प्रश्न 1.

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

हल-

दिया है,

कुण्डली में तार के फेरों की संख्या n = 100

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

कुण्डली में प्रवाहित धारा I = 0.40 ऐम्पियर

कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण B = ?

सूत्र $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2\pi ni}{r}$ से $B = \frac{10^{-7} \times 2 \times 3.14 \times 100 \times 0.40}{8 \times 10^{-2}}$

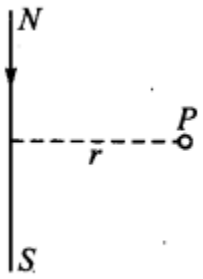
$= \mathbf{3.14 \times 10^{-4}}$ टेस्ला

प्रश्न 2.

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

हल-

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



चित्र 4.1

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

यहाँ $A = 35$ A, $r = 20$ cm $= 0.20$ m, $B = ?$

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

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 2.5 m दूरी पर स्थित किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र B का परिमाण और उसकी दिशा ज्ञात कीजिए।

हल-

दिया है,

धारा की प्रबलता I = 50 ऐम्पियर

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

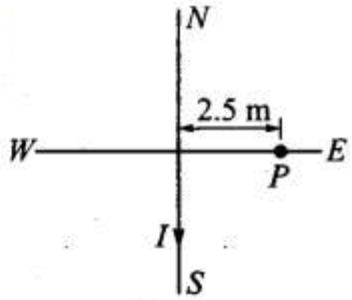
बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र B का परिमाण व दिशा = ?

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

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

$$= 4 \times 10^{-4} \text{ टेस्ला}$$

दाएँ हाथ के अँगूठे के नियम से बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा कागज के तल के लम्बवत् ऊपर की ओर होगी।



चित्र 4.2

प्रश्न 4.

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

हल-

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

तार के कारण चुम्बकीय क्षेत्र

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \times \frac{i}{r} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \times \frac{90}{1.5} = 1.2 \times 10^{-5}\,\text{T}$$

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

प्रश्न 5.

एक तार जिसमें 8 A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, 0.15 T 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?

हल-

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

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

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

यहाँ I = 8A; B = 0.15 T तथा θ = 30°

$(\frac{F}{L})$ = 8 x 0.15 x sin 30° न्यूटन/मीटर

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

= 0.60 न्यूटन/मीटर

प्रश्न 6.

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

हल-

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 θ = 90°; तार की लम्बाई L = 3.0 सेमी = 3.0 x 10^{-2} मी; तार में धारा I = 10 A;

अतः तार पर लगने वाला चुम्बकीय बल

F = ILB sin θ न्यूटन

= 10 x (3.0 x 10^{-2}) (0.27) x sin 90° न्यूटन

= 81 x 10^{-2} x 1 न्यूटन

= 8.1 x 10^{-2} न्यूटन

प्रश्न 7.

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

हल-

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

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

यहाँ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ न्यूटन/ऐम्पियर^2,

I_1 = 8.0 A, I_2 = 5.0 A; r = 4×10^{-2} मीटर

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

= 2.0×10^{-4} न्यूटन/मीटर

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

F = (F/L) × l = 2.0×10^{-4} न्यूटन/मीटर × 0.10 मीटर

= 0.20×10^{-4} न्यूटन

प्रश्न 8.

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

हल—परिनालिका की एक पर्त के कारण इसके भीतर केन्द्र के पास उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र $= \mu_0\left(\frac{N}{L}\right).I$; अत: परिनालिका की पाँचों पर्तों के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र $B = 5 \times \left(\frac{\mu_0 NI}{L}\right)$;

यहाँ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ न्यूटन/ऐम्पियर^2

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

$$B = \left[\frac{5 \times (4\pi \times 10^{-7})\,(400) \times 8.0}{0.80}\right] \text{टेस्ला}$$

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

प्रश्न 9.

एक वर्गाकार कुंडली जिसकी प्रत्येक भुजा 10 cm है, में 20 फेरे हैं और उसमें 12 A

विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। कुंडली ऊर्ध्वाधरतः लटकी हुई है और इसके तल पर खींचा गया अभिलम्ब 0.80 T के एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा से 30° का एक कोण बनाता है। कुंडली पर लगने वाले बल-युग्म आघूर्ण का परिमाण क्या है?

हल-

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 $\theta = 30°$

τ = 20 x 12 x 0.01 x 0.80 x sin 30° न्यूटन मीटर

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

= 0.960 न्यूटन मीटर।

प्रश्न 10.

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

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

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

(दोनों मीटरों के लिए स्प्रिंग नियतांक समान है)।

(a) M_2 एवं M_1 की धारा-सुग्राहिताओं,

(b) M_2 एवं M_1 की वोल्टता-सुग्राहिताओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।

हल—(a) मीटर की धारा सुग्राहिता $= \frac{NBA}{K}$ से,

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

$$= \frac{N_2}{N_1} \times \frac{B_2}{B_1} \times \frac{A_2}{A_1} = \frac{42}{30} \times \frac{0.50}{0.25} \times \frac{1.8 \times 10^{-3}}{3.6 \times 10^{-3}}$$

$$= \mathbf{1.4}$$

(b) मीटर की वोल्टेज सुग्राहिता $= \frac{NBA}{KR}$ से,

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

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

$$= 1.4 \times \frac{10}{14} = \mathbf{1}$$ (प्रथम भाग के परिणाम से)

प्रश्न 11.

एक प्रकोष्ठ में 6.5 G (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)

हल-

$$r = \frac{mv}{eB} = \left[\frac{(9.1 \times 10^{-31})(4.8 \times 10^{6})}{(1.6 \times 10^{-19})(6.5 \times 10^{-4})}\right] \text{ मीटर}$$

$$= \mathbf{4.2 \times 10^{-2}} \text{ मीटर}$$

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।

हल— $\because \quad T = \frac{2\pi m_e}{e.B}$; अत: परिक्रमण आवृत्ति

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

$$n = \left[\frac{(1.6 \times 10^{-19})\,(6.5 \times 10^{-4})}{2 \times (3.14) \times (9.1 \times 10^{-31})}\right] \text{सेकण्ड}^{-1}$$

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

चूँकि n सूत्र में इलेक्ट्रॉन का वेग नहीं आता है: अत; उत्तर वेग पर निर्भर नहीं करेगा।

प्रश्न 13.

(a) 30 फेरों वाली एक वृत्ताकार कुंडली जिसकी त्रिज्या 8.0 cm है और जिसमें 6.0 A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, 1.0 T 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?

हल-

(a) कुंडली में फेरे N = 30, त्रिज्या $r = 8.0 \times 10^{-2}$ m, i = 6.0 A

चुम्बकीय क्षेत्र B = 1.0 T, θ = 60°

कुंडली पर चुम्बकीय क्षेत्र के कारण बल-युग्म का आघूर्ण

$\tau = NiAB \sin 60° = Ni(\pi r^2) B \sin 60°$

$= 30 \times 6.0 \times (314 \times 64.0 \times 10^{-4}) \times 1.0 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 3.13$ N-m

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 ($\tau = NiAB \sin \theta$) कुंडली के क्षेत्रफल A पर निर्भर करता है न कि उसके आकार पर।