1. **e વિદ્યુતભાર અને m દળનો કણ $\vec{E}$ અને $\vec{B}$ જેટલી સમાન તીવ્રતાવાળા વિદ્યુત અને ચુંબકીયક્ષેત્રમાં ગતિ કરે છે, તો પરિમાણરહિત અને T^{-1} પરિમાણ ધરાવતી ભૌતિકરાશિઓ મેળવો.**

➠ વિદ્યુતભાર ચુંબકીયક્ષેત્રમાં લંબરૂપે ગતિ કરે ત્યારે ચુંબકીય બળ જરૂરી કેન્દ્રગામી બળ પૂરું પાડે છે.

$$\frac{mv^2}{R} = qvB$$

$$\therefore \frac{qB}{m} = \frac{v}{R} = \omega$$

$$\therefore \omega = \frac{v}{R} = \frac{M^0L^1T^{-1}}{L^1} = T^{-1}$$

આમ, $[T^{-1}]$ પરિમાણ ધરાવતી ભૌતિકરાશિ કોણીય આવૃત્તિ (ω) છે.

➠ જ્યારે પરિમાણરહિત કોઈ જ રાશિ મળશે નહીં.

2. **અવકાશમાં એક સમઘન વિચારો. (જેની બાજુઓ યામ પદ્ધતિના સમતલને સમાંતર છે.) આ સમઘનમાં સમાન વિદ્યુતક્ષેત્ર અને ચુંબકીયક્ષેત્ર છે. આ સમઘનમાં એક ઇલેક્ટ્રૉન $\vec{v}$, $v_0\hat{i}$ વેગથી પ્રવેશે છે. xy-સમતલમાં આ ઇલેક્ટ્રૉનનો ગતિપથ સ્પાઇરલ (Spiral) આકારનો મળે છે, તો ઇલેક્ટ્રૉનના આ ગતિમાર્ગ માટે વિદ્યુતક્ષેત્ર અને ચુંબકીયક્ષેત્રનું વિતરણ સમજાવો.**

➠ ચુંબકીયક્ષેત્રના કારણે ઇલેક્ટ્રૉન xy-સમતલમાં વર્તુળ પથ પર ગતિ કરે છે. જ્યારે x-દિશાના વિદ્યુતક્ષેત્રના કારણે તેની રેખીય ઝડપ વધે છે, તેથી તેના વર્તુળ પથની ત્રિજ્યા વધે છે. આમ, ઇલેક્ટ્રૉન સ્પાઇરલ પથ પર ગતિ કરે છે.

➠ ચુંબકીયક્ષેત્ર $\vec{B} = B_0\hat{k}$ કરો.

ઇલેક્ટ્રૉનનો વેગ $\vec{v} = v_0\hat{i}$ છે.

ઇલેક્ટ્રૉન આ ચુંબકીયક્ષેત્રમાં દાખલ થાય ત્યારે તેના પર લાગતું ચુંબકીય બળ,

$$\vec{F} = -e\left(v_0\hat{i} \times B_0\hat{k}\right)$$

$$= -ev_0B_0(\hat{i} \times \hat{k})$$

$$= -ev_0B_0(-\hat{j})$$

$$\vec{F} = ev_0B_0(\hat{j})$$

આ બળના કારણે ઇલેક્ટ્રૉન xy-સમતલમાં વર્તુળ પથ પર ભ્રમણ કરશે.

➠ x-દિશામાં વિદ્યુતક્ષેત્રના કારણે ઇલેક્ટ્રૉન પર $\vec{F} = -eE_0(\hat{k})$ જેટલું વિદ્યુત બળ લાગે છે જેથી ઇલેક્ટ્રૉન પ્રવેગિત થાય છે અને તેનો ગતિમાર્ગ સ્પાઇરલ આકારનો થાય છે.

3. **વિદ્યુતપ્રવાહધારિત બંધ ગાળો સમાન ત્રિજ્યાના ત્રણ ક્વાર્ટર વર્તુળ (quarter circle) ધરાવે છે. આ અર્ધવર્તુળો અનુક્રમે xy, yz અને zx સમતલમાં છે અને તેમના કેન્દ્રો ઊગમબિંદુ પર સંપાત થાય છે, તો ઊગમબિંદુ પર ચુંબકીયક્ષેત્રનું મૂલ્ય અને દિશા શોધો.**

➠ I પ્રવાહધારિત, R ત્રિજ્યાવાળી ચાપ વર્તુળના કેન્દ્ર સાથે θ ખૂણો આંતરે તો ચાપના કેન્દ્ર પર ચુંબકીયક્ષેત્ર $B = \frac{\mu_0 I\theta}{4\pi R}$ મળે.

➠ *xy*-સમતલના પ્રવાહગાળાથી 0 પાસે ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\left(\frac{\pi}{2}\right)\hat{k}$$

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\cdot(2R)}\hat{k}$$

➠ *yz*-સમતલના પ્રવાહગાળાથી 0 પાસે ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{4\cdot(2R)}(\hat{i})$$

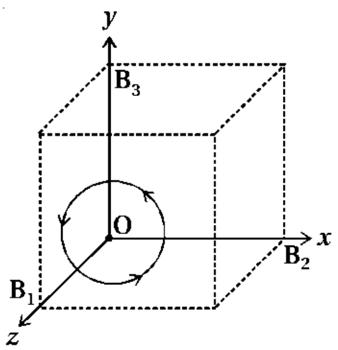
➠ *zx*-સમતલના પ્રવાહગાળાના કારણે 0 પાસે ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$\vec{B}_3 = \frac{\mu_0 I}{4(2R)}(\hat{j})$$

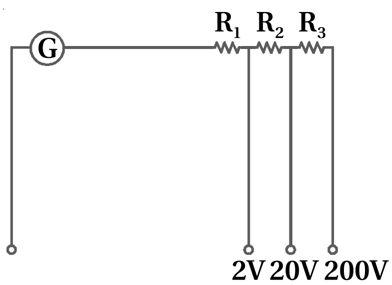
$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4(2R)}\left(\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}\right)$$

$$= \frac{\mu_0 I}{8R}\left(\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}\right)$$



4. આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ગેલ્વેનોમિટરનો ઉપયોગ કરીને બનાવેલું મલ્ટી રેન્જ વોલ્ટમિટર આકૃતિમાં દર્શાવ્યું છે. 10 Ω નો અવરોધ અને 1 mA પ્રવાહ માટે મહત્તમ આવર્તન દર્શાવતા ગેલ્વેનોમિટરનો ઉપયોગ કરીને આપણે એવું વોલ્ટમિટર બનાવવા ઇચ્છીએ છીએ કે જે 2 V, 20 V અને 200 V ના વોલ્ટેજ માપે છે, તો વાપરેલા અવરોધ R_1, R_2 અને R_3 શોધો.



➠ ગેલ્વેનોમિટરને વોલ્ટમિટરમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે ગેલ્વેનોમિટરની સાથે શ્રેણીમાં મોટા મૂલ્યનો અવરોધ જોડવામાં આવે છે. જે માટેનું સમીકરણ $I_g(G + R) = V$ છે. જ્યાં I_g ગેલ્વેનોમિટરની પ્રવાહક્ષમતા, G = ગેલ્વેનોમિટરનો અવરોધ, R શ્રેણી અવરોધ અને V = વોલ્ટમિટરની વોલ્ટેજ ક્ષમતા છે.

➠ V = 2V ની રેન્જ માટે,

$I_G(G + R_1) = 2 \quad (I_G = 10^{-3}\,A,\ G = 10\,\Omega)$

$10^{-3}(10 + R_1) = 2$

$10 + R_1 = 2000$

$R_1 = 1990\,\Omega$

➠ $V = 20\,V$ ની રેન્જ માટે,

$I_G(G + R_1 + R_2) = 20$

$10^{-3}(10 + 1990 + R_2) = 20$

$2000 + R_2 = 20000$

$R_2 = 20000 - 2000$

$\therefore\ R_2 = 18{,}000\,\Omega$

$R_2 = 18k\,\Omega$

➠ $V = 200\,V$ ની રેન્જ માટે,

$I_G(G + R_1 + R_2 + R_3) = 200$

$10^{-3}(10 + 1990 + 18000 + R_3) = 200$

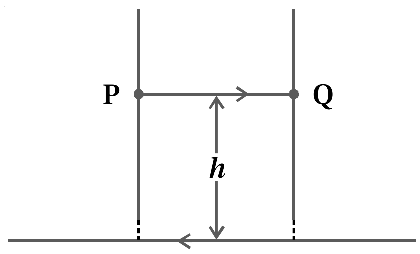
$\therefore\ 20000 \neq R_3 = 200000$

$\therefore\ R_3 = 200000 - 20000$

$\therefore\ R_3 = 180000\,\Omega$

$\therefore\ R_3 = 180\,k\Omega$

5. **આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે 25 A પ્રવાહ ધરાવતો લાંબો તાર ટેબલ પર સ્થિર છે. 1 m લંબાઈના 2.5 g દળનો અન્ય તાર PQ માંથી આટલો જ પ્રવાહ વિરુદ્ધ દિશામાં પસાર થાય છે. તાર PQ ઉપર તરફ અને નીચે તરફ સરક્વા માટે મુક્ત છે, તો તાર PQ ની ઊંચાઈ કેટલી વધશે ?**



➠ 25 A પ્રવાહ ધરાવતા ટેબલ પર રાખેલાં સ્થિર તારના કારણે PQ તાર પર લાગતું બળ, PQ ના વજન બળને સમતોલે છે.

➠ ટેબલ પરના 25 A પ્રવાહવાળા સ્થિર તારના કારણે h અંતરે ઉદ્ભવતું ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi h} \qquad \dots (1)$$

➠ આ ચુંબકીયક્ષેત્રમાં નાનો તાર મૂકતાં ઍમ્પિયરના નિયમ પ્રમાણે તેના પર લાગતું ચુંબકીય બળ,

$$\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$$

$\therefore\ F = IlB\sin\theta$

$F = IlB$

➠ $$F = Il\left(\frac{\mu_0 I}{2\pi h}\right)$$

$$F = \left(\frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi h}\right) \qquad \dots (2)$$

➠ બંને તારમાંથી પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં પ્રવાહ પસાર થાય છે તેથી PQ તાર પર આ અપાકર્ષણ બળ ઊર્ધ્વ દિશામાં લાગે છે.

➠ આ બળ તારના વજન બળ mg ને સમતોલે તેટલી ઊંચાઈ "h" સુધી તારને ખસેડશે.

$$\therefore\ mg = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi h}$$

$$\therefore\ h = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi mg}$$

$$\therefore\ h = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(25)^2(1)}{(2\pi)(2.5 \times 10^{-3})(9.8)}$$

$$h = 51 \times 10^{-4}$$

$$h = 0.51 \text{ cm}$$

$I = 25$ A

$l = 1$ m

$m = 2.5$ g

$= 2.5 \times 10^{-3}$ kg

$g = 9.8$ m/s^2

6. ચુંબકીય બળ માટે ન્યૂટનનો ત્રીજો નિયમ પળાય છે. (0, R, 0) સ્થાને રહેલાં વિદ્યુતપ્રવાહધારિત ખંડ $\vec{dl_1} = dl(\hat{i})$ ઊગમબિંદુએ અને $\vec{dl_2} = dl(\hat{j})$ માટે ચકાસો. બંને ખંડમાંથી I જેટલો પ્રવાહ પસાર થાય છે.

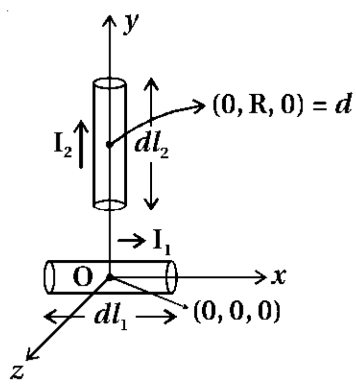
➠ બાયૉ-સાવરના નિયમ મુજબ, $I\vec{dl} \times \vec{r}$ ની દિશામાં ચુંબકીયક્ષેત્ર $\vec{B}$ હોય છે. જ્યારે $I\vec{dl}$ પ્રવાહની દિશામાં હોય છે.

➠ (0, R, 0) પાસે રહેલાં dl_2 ખંડ માટે ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$\vec{B} = I\vec{dl_2} \times \vec{r} = Idl(\hat{i}) \times r\hat{j} = Idlr(\hat{i} \times \hat{j})$$

$$\therefore\ \vec{B} = Idlr(\hat{k})$$

અર્થાત્ z-અક્ષની દિશામાં મળશે.



➠ આ ખંડ પર લાગતું બળ,

$$\vec{F_2} = I\vec{dl_2} \times \vec{B}$$

$$= Idl(\hat{i}) \times B(\hat{k})$$

$$= IdlB(\hat{i} \times \hat{k})$$

$$= IdlB(-\hat{j})$$

આ બળ y-દિશામાં લાગશે.

➠ ઊગમબિંદુએ રહેલાં ખંડ dl_1 પર ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$I\vec{dl_1} \times \vec{r} = Idl\hat{j} \times r(-\hat{j})$$

$$= 0$$

$\vec{r} = r(-\hat{j})$ કારણ કે, પ્રથમ ખંડ (0, R, 0) પર છે. તેની સાપેક્ષ આ ખંડનો સ્થાન સદિશ y-દિશામાં મળે છે. આમ, આ

સ્થાન પર ચુંબકીયક્ષેત્ર શૂન્ય છે. તેથી $\vec{dl_2}$ ના કારણે $\vec{dl_1}$ પર લાગતું ચુંબકીય બળ શૂન્ય હોય.

➠ આમ, ચુંબકીય બળો ન્યૂટનના ત્રીજા નિયમનું પાલન કરતાં નથી.