भौतिकी

अध्याय-4: गतिमान आवेश और चुंबकत्व

SHIVOM CLASSES 8696608541

चुम्बक, चुम्बकीय क्षेत्र और चुम्बकीय बल रेखाएँ

चुम्बक (Magnet)

चुम्बक (Magnet) वह पदार्थ, जो स्वतन्त्रता पूर्वक लटकाने पर सदैव उत्तर-दक्षिण दिशा में स्थिर हो जाता है तथा जिसमें एक नेट चुम्बकीय आघूर्ण होता है और वह लोहायुक्त वस्तुओं को अपनी ओर आकर्षित करता है चुम्बक कहलाता है। चुम्बक दो प्रकार के होते हैं:

(1) प्राकृतिक तथा

(2) कृत्रिम

1. प्राकृतिक चुम्बक (Natural Magnets)

(i) वह चुम्बक जो प्रकृति में स्वतन्त्र रूप से पाया जाता है प्राकृतिक चुम्बक कहलाता है। जैसे - मैग्नेटाइट।

(ii) इसका रूप व आकार अनिश्चित होता है तथा चुम्बकत्व बहुत प्रबल न होने के कारण इसे प्रायोगिक तथा वैज्ञानिक कार्यों के लिए प्रयुक्त नहीं कर सकते हैं।

2. कृत्रिम चुम्बक (Artificial Magnets)

(i)चुम्बक जिन्हें कृत्रिम ढंग से बनाया जाता है कृत्रिम चुम्बक कहलाते हैं। ये अधिकांशतया लोहे, इस्पात व निकिल के बनाए जाते हैं।

(ii) इसका रूप तथा आकार निश्चित होता है।

(iii) साधारणतया चुम्बक शब्द कृत्रिम चुम्बक के लिए ही प्रयुक्त किया जाता है। कृत्रिम चुम्बक निम्न प्रकार के होते हैं:-

चुम्बक के गुण (Properties of a Magnet

(i) जब किसी चुम्बक को स्वतन्त्रतापूर्वक पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र में लटकाते हैं तो वह सदैव उत्तर - दक्षिण (चुम्बकीय यामोत्तर) दिशा में ठहरता है। वह सिरा जो भौगोलिक उत्तर (geographical north) की ओर निर्देशित होता है, उत्तरी ध्रुव तथा वह सिरा जो भौगोलिक दक्षिण की ओर होता है, दक्षिणी ध्रुव कहलाता है। अक्ष

(ii) समान चुम्बकीय ध्रुव एक - दूसरे को प्रतिकर्षित व असमान चुम्बकीय ध्रुव एक दूसरे को आकर्षित करते हैं तथा प्रतिकर्षण या आकर्षण बल दूरी के व्युत्क्रम - वर्ग के नियम का पालन करता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

(iii) प्रतिकर्षण चुम्बकत्व का निश्चित परीक्षण है।

(iv) चुम्बक लोहे जैसे कुछ निश्चित पदार्थों को आकर्षित करता है।

(v) किसी चुम्बक के एकल ध्रुव का कोई अस्तित्व सम्भव नहीं है। यदि किसी चुम्बक को अनेक छोटे - छोटे भागों में विभक्त कर दें तो भी प्रत्येक खण्ड में चुम्बकीय उत्तरी एवं दक्षिणी दोनों ध्रुव होते हैं।

भू चुंबकत्व

पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र, जिसे भू-चुंबकीय क्षेत्र के रूप में भी जाना जाता है। वही चुंबकीय क्षेत्र है जो पृथ्वी के आंतरिक भाग में से अंतरिक्ष में फैलता है पृथ्वी एक विशाल चुम्बक है, जिसका अक्ष लगभग पृथ्वी के घूर्णन अक्ष पर पड़ता है।

चुम्बकत्व, ऐसी प्रक्रिया है, जिसमें एक वस्तु दूसरी वस्तु पर आकर्षण या प्रतिकर्षण बल लगाती है। सभी वस्तुएँ चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति से प्रभावित होती हैं। पृथ्वी भी चुम्बकीय क्षेत्र प्रदर्शित करती है। इसे 'भू-चुम्बकत्व' कहते हैं।

चुंबकीय क्षेत्र

चुंबकीय सुई द्वारा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात की जाती है। अतः यह एक सदिश राशि है इसे B से प्रदर्शित करते है चुंबकीय क्षेत्र का SI मात्रक वेबर/वर्गमीटर (Weber/m^2) या टेसला (Tesla) है।

चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता विमीय सूत्र - $M^1L^0T^{-2}A^{-1}$ है।

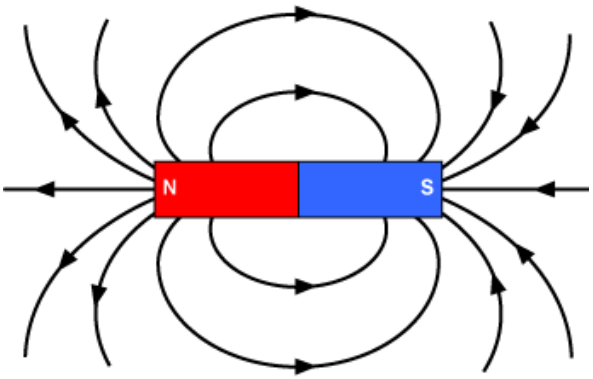
चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field)

किसी चुम्बकीय ध्रुव या चुम्बक या धारावाही तार के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें इसके प्रभाव का अनुभव किया जा सकता है चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।

चुम्बकीय क्षेत्र को रेखाओं या वक्रों के एक समूह द्वारा भली - भाँति प्रदर्शित किया सकता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



चुम्बकीय बल रेखाएँ

चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा चुम्बकीय बल रेखाओं द्वारा प्रदर्शित होती चुम्बकीय बल रेखाएँ (Magnetic Lines of Force) वे काल्पनिक रेखाएँ जो चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा व्यक्त करती हैं चुम्बकीय बल रेखाएँ कहलाती हैं।

चुम्बकीय बल रेखाएँ वे काल्पनिक बन्द पथ हैं जिसके अनुदिश एकांक उत्तरी ध्रुव (कल्पित) चुम्बकीय बल के कारण गति करता है (यदि वह गति करने के लिए स्वतन्त्र है) चुम्बकीय बल रेखा कहलाती है।

चुम्बकीय बल रेखाओं के गुण (Properties of Magnetic Lines of Force)

(i) चुम्बकीय बल रेखाएँ - बन्द वक्र होती हैं। चुम्बक के बाहर इनकी दिशा उत्तरी ध्रुव (N) से दक्षिणी ध्रुव (S) की ओर होती है जबकि चुम्बक के भीतर S से N की ओर होती है।

(ii) चुम्बकीय बल रेखा के किसी बिन्दु पर खींची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को व्यक्त करती है।

(iii) दो चुम्बकीय बल रेखाएँ कभी एक - दूसरे को नहीं काटती है क्योंकि ऐसा होने पर कटान बिन्दु पर खींची गई दो स्पर्श रेखाएं ठस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दो दिशाओं को प्रदर्शित करेंगी जो कि असम्भव है।

(iv) चुम्बकीय ध्रुवों के निकट चुम्बकीय बल रेखाएँ पास - पास तथा ध्रुवों से दूर चुम्बकीय बल रेखाएँ दूर - दूर होती हैं।

(v) चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की सघनता, चुम्बकीय क्षेत्र की प्रबलता का मापक है।

(vi) एक अकेले चुम्बकीय ध्रुव के कारण चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएँ प्राप्त करना सम्भव नहीं है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

(vii) उदासीन बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की परिणामी तीव्रता शून्य होने के कारण चुम्बकीय सुई किसी भी दिशा में ठहर सकती है।

(viii) चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं का न तो प्रारम्भिक बिन्दु होता है और न ही अन्त बिन्दु।

(ix) यदि नर्म लोहे के खोखले गोले को चुम्बकीय क्षेत्र में रख दें तो गोले के अन्दर चुम्बकीय क्षेत्र शून्य होता है अर्थात् नर्म लोहे का गोला चुम्बकीय परिरक्षण (magnetic shielding) का कार्य करता है।

विद्युत धारा का चुंबकीय प्रभाव -चुम्बकीय क्षेत्र, ऐम्पियर का नियम, चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा

चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field)

एक धारावाही चालक के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें चुम्बकीय प्रभाव का अनुभव होता है, चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है। चुम्बकत्व (magnetics) में किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की गणना के लिए मूलभूत (basically) दो विधि है।

इनमें से एक बायो - सेवर्ट (Biot Savart) नियम है जो किसी बिन्दु पर अनन्त सूक्ष्म (infinitesimal) धारावाही तार के कारण चुम्बकीय क्षेत्र दर्शाता है।

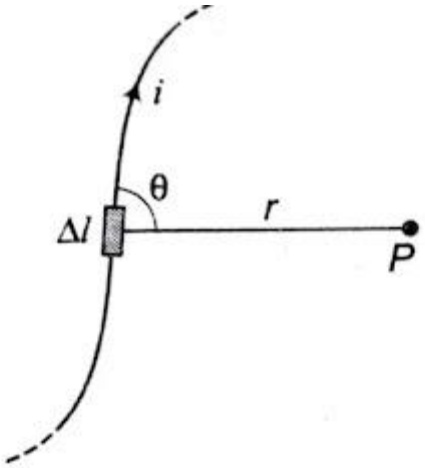
तथा अन्य ऐम्पियर (Ampere) का नियम है जो स्थायी धारा (steady current) वाले अधिक सममित रचना (highly symmetric configuration) के चुम्बकीय क्षेत्र की गणना में लाभदायक है।

किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की गणना बायो - सेवर्ट (Biot Savart) के नियम के द्वारा की जा सकती है। इस नियम अनुसार धारावाही चालक के कारण किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात किया जाता है।

बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



dB ∝ I (धारा)

dB ∝ dl (अल्पांश की लंबाई)

अल्पांश की लंबाई द्वारा बिंदु p को मिलाने वाली रेखा के बीच बने कोण dB ∝ sinθ

अल्पांश से बिंदु p तक की दूरी dB ∝ $1/r^2$

$$|dB| = \frac{\mu_\circ}{4\pi}\left(\frac{Idl\sin\theta}{r^2}\right)$$

ऐम्पियर का परिपथीय नियम (Ampere's Circuital Law)

इस नियम के अनुसार, " किसी बन्द पथ या परिपथ के अनुदिश चुम्बकीय क्षेत्र के रेखीय समाकलन (linear integral) का मान, उस पथ से घिरे पृष्ठ से गुजरने वाली कुल धारा के मान का μ_o गुना होता है।

$$\int B.dl = \mu_\circ I_{net}$$

इसका सरलतम रूप है,

$$B.l = \mu_\circ I_{net}$$

μ_o = permeability of free space = $4\ \pi \times 10^{-15}$ N/ A^2

यह समीकरण निम्न शर्तों में ही प्रयोग की जाती है

(a) बन्द पथ के प्रत्येक बिन्दु पर,

(b) बन्द पथ के प्रत्येक स्थान पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण समान रहता है।

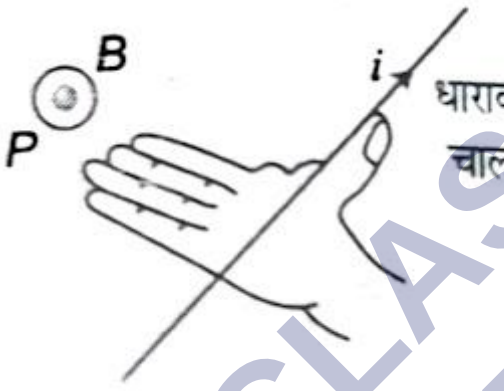
SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने के नियम (Rules to Find the Direction of Magnetic Field)

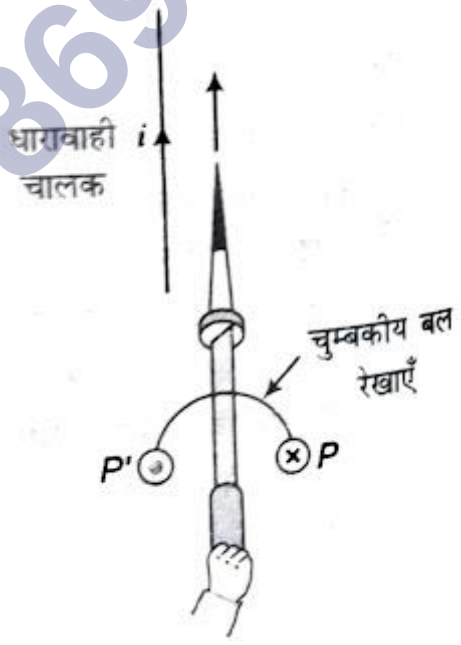
दाएँ हाथ की हथेली का नियम (Right Hand Palm Rule)

यदि हम दाएँ हाथ की हथेली को इस प्रकार फैलाएँ कि अंगूठा चालक में प्रवाहित धारा की दिशा में हो तथा अँगुलियाँ माध्यम के उस बिन्दु की ओर हों जिस पर हमें क्षेत्र की दिशा ज्ञात करनी है, तब चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा हथेली के लम्बवत् बाहर की ओर दिष्ट होती है।



मैक्सवेल का दक्षिणावर्ती पेंच का नियम (Maxwell's Right Handed Screw Rule)

यदि हम पेंचकस को दाएँ हाथ से पकड़कर पेंच को इस प्रकार घुमायें कि पेंच की नोक चालक में बहने वाली धारा की दिशा में आगे बढ़े तो माध्यम के किसी बिन्दु पर जिस दिशा में अँगूठा घूमता है, वही दिशा उस बिन्दु पर चुम्बकीय बल रेखाओं की दिशा होती है।



SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

धारावाही चालक द्वाराउत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा बिन्दु P पर कागज के तल के लम्बवत् अन्दर की ओर तथा बिन्दु P ' पर कागज के तल के लम्बवत् बाहर की ओर होती है।

बायो-सेवर्ट नियम

इस नियम अनुसार धारावाही चालक के कारण किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात किया जाता है एक समीकरण है जो एक बिंदु पर प्रवाहित धारा द्वारा उत्पादित चुंबकीय क्षेत्र B का मान बताता है।

बायो-सेवर्ट नियम विद्युत चुंबकत्व के तहत एक समीकरण है जो एक बिंदु पर प्रवाहित धारा द्वारा उत्पादित चुंबकीय क्षेत्र B का मान बताता है।

सदिश राशि B, परिमाण, दिशा, लंबाई और बिंदु से दूरी पर निर्भर करती है। यह नियम केवल स्थिर अवस्था में ही मान्य है और इससे प्राप्त B के मान एम्पीयर के नियम और गॉस के नियम से प्राप्त चुंबकीय क्षेत्र के अनुरूप हैं।

बायो सेवर्ट का नियम का व्यंजक सत्यापन

बायो - सेवर्ट के नियम द्वारा किसी धारावाही चालक के कारण किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात किया जाता है। धारा अवयव (Current Element) धारावाही चालक तार के किसी अल्पांश की लम्बाई dl और उसमें से बहने वाली धारा। के गुणनफल को धारा अवयव कहते हैं।

धारा अवयव एक सदिश राशि है। इसकी दिशा धारा प्रवाह की दिशा में होती है।

किसी धारावाही चालक के एक अल्पांश dl के द्वारा किसी बिन्दु P पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र B का मान

बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता

dB ∝ I (धारा)

dB ∝ dl (अल्पांश की लंबाई)

अल्पांश की लंबाई द्वारा बिंदु p को मिलाने वाली रेखा के बीच बने कोण dB ∝ sinθ

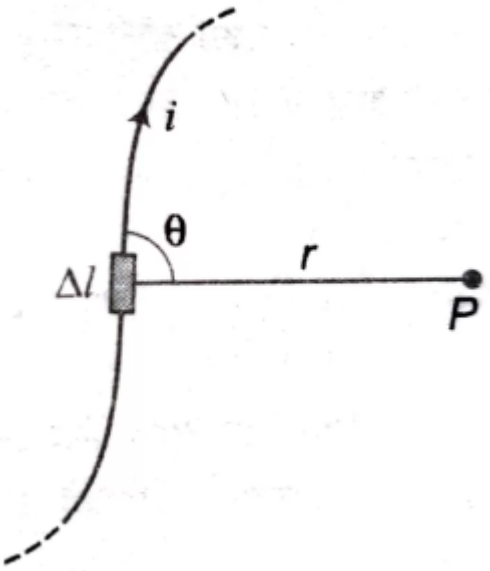
अल्पांश से बिंदु p तक की दूरी dB ∝ $1/r^2$

बायो सेवर्ट नियम का सूत्र

$$|dB| = \frac{\mu_\circ}{4\pi}\left(\frac{Idl\sin\theta}{r^2}\right)$$

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

बायो- सावर्ट का नियम सदिश रूप



चालक में प्रवाहित धारा के अनुक्रमानुपाती होता है।

$$\Delta B \propto i$$

चालक के उस अल्पांश की लम्बाई Δl के अनुक्रमानुपाती होता है।

$$\Delta B \propto \Delta l$$

अल्यांश की लम्बाई और अल्पांश को बिन्दु P से मिलाने वाली रेखा के बीच बने कोण की ज्या के समानुपाती होता है।

$$\Delta B \propto \sin\theta$$

यह बिन्दु P की अल्पांश से दूरी r के वर्ग के व्युक्कमानुपाती होता है

$$B = \frac{\mu_0 i \Delta l \sin\theta}{4\pi r^2}$$

जहाँ $\frac{\mu_0}{4\pi}$ समानुपाती नियतांक है। इसका मान 10^{-7} वेबर/ऐम्पियर-मी है।

μ_0 निर्वात की चुम्बकशीलता है।

μ_0 का विमीय सूत्र $[MLT^{-2}A^{-2}]$ होता है।

बायो-सेवर्ट के नियम का वेक्टर स्वरूप

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\left(\frac{\overrightarrow{dl} \times \vec{r}}{r^3}\right)$$

dB की दिशा $\overrightarrow{dl} \times \vec{r}$ की दिशा में होती है।धारा घनत्व के पदों में बायो-सेवर्ट का नियम

$$\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{\overrightarrow{j} \times \overrightarrow{r}}{r^3}\right) dV$$

यदि dl व r परस्पर समान्तर हों अर्थात् $\theta = 0°$ तो $B = 0$

जब dl व r परस्पर लम्बवत् हों अर्थात् $\theta = 90°$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\Sigma\frac{idl}{r^2}$$

आवेश तथा आवेश के वेग के पदों में बायो-सेवर्ट का नियम

$$\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q(\vec{v} \times \vec{r})}{r^3}$$

चुम्बकीय क्षेत्र का मात्रक वेबर/मीटर^2 या टेस्ला होता है।

यह नियम वर्ष 1720 में तैयार किया गया था। यह नियम कूलाम्ब के नियम के समान है, जिसका उपयोग स्थिर इलेक्ट्रिक्स में किया जाता है।

बायो - सावर्ट नियम के कुछ तथ्य

- यह नियम केवल सममित आवेश वितरणों के लिए लागू होता है।
- इस नियम को प्रयोग द्वारा सत्यापित नहीं किया जा सकता है।
- यह नियम केवल छोटी लम्बाई के धारावाही चालकों के लिए लागू होता है।
- यह नियम स्थिर - वैद्युतिकी (electrostatics) में कूलॉम के नियम के समतुल्य होता है।
- यदि $\theta = 0$ या बिन्दु P रेखीय धारावाही चालक की अक्ष पर हो तो $dB = 0$ अर्थात् रेखीय धारावाही चालक के किसी भी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र शून्य होता है।

बायो-सेवर्ट नियम के अनुप्रयोग Applications of the Bio-Savart Rule

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

किसी धारावाही अल्पांश के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र

$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} = \frac{I\Delta l \sin\theta}{r^2}$$

जहाँ μ_0, निर्वात की चुम्बकरीलता है।

किसी अनन्त लम्बाई के धारावाही चालक के कारण d दूरी पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{d}$$

किसी घारावाछी कुण्डली के केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$$

किसी परिनालिका के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B = \mu_0 NI$$

जहाँ N परिनालिका की प्रति एकांक लम्बाई में फेरों की संख्या है

परिनालिका के सिरे पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2}$$

ऐम्पियर का परिपथीय नियम

ऐम्पियर के परिपथीय नियम के अनुसार निर्वात / वायु में किसी भी बंद पथ के अनुदिश चुम्बकीय क्षेत्र का रेखीय समाकलन ($\int B.dl$), निर्वात की चुंबकशीलता (μ_o)ΣI (पथ से गुजरने वाली धाराओं के बीजगणितीय योग) के बराबर होता है

OR

इस नियम के अनुसार, "किसी बन्द पथ या परिपथ के अनुदिश चुम्बकीय क्षेत्र के रेखीय समाकलन (linear integral) का मान, उस पथ से घिरे पृष्ठ से गुजरने वाली कुल धारा के मान का μ_oगुना होता है।"

गणितीय रूप

$\int B.dl = \mu_o \Sigma I$

इसका सरलतम रूप है,

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$B\ l = \mu_o\ I_{net}$

μ_o = निर्वात की चुंबकशीलता = $4\ \pi \times 10^{-15}$ N/ A^2

यहाँ $\int B.dl$ चुम्बकीय क्षेत्र का रेखीय समाकलन है

ΣI = पथ से गुजरने वाली धाराओं के बीजगणितीय योग

यह समीकरण निम्न शर्तों में ही प्रयोग की जाती है

(a) बन्द पथ के प्रत्येक बिन्दु पर,

(b) बन्द पथ के प्रत्येक स्थान पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण समान रहता है।

दाहिने हाथ का नियम का उपयोग करके धारा की दिशा ज्ञात करते है है तथा धारा के मान के साथ दिशा का उपयोग करते हुए पथ से गुजरने वाली धाराओं का बीजगणितीय योग ज्ञात किया जाता है।

B (net) ज्ञात करने के लिए तार को छोटे छोटे अल्पांश में मानकर जिनकी लम्बाई dl है इन अल्पांश कारण चुम्बकीय क्षेत्र का मान ज्ञात किया जाता है फिर सबका योग किया जाता है।

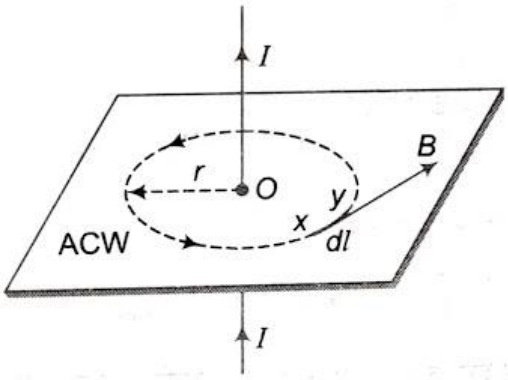
ऐम्पियर के परिपथीय नियम के अनुप्रयोग (Applications of Ampere's Circuital Law)

अनन्त लम्बाई के पतले एवं सीधे धारावाही चालक तार के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field due to a Straight and Thin Conducting Wire of Infinite Length)

यदि अनन्त लम्बाई के पतले, सीधे चालक तार में प्रवाहित धारा I हो तब चालक को केन्द्र लेकर। त्रिज्या का एक काल्पनिक वृत्त लेते हैं। XY का dl लम्बाई का अल्पांश है। B एवं d समान दिशा में है,

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



क्योंकि $\vec{B}$ की दिशा वृत्त पर स्पर्श रेखा के अनुदिश है।
अत: ऐम्पियर के परिपथ नियम से—

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \Sigma I$$

$$\oint \vec{B}\, dl \cos\theta = \mu_0 I \qquad (\text{जहाँ } \theta = 0°)$$

$$\Rightarrow \quad \oint B\, dl \cos 0° = \mu_0 I$$

$$\Rightarrow \quad B\oint dl = \mu_0 I \qquad (\text{जहाँ } \oint dl = 2\pi r)$$

$$B(2\pi r) = \mu_0 I$$

$$\Rightarrow \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

NCERT SOLUTIONS

अभ्यास (पृष्ठ संख्या 169-170)

प्रश्न 1 तार की एक वृत्ताकार कुंडली में 100 फेरे हैं, प्रत्येक की त्रिज्या 8.0cm है और इनमें 0.40A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। कुंडली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है?

उत्तर- दिया है,

कुण्डली में तार के फेरों की संख्या n = 100

प्रत्येक फेरे की त्रिज्या r = 8.0 सेमी = 8.0 x 10^{-2} मीटर

कुण्डली में प्रवाहित धारा I = 0.40 ऐम्पियर

कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण B = ?

सूत्र

$$B = \frac{\mu 0}{4\pi} \times \frac{2\pi ni}{r} \text{ से}$$

$$B = \frac{10^{-7} \times 2 \times 3.14 \times 100 \times 0.40}{8 \times 10^{-2}}$$

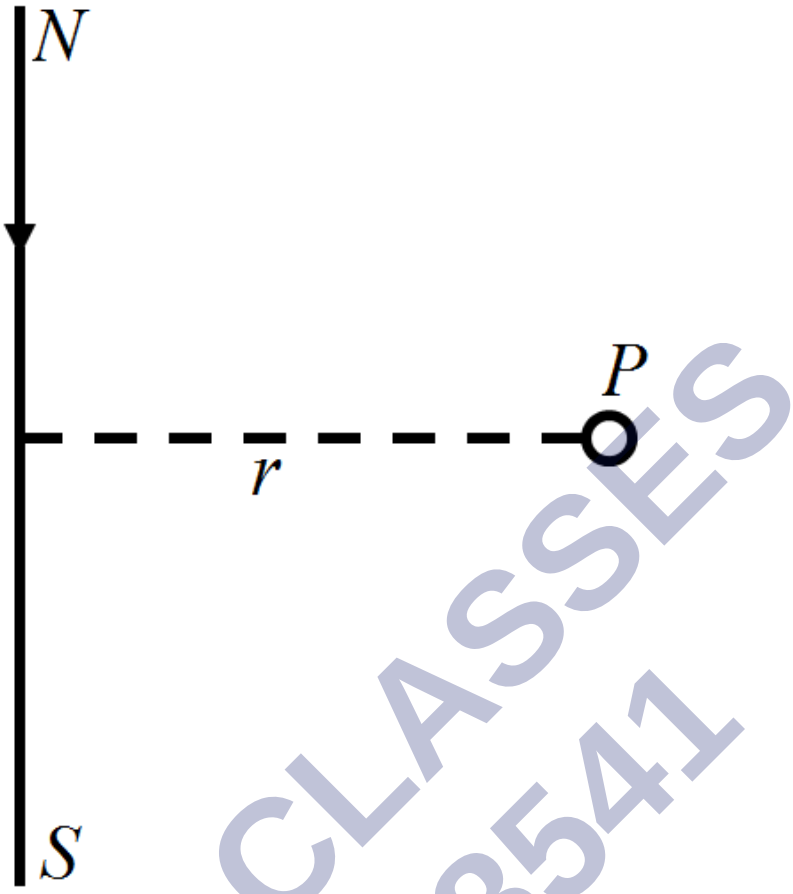
$$= 3.14 \times 10^{-4} \text{ टेस्ला}$$

प्रश्न 2 एक लम्बे, सीधे तार में 35A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। तार से 20cm दूरी पर स्थित किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है?

उत्तर-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



एक लम्बी धारावाही सीधी तार के कारण r दूरी पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र,

$$B = \frac{\mu_{0i}}{2\pi r}$$

यहाँ A = 35A, r = 20m, B = ?

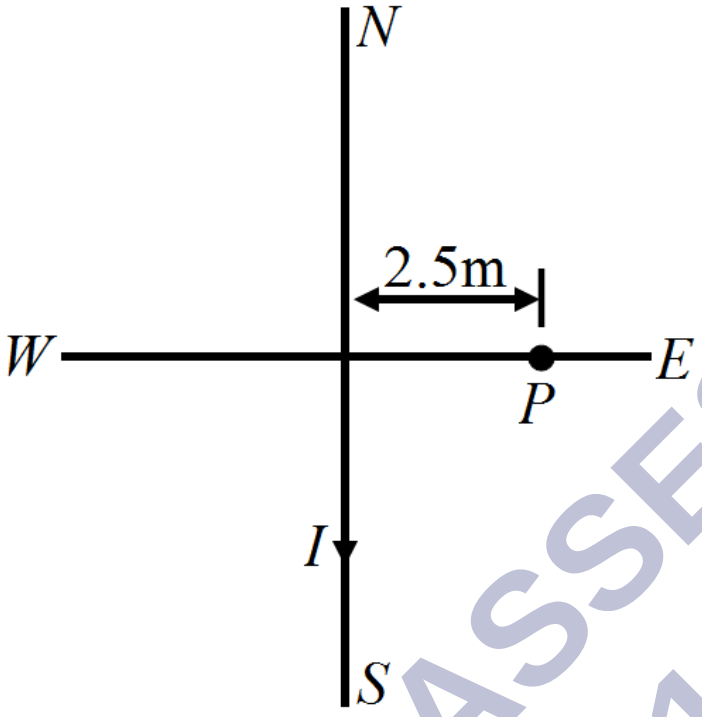
$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 35}{2\pi \times 0.20} = 3.5 \times 10^{-5T}$$

प्रश्न 3 क्षैतिज तल में रखे एक लम्बे सीधे तार में 50A विद्युत धारा उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित हो रही है। तार के पूर्व में 2.5m दूरी पर स्थित किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र B का परिमाण और उसकी दिशा ज्ञात कीजिए।

उत्तर-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



दिया है,

धारा की प्रबलता I = 50 ऐम्पियर

दिए गए बिन्दु की तार से लम्बवत् दूरी r = 2.5 मीटर

बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र B का परिमाण व दिशा = ?

सूत्र

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I}{r}$$

$$B = \frac{10^{-7} \times 2 \times 50}{2.5}$$

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

दांए हाथ के अँगूठे के नियम से बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा कागज के तल के लंबवत ऊपर की ओर होगी।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 4 व्योमस्थ खिंचे क्षैतिज बिजली के तार में 90A विद्युत धारा पूर्व से पश्चिम की ओर प्रवाहित हो रही है। तार के 1.5m नीचे विद्युत धारा के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण और दिशा क्या है?

उत्तर- तार में धारा i = 90A (पूर्व से पश्चिम), तार से दूरी = 1.5m

तार के कारण चुम्बकीय क्षेत्र

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \frac{i}{r}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \times \frac{90}{1.5}$$

$$= 1.2 \times 10^{-5T}$$

चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा क्षैतिजत: उत्तर से दक्षिण की ओर होगी।

प्रश्न 5 एक तार जिसमें 8A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, 0.15T के एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में, क्षेत्र से 30° का कोण बनाते हुए रखा है। इसकी एकांक लम्बाई पर लगने वाले बल का परिमाण और इसकी दिशा क्या है?

उत्तर- चुम्बकीय क्षेत्र B में क्षेत्र से θ कोण पर रखे L लम्बाई के धारावाही चालक तार पर लगने वाले बल का परिमाण

F = lLB sin θ (जहाँ I = तार में प्रवाहित धारा)

तार की एकांक लम्बाई $\frac{F}{(L)} = lB \sin$

यहाँ I = 8A

B = 0.15T तथा θ = 30०

$$\frac{F}{(L)} = 8 \times 0.15 \times \sin 30°$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

न्यूटन/ मीटर

$= 8 \times 0.15 \times \frac{1}{(2)}$ न्यूटन/ मीटर

= 0.60 न्यूटन/ मीटर

प्रश्न 6 एक 3.0cm लम्बा तार जिसमें 10A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, एक परिनालिका के भीतर उसके अक्ष के लम्बवत् रखा है। परिनालिका के भीतर चुम्बकीय क्षेत्र का मानं 0.27T है। तार पर लगने वाला चुम्बकीय बल क्या है?

उत्तर- परिनालिका के अन्दर उसकी अक्ष पर चुम्बकीय क्षेत्र B = 0.27 T (जिसकी दिशा अक्ष के अनुदिश ही होती है)। धारावाही तार अक्ष के लम्बवत् है,

अतः $\theta = 90°$

तार की लम्बाई L = 3.0 सेमी

= 3.0×10^{-2} मी

तार में धारा I = 10 A; अतः तार पर लगने वाला चुम्बकीय बल

F = ILB sin θ न्यूटन

= $10 \times (3.0 \times 10^{-2}) (0.27) \times \sin 90°$ न्यूटन

= $81 \times 10^{-2} \times 1$ न्यूटन

= 8.1×10^{-2} न्यूटन

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 7 एक-दूसरे से 4.0cm की दूरी पर रखे दो लम्बे, सीधे, समान्तर तारों A एवं B से क्रमशः 8.0 A एवं 5.0A की विद्युत धाराएँ एक ही दिशा में प्रवाहित हो रही हैं। तार A के 10cm खण्ड पर बल का आकलन कीजिए।

उत्तर- परस्पर समान्तर दो लम्बे सीधे धारावाही तारों के बीच प्रत्येक तार की एकांक लम्बाई पर कार्य करने वाला पारस्परिक बल

$$\left(\frac{F}{L}\right) = \frac{\mu_0}{4\pi}\left(\frac{2I_1 \times I_2}{r}\right)$$

यहाँ μ0 = 4π × 10^{-7} न्यूटन/ एम्पियर^2

I1 = 8.0A, I2 = 5.0A; r = 4 × 10^{-2} मीटर

$$\left(\frac{F}{L}\right) = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{4\pi}\left(\frac{2 \times 8.0 \times 5.0}{4 \times 10^{-2}}\right)$$

= 2.0 × 10^{-4} न्यूटन/ मीटर

अतः A तार की लम्बाई l = 10 सेमी = 0.10 मीटर खंड पर लगने वाला बल

$$F = \left(\frac{F}{L}\right) \times l$$

= 2.0 × 10^{-4} न्यूटन/ मीटर × 0.10 मीटर

= 2.0 × 10^{-4} न्यूटन

प्रश्न 8 पास-पास फेरों वाली एक परिनालिका 80cm लम्बी है और इसमें 5 परतें हैं जिनमें से प्रत्येक में 400 फेरे हैं। परिनालिका का व्यास 1.8cm है। यदि इसमें 8.0A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है तो परिनालिका के भीतर केन्द्र के पास चुम्बकीय क्षेत्र B का परिमाण परिकलित कीजिए।

उत्तर- परिनालिका की एक पर्त के कारण इसके भीतर केंद्र के पास उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र $\mu_0\left(\frac{N}{L}\right) \times I$

अतः परिनालिका की पाँचो पर्तो के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र $B = 5 \times \left(\frac{\mu_0 NI}{L}\right)$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

यहाँ $\mu 0 = 4\pi \times 10^{-7}$ न्यूटन/ एम्पियर^2

N = 400; I = 8.0A तथा L = 80 सेमी = 0.80 मीटर

$$B = \left[\frac{5\times(4\pi\times10^{-7})(400)\times8.0)}{0.80}\right] \text{ टेस्ला}$$

$$= 2.512 \times 10^{-2} \text{ टेस्ला}$$

प्रश्न 9 एक वर्गाकार कुंडली जिसकी प्रत्येक भुजा 10cm है, में 20 फेरे हैं और उसमें 12A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। कुंडली ऊर्ध्वाधरतः लटकी हुई है और इसके तल पर खींचा गया अभिलम्ब 0.80T के एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा से 30° का एक कोण बनाता है। कुंडली पर लगने वाले बल-युग्म आघूर्ण का परिमाण क्या है?

उत्तर- बल-युग्म के आघूर्ण का परिमाण

$\tau = NIAB \sin\theta$

यहाँ फेरों की संख्या N = 20; वर्गाकार कुण्डली के तल को क्षेत्रफल

A = भुजा^{2} = (0.10 मी)^2 = 0.01 मी

कुण्डली में धारा I = 12 A; चुम्बकीय क्षेत्र B = 0.80 T तथा $\theta = 30°$

$\tau = 20 \times 12 \times 0.01 \times 0.80 \times \sin 30°$ न्यूटन मीटर

$= 240 \times 0.008 \times \frac{1}{(2)}$ न्यूटन मीटर

= 0.960 न्यूटन मीटर।

प्रश्न 10 दो चल कुंडली गैल्वेनोमीटर मीटरों MI एवं M, के विवरण नीचे दिए गए हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$R_1 = 10\Omega$, $N_1 = 30$, $A_1 = 3.6 \times 10^{-3}\ m^2$, $B_1 = 0.25\ T$

$R_2 = 14\Omega$, $N_2 = 42$, $A_2 = 1.8 \times 10^{-3}\ m^2$, $B_2 = 0.50\ T$

(दोनों मीटरों के लिए स्प्रिंग नियतांक समान है)।

1. M_2 एवं M_1 की धारा-सुग्राहिताओं,
2. M_2 एवं M_1 की वोल्टता-सुग्राहिताओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।

उत्तर-

a. मीटर की धारा सुग्राहिता $= \frac{NBA}{K}$ से

$$\frac{M_2 \text{ की धारा सुग्राहिता}}{M_1 \text{ की धारा सुग्राहिता}} = \frac{N_2B_2A_2}{K} \times \frac{K}{N_1B_1A_1}$$

$$= \frac{N_2}{N_1} \times \frac{B_2}{B_1} \times \frac{A_2}{A_1}$$

$$= \frac{42}{30} \times \frac{0.50}{0.25} \times \frac{1.8\times10^{-3}}{3.6\times10^{-3}}$$

$$= 1.4$$

b. मीटर की वोल्टेज सुग्राहिता $= \frac{NBA}{KR}$ से

$$\frac{M_2 \text{ की वोल्टेज सुग्राहिता}}{M_1 \text{ की वोल्टेज सुग्राहिता}} = \frac{N_2B_2A_2}{KR_2} \times \frac{KR_1}{N_1B_1A_1}$$

$$= \left(\frac{N_2}{N_1} \times \frac{B_2}{B_1} \times \frac{A_2}{A_1}\right) \times \frac{R_1}{R_2}$$

$$= 1.4 \times \frac{10}{14} \text{ (प्रथम भाग के परिणाम से)}$$

$$= 1$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 11 एक प्रकोष्ठ में 6.5G (1G = 10^{-4} T) का एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र बनाए रखा गया है। इस चुम्बकीय क्षेत्र में एक इलेक्ट्रॉन 4.8 x $10^{6}$$ms^{-1}$ के वेग से क्षेत्र के लम्बवत् भेजा गया है। व्याख्या कीजिए कि इस इलेक्ट्रॉन का पथ वृत्ताकार क्यों होगा? वृत्ताकार कक्षा की त्रिज्या ज्ञात कीजिए। (e = 1.6 x 10^{19}C, me = 9.1 x 10^{-31}kg)

उत्तर-

$$r = \frac{mv}{eB}$$

$$= \left[\frac{(9.1\times10^{-31})(4.8\times10^{6})}{(1.6\times10^{-19})(6.5\times10^{-4})}\right]$$

$$= 4.2 \times 10^{-2} \text{ मीटर}$$

क्योंकि चुम्बकीय क्षेत्र में लम्बवत् प्रवेश करने वाले इलेक्ट्रॉन पर चुम्बकीय बल सदैव इसके वेग के लम्बवत् रहने के कारण इलेक्ट्रॉन का पथ वृत्ताकार हो जाता है।

प्रश्न 12 प्रश्न 11 में, वृत्ताकार कक्षा में इलेक्ट्रॉन की परिक्रमण आवृत्ति प्राप्त कीजिए। क्या यह उत्तर इलेक्ट्रॉन के वेग पर निर्भर करता है? व्याख्या कीजिए।

उत्तर-

$$\therefore T = \frac{2\pi m_e}{e\times m_e} \text{ अतः परिक्रमण आवृति}$$

$$n = \frac{1}{T} = \frac{e\times B}{2\pi m_e}$$

$$n = \left[\frac{\left(1.6\times10^{-19}\right)\left(6.5\times10^{-4}\right)}{2\times(3.14)\times\left(9.1\times10^{-31}\right)}\right] \text{ सेकण्ड}^{-1}$$

$$= 1.82 \times 10^{7} \text{ सेकण्ड}^{-1}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

चूँकि सूत्र में इलेक्ट्रान का वेग नहीं आता है; अतः उत्तर वेग पर निर्भर नहीं करेगा।

प्रश्न 13

a. 30 फेरों वाली एक वृत्ताकार कुंडली जिसकी त्रिज्या 8.0cm है और जिसमें 6.0A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, 1.0T के एकसमान क्षैतिज चुम्बकीय क्षेत्र में ऊर्ध्वाधरतः लटकी है। क्षेत्र रेखाएँ कुंडली के अभिलम्ब से 60° का कोण बनाती हैं। कुंडली को घूमने से रोकने के लिए जो प्रति आघूर्ण लगाया जाना चाहिए उसके परिमाण परिकलित कीजिए।
b. यदि (a) में बतायी गई वृत्ताकार कुंडली को उसी क्षेत्रफल की अनियमित आकृति की समतलीय कुंडली से प्रतिस्थापित कर दिया जाए (शेष सभी विवरण अपरिवर्तित रहें) तो क्या आपका उत्तर परिवर्तित हो जाएगा?

उत्तर-

a. कुंडली में फेरे N = 30,

त्रिज्या r = 8.0 x 10^{-2} m,

i = 6.0A

चुम्बकीय क्षेत्र B = 1.0T

$\theta = 60^\circ$

कुंडली पर चुम्बकीय क्षेत्र के कारण बल-युग्म का आघूर्ण

$$\tau = \mathrm{NiAB}\sin 60^\circ = \mathrm{Ni}(\pi r^2)\mathrm{B}\sin 60^\circ$$

$$= 30 \times 6.0 \times (314 \times 64.0 \times 10^{-4}) \times 1.0 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= 3.13\mathrm{N\text{-}m}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

स्पष्ट है कि कुंडली को घूमने से रोकने के लिए 3.13 N-m का बल-आघूर्ण विपरीत दिशा में लगाना होगा।

b. नहीं, उत्तर में कोई परिवर्तन नहीं होगा। इसका कारण यह है कि बल-आघूर्ण (τ = NiA B sin θ) कुंडली के क्षेत्रफल A पर निर्भर करता है न कि उसके आकार पर।

अतिरिक्त अभ्यास (170-172)

प्रश्न 14 दो समकेन्द्रिक वृत्ताकार कुंडलियाँ x और Y जिनकी त्रिज्याएँ क्रमशः 16cm एवं 10cm हैं, उत्तर-दक्षिण दिशा में समान ऊध्र्वाधर तल में अवस्थित हैं। कुंडली X में 20 फेरे हैं और इसमें 16A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, कुंडली Y में 25 फेरे हैं और इसमें 18A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। पश्चिम की ओर मुख करके खड़ा एक प्रेक्षक देखता है कि X में धारा प्रवाह वामावर्त है जबकि में दक्षिणावर्त है। कुंडलियों के केन्द्र पर, उनमें प्रवाहित विद्युत धाराओं के कारण उत्पन्न कुल चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण एवं दिशा ज्ञात कीजिए।

उत्तर- दिया है, कुंडली X के लिए,

r_X = 0.16m,

N_X = 20,

i_X = 16A

कुंडली Y के लिए,

r_Y = 0.10m,

N_Y = 25,

i_Y = 18A

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

कुंडली X के कारण केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B_X = \frac{\mu_0 n_x i_x}{2r_x}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20 \times 16}{2 \times 0.16}$$

$$= 4\pi \times 10^{-4} T \text{ पूर्व दिशा में}$$

कुंडली Y के कारण केंद्र पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B_Y = \frac{\mu_0 n_Y i_Y}{2r_Y}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 25 \times 18}{2 \times 0.10}$$

$$= 9\pi \times 10^{-4} T \text{ पश्चिम दिशा में}$$

∵ BX तथा BY परस्पर विपरीत है; अतः

केन्द्र पर नैट चुम्बकीय क्षेत्र B = BY – BX

$$= 5\pi \times 10^{-4} T$$

$$= 1.6 \times 10^{-3} T \text{ पश्चिम दिशा में}$$

प्रश्न 15 10cm लम्बाई और $10^{-3} m^2$ अनुप्रस्थ काट के एक क्षेत्र में 100G (1G = 10^{-4}) का एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र चाहिए। जिस तार से परिनालिका का निर्माण करना है उसमें अधिकतम 15A विद्युत धारा प्रवाहित हो सकती है और क्रोड पर अधिकतम 1000 फेरे प्रति मीटर लपेटे जा सकते हैं। इस उद्देश्य के लिए परिनालिका के निर्माण का विवरण सुझाइए। यह मान लीजिए कि क्रोड लौह-चुम्बकीय नहीं है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- माना परिनालिका की एकांक लम्बाई में फेरों की संख्या n तथा उसमें प्रवाहित धारा 1 है तब उसकी अक्ष पर केन्द्रीय भाग में

चुंबकीय क्षेत्र B = μ0ni

$$\Rightarrow ni = \frac{B}{\mu_0}$$

B = 100 × 10^{-4}T नियत है तथा μ0 नहीं नियतांक है।

दी गई परिनालिका के लिए ni = नियतांक

इस प्रतिबन्ध में दो चर राशियाँ हैं; अत: हम किसी एक राशि को दी गई सीमाओं के अनुरूप स्वेच्छ मान देकर दूसरी राशि का चुनाव कर सकते हैं।

इससे स्पष्ट है कि अभीष्ट परिनालिका के बहुत से भिन्न-भिन्न विवरण सम्भव हैं।

$$\because ni = \frac{B}{\mu_0} = \frac{100 \times 10^{-4}}{4\pi \times 10^{-7}}$$

∵ दिया है, $i \leq 15A$

अतः I = 10A लेने पर (आप अन्य मन भी चुन सकते है)

$$n = \frac{7.96 \times 10^3}{10}$$

$$= 796 \approx 800$$

हम जानते हैं कि परिनालिका की अक्ष पर उसके केन्द्रीय भाग में चुम्बकीय क्षेत्र लगभग एकसमान होता है। अतः दिया गया स्थान (10cm लम्बा व $10^{-3}m^2$ अनुप्रस्थ क्षेत्रफल वाला) परिनालिका की अक्ष के अनुदिश तथा केन्द्रीय भाग में होना चाहिए।

अत: परिनालिका की लम्बाई लगभग 50cm से 100cm के बीच (10cm से काफी अधिक) होनी चाहिए तथा परिनालिका का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल $10^{-3}m^2$ से अधिक होना चाहिए।

SHIVOM CLASSES 8696608541

माना परिनालिका की त्रिज्या r है, तब

$$\pi r^2 > 10^{-3}$$

$$\Rightarrow r^2 > \frac{10^{-3}}{3.14} = 3.18 \times 10^{-4}$$

$$r > 1.78 \times 10^{-2} m$$

या

$$r > 1.78 cm$$

अतः हम परिनालिका की त्रिज्या 2cm से अधिक (माना 3cm) ले सकते हैं।

अतः परिनालिका का विवरण निम्नलिखित है :

लम्बाई l = 50cm लगभग,

फेरों की संख्या N = nl

= 800 × 0.5

= 400 लगभग

त्रिज्या r = 3cm लगभग,

धारा i = 10A

प्रश्न 16 धारावाही, N फेरों और R त्रिज्या वाली वृत्ताकार कुंडली के लिए, इसके अक्ष पर, केन्द्र से x दूरी पर स्थित किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र के लिए निम्नलिखित व्यंजक है-

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

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

a. स्पष्ट कीजिए, इससे कुंडली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र के लिए सुपरिचित परिणाम कैसे प्राप्त किया जा सकता है?

b. बराबर त्रिज्या R एवं फेरों की संख्या N, वाली दो वृत्ताकार कुंडलियाँ एक-दूसरे से R दूरी पर एक-दूसरे के समान्तर, अक्ष मिलाकर रखी गई हैं। दोनों में समान विद्युत धारा एक ही दिशा में प्रवाहित हो रही है। दर्शाइए कि कुण्डलियों के अक्ष के लगभग मध्यबिन्दु पर क्षेत्र, एक बहुत छोटी दूरी के लिए जो कि R से कम है, एकसमान है और इस क्षेत्र का लगभग मान निम्नलिखित है-

$$B = 0.72\frac{\mu_{0NI}}{R}$$

[बहुत छोटे से क्षेत्र पर एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करने के लिए बनायी गई ऊपर वर्णित व्यवस्था हेल्महोल्ट्ज कुण्डलियों के नाम से जानी जाती है।]

उत्तर-

a. दिए गए सूत्र में x रखने पर,

$$B = \frac{\mu_{0IR}^{2N}}{2(R^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\mu_{0NI}}{2R}$$

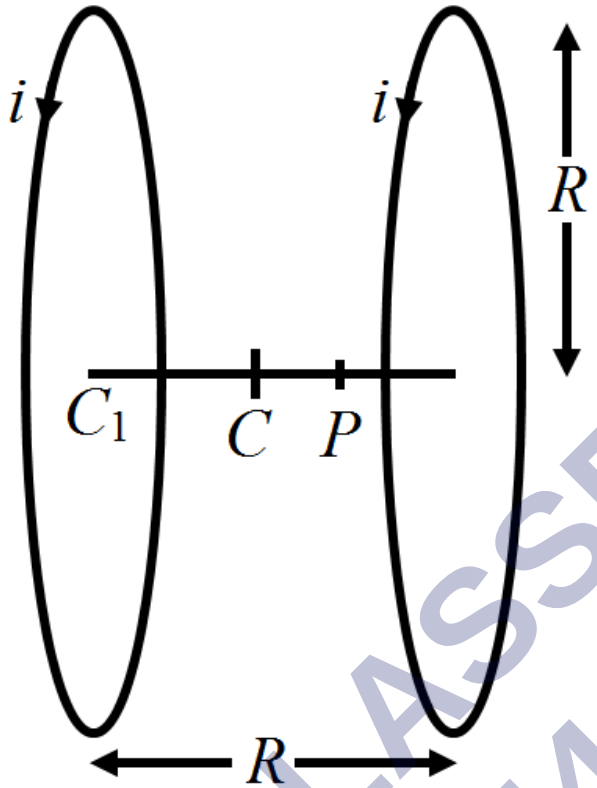
जो की स्पष्टतया कुंडली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र का सूत्र है।

अतः दिए गए सूत्र से कुंडली के केन्द पर चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करने क लिए x के स्थान पर शून्य रखना होगा।

b. माना इस प्रकार की दू कुंडलियो के केन्द्रो को मिलाने वाली रेखा C_1C_2 का मध्य बिन्दु C है तथा इससे d दूरी (दूरी d बहुत छोटी है) पर एक बिन्दु P स्थित है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



तब प्रथम कुंडली के लिए, $x_1 = \frac{R}{2} + d$

तथा दूसरी कुंडली के लिए, $x_2 = \frac{R}{2} + d$

∵ दोनों कुंडली पूर्णतः एक जैसी है तथा दोनों में धाराएँ भी एक ही दिशा में है;

अतः बिन्दु P पर दोनों के कारण चुम्बकीय क्षेत्र एक ही दिशा में होंगे।

∴ बिन्दु P पर नैट चुम्बकीय क्षेत्र

$B = B_1 + B_2$

$$= \frac{\mu_{0NIR}^2}{2\left[R^2 + \left(\frac{R}{2} + d\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}} + \frac{\mu_{0NIR}^2}{2\left[R^2 + \left(\frac{R}{2} - d\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$= \frac{\mu_0 NIR^2}{2\left[\frac{5R^2}{4}+Rd+d^2\right]^{\frac{3}{2}}} + \frac{\mu_0 nIR^2}{2\left[\frac{5R^2}{4}-Rd+d^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

$$= \frac{\mu_0 NIR^2}{2\left(\frac{5}{4}R^2\right)^{\frac{3}{2}}}\left(1+\frac{4d}{5R}\right)^{\frac{-3}{2}} + \frac{\mu_0 NIR^2}{2\left(\frac{5}{4}R^2\right)^{\frac{3}{2}}}\left(1-\frac{4d}{5R}\right)^{\frac{-3}{2}}$$

$$\left[\because d << R;\ \text{अतः}\ \frac{d^2}{R^2}\ \text{आदि पद छोड़े छोड़े गए है}\right]$$

$$= \frac{4\mu_0 NIR^2}{R^3 5^{\frac{3}{2}}}\left[1-\frac{3}{2}\times\frac{4d}{5R}+1+\frac{3}{2}\times\frac{4d}{5R}\right]$$

[द्विपद प्रमेय से प्रसार करके उच्च घात पद छोड़ने पर]

$$= \frac{8\mu_{0NI}}{5^{\frac{3}{2}}R} = 0.72\frac{\mu_{0NI}}{R}$$

प्रश्न 17 एक टोरॉइड के (अलौह चुम्बकीय) क्रोड की आन्तरिक त्रिज्या 25cm और बाह्य त्रिज्या 26cm है। इसके ऊपर किसी तार के 3500 फेरे लपेटे गए हैं। यदि तार में प्रवाहित विद्युत धारा 11A हो तो चुम्बकीय क्षेत्र को मान क्या होगा?

a. टोरॉइड के बाहर,
b. टोरॉइड के क्रोड में,
c. टोरॉइड द्वारा घिरी हुई खाली जगह में।

उत्तर- दिया है,

आन्तरिक त्रज्या $r_1 = 0.25m$,

बाह्य त्रिज्या $r_2 = 0.26m$

फेरों की संख्या N = 3500,

SHIVOM CLASSES 8696608541

धारा i = 11A

a. टोरॉइड के बाहर चुम्बकीय क्षेत्र B = 0

b. टोरॉइड की औसत त्रिज्या $r = \frac{r_1+r_2}{2} = 0.255m$

∴ टोरॉइड की कोर के भीतर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B = \frac{\mu_0 Ni}{2\pi r}$$

$$= \frac{4\pi\times10^{-7}\times3500\times11}{2\pi\times0.255}$$

$$= 3.02 \times 10^{-2}T$$

c. टोरॉइड द्वारा घेरे गए रिक्त स्थान में चुम्बकीय क्षेत्र B = 0

प्रश्न 18 निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए-

a. किसी प्रकोष्ठ में एक ऐसा चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित किया गया है जिसका परिमाण तो एक बिन्दु पर बदलता है, पर दिशा निश्चित है। (पूर्व से पश्चिम)। इस प्रकोष्ठ में एक आवेशित कण प्रवेश करता है और अविचलित एक सरल रेखा में अचर वेग से चलता रहता है। आप कण के प्रारम्भिक वेग के बारे में क्या कह सकते हैं?

b. एक आवेशित कण, एक ऐसे शक्तिशाली असमान चुम्बकीय क्षेत्र में प्रवेश करता है। जिसको परिमाण एवं दिशा दोनों एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु पर बदलते जाते हैं, एक जटिल पथ पर चलते हुए इसके बाहर आ जाता है। यदि यह मान लें कि चुम्बकीय क्षेत्र में इसका किसी भी दूसरे कण से कोई संघट्ट नहीं होता तो क्या इसकी अन्तिम चाल, प्रारम्भिक चाल के बराबर होगी?

c. पश्चिम से पूर्व की ओर चलता हुआ एक इलेक्ट्रॉन एक ऐसे प्रकोष्ठ में प्रवेश करता है। जिसमें उत्तर से दक्षिण दिशा की ओर एकसमान एक विद्युत क्षेत्र है। वह दिशा बताइए जिसमें

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित किया जाए ताकि इलेक्ट्रॉन को अपने सरल रेखीय पथ से विचलित होने से रोका जा सके।

उत्तर-

a. आवेशितं कण अविचलित सरल रेखीय गति करता है, इसका यह अर्थ है कि कण पर चुम्बकीय क्षेत्र के कारण कोई बल नहीं लगा है। इससे प्रदर्शित होता है कि कण का प्रारम्भिक वेग या तो चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में है अथवा उसके विपरीत है।
b. हाँ, कण की अन्तिम चाल उसकी प्रारम्भिक चाल के बराबर होगी। इसका. कारण यह है कि चुम्बकीय क्षेत्र के कारण गतिमान आवेश पर कार्यरत बल सदैव कण के वेग के लम्बवत् दिशा में लगता है जो केवल गति की दिशा को बदल सकता है परन्तु कण की चाल को नहीं।
c. विद्युत क्षेत्र के कारण इलेक्ट्रॉन पर दक्षिण से उत्तर की ओर विद्युत बल F, कार्य करेगा, जिसके कारण इलेक्ट्रॉन उत्तर दिशा की ओर विक्षेपित होने की प्रवृत्ति रखेगा। इलेक्ट्रॉन बिना विचलित हुए सरल रेखीय गति करे इसके लिए आवश्यक है कि चुम्बकीय क्षेत्र ऐसी दिशा में लगाया जाए कि चुम्बकीय क्षेत्र के कारण इलेक्ट्रॉन पर उत्तर से दक्षिण दिशा की ओर चुम्बकीय बल कार्य करे। इसके लिए फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियम से चुम्बकीय क्षेत्र ऊर्ध्वाधरत: नीचे की ओर लगाना चाहिए।

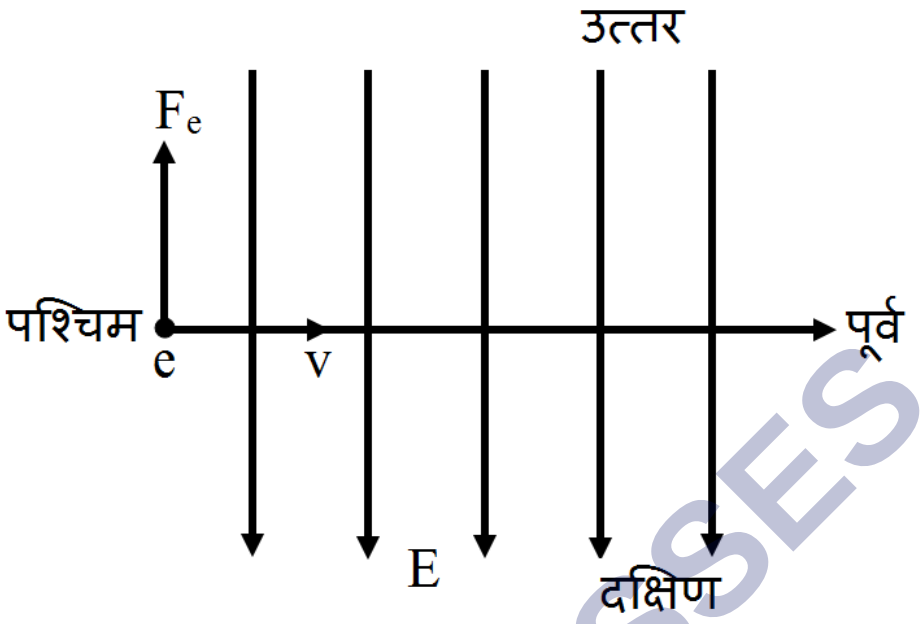
प्रश्न 19 ऊष्मित कैथोड से उत्सर्जित और 2.0kV के विभवान्तर पर त्वरित एक इलेक्ट्रॉन 0.15T के एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में प्रवेश करता है। इलेक्ट्रॉन का गमन पथ ज्ञात कीजिए यदि चुम्बकीय क्षेत्र-

a. प्रारम्भिक वेग के लम्बवत है,
b. प्रारम्भिक वेग की दिशा से 30° का कोण बनाता है।

उत्तर-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



माना इलेक्ट्रॉन का वेग v है, तब

इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा $eV = \frac{1}{2}mv^2$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{2\times1.6\times10^{-19}\times2.0\times10^{3}}{9.1\times10^{-31}}}$$

$$= \frac{8\times10^{7}}{3.02}$$

$$= 2.65\times10^{7}\,m/s$$

a. ∵ इलेक्ट्रॉन का वेग चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत है; अतः इस दशा में इलेक्ट्रॉन का पथ कुंडलिनीय (सर्पिलाकार) होगा।

इलेक्ट्रॉन के पथ की त्रिज्या

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$r = \frac{mv}{qB}$$

$$= \frac{9.1\times10^{-31}\times2.65\times10^{7}}{1.6\times10^{-19}\times0.15}$$

$$= 1.00 \times 10^{-3}\text{m} = 1.0\text{mm}$$

b. ∵ इलेक्ट्रॉन का वेग चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत है; अतः इस दशा में इलेक्ट्रॉन का पथ कुंडलिनीय (सर्पिलाकार) होगा।

चुम्बकीय क्षेत्र के लम्ब दिशा में इलेक्ट्रॉन के वेग का वियोजित घटक

$v' = v \sin 30°$

∴ इलेक्ट्रॉन के पथ की त्रिज्या

$$r = \frac{mv'}{qB}$$

$$= \frac{mv \sin 30°}{qB}$$

$$= \left(\frac{mv}{qB}\right) \times \frac{1}{2}$$

$$= 1.00 \times \frac{1}{2}\text{mm} = 0.5\text{mm}$$

प्रश्न 20 प्रश्न 16 में वर्णित हेल्महोल्ट्ज कुंडलियों का उपयोग करके किसी लघुक्षेत्र में 0.75T का एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित किया है। इसी क्षेत्र में कोई एकसमान स्थिरविद्युत क्षेत्र कुंडलियों के उभयनिष्ठ अक्ष के लम्बवत लगाया जाता है। (एक ही प्रकार के) आवेशित कणों का 15kV विभवान्तर पर त्वरित एक संकीर्ण किरण पुंज इस क्षेत्र में दोनों कुण्डलियों के अक्ष तथा स्थिरविद्युत क्षेत्र की लम्बवत दिशा के अनुदिश प्रवेश करता है। यदि यह किरण पुंज 9.0 x 10-5Vm-1, स्थिरविद्युत क्षेत्र में अविक्षेपित रहता है तो यह अनुमान लगाइए कि किरण पुंज में कौन-से कण हैं। यह स्पष्ट कीजिए कि यह उत्तर एकमात्र उत्तर क्यों नहीं है?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- दिया है;

B = 0.75T,

$E = 9.0 \times 10^{-5} V/m$,

$V = 15 \times 10^{3} V$

माना कण का द्रव्यमान वेग तथा आवेश तब कण की मन

गतिज ऊर्जा $qV = \frac{1}{2}mv^2$,

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$

विद्युत क्षेत्र के कारण कण पर बल $F_e = qE$

तथा कण पर चुम्बकीय बल $F_m = qvB \sin 90° = qvB$

∵ दोनों क्षेत्रो से कण अविचलित गुजरता है; अतः कण पर कार्यरत दोनों बल परिणाम में बराबर व दिशा विपरीत होगी।

$$\therefore quB = qE$$

$$\Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

$$\text{या } \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \frac{E}{B}$$

$$\therefore \frac{q}{m} = \frac{E^2}{2VB^2}$$

$$= \frac{(9.0\times10^{-5})^2}{2\times15\times10^3\times(0.75)^2}$$

$$= 4.8 \times 10^7 C/kg$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

हम जानते है की प्रोटोन के लिए $\frac{q}{m}$ का मान 9.6 × 10^7C/ kg होता है जबकि दिए गए कणो के लिए $\frac{q}{m}$ के मान का आधा है। इससे ज्ञात होता है की इस कण का द्रव्यमान प्रोटोन के द्रव्यमान का दोगुना होना चाहिये। अतः किरण पुंज में डयुटीरियम के आयन उपस्थित हो सकते है।

परन्तु डयुटीरियम ही एकमात्र ऐसा कण नहीं है जिसके लिए $\frac{q}{m}$ मान 4.8 × 10^7C/ kg है। द्विआनित हीलियम परमाणु (α — कण या हीलियम नाभिक H++) के लिए $\frac{2e}{2m}$ तथा त्रीआयनित लीथियम परमाणु (Li+++) के लिए $\frac{3e}{3m}$ भी $\frac{q}{m}$ मान यही रहता है।

प्रश्न 21 एक सीधी, क्षैतिज चालक छड़ जिसकी लम्बाई 0.45cm एवं द्रव्यमान 60g है। इसके सिरों पर जुड़े दो ऊर्ध्वाधर तारों पर लटकी हुई है। तारों से होकर छड़ में 5.0A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है।

a. चालक के लम्बवत कितना चुम्बकीय क्षेत्र लगाया जाए कि तारों में तनाव शून्य हो जाए।
b. चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा यथावत रखते हुए यदि विद्युत धारा की दिशा उत्क्रमित कर दी जाए तो तारों में कुल आवेश कितना होगा? (तारों के द्रव्यमान की उपेक्षा कीजिए। (g = 9.8ms^{-2})

उत्तर- छड़ की लम्बाई l = 0.45m व द्रव्यमान m = 0.06kg, तार में धारा i = 5.0A

a. तारों में तनाव शून्य करने के लिए आवश्यक है कि चुम्बकीय क्षेत्र के कारण छड़ पर बल उसके भार के बराबर वे विपरीत हो।

अतः ilB sin 90° = mg

$$B = \frac{mg}{il}$$

$$= \frac{0.06 \times 9.8}{5.0 \times 0.45} = 0.26T$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

b. यदि धारा की दिशा बदल दी जाए तो चुम्बकीय बल तथा छड़ का भार दोनों एक ही दिशा में हो जाएँगे।

इस स्थिति में, तारों का तनाव = mg + IlB sin 90°

= 2mg (∵ प्रथम दशा से, IlB sin 90° = mg)

= 2 × 0.06 × 9.8

= 1.176

= 1.18N

प्रश्न 22 एक स्वचालित वाहन की बैटरी से इसकी चालने मोटर को जोड़ने वाले तारों में 300A विद्युत धारा (अल्प काल के लिए) प्रवाहित होती है। तारों के बीच प्रति एकांके लम्बाई पर कितना बल लगता है यदि इनकी लम्बाई 70cm एवं बीच की दूरी 1.5cm हो। यह बल आकर्षण बल है या प्रतिकर्षण बल?

उत्तर- दिया है,

तारों में धारा $i_1 = i_2 = 300A$,

बीच की दूरी $r = 1.5 \times 10^{-2}m$

तारों की लम्बाई = 70cm

तारों के बीच एकांक लम्बाई पर बल

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i_{1i_2}}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \times \frac{300 \times 300}{1.5 \times 10^{-2}}$$

$= 1.2Nm^{-1}$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

चूँकि तारों में धारा विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है; अत: यह बल प्रतिकर्षण का होगा।

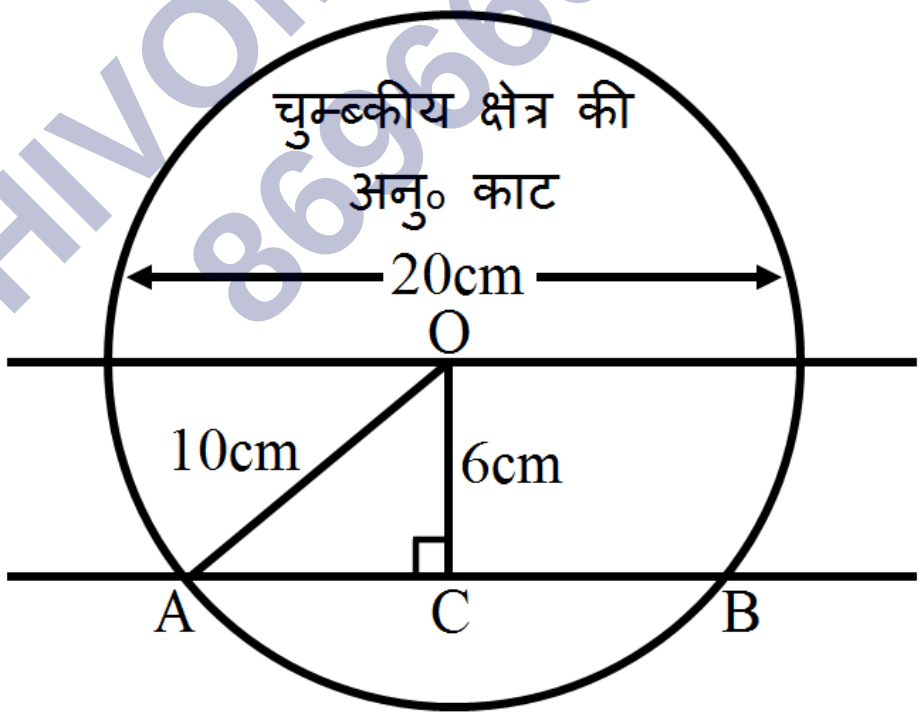
प्रश्न 23 1.5T का एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र, 10.0cm त्रिज्या के बेलनाकार क्षेत्र में विद्यमान है। इसकी दिशा अक्ष के समान्तर पूर्व से पश्चिम की ओर है। एक तार जिसमें 7.0A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। इस क्षेत्र में होकर उत्तर से दक्षिण की ओर गुजरती है। तार पर लगने वाले बल का परिमाण और दिशा क्या है, यदि

a. तार अक्ष को काटता हो।
b. तार N-S दिशा से घुमाकर उत्तर-पूर्व, उत्तर-पश्चिम दिशा में कर दिया जाए,
c. N-S दिशा में रखते हुए ही तार को अक्ष से 6.0cm नीचे उतार दिया जाए।

उत्तर- दिया है, B = 1.5T,

क्षेत्र की त्रिज्या = 10.0cm

तारा में धारा i = 7.0A



a. इस दशा में तार की l = 2r = 0.20m लम्बाई चुम्बकीय क्षेत्र से गुजरेगी

SHIVOM CLASSES 8696608541

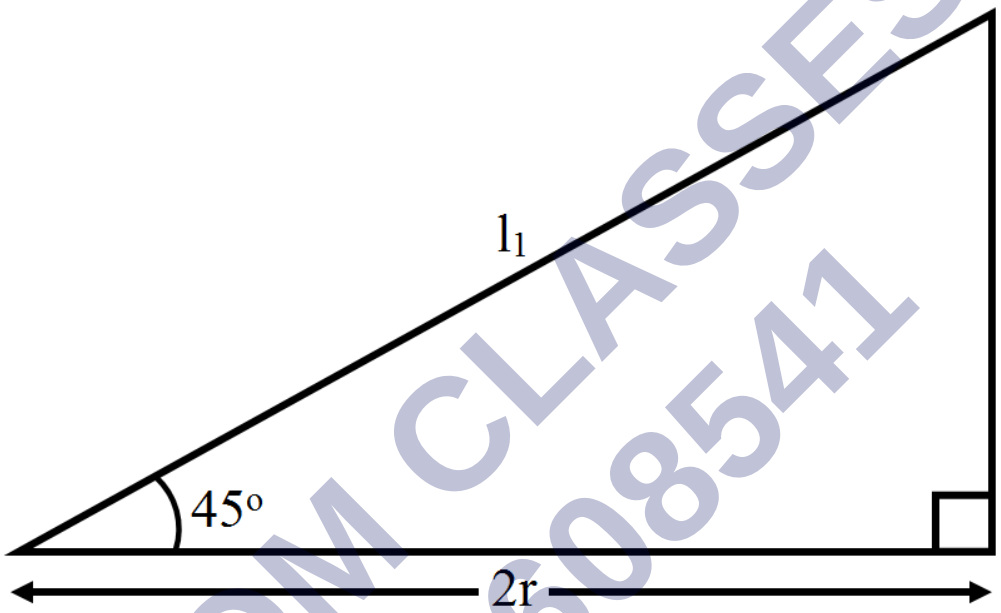
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

चूँकि क्षेत्र तार की लम्बाई के लम्बवत है

∴ तार पर बल F = ilB sin 90°

बल की दिशा ऊर्ध्वाधरत: नीचे की ओर होगी।

b. इस दशा में तार की लम्बाई चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा से 45° का कोण बनाएगी।



माना इस दशा में तार की लम्बाई चुम्बकीय क्षेत्र में गुजरती है, तब

$$\sin 45^\circ = \frac{2r}{l_1}$$

$$\Rightarrow l_1 = \frac{2r}{\sin 45^\circ} = l\sqrt{2} \ (\because 2r = l)$$

∴ तार पर बल $F = il_1B \sin 45^\circ$

$$= il\sqrt{2}B \times \frac{1}{\sqrt{2}} = ilB$$

= 2.1N, ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर

c. माना इस दशा में तार की 1_2 (लम्बाई) (1_2 = AB) चुम्बकीय क्षेत्र से गुजरती है।

$\triangle OAC$ में $\angle OCA = 90^\circ$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$\therefore AC^2 = OA^2 - OC^2$

$= 10^2 - 6^2$

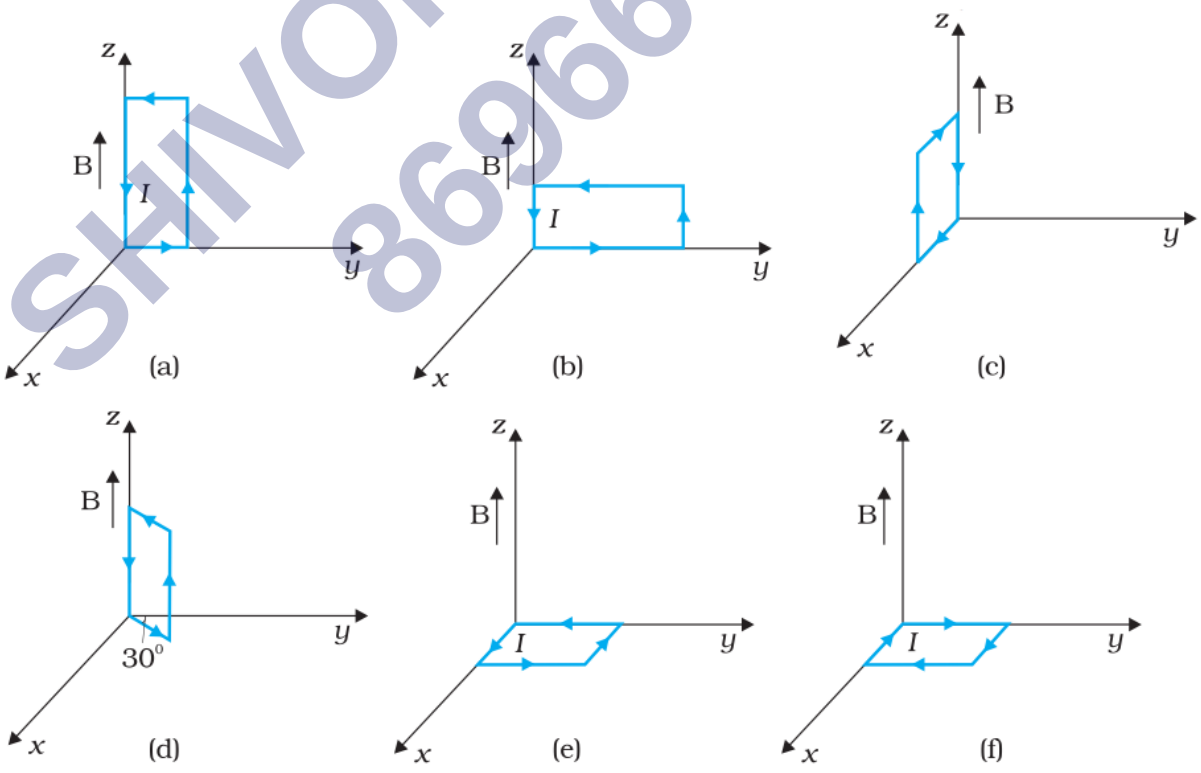
$= 64$

$\Rightarrow AC = 8cm$

$\therefore l_2 = AB = 2\ AC = 16\ cm = 0.16m$

तार पर बल $F = il_2B \sin 90° = 7.0 \times 0.16 \times 1.5 = 1.68N$, ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर।

प्रश्न 24 धनात्मक z-दिशा में 3000G की एक एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र लगाया गया है। एक आयताकार लूप जिसकी भुजाएँ 10cm एवं 5cm और जिसमें 12A धारा प्रवाहित हो रही है, इस क्षेत्र में रखा है। चित्र में दिखायी गई लूप की विभिन्न स्थितियों में इस पर लगने वाला बल-युग्म आघूर्ण क्या है? हर स्थिति में बल क्या है? स्थायी सन्तुलन वाली स्थिति कौन-सी है?



SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- दिया है,

B = 3000

G = 0.3T,

a = 0.1m,

b = 0.05m,

i = 12A

कुंडली का क्षेत्रफल A = ab = 0.1 m × 0.05m

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

(a), (b), (c), (d) प्रत्येक दशा में कुंडली के तल पर अभिलम्ब, चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् है; अतः प्रत्येक दशा में

बल-युग्म का आघूर्ण $\tau = iAB \sin 90°$

$= 12 \times 5 \times 10^{-3} \times 0.3$

$= 1.8 \times 10^{-2}N\text{-}m$

प्रत्येक दशा में बल शून्य है, क्योंकि एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखे धारालूप पर बल-युग्म कार्य करता है परन्तु बल नहीं।

a. $\tau = 1.8 \times 10^{-2}N\text{-}m$ ऋण y-अक्ष की दिशा में तथा बल शून्य है।

b. $\tau = 1.8 \times 10^{-2}N\text{-}m$ ऋण y-अक्ष की दिशा में तथा बल शून्य है।

c. $\tau = 1.8 \times 10^{-2}N\text{-}m$ ऋण x-अक्ष की दिशा में तथा बल शून्य है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

d. $\tau = 1.8 \times 10^{-2}$N-m तथा बल शून्य है।

(e) तथा (f) दोनों स्थितियों में कुंडली के तल पर अभिलम्ब चुम्बकीय क्षेत्र के अनुदिश है; अत:

t = iAB sin 0° = 0

अत: इन दोनों दशाओं में बल-आघूर्ण व बल दोनों शून्य हैं। यह स्थितियाँ सन्तुलन की स्थायी अवस्था में दर्शाती हैं।

प्रश्न 25 एक वृत्ताकार कुंडली जिसमें 20 फेरे हैं और जिसकी त्रिज्या 10cm है, एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखी है जिसका परिमाण 0.10 है और जो कुंडली के तल के लम्बवत है। यदि कुंडली में 5.0A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही हो तो,

a. कुंडली पर लगने वाला कुल बल-युग्म आघूर्ण क्या है?
b. कुंडली पर लगने वाला कुल परिणामी बल क्या है?
c. कीय क्षेत्र के कारण कुंडली के प्रत्येक इलेक्ट्रॉन पर लगने वाला कुलै'औसत बल क्या है?चुम्ब(कुंडली 10^{-5} m^2 अनुप्रस्थ क्षेत्र वाले ताँबे के तार से बनी है, और ताँबे में मुक्त इलेक्ट्रॉन घनत्व 10^{29} m^{-3} दिया गया है।)

उत्तर- फेरे N = 20, i = 5.0A, r = 0.10m, B = 0.10T

इलेक्ट्रॉन घनत्व $n = 10^{29}m^{-3}$,

तार का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल $A = 10^{-5}m^2$

a. कुंडली का तल चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् है; अत: कुंडली के तल पर अभिलम्ब व चुम्बकीय क्षेत्र के बीच का कोण शून्य है ($\theta = 0°$)

बल-आघूर्ण $\tau = NiLAB \sin 0° = 0$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

b. कुंडली पर नेट बल भी शून्य है।

c. यदि इलेक्ट्रॉनों का अपवाह वेग vd है तो

$$i = neAv_d$$

$$\Rightarrow v_d = \frac{1}{neA}$$

∴ प्रत्येक इलेक्ट्रॉन पर बल

$$\Rightarrow F = e\frac{i}{neA}B$$

$$= \frac{iB}{An} = \frac{5.0\times0.01}{10^{29}\times10^{-5}}$$

$$= \frac{5.0\times0.10}{10^{29}\times10^{-5}}$$

$$= 5.0 \times 10^{-25}N$$

प्रश्न 26 एक परिनालिका जो 60cm लम्बी है, जिसकी त्रिज्या 4.0cm है और जिसमें 300 फेरों वाली 3 परतें लपेटी गई हैं। इसके भीतर एक 2.0cm लम्बा, 2.5g द्रव्यमान का तार इसके (केन्द्र के निकट) अक्ष के लम्बवत रखा है। तार एवं परिनालिका का अक्ष दोनों क्षैतिज तल में हैं। तार को परिनालिका के समान्तर दो वाही संयोजकों द्वारा एक बाह्य बैटरी से जोड़ा गया है जो इसमें 6.0A विद्युत धारा प्रदान करती है। किस मान की विद्युत धारा (परिवहन की उचित दिशा के साथ) इस परिनालिका के फेरों में प्रवाहित होने पर तारे का भार संभाल सकेगी? (g = 9.8ms^{-2})

उत्तर- परिनालिका की लम्बाई l = 0.6m,

त्रिज्या = 4.0cm,

फेरे N = 300 × 3

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

तार की लम्बाई L = 20×10^{-2}m,

द्रव्यमान m = 25×10^{-3} kg,

धारा I = 6.0A

माना परिनालिका में प्रवाहित धारा = i

तब परिनालिका के अक्ष पर केन्द्रीय भाग में चुम्बकीय क्षेत्र

$B = \frac{\mu_0 Ni}{l}$ (अक्षर के अनुदिश)

∵ चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा तार की लम्बाई के लम्बवत है; अतः

तार पर बल $F = ILB \sin 90° = IL \times \frac{\mu_0 Ni}{l}$

यह बल तार के भार को संभालता है; अतः

$$F = mg$$

$$\Rightarrow IL \times \frac{\mu_0 Ni}{l} = mg$$

$$\therefore i = \frac{mgl}{\mu_0 NIL}$$

$$= \frac{2.5\times10^{-3}\times9.8\times0.6}{4\pi\times10^{-7}\times(300\times3)\times6.0\times2.0\times10^{-2}}$$

$$= 108A$$

∵ तार में धारा दिशा ज्ञात नहीं है; अतः परिनालिका में धारा की दिशा बता पाना संभव नहीं है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 27 किसी गैल्वेनोमीटर की कुंडली का प्रतिरोध 12Ω है। 4mA की विद्युत धारा प्रवाहित होने पर यह पूर्णस्केल विक्षेप दर्शाता है। आप इस गैल्वेनोमीटर को 0 से 18V परास वाले वोल्टमीटर में कैसे रूपान्तरित करेंगे?

उत्तर- दिया है,

G = 12Ω ,

i_g = 4mA

= 4×10^{-3}A

0 से V (V = 18V) वोल्ट परास के वोल्टमीटर में बदलने के लिए गैल्वेनोमीटर के श्रेणीक्रम में एक उच्च प्रतिरोध R जोड़ना होगा, जहाँ

$$\frac{V}{R+G} = i_g$$

$$\Rightarrow R + G = \frac{V}{i_g}$$

$$R = \frac{V}{i_g} - G$$

$$= \frac{18}{4\times10^{-3}} - 12$$

$$= 4488\Omega$$

अत: गैल्वेनोमीटर के श्रेणीक्रम में 4488Ω का प्रतिरोध जोड़ना होगा।

प्रश्न 28 किसी गैल्वेनोमीटर की कुंडली का प्रतिरोध 15Ω है। 4mA की विद्युत धारा प्रवाहित होने पर यह पूर्णस्केल विक्षेप दर्शाता है। आप इस गैल्वेनोमीटर को 0 से 6A परास वाले अमीटर में कैसे रूपान्तरित करेंगे?

उत्तर- दिया है,

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

G = 15Ω,

i_g = 4mA

= 4.0 x 10^{-3} A,

i = 6A

गैल्वेनोमीटर को 0-1 ऐम्पियर धारा परास वाले अमीटर में बदलने के लिए इसके पाश्वक्रम में एक सूक्ष्म प्रतिरोध S (शण्ट) जोड़ना होगा, जहाँ

$$(i - i_g) \times s = i_g \times G$$

$$S = \frac{i_g \times G}{i - i_g}$$

$$= \frac{4.0 \times 10^{-3} \times 15}{6 - 4.0 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{60 \times 10^{-3}}{6.000 - 0.004}$$

$$= \frac{60 \times 10^{-3}}{5.996}$$

$$= 0.01\Omega = 10m\Omega$$

अत: इसके समान्तर क्रम में 10mΩ का प्रतिरोध जोड़ना होगा।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)