विषय – भौतिक विज्ञान

अध्याय – विद्युत धारा का चुम्बकीय प्रभाव तथा चुम्बकत्व

पाठ्यवस्तु – गतिमान आवेश तथा चुम्बकीय क्षेत्र

चुम्बकीय क्षेत्र – किसी चुम्बक के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें किसी चुम्बकीय सुई पर एक बल-आघूर्ण आरोपित होता है जिसके कारण वह घूमकर एक निश्चित दिशा में ठहरती है, चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।

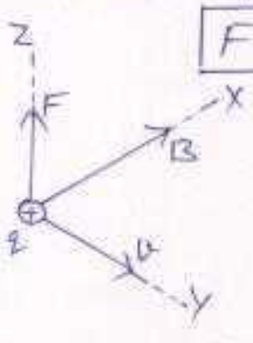
हमारी पृथ्वी भी एक चुम्बक है जिसका चुम्बकीय क्षेत्र है यदि किसी स्थान पर चुम्बकीय सुई को स्वतंत्रतापूर्वक लटका देते हैं, तो वह सदैव उत्तर-दक्षिण दिशा में आकर ठहरती है।

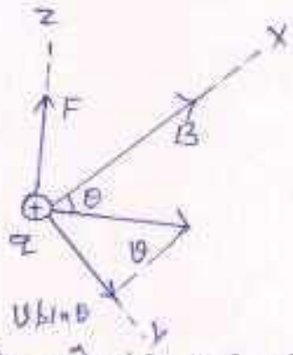
एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान आवेश पर बल:

लॉरेन्ज बल :— जब कोई आवेशित कण किसी चुम्बकीय क्षेत्र में गति करता है, तो कण पर एक बल आरोपित हो जाता है। इसे लॉरेन्ज बल कहते हैं, इस बल की दिशा, चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा तथा कण की चलने की दिशा दोनों के लम्बवत होती है।

माना कि एक कण जिस पर $+q$ आवेश है, चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा के लम्बवत v वेग से चल रहा है तो इस कण पर लॉरेन्ज बल (F) का मान निम्नलिखित समीकरण के अनुसार है:

$$F = q.v.B$$





लॉरेन्ज बल F की दिशा फ्लेमिंग के बाँये हाथ के नियम द्वारा ज्ञात की जा सकती है वैद्युत धारा की दिशा इलेक्ट्रॉनों (ऋण-आवेश) की गति की दिशा के विपरित है, अतः धन-आवेश q पर बल F की दिशा चित्रानुसार होगी। यदि आवेश q ऋणात्मक हो, तो बल F की दिशा विपरित होगी।

by – महेश चन्द्र जोशी, प्रवक्ता
भौ० वि० रा० बा० इ० का० धारचूला मो० 9456705107

यदि आवेशित कण की दिशा चुम्बकीय क्षेत्र B की दिशा के लम्बवत न होकर, उससे θ कोण बना रही हो, तब कण पर लगने वाले लॉरेन्ज बल F का मान निम्नलिखित समीकरण के अनुसार होगा:

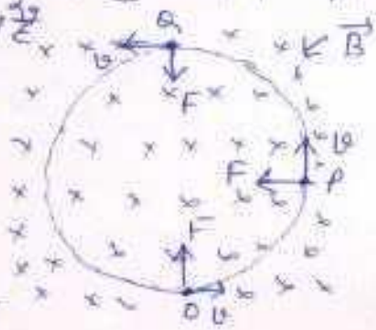
$$F = q \cdot v \cdot B \sin\theta$$

यदि (i) $\theta = 0$ तब $F = 0$ अर्थात यदि आवेश चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में गति करता है, तो उस पर कोई बल कार्य नहीं करता।
(ii) यदि $v = 0$ तब भी $F = 0$ अर्थात यदि आवेशित कण चुम्बकीय क्षेत्र में स्थिर है तो उस पर कोई बल कार्य नहीं करेगा।

एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में आवेशित कण की गति

(1) जब आवेशित कण चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र के समान्तर प्रवेश करता है — जब आवेशित कण चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र के समान्तर प्रवेश करता है तो $\theta = 0$ अर्थात $\sin\theta = \sin 0 = 0$ तब सूत्र $F = q \cdot v \cdot B\sin\theta$ से $F = 0$ अर्थात इस दशा में आवेशित कण पर कोई बल कार्य नहीं करेगा। और आवेशित कण की गति पर चुम्बकीय क्षेत्र का कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा। कण समान्तर ऋजुरेखीय पथ पर गति करता है।

(2) जब आवेशित कण चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र के लम्बवत प्रवेश करता है। — किसी चुम्बकीय क्षेत्र B में, v वेग से चलने वाले आवेश q पर एक चुम्बकीय बल F लगता है जब कि $F = qvB\sin\theta$ इस बल की दिशा फ्लेमिंग के बाँये हाथ के नियमानुसार, B तथा v दोनों के लम्बवत होती है। चूंकि आवेशित कण का वेग क्षेत्र की दिशा के लम्बवत है ($\theta = 90^\circ$) अत: इस पर लगने वाला चु० बल $F = qvB$ चूंकि बल चित्रानुसार वेग की दिशा के लम्बवत है अत: इसके कारण कण के वेग का परिमाण (चाल) नहीं बदलता केवल दिशा बदलती है स्पष्ट है कि कण नियत चाल v से एक वृत्ताकार पथ पर चलेगा तथा चुम्बकीय बल F, कण को वृत्ताकार मार्ग में घूमने के लिये आवश्यक अभिकेन्द्र बल प्रदान करेगा।



by- महेश चन्द्र जोशी
मो० - 9456705107

यदि कण का द्रव्यमान m तथा इसके पथ की त्रिज्या r है, तब अभिकेन्द्र बल mv^2/r होगा, अतः

$$F = qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$\boxed{r = \frac{mv}{qB}} \quad \text{---} \quad (i)$$

स्पष्ट है कि वृत्ताकार पथ की त्रिज्या r, कण के संवेग (mv) के अनुक्रमानुपाती तथा विशिष्ट आवेश (q/m) के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

चूंकि चुम्बकीय बल के कारण, गतिमान आवेशित कण की चाल नहीं बदलती, अतः इसकी गतिज ऊर्जा में कोई अन्तर नहीं आता, केवल इसका पथ सरल रेखा से बदलकर वृत्ताकार हो जाता है

यदि कण की गतिज ऊर्जा K हो, तब $K = \frac{1}{2}mv^2$

अर्थात $v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$

v का मान समी० $r = \frac{mv}{qB}$ में रखने पर $\boxed{r = \frac{\sqrt{2mK}}{qB}}$

यदि कण V वोल्ट विभवान्तर द्वारा त्वरित किया गया हो, तब कण की गतिज ऊर्जा $K = qV$ अतः

$$r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mV}{q}}$$

कण अपने एक चक्कर में $2\pi r$ दूरी तय करता है, अतः यदि कण का आवर्तकाल T हो, तब

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad \left(\text{समय} = \frac{\text{दूरी}}{\text{चाल}}\right)$$

r का समी (i) से रखने पर —

$$\boxed{T = \frac{2\pi m}{qB}}$$

अतः कण की आवृत्ति $n = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$

अर्थात कण का आवर्तकाल, आवृत्ति कण की चाल v पर निर्भर नहीं करती है, यदि कण की चाल v बढ़ेगी तो इसके वृत्त की त्रिज्या भी उतनी ही बढ़ी हो जायेगी, जिससे इसका चक्कर लगाने का समय वही रहेगा।

by— महेश चन्द्र जोशी
प्रवक्ता रा०बा०इ०का० धारचूला
मो० – 9456705107

गतिमान आवेश पर बल से धारावाही चालक पर बल की व्याख्या

जब कोई धारावाही चालक चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो उस पर एक बल लगता है, वास्तव में चालक में धारा मुक्त इलेक्ट्रॉनों की गति के रूप में होती है। जब किसी चालक के सिरों को एक बैटरी के ध्रुवों से जोड़ देते हैं तो चालक में विद्यमान मुक्त इलेक्ट्रान एक निश्चित अनुगमन वेग से एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर चलने लगते हैं तथा इसी को वैद्युत धारा कहते हैं।

माना कि धारावाही चालक की लम्बाई L तथा अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षे० फ० A है, तथा चालक के प्रति एकांक आयतन में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या n है, मान लिया कि इलेक्ट्रॉनों का अनुगमन वेग v_d है।

तब 1 सेकण्ड में चालक के अनुप्रस्थ परिच्छेद में से गुजरने वाले मुक्त इलेक्ट्रानों की संख्या nAv_d होगी, यदि एक इलेक्ट्रान पर आवेश की मात्रा e है, तब 1 सेकण्ड में चालक के अनुप्रस्थ परिच्छेद में से गुजरने वाले आवेश की मात्रा nAv_de होगी।

परिभाषा के अनुसार, चालक में 1 सेकण्ड में प्रवाहित आवेश को ही वैद्युत धारा i कहते हैं, अतः

$$i = neAv_d$$

यदि यह चालक चु० क्षेत्र B में क्षेत्र की दिशा से θ कोण बनाये हुये रखा हो, तब क्षेत्र द्वारा प्रत्येक इलेक्ट्रान पर आरोपित लॉरेन्ज बल

$$F' = ev_dB\sin\theta$$

पूरे चालक का आयतन (ल० × क्षे० फ०) AL है, तब पूरे चालक में मुक्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या nAL होगी, तब पूरे चालक में लगने वाला बल

$$F = 1 \text{ इलेक्ट्रॉन पर बल } (F') \times \text{ इलेक्ट्रॉनों की कुल संख्या}$$

$$F = ev_dB\sin\theta \times nAL = neAv_d \times BL\sin\theta$$

परन्तु $neAv_d = i$

$$\boxed{F = iBL\sin\theta}$$

यह चुम्बकीय क्षेत्र में स्थित धारावाही चालक पर लगने वाले बल का व्यापक समीकरण है।

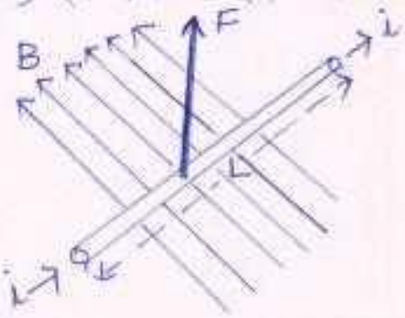
by – महेश चन्द्र जोशी
प्रवक्ता – भौतिक विज्ञान
रा० बा० इ० का० धारचूला

चुम्बकीय क्षेत्र की वह दिशा जिसमें स्थित ऋजुरेखीय धारावाही चालक पर कोई बल नहीं लगता, चुम्बकीय क्षेत्र B की दिशा कहलाती है, यदि चालक चुम्बकीय क्षेत्र B की दिशा के लम्बवत है ($\theta = 90°$)

$$F = iBL \sin 90°$$

$$F = iBL$$

जो अधिकतम है। यह बल (F) सदैव उस तल के लम्बवत होता है, इसकी दिशा फ्लेमिंग के बाँये हाथ के नियम (अथवा दाँये हाथ की हथेली नियम नं० 2) से निर्धारित होती है।



चुम्बकीय क्षेत्र B का मात्रक : B के मात्रक की परिभाषा धारावाही चालक पर लगने वाले बल के आधार पर की जाती है।

$$F = iBL$$

$$B = \frac{F}{iL}$$

$$B = \frac{F \text{ न्यूटन}}{i \text{ (ऐम्पियर)} \times L \text{ (मीटर)}}$$

इस प्रकार चुम्बकीय क्षेत्र का मात्रक न्यूटन/ऐम्पियर-मीटर है।
B के अन्य मात्रक टेस्ला तथा गौस भी हैं।

1 टेस्ला = 1 न्यूटन/ऐ०-मी०

1 न्यूटन/ऐ०-मी० = 10^4 गौस

धारावाही चालक के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र : बायो-सेवर्ट नियम

जब किसी चालक में (तार) धारा प्रवाहित की जाती है, तो उसके चारों ओर एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है, बायो तथा सेवर्ट ने विभिन्न धारावाही चालकों द्वारा उत्पन्न चु० क्षे० का अध्ययन किया प्रयोगों के आधार पर बताया कि किसी धारावाही चालक के लघु अवयव Δl के द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र में, किसी बिन्दु P पर क्षेत्र का मान ΔB निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है।

by- महेश चन्द्र जोशी, प्रवक्ता
रा० बा० इ० का० धारचूला

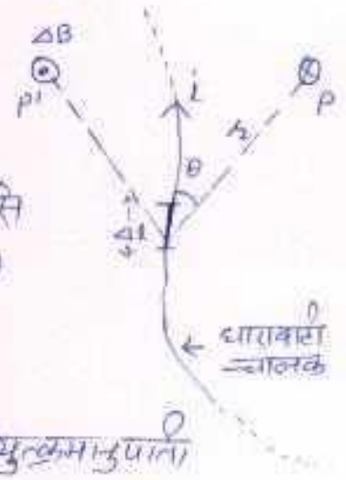
(i) ΔB चालक में प्रवाहित वैद्युत धारा i के अनुक्रमानुपाती होता है।

$$\Delta B \propto i$$

(ii) यह (ΔB) चालक के उस अवयव की लम्बाई Δl के अनुक्रमानुपाती होता है: $\Delta B \propto \Delta l$

(iii) ΔB अवयव की लम्बाई तथा अवयव को बिन्दु P से मिलाने वाली रेखा के बीच बनने वाले कोण θ की ज्या (sine) के अनुक्रमानुपाती होता है:

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



(iv) ΔB बिन्दु P की अवयव से दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है:

$$\Delta B \propto \frac{1}{r^2}$$

चारों नियमों को मिलाने पर

$$\Delta B \propto \frac{i \cdot \Delta l \cdot \sin\theta}{r^2}$$

इस सम्बन्ध को ही 'बायो-सेवर्ट' नियम कहते हैं। यदि चालक निर्वात (अथवा वायु) में स्थित हो, तब इस सम्बन्ध को निम्न रूप में लिखते हैं

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

जहाँ $\frac{\mu_0}{4\pi}$ अनुक्रमानुपाती नियतांक है। μ_0 को निर्वात की चुम्बकशीलता कहते हैं। μ_0 का मान $4\pi \times 10^{-7}$ N/Amp^2 अथवा वेबर/ऐम्पियर-मी० है।

$$\mu_0 \text{ की विमा} = \frac{[MLT^{-2}]}{[A^2]} = [MLT^{-2}A^{-2}]$$

निर्वात की चुम्बकशीलता μ_0 तथा विद्युतशीलता में सम्बन्ध

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{ N/Amp}^2 \quad \text{---(i)}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^{9} \text{ N-m}^2/C^2 \quad \text{---(ii)}$$

समीकरण (i) का (ii) से भाग देने पर-

$$\mu_0\epsilon_0 = \frac{10^{-7}}{9 \times 10^{9}} = \frac{1}{9 \times 10^{16}} = \left(\frac{1}{3 \times 10^{8}}\right)^2$$

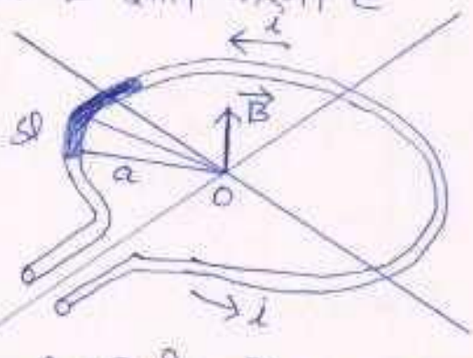
$$\mu_0\epsilon_0 = \frac{1}{c^2}$$

जहाँ 3×10^8 मी०/से० निर्वात में प्रकाश की चाल (c) है।

$$\boxed{c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}}}$$

by- महेश चन्द्र जोशी
प्रवक्ता- रा॰ बा॰ इ॰ का॰ धारचूला
मो०- 9456705107

धारावाही वृत्ताकार लूप अथवा कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र



माना कि एक तार a मीटर त्रिज्या के वृत्ताकार लूप के रूप में मुड़ा है तथा उसमें i ऐम्पियर की धारा है। इस लूप के केन्द्र O पर चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ ज्ञात करना है

मान लो इस लूप की परिधि अनेक लघु अवयवो से मिलकर बनी है। इसमें से एक अवयव की लम्बाई δl है, बायो-सेवर्ट के नियम के अनुसार, अवयव δl के कारण केन्द्र O पर चुम्बकीय क्षेत्र का मान

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

जहाँ θ, अवयव δl तथा δl को वृत्त के केन्द्र से मिलाने वाली रेखा के बीच का कोण है, यहाँ $\theta = 90°$, अतः केन्द्र O पर क्षेत्र का मान

$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i \cdot \delta l \cdot \sin 90°}{a^2}$$

$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i \cdot \delta l}{a^2}$$

केन्द्र O पर चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ की दिशा लूप के तल के लम्बवत है, तार का चाहे कोई भी अवयव लिया जाये, चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा सभी के लिए एक ही होगा, अतः पूरे लूप द्वारा केन्द्र O पर उत्पन्न चु० क्षेत्र का मान B, सभी अवयव के क्षेत्रों के योग से प्राप्त होगा, इस प्रकार

$$B = \Sigma\left(\frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i \cdot \delta l}{a^2}\right)$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i}{a^2}\, \Sigma \delta l$$

परन्तु $\Sigma \delta l = 2\pi a$ (लूप की पूरी परिधि की लम्बाई) अतः

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i}{a^2} (2\pi a)$$

$$B = \frac{\mu_0 \, i}{2a}, \quad \boxed{B = \frac{\mu_0 i}{2a}} \text{ न्यूटन/(ऐम्पियर-मीटर)}$$

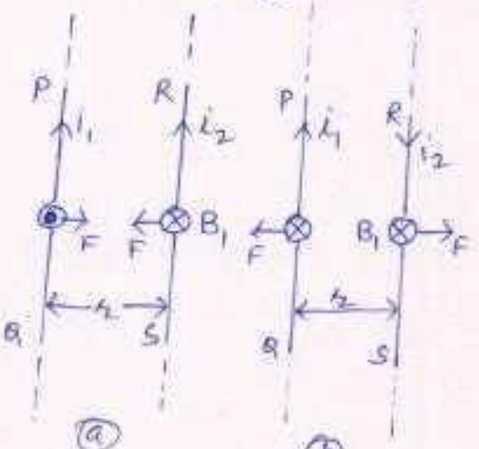
यदि तार एक अकेले लूप में न होकर N फेरों की कुण्डली के रूप में हो, तो केन्द्र पर चु० क्षेत्र $\boxed{B = \frac{\mu_0 N i}{2a}}$ न्यूटन/(ऐ०-मी०)

by- महेश चन्द्र जोशी
प्रव० रा० बालिका ...
मो०- 9456...

चुम्बकीय क्षेत्र B की दिशा कुण्डली के तल के लम्बवत है। कुण्डली में धारा वामावर्त है, अतः चुम्बकीय क्षेत्र ऊपर की ओर दिष्ट है। यदि धारा दक्षिणावर्त हो, तो चुम्बकीय क्षेत्र नीचे की ओर दिष्ट होगा।

दो समान्तर धारावाही तारों के बीच बल : ऐम्पियर की परिभाषा

जब किसी चालक तार में धारा प्रवाहित की जाती है, तो उसके चारों ओर एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है, अतः यदि इस चालक के समीप एक दूसरा धारावाही चालक रखें तो यह पहले वाले चालक से उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र के कारण एक बल का अनुभव करेगा, इसी प्रकार पहला धारावाही चालक दूसरे धारावाही चालक से उत्पन्न चु० क्षे० के कारण बल का अनुभव करेगा।



(a) (b)

माना दो लम्बे, समान्तर व सीधे तार PQ तथा RS निर्वात में पास-2 रखे हैं जब इन तारों में धारा प्रवाहित की जाती है, तो ये एक दूसरे पर बल आरोपित करते हैं, जब दोनों तारों में धारा एक ही दिशा में होती है तो ये एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं, परन्तु जब इनमें वैद्युत धारा विपरित दिशाओं में होती है तो ये एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं।

माना तार PQ तथा RS कागज तल में हैं इनमें क्रमशः i_1 व i_2 ऐम्पियर की धारायें हैं तथा इनके बीच की दूरी r है,

PQ की धारा के कारण RS के किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B_1 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1}{r} \ N/Amp\text{-}mt$$

दाँये हाथ की हथेली नियम नं० 1 के अनुसार B_1 की दिशा कागज तल के लम्बवत नीचे की ओर होगी, RS जिसमें धारा i_2 है B_1 के लम्बवत है अतः इस पर बल लगता है RS की L लम्बाई पर लगने वाले इस बल का परिमाण $F = i_2 B_1 L \sin 90^\circ = i_2 \left(\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1}{r}\right) L$

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i_1 i_2 L}{r} \text{ न्यूटन}$$

by- महेश चन्द्र जोशी
प्रवक्ता भौतिक
रा. बा. इ. का. धारचूला

अतः तार RS की प्रति मीटर लम्बाई पर लगने वाला बल

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{i_1 i_2}{r} \text{ न्यूटन/मीटर}$$

इस बल की दिशा दाँये हाथ की हथेली न० 2 के अनुसार होगी, यदि धारा i_2 उसी दिशा में है जिसमे धारा i_1 है तो तार RS पर लगने वाला बल तार PQ की ओर दिष्ट होगा, और यदि धारा विपरित है, तो RS पर लगने वाला बल PQ से दूर की ओर दिष्ट होगा,

यदि प्रत्येक तार में एक ही धारा ($i_1 = i_2 = i$) हो तो दो समान्तर धारावाही तारों के बीच प्रत्येक तार की प्रति मीटर लम्बाई पर लगने वाला बल $\frac{F}{L} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i^2}{r}$ न्यूटन/मीटर

ऐम्पियर की परिभाषा : ऐम्पियर की परिभाषा दो समान्तर धारावाही तारों के बीच लगने वाले बल के आधार पर दी जाती है –

यदि तारों मे बहने वाली धारा i का मान इतना रखे कि निर्वात में 1 मीटर की दूरी पर स्थित दो सीधे, लम्बे व समान्तर तारों के बीच प्रत्येक तार प्रति मीटर लम्बाई पर लगने वाला बल 2×10^{-7} न्यूटन/मीटर हो, तब इस धारा का 1 ऐम्पियर कहलाता है,

अतः 1 ऐम्पियर वैद्युत धारा वह है जो कि निर्वात मे परस्पर 1 मीटर की दूरी पर स्थित दो ऋजुरेखीय, लम्बे व समान्तर तारो में प्रवाहित होने पर, प्रत्येक तार की प्रति मीटर लम्बाई पर 2×10^{-7} न्यूटन का बल उत्पन्न करती है।

जब $r = 1$ मीटर, $i = 1$ एम्पियर

$$\frac{F}{L} = 2\times10^{-7} \text{ न्यूटन/मीटर}$$

ऐम्पियर का परिपथीय नियम :- विद्युत-चुम्बकत्व मे एम्पियर का परिपथीय नियम स्थिर वैद्युतकीय मे गौस के नियम के सदृश है।

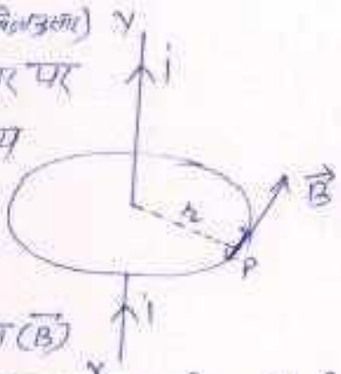
कथन: किसी बंद परिपथ की सीमा के अनुदिश-चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ का रेखीय समाकलन पथ द्वारा घिरी नैट धारा i का μ_0 गुना होता है, अर्थात

$$\oint \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 i$$

by- महेश चन्द्र जोशी
प्रवक्ता - भौतिक विज्ञान
रा॰ बा॰ इ॰ का॰ धौलखुला
मो॰ 9456705107

उपपत्ति :- माना कागज के तल के लम्बवत एक लम्बी तार XY है। जिससे ऊपर की ओर धारा i प्रवाहित हो रही है (चित्रानुसार)। माना r त्रिज्या का एक वृत्तीय पथ है जिसका केन्द्र O तार पर है। वृत्तीय पथ के किसी बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} \text{ ——— (i)}$$



वृत्तीय पथ के प्रत्येक बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र (B) का परिमाण समान है तथा दिशा वृत्तीय पथ पर चुम्बकीय खींची गई स्पर्श रेखा के अनुदिश है, अतः वृत्तीय पथ के प्रत्येक बिन्दु पर $\vec{B}$ व $\vec{dl}$ एक ही दिशा में है। चुम्बकीय क्षेत्र का पथ के अनुदिश रेखीय समाकलन

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

परन्तु $\oint dl$ = वृत्तीय पथ की लम्बाई $= 2\pi r$

$$\therefore B(2\pi r) = \mu_0 i$$

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

आंकिक उदाहरण

प्रश्न – एक इलेक्ट्रान 5.0×10^{7} मी०/से० के वेग से 1.0 टेस्ला के चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र की दिशा से 30° कोण पर प्रवेश करता है। इलेक्ट्रान पर आरोपित बल की गणना कीजिए?

हल :- दिया है वेग $(v) = 5.0\times10^{7}$ m/sec

चु० क्षे० (B) = 1.0 टेस्ला $\theta = 30°$

बल F = ?, आवेश $(q) = 1.6\times10^{-19}$ कूलॉम

∴ इलेक्ट्रान पर आरोपित बल $F = q.v.B.\sin\theta$

$$F = 1.6\times10^{-19}\times5\times10^{7}\times1\times\sin30°$$

$$F = 8\times10^{-12}\times\frac{1}{2}$$

$$F = 4\times10^{-12} \text{ न्यूटन}$$

by – महेश चन्द्र जोशी
प्रवक्ता – भौतिक विज्ञान
रा.बा.इ.का. [illegible]

प्रश्न :- एक इलेक्ट्रान 2×10^{8} मी०/से० के वेग से चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत गतिशील है, यदि चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता 3.0×10^{-2} टेस्ला हो तो उस वृत्तीय वृत्त पथ की त्रिज्या का परिकलन कीजिए, जिस पर इलेक्ट्रान गति करता है ?

हल :- दिया है – वेग $(v) = 2.0\times10^{8}$ मी/sec , $\theta = 90^\circ$

$B = 3.0\times10^{-2}$ टेस्ला त्रिज्या$(r) = ?$

इले० का द्र० $m = 9\times10^{-31}$ किग्रा

∴ वृत्तीय पथ की त्रिज्या $r = \frac{m.v}{qB}$

$$r = \frac{9\times10^{-31}\times2.0\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}\times3.0\times10^{-2}}$$

$r = 3.75\times10^{-2}$ मीटर

$r = 3.75$ सेमी

प्रश्न :- एक लम्बे तार में कितनी धारा प्रवाहित करें कि तार से 10 सेमी की दूरी पर 1.0×10^{-4} टेस्ला का चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाए ?

हल :- दिया है – त्रिज्या $(r) = 10$ cm $= \frac{10}{100}$ मी $= 0.1$ मीटर

चु० क्षे०$(B) = 1.0\times10^{-4}$ टेस्ला

धारा $(i) = ?$

∴ चुम्बकीय क्षेत्र $B = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{i}{r}$ से

$$B = 2\times10^{-7}\times\frac{i}{r}$$

$$i = \frac{B\times r\times10^{7}}{2}$$

अतः तार में धारा $i = \frac{1.0\times10^{-4}\times0.1\times10^{7}}{2}$

$i = 50$ एम्पियर

प्रश्न :- एक वृत्ताकार कुण्डली का व्यास 0.2 मीटर है तथा इसमें तार के 1000 फेरे लपेटे गये हैं। इसमें 0.1 एम्पियर की धारा प्रवाहित होती है। कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात कीजिए ?

by :- महेन्द्र चन्द्र जोशी
प्रवक्ता, रा० बा० इ० का० धारचूला
मो० – 9456705107

हल :– कुण्डली का व्यास $(2r) = 0.2$ मीटर
त्रिज्या $(r) = 0.1$ मीटर
फेरो की संख्या $n = 1000$
कुण्डली मे धारा $i = 1.0$ ऐम्पियर
कुंडली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र $B = \frac{\mu_0 N i}{2r}$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 1.0}{2 \times 0.1}$$

$$B = 6.28 \times 10^{-3} \text{ टेस्ला}$$

प्रश्न :– दो समान्तर तारों मे, जिनकी पारस्परिक दूरी 0.06 मीटर है, एक समान धारा एक ही दिशा मे बह रही है। दोनो के मध्य प्रति मीटर लम्बाई पर लगने वाला आकर्षण बल 3×10^{-3} न्यूटन है। किसी एक तार मे बहने वाली धारा का मान ज्ञात किजिए ?

हल :– दिया है : त्रिज्या $(r) = 0.06$ मीटर
प्रति मीटर लम्बाई पर लगने वाला बल $F = 3 \times 10^{-3}$ न्यूटन
दो समानान्तर तारों की प्रति एकांक लम्बाई पर कार्यरत बल

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 i_2}{r} \quad (L = 1 \text{ मीटर})$$

अथवा $F = 2 \times 10^{-7} \cdot \frac{i^2}{r} \quad (i_1 = i_2 = i)$

अथवा $i^2 = \frac{F \times r}{2 \times 10^{-7}}$

$$i^2 = \frac{3 \times 10^{-3} \times 0.06}{2 \times 10^{-7}}$$

$$i^2 = 900$$

$$i = \sqrt{900}$$

धारा $(i) = 30$ एम्पियर

by – महेश चन्द्र जोशी
प्रवक्ता - भौतिक विज्ञान
रा० बालिका इण्टर कालेज धारचूला
मो० – 9456705107