = 0$ થાય.

$\therefore \tau_i = 0$

➥ આમ, પ્રારંભિક અવસ્થામાં ટોર્ક શૂન્ય છે.

➥ અંતિમ અવસ્થામાં લાગતું ટોર્ક

$\tau_f = mB \sin \theta_f$

પરંતુ, $\theta_f = 90°$ હોવાથી $\sin \theta_f = 1$ થાય.

$\therefore \tau_f = mB$

$= 10 \times 2$

$\tau_f = 20$ Nm

(d) ગૂંચળા પર લાગતું ટોર્ક

Liberty

$\tau = mB \sin \theta$

$\therefore i\alpha = mB \sin \theta$ ($\because \tau = i\alpha$)

જ્યાં, i - ગૂંચળાની જડત્વની ચાકમાત્રા

$\therefore i \dfrac{d\omega}{dt} = mB \sin \theta$

$\therefore i \dfrac{d\omega}{d\theta} \cdot \dfrac{d\theta}{dt} = mB \sin \theta$

પરંતુ, $\dfrac{d\theta}{dt} = \omega$ કોણીય ઝડપ

$\therefore i \, \omega \, d\omega = mB \sin \theta \, d\theta$

જ્યારે $\theta = 0$ ત્યારે $\omega = 0$

$\theta = \dfrac{\pi}{2}$ ત્યારે $\omega = \omega$

➥ સમીકરણનું સંકલન કરતાં,

$$i \int_0^{\omega} \omega \, d\omega = mB \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \theta \, d\theta$$

$$\therefore i \left(\frac{\omega^2}{2}\right)_0^{\omega} = mB \, (-\cos \theta)_0^{\frac{\pi}{2}}$$

$$\therefore i \left(\frac{\omega^2}{2} - 0\right) = mB \left(-\cos \frac{\pi}{2} + \cos 0\right)$$

$$\therefore i \left(\frac{\omega^2}{2}\right) = mB \, (0 + 1)$$

$$\therefore \omega^2 = \frac{2\,mB}{i}$$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{2\,mB}{i}}$$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{2 \times 10 \times 2}{0.1}}$$

$$\therefore \omega = \sqrt{400}$$

$$\therefore \omega = 20 \text{ rad/s}$$

15.

➥ $\lambda_1 = 650$ nm

$\lambda_2 = 520$ nm

➥ (a) $n = 3$ (પ્રકાશિત શલાકા)

D = 90 cm $d = 0.15$ cm

➠ સહાયક વ્યતિકરણ માટે પથતફાવત $= n\lambda$

જ્યાં, $n = 0, 1, 2, 3 \ldots$

પરંતુ પથતફાવત $= \dfrac{xd}{D}$

આમ, $\dfrac{xd}{D} = n\lambda$ મળે.

➠ λ_1 તરંગલંબાઈ માટે,

$$\therefore \frac{xd}{D} = n\lambda_1$$

$$\therefore x = \frac{n\lambda_1 D}{d}$$

$$\therefore x = \frac{3 \times 650 \times 10^{-9} \times 90 \times 10^{-2}}{0.15 \times 10^{-2}}$$

$$\therefore x = 1170000 \times 10^{-9}$$

$\therefore x = 1.17 \times 10^{-3}$ m

$\therefore x = 1.17$ mm

➥ (b) ધારો કે, $\lambda_1 = 650$ nm તરંગલંબાઈવાળા પ્રકાશ માટે n_1 માં ક્રમની શલાકા અને $\lambda_2 = 520$ nm તરંગલંબાઈ વાળા પ્રકાશ માટે n_2 મા ક્રમની શલાકા એકબીજા પર સંપાત થાય છે.

➠ પરિણામે બંને માટે પથતફાવત સમાન થાય છે.

$\therefore n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2$

$$\therefore \frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{520}{650}$$

$$\therefore \frac{n_1}{n_2} = \frac{4}{5} \quad \dots (1)$$

➠ મધ્યસ્થ અધિકતમથી ઓછામાં ઓછા અંતર માટે $n_1 = 4$ અને $n_2 = 5$ મળે છે.

➠ λ_1 તરંગલંબાઈવાળા પ્રકાશ માટે, પથતફાવત $= n_1\lambda_1$

પરંતુ પથતફાવત $= \dfrac{xd}{D}$

$$\therefore \frac{xd}{D} = n_1\lambda_1$$

$$x = \frac{n_1\lambda_1 D}{d} = \frac{4 \times 650 \times 10^{-9} \times 90 \times 10^{-2}}{0.15 \times 10^{-2}}$$

$\therefore x = 1560000 \times 10^{-9}$

$\therefore x = 1.56 \times 10^{-3}$ m

$\therefore x = 1.56$ mm

➠ આમ, બંને શલાકાઓ મધ્યસ્થ અધિકતમની શલાકાથી 1.56 mm અંતરે એકબીજા પર સંપાત થશે.

16.

➥ પ્રકાશની તરંગલંબાઈ $\lambda = 632.8$ nm

પ્રકાશનો પાવર P = 9.42 mW

➥ (a) એક (દરેક) ફોટોનની ઊર્જા

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\therefore E = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{632.8 \times 10^{-9}}$$

$\therefore E = 0.03141 \times 10^{-17}$

$E = 3.141 \times 10^{-19}$ J

$$E = \frac{3.141 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \ eV$$

$= 1.963\ eV$

➠ એક ફોટોનનું વેગમાન,

$$p = \frac{h\nu}{c} \quad (\because c = \nu\lambda)$$

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

$$p = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{632.8 \times 10^{-9}}$$

$p = 0.01047 \times 10^{-25}$

$p = 1.047 \times 10^{-27}$ kg m/s

➥ (b) ધારો કે, એક સેકન્ડમાં આપાત થતાં ફોટોનની સંખ્યા n છે.

➠ પ્રકાશનો પાવર $p = \frac{E_n}{t}$ (જ્યાં, E_n = પ્રકાશ (વિકિરણ)ની ઊર્જા)

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

$\therefore p = \frac{nhc}{t\lambda}$ $(\because c = v\lambda)$

$\therefore n = \frac{p\lambda t}{hc}$

$n = \frac{9.42 \times 10^{-3} \times 632.8 \times 10^{-9} \times 1}{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}$

$n = 299.92 \times 10^{14}$

$n = 2.999 \times 10^{16}$

$n = 3 \times 10^{16}$ $\frac{\text{ફોટોન્સ}}{\text{સેકન્ડ}}$

➥ (c) હાઇડ્રોજન પરમાણુ (H)નો પરમાણુભાર 1g/mol છે.

$\therefore$ પરમાણુઓ $\rightarrow$ દળ

6.022×10^{23} $\rightarrow$ 1 g

(NA)

1 $\rightarrow$ (?)

➠ એક H-પરમાણુનું દળ,

$m = \frac{1 \times 1}{6.022 \times 10^{23}}$ g

$\therefore m = 0.166 \times 10^{-23}$ g

$m = 1.66 \times 10^{-27}$ kg (પ્રોટોનનું દળ)

➠ હવે, (H-પરમાણુનું વેગમાન) = (ફોટોનનું વેગમાન)

$\therefore mv = 1.047 \times 10^{-25} \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$

➠ H-પરમાણુનો વેગ,

$v = \frac{1.047 \times 10^{-27}}{1.66 \times 10^{-27}}$

$v = 0.6307$ m/s

➥ આમ, H-પરમાણુને 0.6307 m/s ના વેગથી ગતિ કરવી પડે.

17.

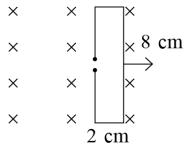
➥ $l = 8 \text{ cm} = 8 \cdot 10^{-2}$ m

$b = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2}$ m

B = 0.3 T

$\upsilon = 1 \text{ cm/s} = 1 \cdot 10^{-2}$ m/s

(a) ગાળાનો વેગ લાંબી બાજુને લંબરૂપે હોય



➠ લૂપમાં પ્રેરિત થતું *emf*

$\varepsilon = B\upsilon l$

$\therefore \varepsilon = 0.3 \cdot 1 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot 10^{-2}$

Liberty

$\therefore \varepsilon = 2.4 \cdot 10^{-4}$ V

$\therefore \varepsilon = 0.24$ mV

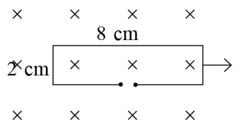
- જ્યાં સુધી નાની બાજુ ચુંબકીયક્ષેત્રમાંથી સંપૂર્ણપણે બહાર ન નીકળી જાય ત્યાં સુધી લૂપમાં પ્રેરિત *emf* ઉત્પન્ન થાય છે.
- ધારો કે પ્રેરિત *emf* t સમય સુધી ઉદ્‌ભવે છે.

➥ $\therefore \upsilon = \dfrac{b}{t}$ પરથી

➥ $t = \dfrac{b}{\upsilon} = \dfrac{2 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-2}}$

➥ $\therefore t = 2$ s

➥ (b) ગાળાનો વેગ ટૂંકી બાજુને લંબરૂપે હોય

➥ 

- લૂપમાં પ્રેરિત થતું *emf*

$\varepsilon = B\upsilon b$

$\therefore \varepsilon = 0.3 \cdot 1 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-2}$

$\therefore \varepsilon = 0.6 \cdot 10^{-4}$ V

$\therefore \varepsilon = 0.06$ mV

- જ્યાં સુધી મોટી બાજુ ચુંબકીયક્ષેત્રમાંથી સંપૂર્ણપણે બહાર ન નીકળી જાય ત્યાં સુધી લૂપમાં *emf* પ્રેરિત થાય છે.
- પ્રેરિત *emf* નો સમય (t)

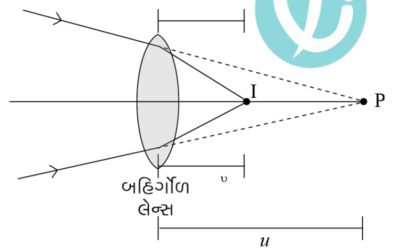
$\therefore \upsilon = \dfrac{l}{t}$ પરથી

$t = \dfrac{l}{\upsilon} = \dfrac{8 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-2}}$

$\therefore t = 8$ s

18.

➥ (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,

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

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

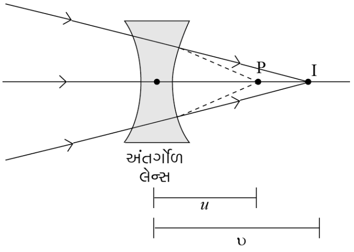
$\therefore \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{20} + \frac{1}{12}$

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

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

19.

➥ શ્રેણીજોડાણ અને સમાંતર જોડાણ વચ્ચેનો તફાવત

➥

	શ્રેણીજોડાણ	સમાંતર જોડાણ
1	દરેક કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર સમાન હોય છે.	દરેક કેપેસિટર પરનો વિદ્યુતભાર જુદો જુદો હોય છે.
2	દરેક કેપેસિટરના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત જુદો જુદો હોય છે.	દરેક કેપેસિટરના બે છેડા વચ્ચે વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત સમાન હોય છે.
3	શ્રેણીજોડાણનું સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$	સમાંતર જોડાણ માટે સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$
4	સમતુલ્ય કેપેસિટન્સનું મૂલ્ય નાનામાં નાના કેપેસિટન્સના મૂલ્યથી પણ નાનું હોય છે.	સમતુલ્ય કેપેસિટન્સનું મૂલ્ય મોટામાં મોટા કેપેસિટન્સના મૂલ્યથી પણ મોટું હોય છે.

Liberty

20.

➥ V = 220 V,

P = 100 W

(a) બલ્બનો અવરોધ (R)

$\therefore P = \frac{V^2}{R}$ પરથી,

$\therefore R = \frac{V^2}{P}$

$= \frac{220 \times 220}{100}$

$\therefore R = 484\ \Omega$

(b) સ્ત્રોત વોલ્ટેજનું મહત્તમ મૂલ્ય (υ_m)

$\therefore \upsilon_m = \sqrt{2}\ V$

$\therefore \upsilon_m = (1.414)(220)$

$\therefore \upsilon_m = 311\ V$

(c) બલ્બમાંથી વહેતા પ્રવાહનું rms મૂલ્ય,

$\therefore I = \frac{V}{R} = \frac{220}{484}$

$\therefore I = 0.454\ A$

21.

➥ ધારો કે α-કણ માટે distance of closest approach (નજીકતમ અંતર) d છે.

➥ ઊર્જા સંરક્ષણના નિયમ અનુસાર આ વખતે α-કણની ગતિ ઊર્જાનું રૂપાંતરણ સ્થિતિ ઊર્જામાં થાય છે.

∴ α-કણની ગતિઊર્જા = α-કણ અને સુવર્ણના ન્યુક્લિયસથી બનતા તંત્રની સ્થિતિ ઊર્જા

$\therefore 7.7\ MeV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{(2e)(Ze)}{d}$

$\therefore d = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{(2e)(Ze)}{7.7\ MeV}$

$\therefore d = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times (1.6 \times 10^{-19})^2 (79)}{7.7 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}$

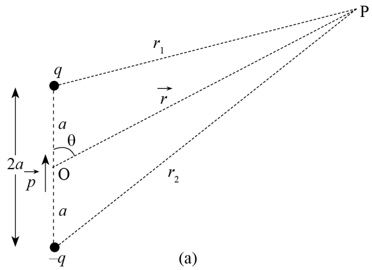
$d = 3.0 \times 10^{-19}\ m$

$= 30\ fm$

વિભાગ C

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

22.

➥ 

(a)

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

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

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

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

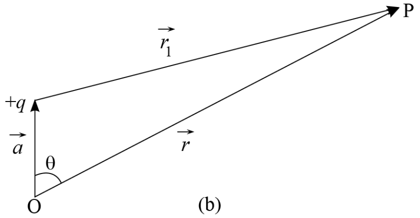
$$V_2 = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r_2}$$

➥ સંપાતપણાના સિદ્ધાંત અનુસાર P બિંદુ પાસે કુલ વિદ્યુત સ્થિતિમાન

$$V = V_1 + V_2$$

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

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



(b)

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

➥ આકૃતિ (b) પરથી,

$$\vec{r} = \vec{a} + \vec{r_1}$$

$$\therefore \vec{r_1} = \vec{r} - \vec{a}$$

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

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

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

પરિણામે તેને સમીકરણમાંથી અવગણી શકાય છે.

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

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

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

➥ દ્વિપદી પ્રમેય અનુસાર વિસ્તરણ આપતાં,

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

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

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

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

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

મેળવી શકાય છે.

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

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

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

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

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

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

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

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

અથવા

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

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

23.

➥ $V_m = 283$ V

$v = 50$ Hz

R = 3 Ω

C = 796 $\propto$F

L = 25.48 mH

➥ (a) પરિપથનો ઇમ્પિડન્સ (Z),

➠ ઇન્ડક્ટિવ રિએક્ટન્સ (X_L)

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

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

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

$\therefore X_L = 8\ \Omega$

➠ કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ (X_C)

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

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

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

$\therefore X_C = 4\ \Omega$

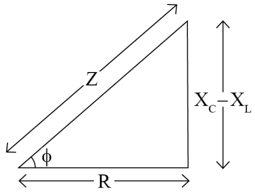
$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$

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

$\therefore Z = 5\ \Omega$

(b) કળા તફાવત (φ)

Liberty



(ઇમ્પિડન્સ ડાયાગ્રામ)

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

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

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

$$\tan \varphi = -1.3333$$

$$\varphi = -53.1°$$

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

(c) પરિપથમાં વ્યય થતો પાવર,

$$P = I^2 R$$

પરંતુ $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

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

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

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

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

(d) પાવર ફેક્ટર

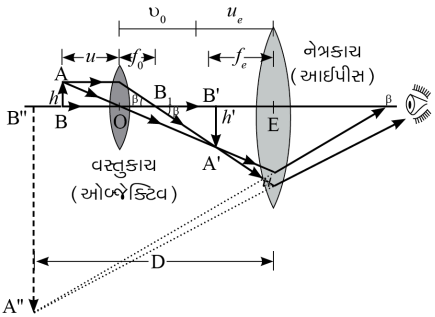
$$\cos \varphi = \cos(-53.1°)$$

$$= \cos 53.1°$$

$$= 0.6$$

24.

➥



➥ $f_0 = 2.0$ cm

$f_e = 6.25$ cm

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

➠ $\upsilon_e = -25$ cm

➠ આઇપીસ (નેત્રકાચ) માટે લેન્સનું સૂત્ર લાગુ પાડતાં,

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

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

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

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

$\therefore u_e = -5$ cm

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

➠ બે લેન્સ વચ્ચેનું અંતર,

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

$\therefore \upsilon_0 + 5 = 15$

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

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

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

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

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

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

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

$\therefore u_0 = -2.5$ cm

➠ આમ, વસ્તુને ઓબ્જેક્ટિવથી 2.5 cm અંતરે રાખવી જોઈએ.

➠ માઇક્રોસ્કોપની મોટવશક્તિ,

$m = m_0 \times m_e$

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

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

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

$\therefore m = 20$

➥ (b) અંતિમ પ્રતિબિંબ અનંત અંતરે રચાય છે.

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

➠ આઇપીસ માટે લેન્સનું સૂત્ર લાગુ પાડતાં,

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

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

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

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

$\therefore u_e = -6.25$ cm

Liberty

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

આઇપીસ માટે :

➠ બે લેન્સ વચ્ચેનું અંતર

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

$\therefore \upsilon_0 + 6.25 = 15$

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

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

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

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

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

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

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

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

$\therefore u_0 = -2.59$ cm

➠ આમ, વસ્તુને ઓબ્જેક્ટિવથી 2.59 cm અંતરે રાખવી જોઈએ.

➠ માઇક્રોસ્કોપની મોટવશક્તિ,

$m = m_0 \times m_e$

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

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

$\therefore m = 13.5$

25.

➥ ડ્યુટેરિયમનો પરમાણુ ભાર 2 ગ્રામ/મોલ

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

➥ પરમાણુઓની સંખ્યા

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

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

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

N પરમાણુના સંલયનથી છૂટી પડતી ઊર્જા

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

26.

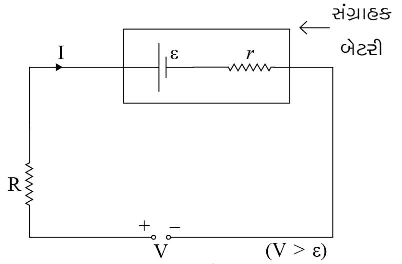
➥ $\varepsilon = 8\text{V}$

$r = 0.5\ \Omega$

$V = 120\text{V}$

$R = 15.5\ \Omega$

➥



(બેટરીની ચાર્જિંગ પરિસ્થિતિ)

➥ જ્યારે બેટરીને વિદ્યુતભારિત કરવામાં આવે ત્યારે પરિપથમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહને ચાર્જિંગ પ્રવાહ કહે છે.

$$\therefore \text{ ચાર્જિંગ પ્રવાહ } I = \frac{V - \varepsilon}{R + r}$$

$$\therefore I = \frac{120 - 8}{15.5 + 0.5}$$

$$\therefore I = \frac{112}{16}$$

$\therefore I = 7$ A

➥ બેટરીનો ટર્મિનલ વોલ્ટેજ,

$V' = \varepsilon - (-I)r$

$\therefore V' = \varepsilon + Ir$

$= 8 + (7)(0.5)$

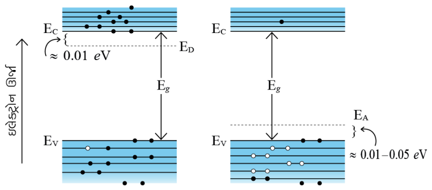
$= 8 + 3.5$

$= 11.5$ V

➥ સંગ્રાહક બેટરીને વિદ્યુતભારણ કરતી વખતે પરિપથમાં બાહ્ય અવરોધ એટલા માટે જોડવામાં આવે છે કે, જેથી D.C. સપ્લાયમાંથી મળતો પ્રવાહ જરૂરિયાત મુજબ ઘટાડી શકાય છે. જેથી ઉષ્મા-ઊર્જાવ્યય ઘટાડી શકાય છે.

27.

➥ અર્ધવાહકના ઊર્જા બેન્ડની રચના ડોપિંગને કારણે બદલાય છે. અશુદ્ધ અર્ધવાહકોમાં દાતા અશુદ્ધિઓ અને સ્વીકારનાર અશુદ્ધિઓના કારણે વધારાનાં ઊર્જાસ્તરો (E_D અને E_A) પર હાજર હોય છે.



(a) T > 0 K
એક ઉષ્માજનિત ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડકું,
તથા દાતા પરમાણુઓના 9 ઇલેક્ટ્રોન

(b) T > 0 K

➥ n-પ્રકારના Si અર્ધવાહકમાં દાતા ઊર્જાસ્તર E_D એ કન્ડક્શન બેન્ડના તળિયાના સ્તરમાંથી થોડુંક નીચે હોય છે અને આ સ્તરમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રોનને બહુ ઓછી ઊર્જા આપવાથી પણ કન્ડક્શન બેન્ડમાં જાય છે.

➥ ઓરડાના તાપમાને મોટા ભાગના દાતા પરમાણુઓ આયનીકૃત થાય છે, પરંતુ Si ના ઘણા ઓછા ($\sim 10^{12}$) પરમાણુઓ આયનીકૃત થાય છે. આથી, કન્ડક્શન બેન્ડમાં મોટા ભાગના ઇલેક્ટ્રોન દાતા અશુદ્ધિમાંથી મળે છે, જે આકૃતિ (a)માં દર્શાવેલ છે.

➥ p-પ્રકારના અર્ધવાહક માટે એક્સેપ્ટર ઊર્જા સ્તર E_A, વેલેન્સ બેન્ડ E_V ના ટોચના સ્તરથી થોડુંક ઉપર હોય છે, જે આકૃતિ (b)માં દર્શાવેલ છે.

➥ ઓરડાના તાપમાને મોટા ભાગના ગ્રાહી (એક્સેપ્ટર) પરમાણુઓ આયનીકૃત થાય છે, જે વેલેન્સ બેન્ડમાં હોલ ઉત્પન્ન કરે છે.

➥ આમ, ઓરડાના તાપમાને વેલેન્સ બેન્ડમાં હોલની સંખ્યા ઘનતા મોટે ભાગે અશુદ્ધ અર્ધવાહકમાં રહેલી અશુદ્ધિના કારણે હોય છે. ઉષ્મીય સંતુલનમાં ઇલેક્ટ્રોન અને હોલની સંખ્યા $n_e n_h = n_i^2$.

Liberty