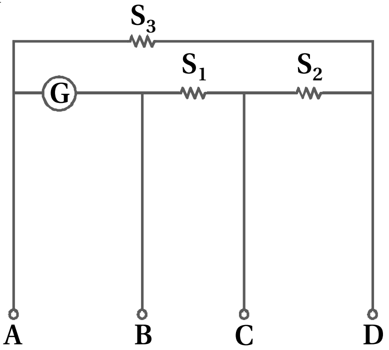
1. **મલ્ટી રેન્જ (Multi range) પ્રવાહમીટરને આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ગેલ્વેનોમિટરમાંથી બનાવેલ છે. 10 Ω અવરોધ અને 1 mA પ્રવાહક્ષમતાવાળા ગેલ્વેનોમિટરમાંથી 10 mA, 100 mA અને 1 mA પ્રવાહ માપતું પ્રવાહમીટર (ઍમિટર) બનાવવું છે, તો તે માટે વાપરેલા શંટ S_1, S_2 અને S_3 શોધો.**



➠ ગેલ્વેનોમિટરને ઍમિટરમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે ગેલ્વેનોમિટરની સાથે નાના મૂલ્યનો અવરોધ (શંટ) જોડવામાં આવે છે. G અને S વચ્ચેનો સંબંધ

$\therefore\ GI_G = S(I - I_G)$ વડે અપાય છે.

જ્યાં G = ગેલ્વેનોમિટરનો અવરોધ છે.

I_G = ગેલ્વેનોમિટરની પ્રવાહક્ષમતા છે.

$I_G \cdot G = (I_1 - I_G)(S_1 + S_2 + S_3)$, ($I_1 = 10$ mA માટે)

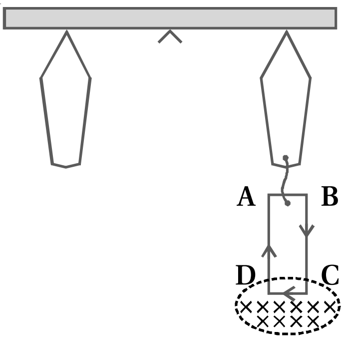
$I_G(G + S_1) = (I_2 - I_G)(S_2 + S_3)$, ($I_2 = 100$ mA માટે)

$I_G(G + S_1 + S_2) = (I_3 - I_G)(S_3)$, ($I_3 = 1$A માટે)

ઉપરના સમીકરણ ઉકેલતાં,

$S_1 = 1$ W, $S_2 = 0.1$ W, $S_3 = 0.01$ W

2. **100 આંટાવાળું લંબચોરસ ગૂંચળું ABCD (*xy*-સમતલમાં) આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તુલાની એક બાજુ પરથી લટકાવેલ છે. આ ગૂંચળાના વજનને સમતોલવા માટે તુલાની બીજી બાજુ પર 500 g નું દળ ઉમેરવામાં આવે છે. હવે ગૂંચળામાંથી 4.9 A નો પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે અને 0.2 T નું નિયમિત ચુંબકીયક્ષેત્ર પૃષ્ઠને લંબ અંદર તરફ એવી રીતે લાગુ પાડવામાં આવે છે, કે જેથી 1 cm ગૂંચળાની લંબાઈની CD ભૂજા આ ચુંબકીયક્ષેત્રમાં રહે, તો વધારાનું કેટલું દળ m ઉમેરવું જોઈએ જેથી ફરીથી સંતુલન સ્થપાય ?**



➠ ચુંબકીયક્ષેત્ર દ્વારા CD પર લાગતું ચુંબકીય બળ દ્વારા તેનું વજન બળ સમતોલાવું જોઈએ.

➠ સમતોલન માટે પરિણામી ટૉર્ક શૂન્ય થવું જોઈએ.

➠ ટૉર્ક = બળની ચાકમાત્રા

τ = (બળ) (સંદર્ભબિંદુથી બળનું લંબ અંતર)

➠ ચુંબકીયક્ષેત્રની ગેરહાજરીમાં,

તુલાની એક ભૂજા પરનું ટૉર્ક = તુલાની બીજી ભૂજા પરનું ટૉર્ક

$\therefore\ mg(l) = W_{(Coil)}l$

(જ્યાં l = તુલાના મધ્યબિંદુથી એક છેડાનું અંતર)

$\therefore\ (500)gl = W_{Coil}l$

$\therefore\ W_{Coil} = (500)\ (9.8)\ N$

➠ ચુંબકીયક્ષેત્રની હાજરીમાં : ધારો કે, ચુંબકીયક્ષેત્રની હાજરીમાં તુલાને સમતોલવા માટે M દળમાં વધારાનું m દળ ઉમેરવું પડે છે. આ પરિસ્થિતિ માટે,

$(Mg)l + (mg)l = (W_{Coil})l + (IlB\sin 90°)l$

પરંતુ $Mgl = (W_{Coil})l$ છે.

$\therefore\ mgl = (ILB)l$ (જ્યાં L = CD તારની લંબાઈ છે.)

$$\therefore\ m = \frac{BIl}{g} = \frac{0.2 \times 4.9 \times 10^{-2}}{9.8}$$

$\therefore\ m = 10^{-3}$ kg

$m = 1\ g$

3. 12 *a* લંબાઈ અને R અવરોધ ધરાવતા વાહકતારને વાળીને

(i) *a* બાજુવાળી ત્રિકોણાકાર ગૂંચળું

(ii) *a* બાજુવાળું ચોરસ ગૂંચળું

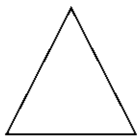
(iii) *a* બાજુવાળું નિયમિત ષટ્કોણ ગૂંચળું બનાવવામાં આવે છે.

આ ગૂંચળાને V_0 વોલ્ટેજવાળા પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડવામાં આવે છે. તો દરેક ગૂંચળા માટે ચુંબકીય ડાઇપોલ મોમેન્ટ શોધો.

➠ ગૂંચળાની ચુંબકીય ડાઈપોલ મોમેન્ટ $m = n$IA હોય છે.

(i) ત્રિકોણાકાર ગૂંચળા માટે :

➠ ત્રિકોણની દરેક બાજુની લંબાઈ a છે.



$n = 3$

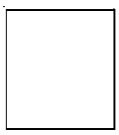
➠ તારની કુલ લંબાઈ 12 a છે.

$\therefore$ ગૂંચળાના આંટાની સંખ્યા $n = 3$

ગૂંચળાની ચુંબકીય ડાઇપોલ મોમેન્ટ,

$$m = nIA = 4\,I\left(\frac{\sqrt{3}}{4}a^2\right)$$

$$m = Ia^2\sqrt{3}$$



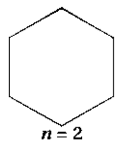
$n = 4$

(ii) ચોરસ ગૂંચળા માટે :

➠ આંટાની સંખ્યા $n = 3$ મળે.

➠ ચોરસનું ક્ષેત્રફળ $A = a^2$

➠ ચોરસ ગૂંચળાની ચુંબકીય ડાઈપોલ મોમેન્ટ $= nIA = 3I(a^2)$



(iii) ષટ્કોણ ગૂંચળા માટે :

➠ આંટાની સંખ્યા $n = 2$ મળે.

➠ ગૂંચળાની ચુંબકીય ડાઈપોલ મોમેન્ટ

$$m = nIA$$

$$= 2I\left(\frac{6\sqrt{3}}{4}a^2\right)$$

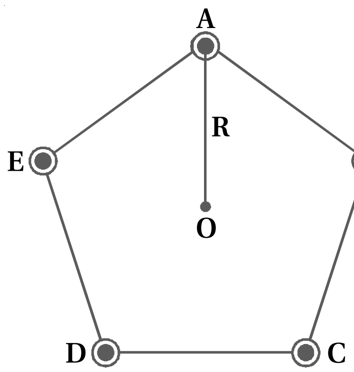
$$m = 3\sqrt{3}\,Ia^2$$

4. પંચકોણ પ્રિઝમ (Pentagonal Prism) ની બાજુ બનાવતા, સમાન પ્રવાહ I ધરાવતા પાંચ તાર A, B, C, D અને E આકૃતિમાં દર્શાવ્યા છે. તારમાંથી વહેતો પ્રવાહ પાનાને લંબરૂપે બહાર તરફ છે, તો

(a) અક્ષ પરના O બિંદુએ ચુંબકીયક્ષેત્ર શોધો. આ અક્ષ દરેક તારથી R અંતરે છે.

(b) જો કોઈ એક તારમાંથી (દા.ત. A માંથી) પસાર થતો પ્રવાહ બંધ કરવામાં આવે, તો O પાસે ચુંબકીયપ્રેરણ શોધો.

(c) જો કોઈ એક તારમાંથી (દા.ત. A માંથી) થતા પ્રવાહની દિશા ઊલટાવવામાં આવે, તો O પાસે ચુંબકીયપ્રેરણ શોધો.



➠ (a) આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પાંચ તાર A, B, C, D, E પુસ્તકના પાનાને લંબરૂપે છે.

➠ આ તારના કારણે O પાસે મળતાં ચુંબકીયપ્રેરણના સદિશોને ગોઠવતાં સમતલીય બંધ પંચકોણ મળે છે. જેથી, પરિણામી ચુંબકીયપ્રેરણ શૂન્ય મળે.

(b) વિકલ્પ (a) માં ચર્ચા કર્યા પ્રમાણે, પાંચ તારના કારણે O પાસે ચુંબકીયક્ષેત્ર શૂન્ય મળે છે.

$$\vec{B}_A + \vec{B}_B + \vec{B}_C + \vec{B}_D + \vec{B}_E = O$$

$$\therefore \vec{B}_B + \vec{B}_C + \vec{B}_D + \vec{B}_E = -\vec{B}_A$$

ચાર તારના કારણે પરિણામી ચુંબકીયપ્રેરણનું મૂલ્ય

$= \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$, AO ને લંબરૂપે ડાબી તરફ.

(c) A માંથી પસાર થતાં પ્રવાહની દિશા ઊલટાવતા તેનાં કારણે મળતું ચુંબકીયપ્રેરણ $\vec{B}_A$ મળે.

$\therefore$ પરિણામી ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$\vec{B}_R = -\vec{B}_A + \vec{B}_B + \vec{B}_C + \vec{B}_D + \vec{B}_E$$

પરંતુ,

$|\vec{B}_A| = |\vec{B}_B| = |\vec{B}_C| = |\vec{B}_D| = |\vec{B}_E| = B$ છે.

$$\therefore \vec{B}_R = -\vec{B} + \vec{B} + \vec{B} + \vec{B} + \vec{B}$$

$$= 3\vec{B}$$

$$\therefore |\vec{B}_R| = 3\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

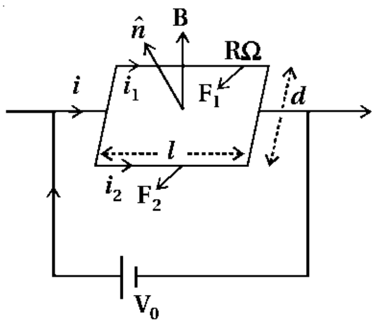
AO ને લંબરૂપે ડાબી બાજુ

5. એક લંબચોરસ વાહક ગૂંચળું l લંબાઈના સામ-સામે આવેલાં બે તાર ધરાવે છે. આ તાર d જાડાઇના સળિયાથી જોડાયેલા છે. બંને તાર સમાન દ્રવ્યના છે. પરંતુ, તેમના આડછેદ 2 ના પરિબળથી અલગ પડે છે. જાડા તારનો અવરોધ R છે અને સળિયાનો અવરોધ ઓછો છે, તેમને V_0 જેટલા અચળ વોલ્ટેજ પ્રાપ્તિસ્થાન સાથે જોડેલા છે. આ ગૂંચળાને $\vec{B}$ તીવ્રતાવાળા સમાન ચુંબકીયક્ષેત્રમાં એવી રીતે રાખેલ છે જેથી તેનું સમતલ ચુંબકીયક્ષેત્ર સાથે 45° નો ખૂણો રચે છે, તો સળિયાના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી અક્ષને અનુલક્ષીને ચુંબકીયક્ષેત્ર દ્વારા ગૂંચળા પર લાગતું ટોર્ક શોધો.

- જાડા તારનો અવરોધ R છે અને બીજા પાતળા તારનો અવરોધ 2R છે. બંને તાર માટે આડછેદ 2 ના પરિબળથી જુદા છે. બંને તારનું દ્રવ્ય અને લંબાઈ સમાન છે.
- પ્રથમ તાર પર લાગતું બળ અને ટૉર્ક નીચે પ્રમાણે મળે.

$$F_1 = I_1 l B = \frac{V_0}{2R} l B$$

$$\therefore \tau_1 = (F_1)\left(\frac{d}{2\sqrt{2}}\right) = \frac{V_0 l B(d)}{2R2\sqrt{2}}$$

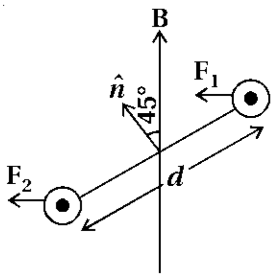


- બીજા તાર પર લાગતું બળ અને ટૉર્ક નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય.

$$F_2 = I_2 l B = \frac{V_0}{2R} l B$$

$$\therefore \tau_2 = F_2\left(\frac{d}{2\sqrt{2}}\right)$$

$$\therefore \tau_2 = \frac{V_0 l B}{2R}\left(\frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

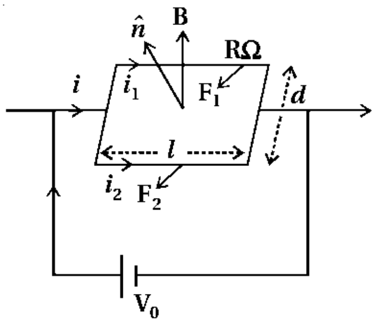


➠ જાડા તારનો અવરોધ R છે અને બીજા પાતળા તારનો અવરોધ 2R છે. બંને તાર માટે આડછેદ 2 ના પરિબળથી જુદા છે. બંને તારનું દ્રવ્ય અને લંબાઈ સમાન છે.

➠ પ્રથમ તાર પર લાગતું બળ અને ટૉર્ક નીચે પ્રમાણે મળે.

$$F_1 = I_1 lB = \frac{V_0}{2R} lB$$

$$\therefore \tau_1 = (F_1)\left(\frac{d}{2\sqrt{2}}\right) = \frac{V_0 lB(d)}{2R2\sqrt{2}}$$

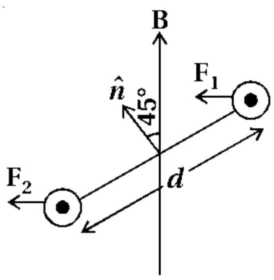


➠ બીજા તાર પર લાગતું બળ અને ટૉર્ક નીચે પ્રમાણે શોધી શકાય.

$$F_2 = I_2 lB = \frac{V_0}{2R} lB$$

$$\therefore \tau_2 = F_2\left(\frac{d}{2\sqrt{2}}\right)$$

$$\therefore \tau_2 = \frac{V_0 lB}{2R}\left(\frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$



6. ઇલેક્ટ્રૉન અને પ્રોટોનને અનુક્રમે (0, 0, 0) અને (0, 0, 1.5 R) સ્થાનેથી $\vec{B} = B_0\hat{i}$ તીવ્રતાવાળા ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મુક્ત કરવામાં આવે છે. દરેક કણના સમાન વેગમાનનું મૂલ્ય P = eBR છે, તો કઈ પરિસ્થિતિમાં આ કણોના વેગમાનની દિશાથી બનતી કક્ષાના વર્તુળો એકબીજાને છેદશે નહીં ?

➠ જો ઇલેક્ટ્રૉન અને પોઝીટ્રૉનથી બનતા વર્તુળના કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર 2R થી વધુ હોય, તો આ વર્તુળો એકબીજાને છેદશે નહીં.

➠ ચુંબકીયક્ષેત્ર $\vec{B}$ x-અક્ષની દિશામાં છે તેથી બંને કણો માટે તેમની વર્તુળાકાર કક્ષા માટેનું વેગમાન yz-સમતલમાં મળે.

➠ બંને કણો R ત્રિજ્યાની કક્ષામાં પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં ગતિ કરે છે.

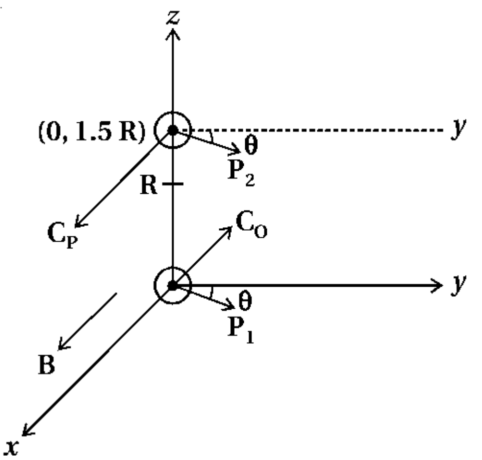
- ધારો કે, P_1 અને P_2 અનુક્રમે ઇલેક્ટ્રૉન અને પોઝીટ્રૉનના વેગમાન છે.
- ધારો કે, P_1 y-અક્ષ સાથે θ ખૂણો રચે છે અને P_2 પણ તેટલો જ ખૂણો રચે છે.
- આ ક્રમિક વર્તુળોના કેન્દ્રો ચાકમાત્રાને લંબરૂપે અને R અંતરે છે.
- ઇલેક્ટ્રૉન અને પોઝીટ્રૉનના વર્તુળ માર્ગના કેન્દ્રો અનુક્રમે C_e અને C_p છે.
- C_e ના યામ $(0, -R\sin\theta, R\cos\theta)$ છે.

  C_p ના યામ $\left(0, -R\sin\theta, \frac{3}{2}R - R\cos\theta\right)$ છે.
- જો બે વર્તુળોના કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર 2R કરતાં વધુ હોય, તો આ વર્તુળો એકબીજાને છેદે નહીં.
- ધારો કે, C_p અને C_e વચ્ચેનું અંતર d છે.

$$\therefore\ d^2 = (2R\sin\theta)^2 + \left(\frac{3}{2}R - 2R\cos 0^\circ\right)^2$$

$$d^2 = 4R^2\sin^2\theta + \frac{9}{4}R^2 - 6R^2\cos\theta + 4R^2\cos^2\theta$$

$$= 4R^2 + \frac{9}{4}R^2 - 6R^2\cos\theta$$



- જો ઇલેક્ટ્રૉન અને પોઝીટ્રૉનથી બનતા વર્તુળના કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર 2Rથી વધુ હોય, તો આ વર્તુળો એકબીજાને છેદશે નહીં.
- ચુંબકીયક્ષેત્ર $\vec{B}$ x-અક્ષની દિશામાં છે તેથી બંને કણો માટે તેમની વર્તુળાકાર કક્ષા માટેનું વેગમાન yz-સમતલમાં મળે.
- બંને કણો R ત્રિજ્યાની કક્ષામાં પરસ્પર વિરુદ્ધ દિશામાં ગતિ કરે છે.

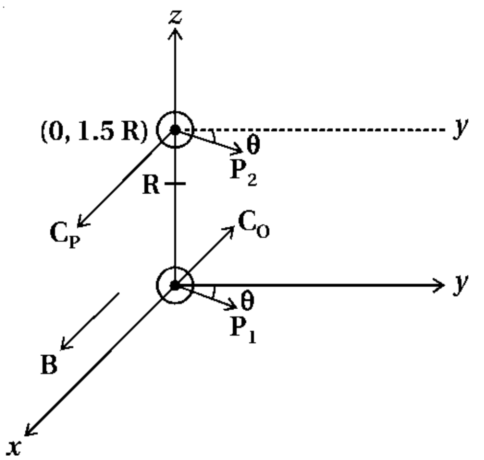
- ધારો કે, P_1 અને P_2 અનુક્રમે ઇલેક્ટ્રૉન અને પોઝીટ્રૉનના વેગમાન છે.
- ધારો કે, P_1 y-અક્ષ સાથે θ ખૂણો રચે છે અને P_2 પણ તેટલો જ ખૂણો રચે છે.
- આ ક્રમિક વર્તુળોના કેન્દ્રો ચાકમાત્રાને લંબરૂપે અને R અંતરે છે.
- ઇલેક્ટ્રૉન અને પોઝીટ્રૉનના વર્તુળ માર્ગના કેન્દ્રો અનુક્રમે C_e અને C_p છે.
- C_e ના યામ $(0, -R\sin\theta, R\cos\theta)$ છે.

  C_p ના યામ $\left(0, -R\sin\theta, \frac{3}{2}R - R\cos\theta\right)$ છે.
- જો બે વર્તુળોના કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર 2R કરતાં વધુ હોય, તો આ વર્તુળો એકબીજાને છેદે નહીં.
- ધારો કે, C_p અને C_e વચ્ચેનું અંતર d છે.

$$\therefore\ d^2 = (2R\sin\theta)^2 + \left(\frac{3}{2}R - 2R\cos 0^\circ\right)^2$$

$$d^2 = 4R^2\sin^2\theta + \frac{9}{4}R^2 - 6R^2\cos\theta + 4R^2\cos^2\theta$$

$$= 4R^2 + \frac{9}{4}R^2 - 6R^2\cos\theta$$



7. R ત્રિજ્યાનું વર્તુળાકાર, વિદ્યુતપ્રવાહધારિત લૂપનું સમતલ xy-સમતલમાં છે અને તેનું કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ પર છે. રેખા સંકલન

$$\Im(L) = \left|\int_{-L}^{L} \vec{B}\cdot\vec{dl}\right|$$ z-અક્ષ પર છે.

(a) દર્શાવો કે, $\Im(L)$ મોનોટોનીક્લિ રીતે L સાથે વધે છે.

(b) યોગ્ય ઍમ્પિયર લૂપ વાપરીને દર્શાવો કે, $\Im(\infty) = \mu_0 I$ જ્યાં I એ વાહકતારનો પ્રવાહ છે.

(c) ઉપરનું પરિણામ સીધી રીતે (Directly) ચકાસો.

(d) જો આ વર્તુળાકાર લૂપના સ્થાને R બાજુવાળું ચોરસ લૂપ મૂકવામાં આવે, તો $\Im$ (L) અને $\Im$ (∞) માટે શું કહી શકાય ?

➠ (a) z-અક્ષ પર $B(z)$ દરેક બિંદુએ સમાન દિશામાં છે. તેથી $\Im$ એ L નું મોનોટોનીક્લિ (Monotonically) વિધેય છે.

$\vec{B}$ અને $\vec{dl}$ એકજ દિશામાં છે. તેથી,

$$\vec{B}\cdot\vec{dl} = B\,dl\cos 0 = B\,dl$$

(b) $\Im$ (L) + મોટા અંતરે પરિઘ રેખાના યોગદાન દ્વારા

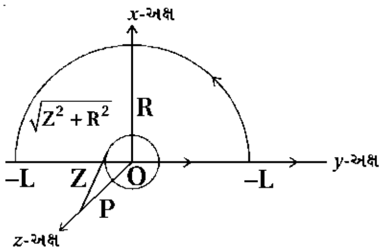
$C = \mu_0 I$

હવે $L \to \infty$

મોટા અંતરનું યોગદાન $\to 0$ $\left(\because B \propto \frac{1}{r^3}\right)$

$\Im(\infty) - \mu_0(I)$

(c)



R ત્રિજ્યાની વિદ્યુતપ્રવાહધારિત રિંગ xy-સમતલમાં છે. તેનું કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ પર છે, તો આ રિંગના કેન્દ્રથી કોઈ પણ બિંદુએ ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$B_z = \frac{\mu_0 I R^2}{2(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} B_z dz = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu_0 I R^2}{2(z^2+R^2)^{3/2}} dz$$

$z = R\tan\theta$ લેતાં,

$dz = R\sec^2\theta\, d\theta$

➠ (a) z-અક્ષ પર $B(z)$ દરેક બિંદુએ સમાન દિશામાં છે. તેથી $\Im$ એ L નું મોનોટોનીક્લિ (Monotonically) વિધેય છે.

$\vec{B}$ અને $\vec{dl}$ એકજ દિશામાં છે. તેથી,

$$\vec{B} \cdot \vec{dl} = B\,dl\cos 0 = B\,dl$$

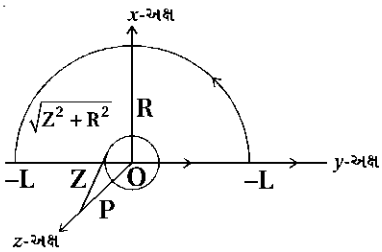
(b) $\Im$ (L) + મોટા અંતરે પરિઘ રેખાના યોગદાન દ્વારા

$C = \mu_0 I$

હવે $L \to \infty$

મોટા અંતરનું યોગદાન $\to 0$ $\left(\because B \propto \frac{1}{r^3}\right)$

$\Im(\infty) - \mu_0(I)$

(c) 

R ત્રિજ્યાની વિદ્યુતપ્રવાહધારિત રિંગ xy-સમતલમાં છે. તેનું કેન્દ્ર ઊગમબિંદુ પર છે, તો આ રિંગના કેન્દ્રથી કોઈ પણ બિંદુએ ચુંબકીયક્ષેત્ર,

$$B_z = \frac{\mu_0 I R^2}{2(z^2+R^2)^{3/2}}$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} B_z dz = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mu_0 I R^2}{2(z^2+R^2)^{3/2}} dz$$

$z = R\tan\theta$ લેતાં,

$dz = R\sec^2\theta\, d\theta$