For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Magnetic Effect of Current
(MEC)

→ किसी तार से धारा प्रवाहित होतो उसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है. इसे धारा का चुंबकीय प्रभाव कहते है।

→ धारा के चुंबकीय प्रभाव को ऑरेस्टेड (Orested) ने प्रेक्षित किया था।

→ **चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field) :-** किसी चुंबक या धारा वितरण के चारों ओर का वह भाग जिसमें अन्य चुंबक या धारा वितरण बल अनुभव करता हो, चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है।

→ विद्युत आवेश ⟷ चुंबकीय आवेश (चुंबकीय ध्रुव सामर्थ्य) (m)

विद्युत आवेश: +q, −q

चुंबकीय आवेश: +m (चुंबकीय उत्तरी ध्रुव), −m (चुंबकीय दक्षिणी ध्रुव)

$$E = \frac{F}{q}$$
$(F = qE)$

$$B = \frac{F}{m}$$; $F = mB$

→ इकाई चुंबकीय ध्रुव सामर्थ्य द्वारा अनुभव चुंबकीय बल, चुंबकीय क्षेत्र के मान को दर्शाता है।

→ **चुंबकीय क्षेत्र के स्त्रोत -**

(i) प्रकृतिक चुंबक
(ii) भू- चुंबक
→ संरक्षी प्रकृति का चुंबकीय क्षेत्र

(iii) विद्युत धारा
(iv) गतिशील आवेश
(v) समय के साथ परिवर्ती विद्युत क्षेत्र
$E = f(t) \Rightarrow$ "B"
→ असंरक्षी प्रकृति का चुंबकीय क्षेत्र

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

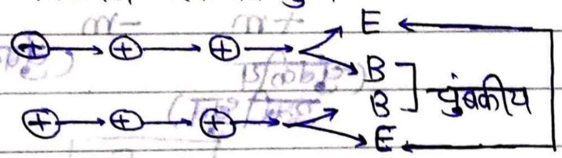
→ अन्योन्य अन्तर्क्रिया होने के लिए समान प्रकृति के कम से कम दो क्षेत्र परस्पर समीप होने चाहिए।

Q. निम्नानुसार दिये गये युग्मों में अन्योन्य अन्तर्क्रिया की पहचान कीजिए-
(i) चुंबक व धारावाही तार
(ii) धारावाही तार व गतिशील आवेश
(iii) दो गतिशील आवेशित पुंज
(iv) चुंबक व विराम आवेश

Ans. (i) चुंबक & धारावाही तार
↓ B ←——→ B — चुंबकीय अन्तर्क्रिया
E=0

(ii) धारावाही तार व गतिशील आवेश
↓ B — B E — "चुंबकीय अन्तर्क्रिया"

(iii) दो गतिशील आवेशित पुंज



(iv) चुंबक व विराम आवेश
↓ B ↓ E — कोई अन्तर्क्रिया नहीं।

→ धारावाही अल्पांश-
धारावाही तार के अल्प खंड को, धारावाही अल्पांश कहते हैं।

→ धारावाही अल्पांश = $I\vec{dl}$

→ धारावाही अल्पांश एक सदिश है जिसकी दिशा धारावाही तार में प्रवाहित धारा की दिशा में होती है।

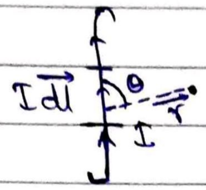
→ धारावाही तार में प्रवाहित धारा एवं अल्पखंड की लंबाई का गुणनफल धारावाही अल्पांश के परिमाण को दर्शाता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

Biot-Savart's law (BSL):-

इसके अनुसार धारावाही अल्पांश द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र निम्नानुसार दिया जाता है-



$$dB \propto \frac{I\,dl\,\sin\theta}{r^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{dB = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{I\,dl\,\sin\theta}{r^2}} \quad ; \quad \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}\ \frac{\text{Tesla}\times\text{mt}}{\text{amp.}}$$

$$\left[K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \equiv \frac{\mu_0}{4\pi}\right]$$

→ BSL का सदिश रूप -

$$\left[\vec{dB} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{I\,dl\,\sin\theta}{r^2}\,\hat{n}\right]$$

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

$$\Rightarrow \vec{dB} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{I\vec{dl}\times\hat{r}}{r^2}$$

θ → $I\vec{dl}$ व $\vec{r}$ के मध्य कोण

$\vec{r}$ – धारावाही अल्पांश के सापेक्ष, प्रेक्षण बिंदु का स्थिति सदिश

$\hat{n}$ – $I\vec{dl}$ तथा $\vec{r}$ के तल के ⊥ एकांक सदिश जो धारावाही अल्पांश द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दर्शाता है

अर्थात् ✓ $\vec{dB} \perp I\vec{dl}$

✓ $\vec{dB} \perp \vec{r}$

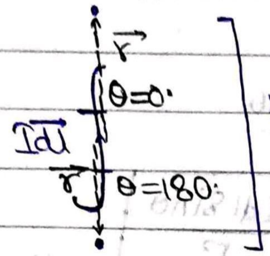
✓ $\vec{dB} \parallel (I\vec{dl}\times\vec{r})$

→ बायो-सावर्ट नियम, कूलाम नियम का चुंबकीय समरूप है।

$\vec{dE} = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)\frac{dq}{r^3}\vec{r}$	$\vec{dB} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{I\vec{dl}\times\vec{r}}{r^3}$
→ कूलाम नियम में विद्युत क्षेत्र का स्त्रोत अदिश अल्पांश है [dq]	→ BSL में चुंबकीय क्षेत्र का स्त्रोत सदिश अल्पांश है ($I\vec{dl}$) है
→ विद्युत क्षेत्र की दिशा $\vec{r}$ के अनुदिश।	→ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा $\vec{r}$ के लंबवत्।
→ विद्युतशीलता बढ़ने पर विद्युतीय प्रभाव घटता है।	→ चुंबकशीलता बढ़ने पर चुंबकीय प्रभाव बढ़ता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ यदि प्रेक्षण बिंदु धारावाही तार की अक्ष पर हो तो चुंबकीय क्षेत्र शून्य होता है।



$\sin\theta = 0$

$\Rightarrow dB = 0$

→ चुंबकशीलता के लिए -

(i) निर्वात की चुंबकशीलता $(\mu_0) = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tesla \times mt.}{amp.}$

(ii) माध्यम की चुंबकशीलता (μ) :-

$\boxed{\mu = \mu_0 \mu_r}$ → आपेक्षिक चुंबकशीलता

(iii) आपेक्षिक चुंबकीय पारगम्यता (μ_r)

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} = \frac{\text{माध्यम की चुंबकशीलता}}{\text{निर्वात की चुंबकशीलता}}$$

↓ unitless

→ चुंबकीय प्रभाव, पदार्थ की चुंबकशीलता के समानुपाती होता है अर्थात् ज्यादा चुंबकशीलता के प्रभाव की उपस्थिति में चु. प्रभाव भी ज्यादा होता है तथा पदार्थ ज्यादा चुंबकीय बल रेखाओं को गुजरने देता है।

→ **चुंबकीय बल रेखाएं -** वे काल्पनिक वक्र जिनसे चुंबकीय क्षेत्र को दर्शाया जाता है, चुंबकीय बल रेखाएं होती हैं। इन्हें माइकल फैराडे ने प्रेषित किया था।

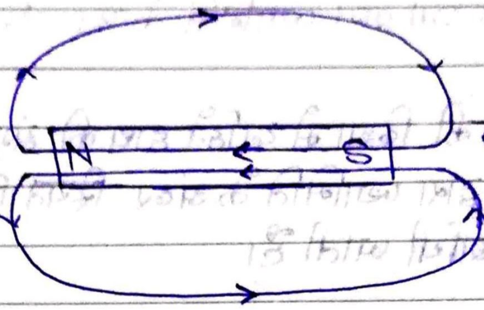
→ चुंबकीय बल रेखाओं के गुणधर्म - (i) चु. बल रेखा पर किसी बिंदु पर खींची गई स्पर्श रेखा, उस बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को दर्शाती है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

(ii) दो चुंबकीय बल रेखाएं कभी परस्पर प्रतिच्छेदित नहीं होती।

(iii) चुंबकीय बल रेखाएं चुंबकीय उत्तरी ध्रुव से बाहर निकलती है तथा चुंबकीय दक्षिणी ध्रुव पर प्रवेश करती हैं एवं बंद लूप बनाती हैं।



बंद लूप

एकल चुंबकीय ध्रुव का अस्तित्व नहीं होता। अतः चुंबकीय बल रेखाएं खुले लूप में नहीं हो सकती।

(iv) चुंबकीय क्षेत्र की सामर्थ्य चुंबकीय बल रेखाओ के मध्य दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

→ (B) → चुंबकीय क्षेत्र / चुंबकीय प्रेरण / चुंबकीय फ्लक्स घनत्व

$F = IlB$

मात्रक - Tesla × 1 or $\frac{wb.}{mt.^2}$ = or $\frac{N}{amp.\times m}$

→ gauss or $\frac{maxwell}{cm^2}$ or $\frac{dyne}{Ab\,amp \times cm}$

→ $\frac{[M^1L^1T^{-2}]}{[A^1L^1]} = [M^1L^0T^{-2}A^{-1}]$

1 Tesla = 10^4 gauss

→ [चुंबकशीलता] → $\frac{Tesla \times mt^2}{amp \times mt^2} = \frac{Tesla \times mt.}{amp.} = \frac{N}{amp^2}$

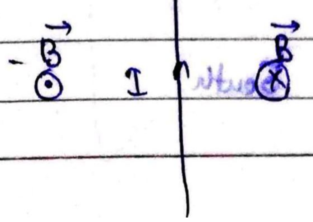
→ $[M^1L^1T^{-2}A^{-2}]$

14/11/16

→ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करना -

सीधे धारावाही तार द्वारा उत्पन्न चु. क्षेत्र $(I\vec{dl} \times \vec{r})$ से की दिशा

Case:-I



दाहिने हाथ का अंगूठा धारा की दिशा में रखते हुए उंगलियां प्रेक्षण बिंदु की ओर फैलायी जाये तो दाहिने हाथ की खुली हथेली चु. क्षेत्र की दिशा को दर्शाती है।

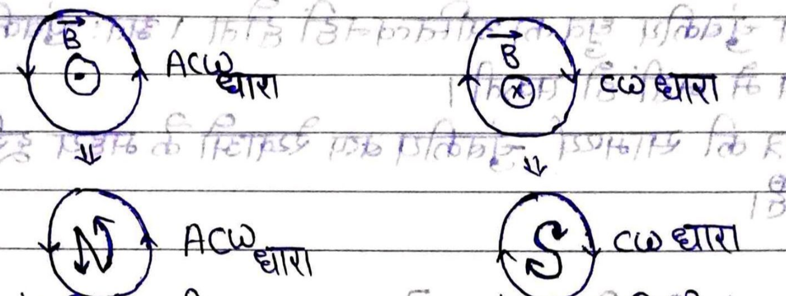
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

* ⊗ ⇒ तल के लंबवत्, अंदर की ओर (प्रेक्षक से दूर)
⊙ ⇒ तल के लंबवत्, बाहर की ओर (प्रेक्षक की ओर)

Case-II धारावाही लूप या कुण्डली द्वारा ज्यामिति के अंदर स्थित बिंदुओं पर चु. क्षेत्र की दिशा-

धारा की दिशा में दाहिने हाथ की अंगुलियां मोड़ने पर दाहिने हाथ के अंगूठे द्वारा ज्यामिति के अंदर स्थित बिंदुओं पर उत्पन्न चु. क्षेत्र की दिशा दर्शायी जाती है।

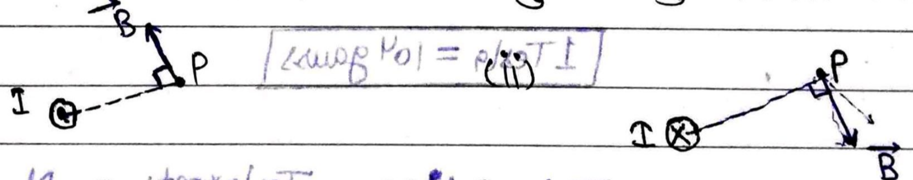


(चुंबकीय उत्तरी ध्रुव) (चुंबकीय दक्षिणी ध्रुव)

→ चुंबकीय बल रेखाएं धारावाही तार के चारों ओर संकेंद्रीय लूपों के रूप में होती हैं।

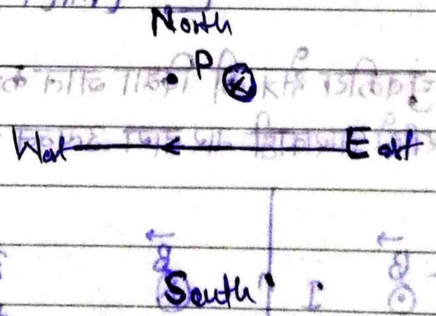
Que: दिये गये धारा वितरण के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा बताइये-

eg. (i) (ii)



Q. एक तार में प्रवाहित धारा पूर्व से पश्चिम की तरफ है। तार के उत्तर में स्थित बिंदु पर चु. क्षेत्र की दिशा -

Ans. (i) पश्चिम की ओर
(ii) दक्षिण की ओर
(iii) ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर
(iv) ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर



$\vec{B}$ की दिशा $-(I\vec{dl}\times\hat{r})$ से

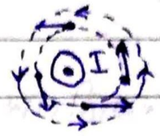
$(-\hat{i}\times\hat{j}) = (-\hat{k})$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक e प्रेक्षक से दूर गतिशील है तो उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की चु. बल रेखाओं का प्रारूप होगा-

(i) दक्षिणावर्ती वृत्ताकार
✓(ii) वामावर्ती वृत्ताकार (ACW)
(iii) सरल रेखीय
(iv) कोई नहीं।

Ans. e^- प्रेक्षक से दूर ⇒ I-प्रेक्षक की ओर ⊙



ACW. वृत्ताकार (circular)

→ [+ive group] +q +m चु. उत्तरी ध्रुव ACW current ⊙ प्रेक्षक की ओर

[-ive group] -q -m चु. दक्षिणी ध्रुव CW current ⊗ प्रेक्षक से दूर

Q. एक धारावाही अल्पांश Δx î मूलबिंदु पर रखा है। उसमें 100 amp. धारा प्रवाहित है उसके कारण बिंदु P (1,1) पर उत्पन्न चु. क्षेत्र सदिश रूप में ज्ञात करें- ($\Delta x = 1mm$)

Ans. $I\vec{dl} = 100(1\times10^{-3})$ amp×mt $= 10^{-1}$ amp×mt $\hat{i}$

$\vec{r} = (\hat{i}+\hat{j})$; $|\vec{r}| = \sqrt{2}$ mt.

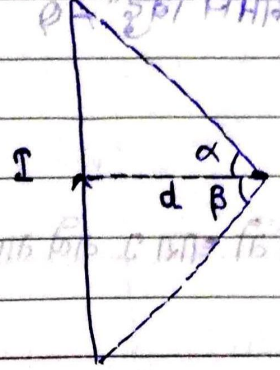
$$\vec{dB} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{I\vec{dl}\times\vec{r}}{r^3}$$

$$\Rightarrow \vec{dB} = \frac{10^{-7}\times10^{-1}\hat{i}\times(\hat{i}+\hat{j})}{(\sqrt{2})^3}$$

$$\Rightarrow \vec{dB} = \frac{10^{-8}}{2\sqrt{2}}(\hat{k}) \text{ Tesla}$$

→ BSL के अनुप्रयोग -

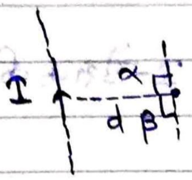
(1) सीधे धारावाही तार द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र -



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}(\sin\alpha + \sin\beta)$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

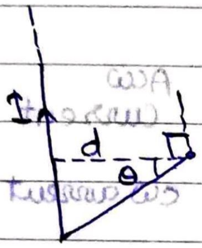
(a) यदि सीधा धारावाही तार अनन्त लंबाई का हो तो



$\alpha = \beta = 90^\circ$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

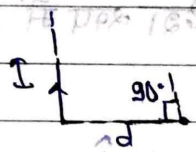
(b) यदि सीधा धारावाही तार अर्द्धअनन्त लंबाई का हो



$\alpha = 90^\circ$
$\beta = \theta$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}(1 + \sin\theta)$$

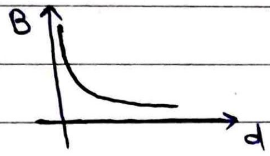
(c) यदि सीधा धारावाही तार विशेष अर्द्धअनन्त हो



$\alpha = 90^\circ$
$\beta = 0^\circ$

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

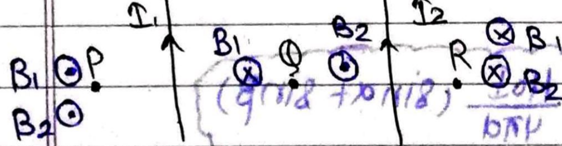
→ $B \propto \frac{1}{d}$ (आयताकार अतिपरवलय)



चुंबकीय उदासीन बिंदु - जिस बिंदु पर परिणामी चुंबकीय क्षेत्र शून्य हो, उसे चुंबकीय उदासीन बिंदु कहते हैं।

Que: दो लंबे धारावाही तार चित्रानुसार समान्तर रखे हैं। संभावित उदासीन बिंदु पहचानिये-

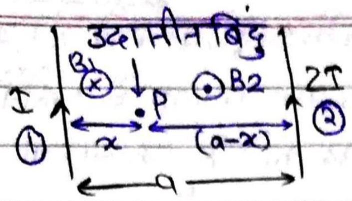
Ans: "संभावित उदासीन बिंदु" - Q



Que: दो लंबे धारावाही तार चित्रानुसार समान्तर रखे हैं तो धारा I वाले तार से चुंबकीय उदासीन बिंदु की दूरी ज्ञात करो-

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Ans.



चुंबकीय उदासीन बिंदु पर - $\vec{B}_{net} = \vec{B_1} + \vec{B_2} = 0$

$\vec{B_1} = -\vec{B_2}$ ($B_1 = B_2$ & दिशाएं विपरीत)

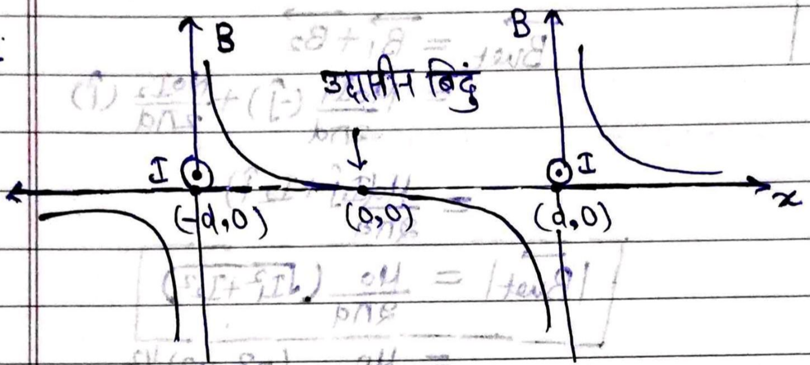
$B_1 = B_2$

$\Rightarrow \frac{\mu_0 I}{2\pi x} = \frac{\mu_0 (2I)}{(a-x)}$

$\Rightarrow x = a/3$

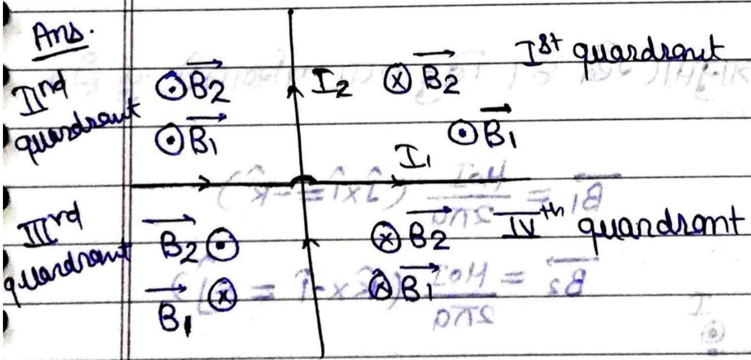
Q. दो लंबे धारावाही तार (a,0) तथा (−a,0) के बिंदुओं से गुजरते हैं। इनमे समान धारा धनात्मक z दिशा में प्रवाहित है। चुंबकीय क्षेत्र का x-अक्ष के अनुदिश दूरी के साथ परिवर्तन का वक्र खींचिये।

Ans.



Q. दो लंबे धारावाही तार x-अक्ष तथा y-अक्ष के अनुदिश चित्रानुसार रखे हैं। दोनों तार एक-दूसरे को मूलबिंदु पर क्रॉस करते हैं लेकिन स्पर्श नहीं करते। चुंबकीय उदासीन बिंदुओं के चतुर्थांश बताइये।

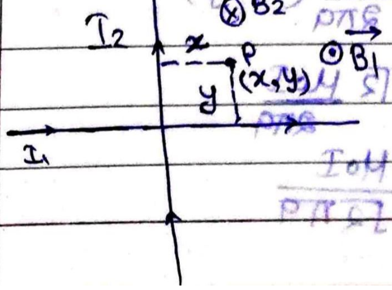
Ans.



चुंबकीय उदासीन बिंदुओं के चतुर्थांश = Ist & IIIrd

Q. उपरोक्त प्रश्न में चु. उदासीन बिंदुओं का बिंदुपथ ज्ञात कीजिए।

Ans.



"P" उदासीन बिंदु हेतु $\vec{B_1} + \vec{B_2} = 0 \Rightarrow \vec{B_1} = -\vec{B_2}$

$B_1 = B_2$

$\Rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2\pi y} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi x}$

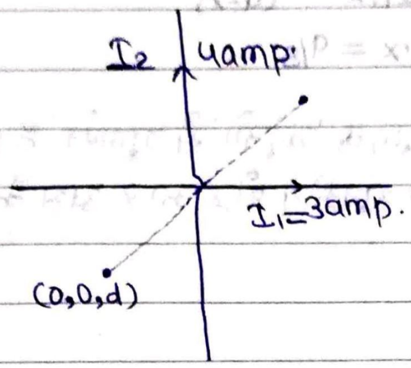
$\Rightarrow \frac{1}{y} = \frac{1}{x}\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$

$\Rightarrow y = x\left(\frac{I_1}{I_2}\right) \Rightarrow y \propto x$ सरल रेखा

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. दो लंबे धारावाही तार x-अक्ष तथा y-अक्ष के अनुदिश रखे हैं। इनमें धनात्मक दिशाओं में प्रवाहित धारा क्रमशः 3amp तथा 4amp है। दोनों तार एक-दूसरे को मूल बिंदु पर इस प्रकार cross करते हैं कि परस्पर स्पर्श नहीं करते। बिंदु P (0,0,5) mt. परिणामी चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करें।

Ans.



$\vec{B_1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}(\hat{j})\quad (\hat{i}\times\hat{k} = -\hat{j})$

$\vec{B_2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}\quad (\hat{j}\times\hat{k} = \hat{i})$

बिंदु P पर परिणामी चुंबकीय क्षेत्र

$\vec{B}_{net} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$

$= \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}(-\hat{j}) + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}(\hat{i})$

$= \frac{\mu_0(-I_1\hat{j} + I_2\hat{i})}{2\pi d}$

$|\vec{B}_{net}| = \frac{\mu_0}{2\pi d}\left(\sqrt{I_1^2 + I_2^2}\right)$

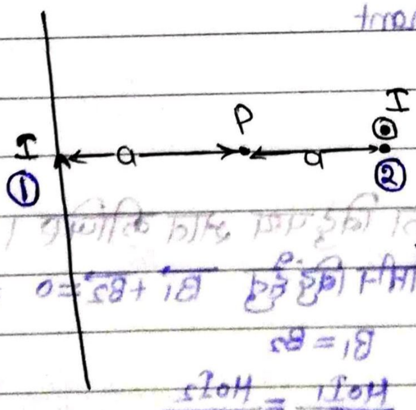
$= \frac{\mu_0}{2\pi \times 5}(3^2 + 4^2)^{1/2}$

$= \frac{2\times10^{-7}\times 5}{5}$

$= 2\times10^{-7}$ Tesla

Q. दो लंबे धारावाही तार चित्रानुसार रखे हैं। बिंदु P पर परिणामी चु. क्षेत्र ज्ञात करें।

Ans.



$\vec{B_1} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}\quad (\hat{j}\times\hat{i} = -\hat{k})$

$\vec{B_2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}\quad (\hat{k}\times -\hat{i} = -\hat{j})$

बिंदु P पर परिणामी चु. क्षेत्र

$\vec{B}_{net} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}(-\hat{k} - \hat{j})$

$|\vec{B}_P| = \sqrt{2}\,\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$

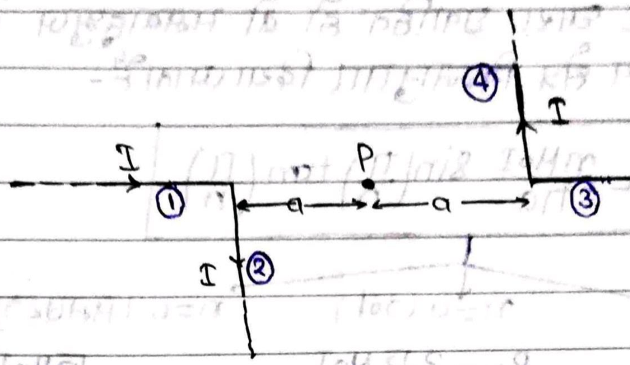
$= \frac{\mu_0 I}{\sqrt{2}\pi a}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

16/11/18

Q दिये गये धारा वितरण के कारण बिंदु P पर परिणामी चु. क्षेत्र ज्ञात करें.

Ans.



$B_1 = B_3 = 0$ (प्रेक्षण बिंदु, तार की अक्ष पर)

$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$ ⊙

$B_4 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$ ⊙

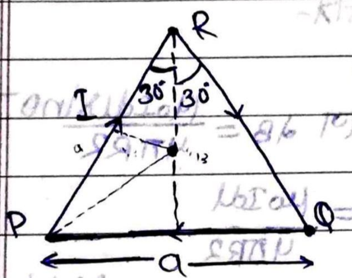
$B_{net} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ ⊙

Que: एक समबाहु त्रिभुज की भुजा लंबाई A है। समबाहु त्रिभुज की तीनों भुजाओं में समान क्रम में I धारा प्रवाहित है तो ज्ञात करें-

(i) समबाहु त्रिभुज के किसी एक कोने पर चुंबकीय क्षेत्र

(ii) समबाहु त्रिभुज के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र

Ans.



(i) माना कोने "R" पर B

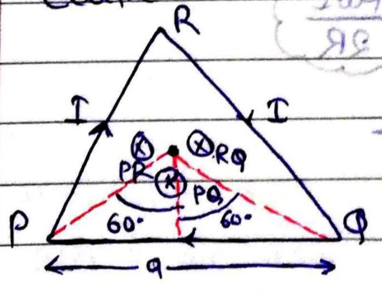
$B_{PR} = B_{QR} = zero$ (प्रेक्षण बिंदु, तार की अक्ष पर)

$B_{PQ} = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}(\sin\alpha + \sin\beta)$ $\left\{ \alpha = \beta = 30°, \; d = \frac{\sqrt{3}a}{2} \right.$

$= \frac{\mu_0 I}{4\pi \frac{\sqrt{3}a}{2}}(\sin 30° + \sin 30°)$

$= \frac{\mu_0 I}{2\sqrt{3}\pi a}$ ⊗

(ii) Centre पर



$B_{PQ} = B_{QR} = B_{PR}$ $\left\{ \alpha = \beta = 60°, \; d = a/\sqrt{3} \times 2 \right.$

$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi d}(\sin\alpha + \sin\beta)$

$= \frac{\mu_0 I}{4\pi \frac{a}{2\sqrt{3}}}(\sin 60° + \sin 60°)$

$= \frac{\sqrt{3}\mu_0 I}{2\pi a}\left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

$= \frac{\sqrt{9}\mu_0 I}{2\pi a}$ ⊗ $= \frac{3\mu_0 I}{2\pi a}$

$B_{centre} = 3 B_{PQ} = \frac{3 \times 3 \mu_0 I}{2\pi a} = \frac{9\mu_0 I}{2\pi a}$ ⊗

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Note: n भुजाओं के समबाहुभुज की भुजा लंबाई a हो तथा सभी भुजाओं में समान क्रम में I धारा प्रवाहित हो तो समबाहुभुज के केंद्र पर परिणामी चुंबकीय क्षेत्र निम्नानुसार दिया जाता है-

$$B_{(\text{cen.})} = \frac{n\mu_0 I}{\pi a} \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \tan\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

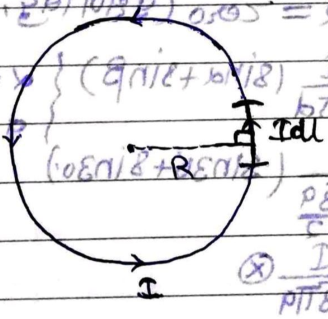
(समबाहु त्रिभुज) $n=3$ — $B_3 = \frac{9\mu_0 I}{2\pi a}$

$n=4$ (वर्ग) — $B_4 = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a}$

$n=6$ (समषट्भुज) — $B_6 = \frac{\sqrt{3}\mu_0 I}{\pi a}$

→ दिये गये धारावाही तार से विभिन्न समबाहुभुज बनाये जाये तो समबाहु त्रिभुज के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र अधिकतम जबकि वृत्त के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र न्यूनतम होता है।

(2) धारावाही वृत्ताकार लूप के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र-



अत्यांश के कारण $dB = \frac{\mu_0 I dl \sin\theta}{4\pi R^2}$ → 90°

$$dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi R^2}$$

centre पर Total magnetic field-

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \int_0^{2\pi R} dl$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} [2\pi R]$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

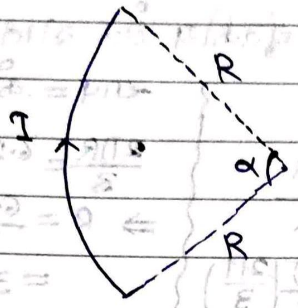
यदि वृत्ताकार कुण्डली में N घेरे हो तो-

$$B = \frac{N\mu_0 I}{2R}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

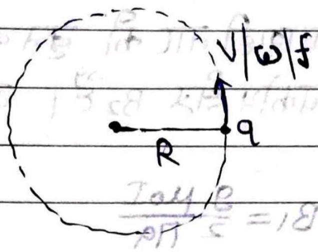
(3.) धारावाही वृत्ताकार चाप के कारण केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र -



$$B = \frac{\mu_0 I(\alpha)}{4\pi R} = \frac{\mu_0 I}{2R} \times \frac{\alpha}{2\pi}$$ → In Radian

→ धारावाही लूप या चाप के कारण केंद्र पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा लूप/चाप की अक्ष के अनुदिश होती है।

→ वृत्ताकार कक्षा में परिक्रमा करते आवेशित कण की गति के कारण कक्षा के केंद्र पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र -



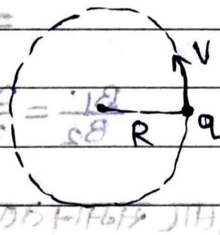
$$i = \frac{q}{t} = \frac{qv}{2\pi r} = \frac{q\omega}{2\pi} = qf$$

कक्षा के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र

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

Que. आवेशित कण वृत्ताकार कक्षा में v चाल से परिक्रमा करता है तो कक्षा के केंद्र पर चु॰ क्षेत्र B है। कक्षा की त्रिज्या समानुपाती है-

Ans.
(i) B/v
(ii) v/B
(iii) $\sqrt{v/B}$ ✓
(iv) $\sqrt{B/v}$



कक्षीय धारा $i = \frac{qv}{2\pi R}$

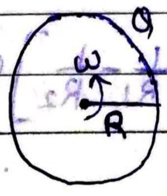
$$B_{centre} = \frac{\mu_0 i}{2R} = \frac{\mu_0}{2R}\frac{qv}{2\pi R}$$

$$B = \frac{\mu_0 q v}{4\pi R^2}$$

→ $R^2 \propto v/B$

Que. R त्रिज्या की वलय की परिधि पर Q आवेश वितरित है। वलय को ज्यामिति अक्ष के प्रति कोणीय चाल ω से घूर्णन कराया जावे तो वलय के केंद्र पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करें-

Ans.



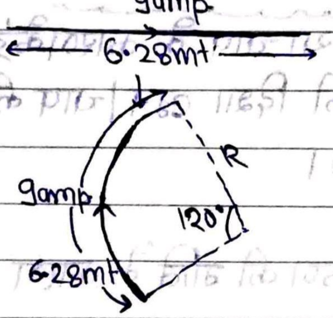
$$i = \frac{Q\omega}{2\pi}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 Q\omega}{4\pi R}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक धारावाही तार की लंबाई 6.28mt तथा उसमे प्रवाहित धारा 9amp. है। इसे वृत्ताकार चाप के रूप में मोड़ा जाता है। चाप द्वारा केंद्र पर अंतरित कोण 120° है तो चाप के केंद्र पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करो।

Ans.



$$B_{centr} = \frac{\mu_0 I \alpha}{4\pi R}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{(9)}{3}\left(\frac{2\pi}{3}\right)$$

$$= 2\pi \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

चाप = कोण × त्रिज्या

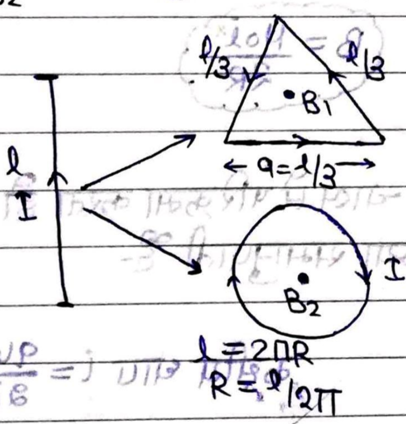
$$\frac{2\pi R}{3} = 6.28$$

$$\Rightarrow R = \frac{6.28\times 3}{2\times 3.14}$$

$$= 3mt.$$

Que: एक धारावाही तार को समबाहु त्रिभुज के रूप में मोड़ा जाये तो त्रिभुज के केंद्र पर उत्पन्न चु. क्षेत्र B_1 है। इसी धारावाही तार को वृत्त के रूप में मोड़ा जाये तो वृत्त के केंद्र पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र B_2 है। अनुपात B_1/B_2 ज्ञात करो।

Ans.



$$B_1 = \frac{9}{2}\frac{\mu_0 I}{\pi a}$$

$$= 9/2\,\frac{\mu_0 I}{\pi\, l/3}$$

$$= \frac{27\mu_0 I}{2\pi l}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 I \times 2\pi}{2\times l}$$

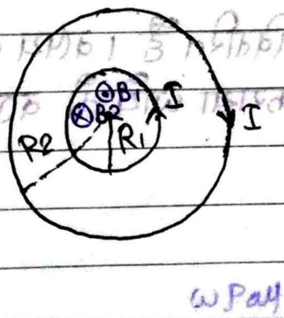
$$= \frac{\mu_0 I \pi}{l}$$

$\pi^2 = 10$

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{27}{2\pi^2} = \frac{27}{20} = \frac{B_{max}}{B_{min}}$$

Que: दो धारावाही वृत्ताकार लूप चित्रानुसार समान तल में संकेंद्रीय रूप से रखे हैं। उभयनिष्ठ केंद्र पर उत्पन्न परिणामी चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करो।

Ans.



$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2R_1} \odot$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2R_2} \otimes$$

$B_2 < B_1$

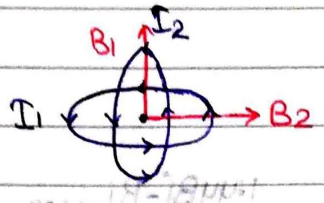
$$B_{net} = B_1 - B_2$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2}\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right] \odot$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. समान त्रिज्या R के दो वृत्ताकार लूपों में प्रवाहित धारा I_1 तथा I_2 है। लूप संकेंद्रीय रूप से इस प्रकार रखे जाते हैं कि उनके तल परस्पर लंबवत हो। उभयनिष्ठ केंद्र पर उत्पन्न परिणामी चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करें।

Ans:



$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2R} \quad ; \quad B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2R}$$

$$B_1 \perp B_2$$

$$\therefore B_{net} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

$$= \frac{\mu_0}{2R}\sqrt{I_1^2 + I_2^2}$$

Q. एक धारावाही तार की लंबाई 3.14 m है। उसमें प्रवाहित धारा 10 amp. है। इसे 10 cm. त्रिज्या की वृत्ताकार कुण्डली के रूप में मोड़ा जाये तो कुण्डली के केंद्र पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र का मान ज्ञात करें।

Ans. coil के centre पर

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2R}$$

$$= \frac{\mu_0 5 \times 10}{2 \times 10 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{500 \mu_0}{2}$$

$$= \frac{2\pi \times 10^{-4}}{2} \text{ Tesla}$$

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

$N 2\pi R = 3.14 m$

$\Rightarrow N \times 2 \times 3.14 \times 10 \times 10^{-2} = 3.14$

$\Rightarrow N = \frac{100}{20} = 5$

Note: दिये गये धारावाही तार को विभिन्न घेरों की वृत्ताकार कुण्डलियों में मोड़ा जाये तो –

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2R}$$

$$\Rightarrow B \propto N/R$$

$$\Rightarrow \boxed{B \propto N^2 \propto \frac{1}{R^2}}$$

$N \times 2\pi R =$ तार की लंबाई $=$ const.

$N \propto \frac{1}{R}$ [NR = const]

$R \propto 1/N$

Que: एक धारावाही वृत्ताकार कुण्डली में घेरों की संख्या n है। इसके centre पर चु. क्षेत्र B_0 है। उस कुण्डली को m घेरों की दूसरी वृत्ताकार कुण्डली में रूपांतरित किया जाये तो दूसरी कुण्डली के केंद्र पर उत्पन्न चु. क्षेत्र ज्ञात करें।

Ans.

$$B \propto N^2 \Rightarrow \frac{B_0}{B'} = \frac{n^2}{m^2}$$

$$\Rightarrow B' = \frac{B_0 m^2}{n^2}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Q. एक धारावाही वृत्ताकार कुण्डली में घेरों की संख्या 100 है। उसे 12 घेरों की अन्य वृत्ताकार कुण्डली में बदला जाये तो केंद्र पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र में % परिवर्तन ज्ञात करो।

Ans.

$B \propto N^2$

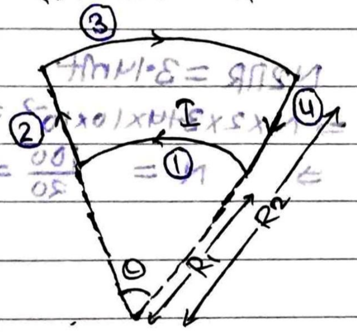
$\frac{B_i}{B_f} = \frac{10\times10}{12\times12} \Rightarrow B_f = \frac{144 B_i}{100}$

B_{centre} में % परिवर्तन $= \frac{B_f - B_i}{B_i} \times 100 = \frac{1.44B_i - B_i}{B_i} \times 100$

$= +44\%$ (वृद्धि)

Q. दिये गये धारा वितरण के कारण केंद्र पर उत्पन्न परिणामी चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करो।

Ans.



$B_2 = B_4 = 0$ (प्रेक्षण बिंदु, तार के अक्ष पर)

चाप B_1 के कारण

$B_1 = \frac{\mu_0 I(\alpha)}{4\pi R} = \frac{\mu_0 I(\theta)}{4\pi R_1}$ ⊙

चाप ③ के कारण

$B_3 = \frac{\mu_0 I \theta}{4\pi R_2}$ ⊗

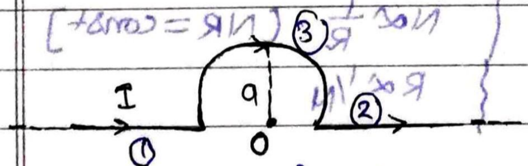
$B_{net} = B_1 - B_3$

$= \frac{\mu_0 I \theta}{4\pi}\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$ ⊙

18/11/16

Q. दिये गये धारा वितरण के कारण बिंदु O पर चु. क्षेत्र ज्ञात करें-

eg.(i)

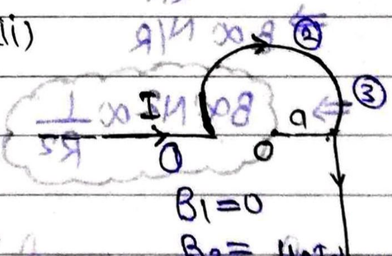


$B_1 = B_2 = 0$ (प्रेक्षण बिंदु, अक्ष पर)

$B_3 = \frac{\mu_0 I \alpha}{4\pi R} = \frac{\mu_0 I \pi}{4\pi R}$

$B_{net} = B_3 = \frac{\mu_0 I}{4a}$ ⊗

(ii)



$B_1 = 0$

$B_2 = \frac{\mu_0 I \alpha}{4\pi R} = \frac{\mu_0 I}{4R}$ ⊗

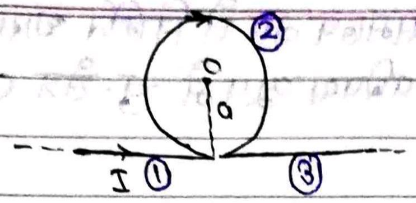
$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$ ⊗

$B_{net} = B_2 + B_3$

$= \frac{\mu_0 I}{4a}\left(1 + \frac{1}{\pi}\right)$ ⊗

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

(iii)



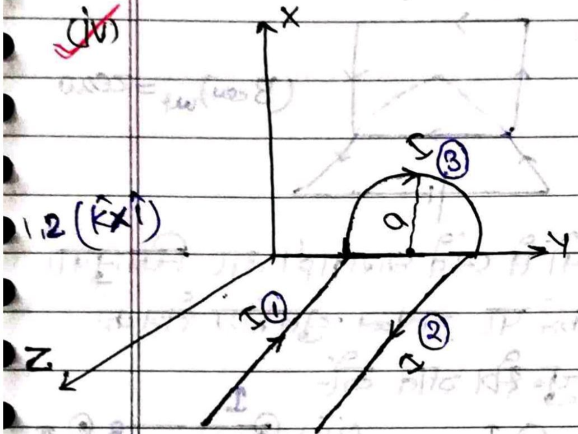
$B_1 = B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi d} \odot = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \odot$

$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 I}{2a} \otimes$

$B_{net} = B_2 - (B_1 + B_3) = \frac{\mu_0 I}{2a} - \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$

$= \frac{\mu_0 I}{2a}\left[1 - \frac{1}{\pi}\right] \otimes$

(iv)



1,2 $(\hat{k} \times \hat{i})$

$B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi d} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(-\hat{j})$

$B_3 = \frac{\mu_0 I \alpha}{4\pi R} = \frac{\mu_0 I \pi}{4\pi a} = \frac{\mu_0 I}{4a}(-\hat{k})$

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

$\vec{B}_{net} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}(-\hat{j}) + \frac{\mu_0 I}{4a}(-\hat{k}) \quad (\perp)$

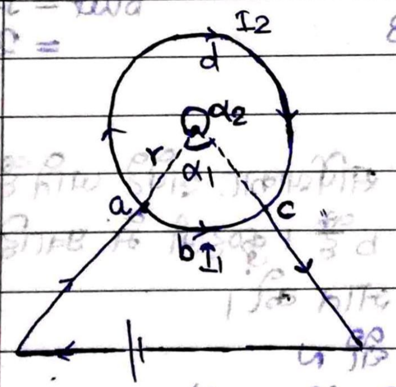
$\vec{B}_{net} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(-\hat{j} - \hat{j} - \pi\hat{k}) = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}(-2\hat{j} - \pi\hat{k})$

$B_{net} = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}\left(\sqrt{4 + \pi^2}\right)$

→ धारावाही परिपथ लूप के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र -

यदि धारावाही परिपथ लूप समरूप तार से निर्मित हो -

Case-I



चाप abc के कारण

$B_1 = \frac{\mu_0 I_1 \alpha_1}{4\pi r} \odot$ — (i)

चाप adc के कारण

$B_2 = \frac{\mu_0 I_2 \alpha_2}{4\pi r} \otimes$ — (ii)

$B_{net} = B_1 - B_2$

$= \frac{\mu_0 I_1 \alpha_1}{4\pi r} - \frac{\mu_0 I_2 \alpha_2}{4\pi r}$

$= \frac{\mu_0}{4\pi r}(I_1\alpha_1 - I_2\alpha_2)$ — (iii)

धारा $\propto \frac{1}{\text{प्रतिरोध}}$

$\propto \frac{1}{\text{चाप की लंबाई}}$

$\propto \frac{1}{\text{चाप द्वारा अंतरित कोण}}$

चाप abc तथा adc समांतर क्रम में

$\left(I \propto \frac{1}{R}\right)$ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}$

$R = \frac{\rho L}{A} \Rightarrow R \propto L$

$I_1\alpha_1 = I_2\alpha_2$ — (iv)

चाप की लंबाई = कोण × त्रिज्या

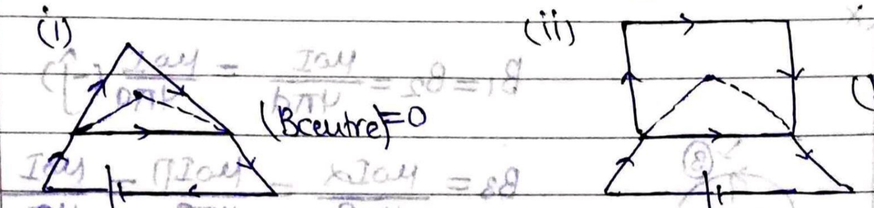
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

eq. (iii) व (iv) से - $B_{net} = 0$ → समरूप तार से निर्मित धारावाही परिपथ लूप में चु. क्षेत्र (centre)

$$\left[\frac{B_1}{B_2} = \frac{I_1\alpha_1}{I_2\alpha_2} = 1\right]$$

→ यदि धारावाही परिपथ लूप समरूप तार से निर्मित हो तो धारावाही परिपथ लूप के कारण उसके केंद्र पर परिणामी चुंबकीय क्षेत्र शून्य होता है।

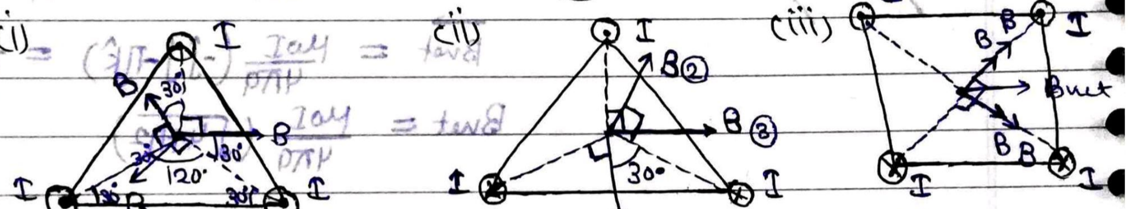
eg. (i) (ii)



Q. एक समबाहु त्रिभुज तथा वर्ग की कोनों से लंबे धारावाही तार चित्रानुसार गुजरते हैं। प्रत्येक तार के कारण केंद्र पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र का मान B है तो केंद्र पर परिणामी चु. क्षेत्र ज्ञात करें-

eg. (i) (ii) (iii)

Ans. B - same, d - same

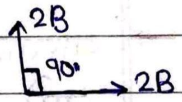


$\theta = 120°$, 3 → B, B, B

$B_{net} = zero$

$B' = B_1$ & B_2, $\theta = 120°$

$B_{net} = B' + B_3$
$= B + B$
$= 2B$



$B_{net} = \sqrt{2}(2B)$
$= 2\sqrt{2}B$

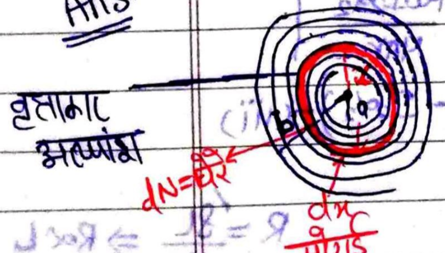
Q. एक कुण्डली में N घेरे अभिलम्ब रूप से सर्पिलाकार लपेटे जाते हैं जिसमें आंतरिक त्रिज्या a तथा बाह्य (spiral) त्रिज्या b है। कुण्डली में प्रवाहित धारा I है तो केंद्र पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करो।

Ans.

∴ (b-a) चौड़ाई में घेरे N

∴ इकाई चौड़ाई में घेरे $= \frac{N}{(b-a)}$

dx चौड़ाई में घेरे $dN = \frac{N}{(b-a)}dx$



→ x त्रिज्या व dx चौड़ाई के कुण्डली अल्पांश के कारण केंद्र पर चु. क्षेत्र $dB = \frac{\mu_0 dN I}{2x}$

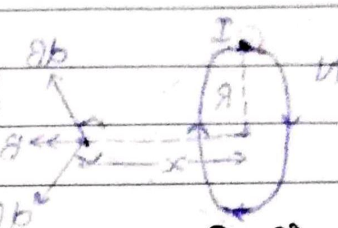
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

$$\int dB = \int \frac{\mu_0 I}{2x}\left(\frac{N}{b-a}dx\right) \qquad B = \frac{\mu_0 N I}{2R}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 N I}{2(b-a)}\int_a^b \frac{dx}{x}$$

$$= \frac{\mu_0 N I}{2(b-a)}\left[\log_e x\right]_a^b$$

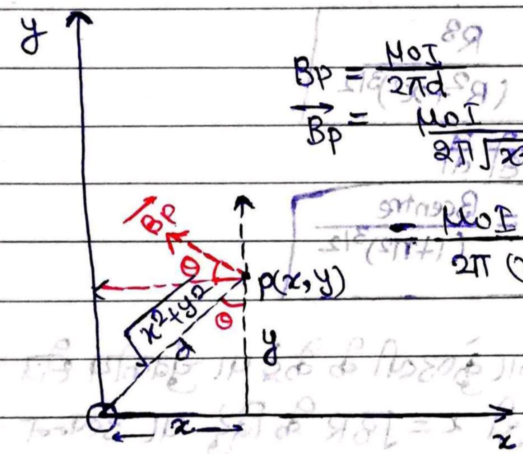
$$= \frac{\mu_0 N I}{2(b-a)}\log_e \frac{b}{a}$$



Q. एक लंबे धारावाही तार में धनात्मक z-दिशा में I धारा प्रवाहित है। धारावाही तार मूलबिंदु से गुजरता है तो बिंदु P (x,y) पर चुं॰ क्षेत्र का सदिश रूप में व्यंजक ज्ञात करें।

$$dB = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\frac{(x\hat{j}-y\hat{i})}{(x^2+y^2)}$$

Ans.



$$B_P = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

$$\vec{B}_P = \frac{\mu_0 I}{2\pi\sqrt{x^2+y^2}}\,\hat{n} = \frac{\mu_0 I (x\hat{j}-y\hat{i})}{2\pi(x^2+y^2)}$$

$$\hat{n} = \frac{\vec{Idl}\times\vec{r}}{|\vec{Idl}\times\vec{r}|} = \frac{Idl(\hat{k})\times(x\hat{i}+y\hat{j})}{|\vec{Idl}\times\vec{r}|}$$

$$= \frac{(x\hat{j}-y\hat{i})\,Idl}{Idl\,(x^2+y^2)^{1/2}}$$

$$= (x\hat{j}-y\hat{i})/(x^2+y^2)^{1/2}$$

Or

$$\vec{B}_P = B\cos\theta(-\hat{i}) + B\sin\theta(\hat{j})$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi d}\left[\frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}}\right](-\hat{i}) + \frac{\mu_0 I}{2\pi d}\left[\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}\right]\hat{j}$$

$d = (x^2+y^2)^{1/2}$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi\left((x^2+y^2)^{1/2}\right)^2}(-y\hat{i}+x\hat{j})$$

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi(x^2+y^2)}(x\hat{j}-y\hat{i})$$

according to option

Hit & Trial method

B_P का component

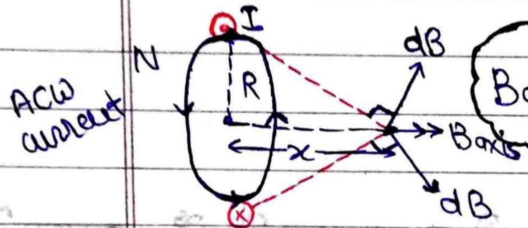
$\vec{B}\cdot\vec{r} = 0$

$\vec{B}\cdot\vec{Idl} = 0$

RAAZ

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

(3.) धारावाही वृत्ताकार कुण्डली के कारण उसकी अक्ष पर चुंबकीय क्षेत्र- R त्रिज्या की वृत्ताकार कुण्डली में N फेरे हो तथा प्रवाहित धारा I हो तो कुण्डली के केंद्र से x दूरी के अक्षीय बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र निम्नानुसार दिया जाता है-



$$B_{axis} = \frac{\mu_0 N I R^2}{2(R^2+x^2)^{3/2}}$$

→ धारावाही वृत्ताकार कुण्डली के कारण उसके अक्षीय बिंदुओं पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा, कुण्डली की अक्ष के अनुदिश है।

$$\frac{B_{axis}}{B_{centre}} = \frac{R^3}{(R^2+x^2)^{3/2}}$$

यदि $x = nR$ हो तो

$$B_{axis} = \frac{B_{centre}}{(1+n^2)^{3/2}}$$

Q. R त्रिज्या की धारावाही वृत्ताकार कुण्डली के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र B_0 है। कुण्डली के केंद्र से अक्षीय दूरी $x = \sqrt{8}R$ के बिंदु पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करो।

Ans.

$$\frac{B_{axis}}{B_{centre}} = \frac{R^3}{(R^2+x^2)^{3/2}} = \frac{R^3}{(R^2+8R^2)^{3/2}} = \frac{R^3}{27R^3}$$

$$\Rightarrow \frac{B_{axis}}{B_{centre}} = \frac{1}{27}$$

$$\Rightarrow B_{axis} = \frac{B_0}{27}$$

Or

$x = \sqrt{8}R$, $n = \sqrt{8}$

$$B_{axis} = \frac{B_{centre}}{(1+n^2)^{3/2}} = \frac{B_0}{(1+8)^{3/2}} = B_0/27$$

Q. R त्रिज्या की धारावाही वृत्ताकार कुण्डली के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र B_0 है। कुण्डली के केंद्र से कितनी दूरी के अक्षीय बिंदु पर चु॰क्षेत्र $B_0/8$ होगा?

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

21|||'

Ans.

$$\frac{B_{axis}}{B_{cen.}} = \frac{R^3}{(R^2+x^2)^{3/2}}$$

$$\Rightarrow \frac{B_0/8}{B_0} = \frac{R^3}{(R^2+x^2)^{3/2}} \Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{R^3}{(R^2+x^2)^{3/2}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{R}{(R^2+x^2)^{1/2}}$$

$$\Rightarrow 4R^2 = R^2+x^2$$

$$\Rightarrow x = \sqrt{3}R$$

$$\rightarrow B_{axis} = \frac{\mu_0 N I R^2}{2(R^2+x^2)^{3/2}}$$

Case-I $x=0$ पर (centre) ; $B = \frac{\mu_0 N I}{2R}$ (max.)

Case-II $x = R/2$ पर ; $B_{R/2} = \frac{4\mu_0 N I}{5\sqrt{5}R}$

Case-III → दूरस्थ अक्षीय बिंदु ($x \ggg R$)

$$B \simeq \frac{\mu_0 N I R^2}{2x^3}$$

Case-IV → समीपस्थ अक्षीय बिंदु पर ($x \lll R$)

$$B \simeq \frac{\mu_0 N I}{2R} \quad \text{or} \quad \frac{\mu_0 N I R^2}{2R^3\left(1+\frac{x^2}{R^2}\right)^{3/2}}$$

$$B_{axis} = \frac{\mu_0 N I}{2R\left(1+\frac{x^2}{R^2}\right)^{3/2}}$$

$$B_{axis} = \frac{B_0}{\left[1+\frac{x^2}{R^2}\right]^{3/2}}$$

$$\Rightarrow B_{axis} = B_0\left[1+\frac{x^2}{R^2}\right]^{-3/2}$$

$\left[1 \ggg x^2/R^2\right]$ ∵ ($x \lll R$) → द्विपद प्रमेय

$$\Rightarrow B_{axis} = B_0\left[1-\frac{3x^2}{2R^2}\right]$$

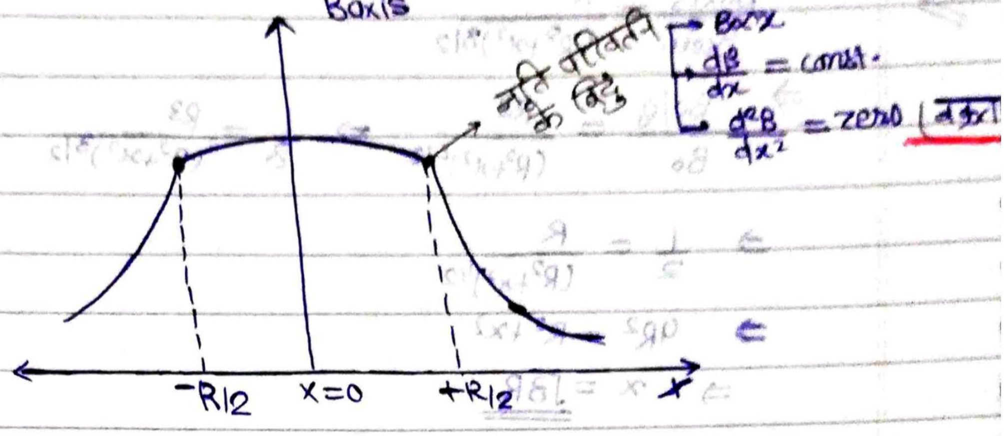
$$\Rightarrow B_{axis} = B_0 - \frac{3}{2}\frac{B_0 x^2}{R^2}$$

$$\Rightarrow \frac{B_{axis}-B_0}{B_0} = -\frac{3}{2}\left(\frac{x^2}{R^2}\right)$$

उपरोक्त धारावाही कुण्डली के केंद्र पर चु. क्षेत्र की तुलना में समीपस्थ अक्षीय बिंदुओं पर चु. क्षेत्र के परिवर्तन का अंश है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ "B axis" & "x" के मध्य वक्र-



↳ धारावाही वृत्ताकार कुण्डली के केंद्र से अक्षीय दूरी $x = \pm R/2$ दूरी के बिंदुओं के पश्चात् चुंबकीय क्षेत्र के परिवर्तन का प्रारूप बदलता है। इन बिंदुओं को नति परिवर्तन बिंदु कहते हैं।

→ एक धारावाही कुण्डली के दो नति परिवर्तन बिंदु होते हैं। इन दोनों नति परिवर्तन बिंदुओं के मध्य दूरी कुण्डली की त्रिज्या के बराबर होती है।

नति परिवर्तन बिंदुओं के लिए-

(i) इन बिंदुओं पर चु. क्षेत्र अक्षीय दूरी के साथ सरल रेखीय रूप से परिवर्तित होता है [$B \propto x$]

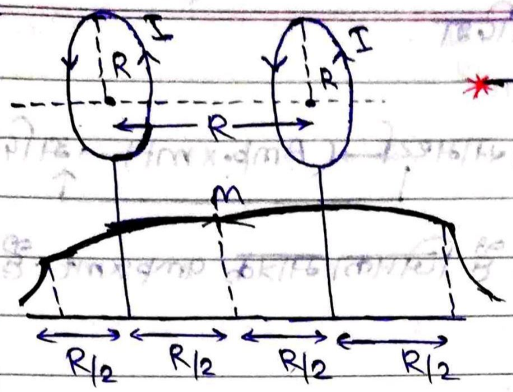
(ii) नति परिवर्तन बिंदुओं पर वक्र का ढाल नियत होता है अर्थात [$\frac{dB}{dx} = const.$]

(iii) इन बिंदुओं पर वक्र की वक्रता शून्य होती है। [$\frac{d^2B}{dx^2} = zero$]

→ नति परिवर्तन बिंदुओं को Helmholtz कुण्डली व्यवस्था में प्रयुक्त किया जाता है।

HelmHoltz Coil - arrangement - दो एकसमान धारावाही वृत्ताकार कुण्डलियां समाक्षीय रूप से इस प्रकार समान्तर रखी हो कि उनके केंद्रों के मध्य दूरी त्रिज्या के बराबर हो एवं दोनों कुण्डलियों में धारा की दिशा समान हो तो इस व्यवस्था को Helmholtz coil arrangement कहते हैं।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com



Helmholtz coil arrangement में 3 नति परिवर्तन बिंदु होते हैं।

→ यह व्यवस्था अल्प परास का समरूप चु. क्षेत्र प्राप्त करने हेतु प्रयुक्त की जाती है।

→ इस व्यवस्था से प्राप्त समरूप चु. क्षेत्र का मान उभयनिष्ठ नति परिवर्तन बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र के मान के बराबर होता है।

$$B_m = 2B_{x=R/2} = \frac{8\mu_0 NI}{5\sqrt{5}R}$$

$$\boxed{B_m = \frac{8\mu_0 NI}{5\sqrt{5}R}} = 0.727$$

→ धारावाही लूप या कुण्डली का व्यवहार चुंबकीय द्विध्रुव की तरह होता है।

⇒ चुंबकीय द्विध्रुव एवं द्विध्रुव आघूर्ण-

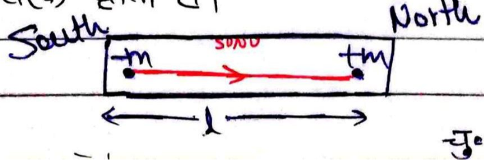
समान परिमाण तथा विपरीत प्रकृति की चुंबकीय ध्रुव सामर्थ्य परस्पर अल्प दूरी पर हो अर्थात् समान ध्रुव सामर्थ्य का चुं. उत्तरी ध्रुव व दक्षिणी ध्रुव परस्पर अल्प दूरी पर हो तो इस युग्म को चुंबकीय द्विध्रुव कहते हैं।

eg. छड़ चुंबक, धारावाही लूप (कुण्डली), परिनालिका etc

→ छड़ चुंबक का चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण-

किसी एक ध्रुव की ध्रुव सामर्थ्य एवं दोनों ध्रुवों के मध्य प्रभावी दूरी का गुणनफल चुं. द्विध्रुव आघूर्ण को दर्शाता है।

→ चु. द्विध्रुव आघूर्ण एक सदिश है जिसकी दिशा ऋणात्मक चु. ध्रुव सामर्थ्य से धनात्मक ध्रुव सामर्थ्य की तरफ अर्थात् चुंबकीय दक्षिणी ध्रुव से चु. उत्तरी ध्रुव की तरफ होती है।



$M = ml$

M → चु. द्विध्रुव आघूर्ण; m → ध्रुव सामर्थ्य

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

चुं॰ द्विध्रुव आघूर्ण → $M = ml$ → अक्षीय सदिश → $Amp. \times mt^2$

→ चुंबकीय ध्रुव सामर्थ्य → (Amp. x mt) → अदिश राशि

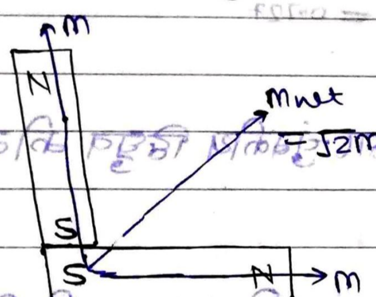
→ चुं॰ ध्रुव सामर्थ्य अदिश राशि है जिसका मात्रक amp.xmt है।

चुंबकत्व के लिए गाऊस नियम :-

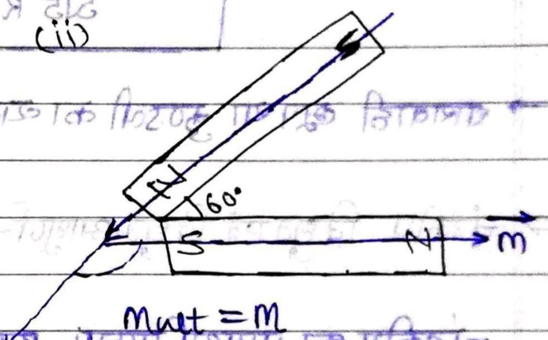
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = \mu_0 \Sigma m = 0 \quad (-m+m)$$

Que: समान चुं॰ द्विध्रुव आघूर्ण m की दो छड़ चुंबक चित्रानुसार व्यवस्थित हो तो परिणामी चुं॰ द्विध्रुव आघूर्ण ज्ञात करें।

eg. (i)

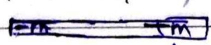


(ii)

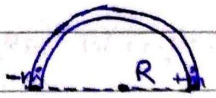


23/11/16

Q. एक पतली छड़ चुंबक का चुं॰ द्विध्रुव आघूर्ण M है। छड़ चुंबक को अर्द्धवृत्त के रूप में मोड़ दिया जाये तो नया चुं॰ द्विध्रुव आघूर्ण ज्ञात करें।



Ans. $M = ml$



$\pi R = l$
$\Rightarrow R = l/\pi$

$M' = m(2R)$
$= 2ml/\pi$
$= \dfrac{2M}{\pi}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

→ धारावाही लूप का चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण-

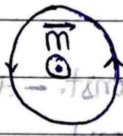
धारावाही लूप चु॰ द्विध्रुव की तरह व्यवहार करता है क्योंकि धारावाही लूप का एक Face चु॰ उत्तरी ध्रुव तथा दूसरा Face चु॰ दक्षिणी ध्रुव की तरह होता है।

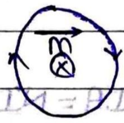
→ धारावाही लूप का चु॰ द्विध्रुव आघूर्ण इसमें प्रवाहित धारा एवं उसके ज्यामिति क्षेत्रफल के गुणनफल से दिया जाता है।

$$M = IA$$

यदि "N" घेरे हो तो - $M = NIA$

→ धारा के अनुसार, दाहिने हाथ की अंगुलियां मोड़ने पर, दाहिने हाथ का अंगूठा लूप के चु॰ द्विध्रुव आघूर्ण की दिशा को दर्शाता है।





Q. दो धारावाही वृत्ताकार लूपों में प्रवाहित धारा I_1 तथा I_2 है। उनकी त्रिज्याओं का अनुपात क्या हो जिससे कि उनके चु॰ द्विध्रुव आघूर्ण का मान समान हो?

Ans.

$$M_1 = M_2$$

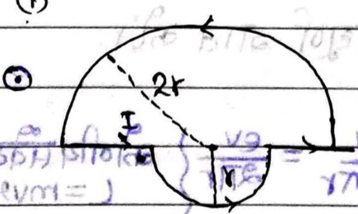
$$\Rightarrow I_1A_1 = I_2A_2$$

$$\Rightarrow \frac{\pi R_1^2}{\pi R_2^2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{I_2}{I_1}}$$

Q. दिये गये धारा वितरण के अनुसार चु॰ द्विध्रुव आघूर्ण ज्ञात करें-

Ans (i)



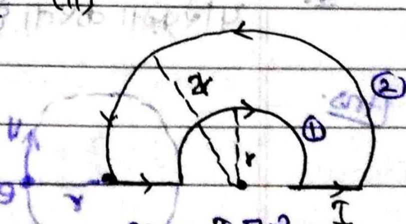
$$M_1 + M_2$$

$$M = I\left(\frac{\pi 4r^2}{2}\right) + I\frac{\pi r^2}{2}$$

$$= 2I\pi r^2 \odot + \frac{I\pi r^2}{2} \odot$$

$$= \frac{5}{2} I\pi r^2 \odot$$

(ii)



$$m_1 = I\frac{\pi r^2}{2} \otimes$$

$$m_2 = I\frac{4\pi r^2}{2} \odot$$

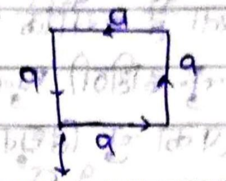
$$m_{net} = \frac{3}{2} I\pi r^2 \odot$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. एक वृत्ताकार धारावाही लूप का चु. द्विध्रुव आघूर्ण m है। इसे वर्गाकार लूप में रूपांतरित किया जाये तो चु. द्विध्रुव आघूर्ण होगा?

Ans.

$m = IA$
$= I\pi R^2 \longrightarrow$



$4a = 2\pi R$
$\Rightarrow a = \frac{\pi R}{2}$

$m' = IA = IA' = Ia^2$
$= I\frac{\pi^2 R^2}{4}$
$= \frac{\pi}{4} m$

→ एक धारावाही तार को विभिन्न आकृति के लूपों में मोड़ा जाये तो वृत्ताकार लूप का चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण अधिकतम होता है।

→ एक धारावाही तार को विभिन्न घेरों की वृत्ताकार कुण्डलियों में रूपांतरित किया जाये तो –

$m = NIA = NI\pi R^2$
$m \propto NR^2$

$N(2\pi R) = const.$ – तार की लंबाई
$NR = const.$
$N \propto \frac{1}{R}$ & $R \propto \frac{1}{N}$

$M \propto \frac{1}{N}$ → min.
max.

Q. q आवेश का कण r त्रिज्या की वृत्ताकार कक्षा में v चाल से परिक्रमा करता है तो उत्पन्न चुं. द्विध्रुव आघूर्ण ज्ञात करो।

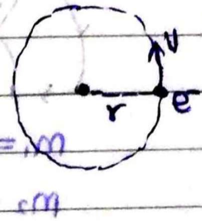
Ans.

$m = NIA = 1 \times \frac{qv}{2\pi r} \times \pi r^2$
$= \frac{qvr}{2}$

कक्षीय धारा
$i = \frac{qv}{2\pi r} = \frac{q\omega}{2\pi} = qf$

Q. एक इलेक्ट्रॉन वृत्ताकार कक्षा में कक्षा के केंद्र के प्रति कोणीय संवेग L से परिक्रमा करता है तो चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण ज्ञात करो।

Ans.



कक्षीय धारा $= \frac{qv}{2\pi r} = \frac{ev}{2\pi r}$

कोणीय संवेग
$L = mvr$
$vr = L/m$

$m = NIA$
$= \frac{ev}{2\pi r}(\pi r^2)$
$m = \frac{evr}{2} = \frac{eL}{2m}$ → e- का द्रव्यमान

$\vec{m} = -\frac{e\vec{L}}{2m}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

→ ऋणावेशित कण वृत्ताकार कक्षा में परिक्रमा करता हो तो उत्पन्न चु. द्विध्रुव आघूर्ण एवं कोणीय संवेग परस्पर विपरीत दिशा के अक्षीय सदिश होते है।

→ q आवेश तथा m द्रव्यमान का आवेशित कण / आवेशित वस्तु किसी अक्ष के प्रति कोणीय चाल ω से घूर्णन कराया जाये तो उत्पन्न चु. द्विध्रुव आघूर्ण निम्नानुसार होता है -

$$m = \frac{qL}{2m} = \frac{qI\omega}{2m}$$

L - कोणीय संवेग
I - घूर्णन अक्ष के प्रति जड़त्व आघूर्ण

Q. R त्रिज्या की वलय Q आवेश से आवेशित है। वलय को ज्यामिति अक्ष के प्रति कोणीय चाल ω से घूर्णन कराया जाये तो चु. द्विध्रुव आघूर्ण ज्ञात करो -

Ans:

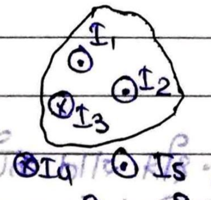
$$m = \frac{qI\omega}{2m} = \frac{Q\omega(mR^2)}{2m} = \frac{Q\omega R^2}{2}$$

→ बंद परिपथ के लिए एम्पियर का परिपथ नियम - "ACL"
Ampere's circuital Law for Closed Path

इसके अनुसार किसी बंद पथ के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र का रेखीय समाकलन उस बंद पथ की ज्यामिति से गुजरने वाली धाराओं का μ_0 गुना होता है।

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

eg.



$$\oint \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 (I_1 + I_2 - I_3)$$

⊙ → +ive
⊗ → -ive

→ बंद पथ के चारों ओर चु. क्षेत्र के रेखीय समाकलन को चुंबकीय परिसंचरण भी कहा जाता है।

$(\oint \vec{B}\cdot\vec{dl})$ → magnetic circulation

→ ACL, gauss नियम का चुंबकीय समरूप है।

→ जिस बंद पथ के लिए ACL लागू किया जाता है, उसे Amperian loop कहते हैं।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ चुंबकीय परिसंचरण ज्ञात करने हेतु केवल बंद पथ की ज्यामिति से गुजरने वाली धाराएं ही प्रयुक्त की जाती हैं।

→ वामावर्ती (ACW) चु. परिसंचरण धनात्मक तथा दक्षिणावर्ती चु. परिसंचरण ऋणात्मक लिया जाता है।

2nd form ACL -

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

$$\Rightarrow \oint \mu_0 \vec{H}\cdot\vec{dl} = \mu_0 \Sigma I$$

$$\Rightarrow \boxed{\oint \vec{H}\cdot\vec{dl} = \Sigma I}$$

$B = \mu_0 H$ ↳ चुंबकन क्षेत्र (magnetising field)

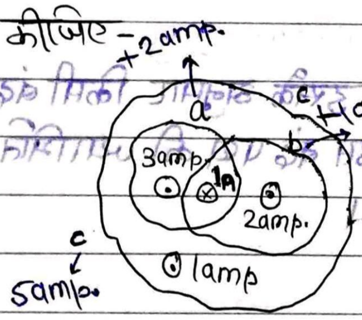
(चुंबकत्व वाहक बल $\oint \vec{H}\cdot\vec{dl}$)

↳ चुंबकन क्षेत्र का बंद पथ के चारों ओर रेखीय समाकलन उस बंद पथ की ज्यामिति से गुजरने वाली धाराओं के योग के बराबर होता है।

→ चुंबकन क्षेत्र के रेखीय समाकलन को चुंबकत्व वाहक बल भी कहते हैं।

($\oint \vec{H}\cdot\vec{dl}$) → मात्रक - Ampere

Que: दिये गये बंद पथों के लिए चुंबकीय परिसंचरण का बढ़ता क्रम निर्धारित कीजिए -



Ans. चुंबकीय परिसंचरण $\oint \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 \Sigma I$

चुंबकीय परिसंचरण $\propto \Sigma I$

$(\Sigma I)_a = +2$ amp.

$(\Sigma I)_b = +1$ amp.

$(\Sigma I)_c = +5$ amp.

$b < a < c$ - चु. परिसंचरण

⇒ ACL के अनुप्रयोग -

ACL को प्रयुक्त करके चु. क्षेत्र ज्ञात करने हेतु सममित बंद पथ इस प्रकार माना जाता है कि प्रेक्षण बिंदु बंद पथ की परिमिति पर स्थित हो तथा बंद पथ के अंदर धारा वितरण की सममिति हो।

Concept

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

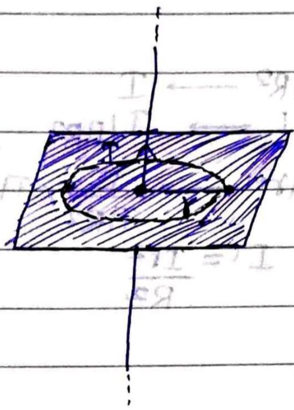
↓ बंद पथ की परिमिति पर चु. क्षेत्र

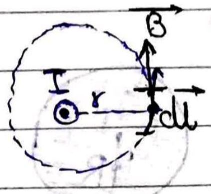
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ चु॰ परिसंचरण केवल एम्पियरियन लूप की ज्यामिति से गुजरने वाली धाराओं पर निर्भर करता है लेकिन इस चु॰ परिसंचरण में प्रयुक्त चु॰ क्षेत्र सभी धाराओं पर निर्भर करता है।

25/11/16

① अनन्त लंबाई के धारावाही तार द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र:-





$\vec{B} \parallel \vec{dl}$

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

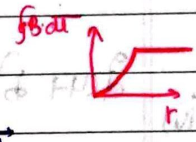
$$\Rightarrow B\oint dl = \mu_0 I$$

$$\Rightarrow B[l]_0^{2\pi r} = \mu_0 I$$

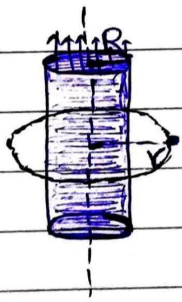
$$\Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}}$$

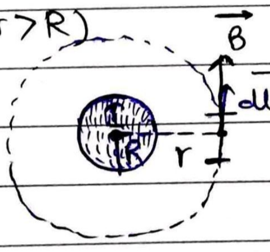
② अनन्त लंबाई के ठोस बेलनाकार धारावाही चालक द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र-
(काट क्षेत्र की त्रिज्या R तथा सम्पूर्ण काट क्षेत्र में समरूप वितरित धारा I)

r- बेलन की अक्ष से प्रेक्षण बिंदु की त्रिज्यीय दूरी।



Case-I बेलन के बाहर (r>R)





$\vec{B} \parallel \vec{dl}$

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

$$\Rightarrow B\oint_0^{2\pi r} dl = \mu_0 \Sigma I$$

$$\Rightarrow B[l]_0^{2\pi r} = \mu_0 \Sigma I$$

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

धारा घनत्व $(J) = \frac{I}{A}$

$$J = \frac{I}{\pi R^2}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 J \pi R^2}{2\pi r}$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 J R^2}{2r}} \; ; \; B_{out} \propto 1/r$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

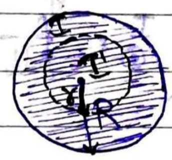
PAGE: DATE: / /

Case-II बेलन की सतह पर ($r = R$)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \; ; \; \left[B = \frac{\mu_0 J R}{2}\right]$$

Case-III बेलन के अंदर ($r < R$)

$\Rightarrow$



$\because \pi R^2 \longrightarrow I$

$\therefore 1 \longrightarrow I/\pi R^2$

$\therefore \pi r^2 \longrightarrow \frac{I}{\pi R^2} \times \pi r^2 = I'$

$$I' = \frac{I r^2}{R^2}$$

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

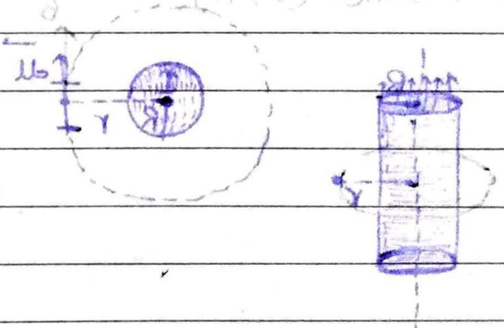
$$\Rightarrow B \oint_0^{2\pi r} \vec{dl} = \mu_0 \Sigma I$$

$$\Rightarrow B[2\pi r] = \mu_0 \frac{I r^2}{R^2}$$

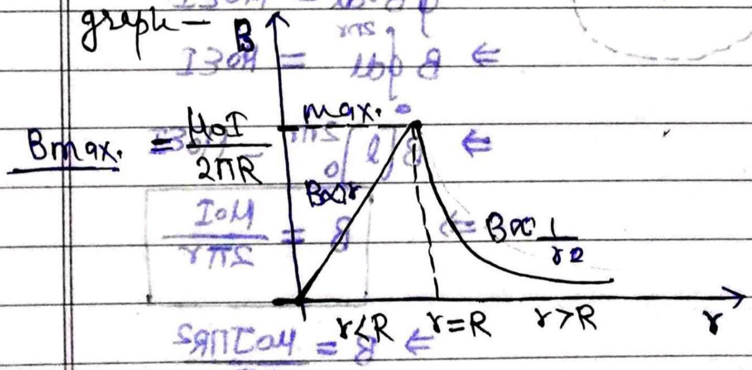
$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \; ; \; \left[B = \frac{\mu_0 J r}{2}\right] \Rightarrow \text{Linear}$$

(iv) बेलन की अक्ष पर ($r = 0$)

$$B = 0$$



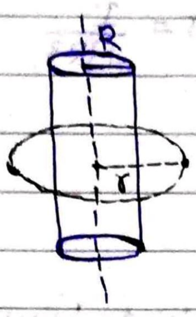
graph —



③ → अनन्त लंबाई के धारावाही बेलनाकार कोश द्वारा उत्पन्न चु. क्षेत्र (
(बेलनाकार कोश की त्रिज्या R तथा प्रवाहित धारा I)
r - प्रेक्षण बिंदु की बेलनाकार कोश की अक्ष से त्रिज्यीय दूरी

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Case-I बेलनाकार कोश के बाहर $(r>R)$



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

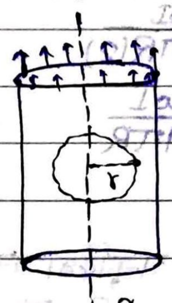
$$\Rightarrow B \oint dl = \mu_0 I \quad (\oint dl = 2\pi r)$$

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

Case-II बेलनाकार कोश की सतह पर $(r=R)$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}}$$

Case-III बेलनाकार कोश के अंदर $(r<R)$

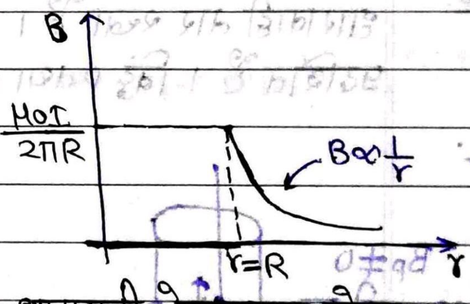


$\because I = 0$

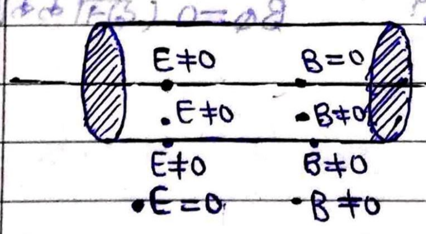
$$\boxed{B=0}$$

Case-IV बेलनाकार कोश की अक्ष पर $(r=0)$

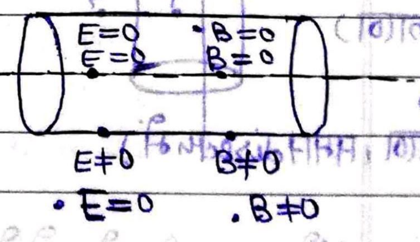
$$\boxed{B=0}$$



→ ठोस बेलनाकार धारावाही चालक



धारावाही बेलनाकार कोश



Que: एक लंबे ठोस बेलनाकार धारावाही चालक के काट क्षेत्र की त्रिज्या 10cm. है। समरूप धारा घनत्व 5amp./m² है तो बेलन की अक्ष से त्रिज्यीय दूरी 20cm. पर चु.क्षेत्र ज्ञात करें।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Ans. ठोस बेलनाकार धारावाही चालक ($r > R$)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 J R^2}{2r} \qquad J = \frac{I}{\pi R^2}$$

$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7})(5) \times (10 \times 10^{-2})^2}{2 \times (20 \times 10^{-2})}$$

$$= 5\pi \times 10^{-8}\ T$$

Q. एक लंबे ठोस बेलनाकार धारावाही चालक के काट क्षेत्र की त्रिज्या R है। इसके संपूर्ण काट क्षेत्र में समरूप धारा वितरण है। इसकी अक्ष से त्रिज्यीय दूरी R/2 तथा 2R पर चु. क्षेत्र का अनुपात ज्ञात करो।

Ans.

$r = R/2$

$$\therefore B_1 = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} = \frac{\mu_0 I R/2}{2\pi R^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$

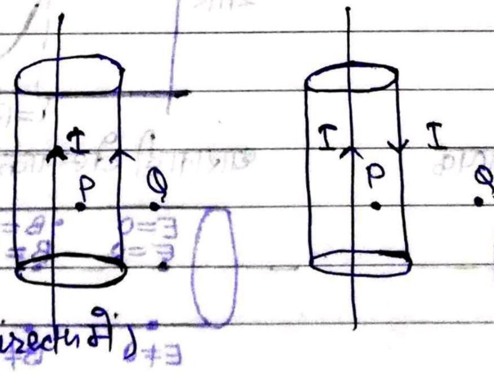
$r = 2R$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi R(2)} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$

$B_1 : B_2 = 1 : 1$

Q. एक लंबे बेलनाकार धारावाही कोश की अक्ष के अनुदिश चित्रानुसार लंबा धारावाही तार रखा है। दोनों में समान धारा प्रवाहित है जिसकी direction प्रदर्शित है। बिंदु P तथा Q पर चु. क्षेत्र शून्य है अथवा अशून्य?

Ans.



$B_P \neq 0$ (केवल धारावाही तार के कारण)

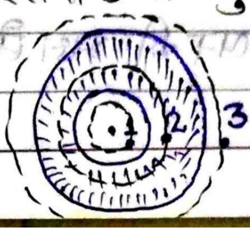
$B_Q \neq 0$ (दोनों के कारण (समान direction में))

$B_P \neq 0$ (केवल धारावाही तार के कारण)

$B_Q = 0$ (दोनों के कारण)

Q. लंबे धारावाही खोखले बेलन का काट क्षेत्र चित्रानुसार प्रदर्शित है तो बिंदु 1, 2 तथा 3 पर चु. क्षेत्र शून्य है अथवा अशून्य?

Ans.



$B_1 = 0$ ($\Sigma I = 0$)

$B_2 \neq 0$ ($\Sigma I \neq 0$)

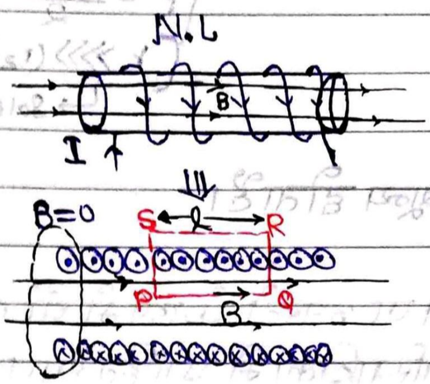
$B_3 \neq 0$ ($\Sigma I \neq 0$)

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

(4.) अनन्त लंबाई की परिनालिका के कारण परिनालिका के अंदर उत्पन्न चु. क्षेत्र-
└→ परिनालिका ऐसी कुण्डली है जिसकी लंबाई होती है।

→ जिस परिनालिका की लंबाई उसकी त्रिज्या की तुलना में बहुत अधिक हो, उसे व्यवहार रूप में अनन्त लंबाई की परिनालिका माना जाता है।



बंद पथ PQRSP के लिए "ACL" (B=0) I=0

$$\oint_{Total} \vec{B}\cdot\vec{dl} = \oint_{PQ} \vec{B}\cdot\vec{dl} + \oint_{QR} \vec{B}\cdot\vec{dl} + \oint_{RS} \vec{B}\cdot\vec{dl} + \oint_{SP} \vec{B}\cdot\vec{dl} = \oint_{Total} \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 \Sigma I$$

$(\vec{B} \parallel \vec{dl})$; QR, SP : $(B \perp dl) \rightarrow 0$; RS : 0

$$\Rightarrow \oint_{PQ} \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 \Sigma I$$

$$\Rightarrow B\int_{PQ} dl = \mu_0 \Sigma I$$

$$\Rightarrow B(l) = \mu_0 \left(\frac{N}{L}\right) l I$$

(N/L → घेरों की संख्या)

$$\Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0 N I}{L} = \mu_0 n I}\ ; \quad n = \frac{N}{L}$$

(घेरा घनत्व)

→ परिनालिका द्वारा उसके अंदर उत्पन्न चु. क्षेत्र समरूप होता है जिसकी दिशा परिनालिका की अक्ष के अनुदिश होती है।

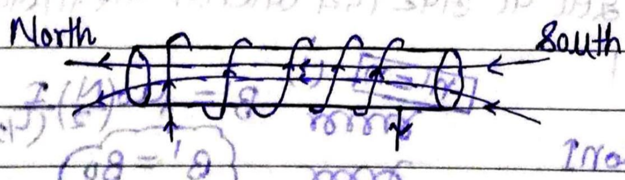
→ यदि परिनालिका के क्रोड के पदार्थ की आपेक्षिक चुंबकशीलता μ_r हो तो

$$\boxed{B_{med.} = \frac{\mu_0 \mu_r N I}{L}}$$

→ लंबी परिनालिका के कारण उसके सिरों पर उत्पन्न चु. क्षेत्र परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र का आधा होता है।

$$\boxed{B_{end} = \frac{B_{in}}{2} = \frac{\mu_0 n I}{2}}$$

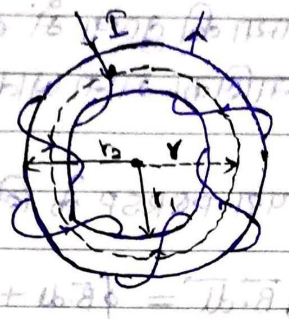
→ परिनालिका चुंबकीय द्विध्रुव की तरह व्यवहार करती है।



For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

⇒ Toroid (सिराविहीन परिनालिका) :- endless Solenoid



$$B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$$; r - माध्य त्रिज्या

$\left[r = \frac{r_1 + r_2}{2}\right]$

$[r >>> (r_2 - r_1)]$ → Solenoid

→ टॉरॉइड का चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होता है।

Q. एक परिनालिका की लंबाई 2m है। इस पर 3 परतों के रूप में घेरे लपेटे गये हैं। प्रत्येक परत में 200 घेरे हैं। परिनालिका में प्रवाहित धारा 50 amp. है तो परिनालिका के अंदर उत्पन्न चु० क्षेत्र ज्ञात करें।

Ans. $B = \frac{\mu_0 N I}{L} = \frac{(4\pi\times10^{-7})(600)50}{2}$

$= 2\pi\times3\times10^{-3}$

$= 6\pi\times10^{-3}$ Tesla

Q. एक परिनालिका में प्रवाहित धारा 20 amp. है तथा घेरा घनत्व 10 घेरे/cm. है तो परिनालिका के अंदर चु० क्षेत्र ज्ञात करें।

Ans. $B = \frac{\mu_0 N I}{L} = (4\pi\times10^{-7})\times\left(\frac{10}{10^{-2}}\right)\times20$ $\left\{\frac{N}{L} = 10 \text{ घेरे/cm.} = \left(\frac{10}{10^{-2}}\right) \text{ घेरे/mt.}\right.$

$= 8\pi\times10^{-3}$ Tesla

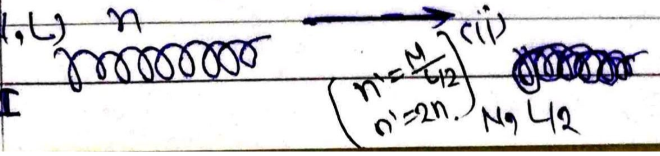
Q. परिनालिका के अंदर चु० क्षेत्र B_0 है। परिनालिका को दो समान भागों में काट दिया जाये तो -

(i) प्रत्येक भाग के अंदर चु० क्षेत्र ज्ञात करें।

(ii) दोनों भाग एक-दूसरे पर लपेट दिये जायें तो परिनालिका के अंदर चु० क्षेत्र ज्ञात करें।

Ans. $B_0 = \frac{\mu_0 N I}{L} = \mu_0 n I$

(N, L) n



(i) $n' = n$

$B' = \mu_0 \left(\frac{N}{2}\right) \frac{I}{(L/2)} = \frac{\mu_0 N I}{L}$

$B' = B_0$

(ii) $n' = \frac{N}{L/2}$, $n' = 2n$. N, L/2

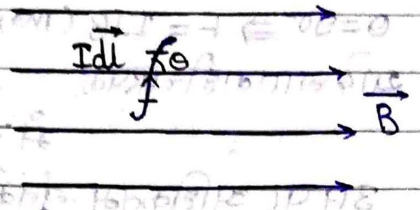
$B'' = \frac{\mu_0 N I}{(L/2)} = 2\frac{\mu_0 N I}{L}$

$B'' = 2B_0$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

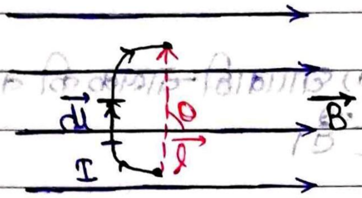
⇒ चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर आरोपित चुंबकीय बल:-



धारावाही अल्पांश पर आरोपित चु॰ बल

$$d\vec{F} = I(d\vec{l} \times \vec{B})$$
$$= Idl(B)\sin\theta\,\hat{n}$$

→ यदि धारावाही चालक समरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखा हो तो:-



धारावाही अल्पांश पर बल

$$d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$$

total- $\vec{F} = \int I d\vec{l} \times \vec{B}$

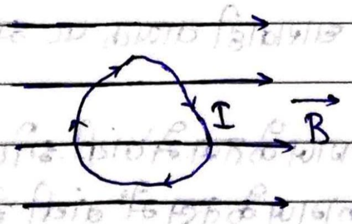
★★
$$\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B})$$
$$\vec{F} = IlB\sin\theta\,\hat{n}$$

→ $\vec{l}$ - धारावाही चालक के मुक्त सिरों के मध्य विस्थापन सदिश जिसकी दिशा धारावाही चालक में प्रवाहित धारा की दिशा में है।

θ → $\vec{l}$ व $\vec{B}$ के मध्य कोण।

$\hat{n}$ → $\vec{l}$ तथा $\vec{B}$ के तल के लंबवत् एकांक सदिश जो धारावाही चालक पर आरोपित चुंबकीय बल की दिशा दर्शाता है [अर्थात् $d\vec{F} \perp \vec{l}$ & $\vec{F} \perp \vec{B}$]
[$\vec{F} \parallel (\vec{l} \times \vec{B})$].

Note: यदि धारावाही लूप समरूप चु॰ क्षेत्र में रखा हो तो धारावाही लूप पर आरोपित चुंबकीय बल शून्य होता है।



$(\vec{l} = 0)$

$[\vec{F} = I(\vec{l} \times \vec{B}) = 0]$

→ $F = IlB\sin\theta\,\hat{n}$

$\theta = 0°$ or $180°$: $F =$ zero (min.)

$\theta = 90°$: $F = IlB$ (max.)

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

PAGE :
DATE : / /

→ $F = IlB\sin\theta$

→ $\theta = 0°$ या $180°$ तो $F = zero$
यदि धारावाही चालक चुंबकीय क्षेत्र के अनुदिश रखा हो तो उस पर आरोपित चुं. बल शून्य होता है।

$\theta = 90° \Rightarrow F = IlB$ (Max.)
यदि धारावाही चालक अनुप्रस्थ समान चुंबकीय क्षेत्र में रखा हो तो उस पर अधिकतम चुंबकीय बल आरोपित होता है।

→ $F = I(l\sin\theta)B$
↳ यहाँ $(l\sin\theta)$ धारावाही चालक की वह लंबाई है जो चुंबकीय क्षेत्र की दिशा से संबद्ध है।

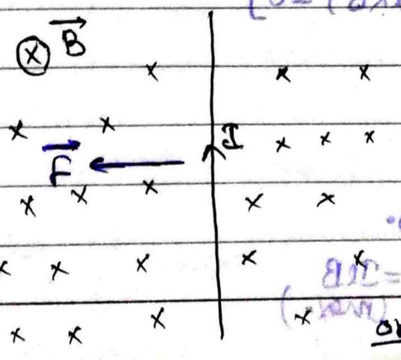
→ धारावाही चालक पर आरोपित चुं. बल की दिशा निर्धारित करना -
⇓ चुंबकीय बल की दिशा $\Rightarrow (\vec{l} \times \vec{B})$ से

Fleming का बांये हाथ का नियम :-
- First finger - चुं. क्षेत्र की दिशा में
- central finger - धारा की दिशा में
- thumb - धारावाही चालक पर आरोपित चुंबकीय बल की दिशा को दर्शाता है।

Right Hand Palm Rule
- fingers - चुं. क्षेत्र की दिशा में।
- thumb - धारा की दिशा में

तो Palm - चुंबकीय बल की दिशा को दर्शाता है।

Que: चित्रानुसार अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर आरोपित चुं. बल की दिशा होगी ?



(i) कागज के तल में दांयी ओर
✓(ii) कागज के तल में बांयी ओर
(iii) कागज के तल के ⊥ बाहर की ओर
(iv) कागज के तल के ⊥ अंदर की ओर

Ans. $\vec{l} = \hat{j}$; $\vec{B} = (-\hat{k})$ $(\vec{l} \times \vec{B}) = (\hat{j} \times -\hat{k}) = -\hat{i}$

or Right Hand Palm Rule | Fleming's left Hand Rule

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

विद्युत बल $F_e = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ → (ii)

eq. $\frac{(i)}{(ii)}$ से- $\frac{F_m}{F_e} = V_1 V_2 \mu_0 \epsilon_0$

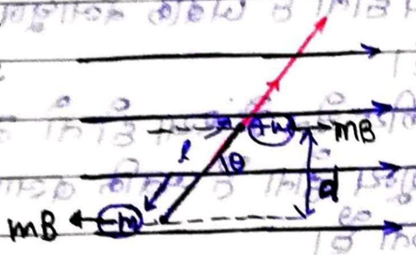
$$\Rightarrow \boxed{\frac{F_m}{F_e} = \frac{V_1 V_2}{c^2} = V_1 V_2(\mu_0 \epsilon_0)}$$

यदि $V_1 = V_2 = V$ हो तो $\boxed{\frac{F_m}{F_e} = \frac{V^2}{c^2}}$; $c >>>> V$ तो $F_e >> F_m$

→ समानान्तर आवेशित पुंजों के मध्य परिणामी अन्तर्क्रिया की प्रकृति विद्युत अन्तर्क्रिया के अनुसार होगी।

⇒ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखे चुंबकीय द्विध्रुव पर आरोपित बल तथा बलाघूर्ण:-

छड़ चुंबक के लिए



परिणामी चुंबकीय बल = zero

बलयुग्म द्वारा उत्पन्न बलाघूर्ण

τ = (बल युग्म का एक बल) × (दोनों बलों की क्रियारेखाओं के मध्य लंबवत दूरी)

$\Rightarrow \tau = (mB) \times (d)$

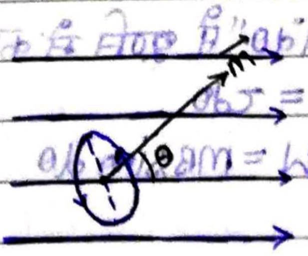
$\Rightarrow \tau = mB \times (l \sin\theta)$

$\Rightarrow \tau = (ml B) \sin\theta$

$\Rightarrow \tau = MB \sin\theta$

$\Rightarrow \boxed{\vec{\tau} = \vec{M} \times \vec{B} = MB\sin\theta}$

→ धारावाही लूप या कुण्डली के लिए



$\tau = MB\sin\theta$

$\boxed{\tau = (NIA)B\sin\theta}$

θ → $\vec{M}$ व $\vec{B}$ के मध्य कोण।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

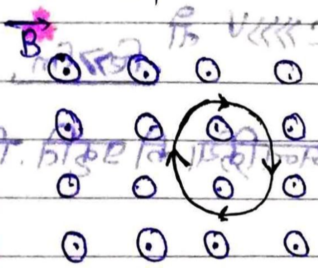
$[\tau = mB\sin\theta]$

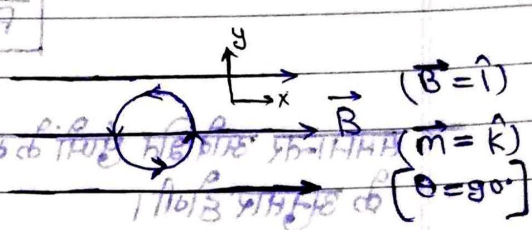
$\theta = 0°$ या $180°$ → $\tau = 0$

$\theta = 90°$ → $\tau = mB = (NIA)B \rightarrow max.$

→ यदि धारावाही लूप अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र में रखा हो तो उस पर आरोपित बलाघूर्ण शून्य होता है।

↔ यदि धारावाही लूप का तल चुंबकीय क्षेत्र के समांतर हो तो धारावाही लूप पर अधिकतम बलाघूर्ण आरोपित होता है।





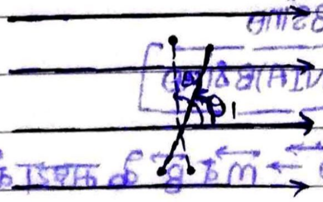
→ यदि चुंबकीय द्विध्रुव समरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखा हो तो उस पर आरोपित परिणामी चुंबकीय बल शून्य होता है जबकि बलाघूर्ण शून्य या अशून्य कुछ भी हो सकता है।

→ यदि चुंबकीय द्विध्रुव असमरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखा हो तो उस पर आरोपित परिणामी चुंबकीय बल अशून्य होता है जबकि बलाघूर्ण शून्य या अशून्य कुछ भी हो सकता है।

→ चुंबकीय क्षेत्र में रखा चु. द्विध्रुव इस प्रकार घूर्णन करता है कि उसका चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण बाह्य चुंबकीय क्षेत्र के समांतर हो जाये।

(*) → यदि धारावाही लूप को चु. क्षेत्र में छोड़ा जाये तो धारावाही लूप इस प्रकार घूर्णन करता है कि उसका तल चुंबकीय क्षेत्र के ⊥ हो जाये। जिससे कि उसका चु. द्विध्रुव आघूर्ण $(\vec{m})$ चुंबकीय क्षेत्र के समांतर हो जाये।

→ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में चुंबकीय द्विध्रुव को घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य



अल्प कोण "$d\theta$" से घूर्णन में कार्य

$dW = \tau d\theta$

$\Rightarrow dW = mB\sin\theta\, d\theta$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

θ_1 से θ_2 तक घूर्णन में कार्य

$$W_{\theta_1 \to \theta_2} = mB\int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta\, d\theta = mB[-\cos\theta]_{\theta_1}^{\theta_2} = mB[\cos\theta]_{\theta_2}^{\theta_1}$$

$$\boxed{W_{\theta_1 \to \theta_2} = mB(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)}$$

→ $\theta_1 = 0°$ से $\theta_2 = \theta$ तक घूर्णन

$$W_{0 \to \theta} = mB(\cos 0° - \cos\theta)$$

$$\boxed{W_{0 \to \theta} = mB(1-\cos\theta) = 2mB\sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

→ चुंबकीय द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा :-

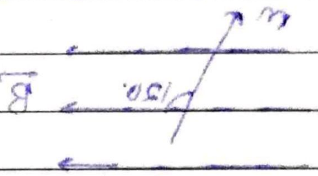
द्विध्रुव को चुंबकीय क्षेत्र की लंबवत् स्थिति से किसी दी गई स्थिति तक घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य उस दी गई स्थिति पर, स्थितिज ऊर्जा को दर्शाता है।

$$W_{\theta_1 \to \theta_2} = mB(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

$$W_{90 \to \theta} = mB(\cos 90° - \cos\theta)$$

$$\Rightarrow U = mB(0 - \cos\theta)$$

$$\Rightarrow \boxed{\begin{aligned} U &= -mB\cos\theta \\ U &= -\vec{m}\cdot\vec{B} \end{aligned}}$$



Case-I यदि $\theta = 0°$ हो तो $\vec{m}$ → , $\vec{B}$ →

$U = -mB\cos 0° = -mB$ (min.) ⟶ द्विध्रुव की "स्थायी साम्यावस्था"

$F_{net} = 0$; $\tau = 0$ ⟶ साम्यावस्था।

Case-II यदि $\theta = 90°$ हो तो $\vec{m}$ ↑ , $\vec{B}$ →

$U = -mB\cos 90° = \text{zero}$

Case-III यदि $\theta = 180°$ हो तो

$\vec{m}$ ← , $\vec{B}$ →

$U = -mB\cos 180° = +mB$ (max.)
$F_{net} = 0$; $\tau = \text{zero}$

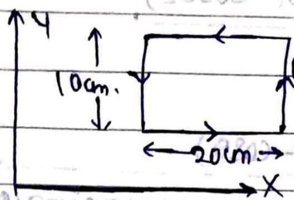
⟶ द्विध्रुव की "अस्थायी साम्यावस्था" unstable equilibrium

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Q. एक धारावाही आयताकार लूप की भुजाएं 20cm. तथा 10cm. है। इसमें प्रवाहित धारा 10Amp. है। यह आयताकार लूप xy तल में इस प्रकार रखा है कि धाराप्रवाह वामावर्ती (ACW) है। इस स्थान पर चु. क्षेत्र $\vec{B} = (5\hat{j}+4\hat{k})$ आरोपित किया जाये तो लूप पर आरोपित बलाघूर्ण ज्ञात करो।

Ans



$\vec{m} = IA\hat{k}$

$\vec{m} = (10\times10\times20\times10^{-4})\hat{k}$

$\vec{m} = (2\times10^{-1})\hat{k}$

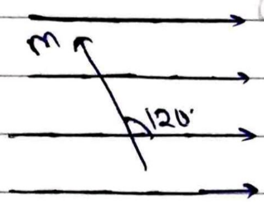
$\vec{m} = 0.2\hat{k}$ Amp.×m²

$\tau = \vec{m}\times\vec{B} = (0.2\hat{k})\times(5\hat{j}+4\hat{k})$

$\vec{\tau} = -1\hat{i}$ N×m.

Q. एक छड़ चुंबक जिसका चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण 10 J/T है। यह छड़ चुंबक समरूप चुंबकीय क्षेत्र 6T में 120° कोण पर रखी है तो इसकी स्थितिज ऊर्जा ज्ञात करो।

Ans.



$U = -mB\cos\theta = -mB\cos 120°$

$= +\frac{mB}{2}$

$= +\frac{10\times6}{2}$

$= +30$ Joule

Q. एक छड़ चुंबक (चु. द्विध्रुव) जिसका द्विध्रुव आघूर्ण m है, समरूप चुंबकीय क्षेत्र B में स्थायी साम्यावस्था में रखी है। इसे अस्थायी साम्यावस्था की स्थिति तक घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य ज्ञात करो।

Ans. $\theta_1 = 0°$ (स्थायी साम्यावस्था)

$\theta_2 = 180°$ (अस्थायी साम्यावस्था)

$W_{\theta_1\to\theta_2} = mB(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

$= mB(\cos 0° - \cos 180°)$

$= mB[1-(-1)]$

$= 2mB$

or

$W_{ext} = \Delta U = U_f - U_i$

$= U_{अस्थायी} - U_{स्थायी}$

$= mB - (-mB)$

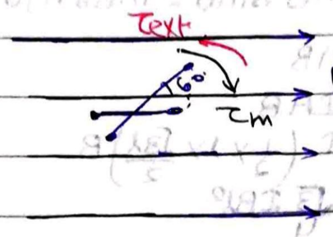
$\vec{B} \longrightarrow \vec{m}$ $= 2mB$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

7/12

Q. एक चुंबक समरूप चुं. क्षेत्र के समानान्तर रखी है। इसे 60° कोण तक घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य W है तो इस घूर्णित स्थिति पर ही बनाये रखने हेतु आवश्यक बलाघूर्ण ज्ञात करो।

Ans.



0 से 60 तक घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य

$W = mB(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

$\Rightarrow W = mB(\cos 0° - \cos 60°)$

$\Rightarrow W = \frac{mB}{2}$

∴ घूर्णित बनाये रखने हेतु आवश्यक बलाघूर्ण

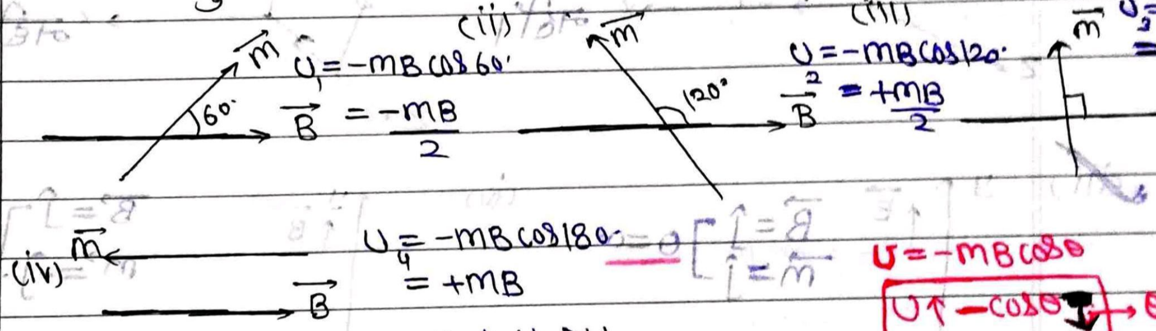
$\tau_{ext} = mB\sin 60°$

$= \frac{mB\sqrt{3}}{2}$

$= W\sqrt{3}$

Que: एक चुंबकीय द्विध्रुव समरूप चुंबकीय क्षेत्र में विभिन्न स्थितियों में चित्रानुसार रखा है तो द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा का बढ़ता क्रम निर्धारित कीजिए।

Ans.



(i) $U_1 = -mB\cos 60° = -\frac{mB}{2}$

(ii) $U_2 = -mB\cos 120° = +\frac{mB}{2}$

(iii) $U_3 = -mB\cos 90° = 0$

(iv) $U_4 = -mB\cos 180° = +mB$ $\left[\hat{i} = \vec{B},\ \hat{i} = \vec{m}\right]$

$U = -mB\cos\theta$

$U\uparrow - \cos\theta\downarrow \rightarrow \theta\uparrow$

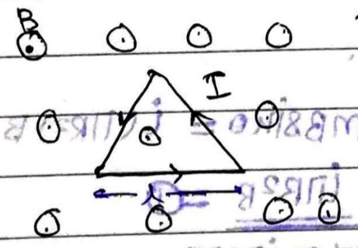
$(U\uparrow - \theta\uparrow)$

∴ $U_4 > U_2 > U_3 > U_1$

Ans. $U_1 < U_3 < U_2 < U_4$

Q. एक समबाहु त्रिभुजाकार लूप की भुजा लंबाई l तथा उसमें प्रवाहित धारा I है। यह लूप चित्रानुसार अनुप्रस्थ समरूप चुं. क्षेत्र में रखा है तो लूप पर आरोपित बलाघूर्ण ज्ञात करो।

Soln



$\left[\begin{array}{l}\vec{B} = \hat{k} \\ \vec{m} = \hat{k}\end{array}\right] \theta = 0°$

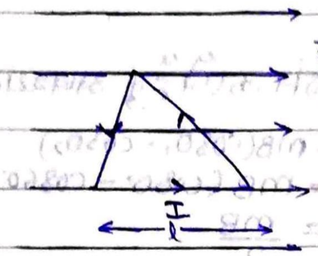
∴ $\tau = $ zero

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

Extension: उपरोक्त प्रश्न में, यदि समरूप चु. क्षेत्र लूप के तल के समान्तर हो तो लूप पर आरोपित बलाघूर्ण ज्ञात करो।

Sol^n



$\vec{B} = \hat{i}$; $m = \hat{k}$

$\therefore \tau = mB\sin\theta = mB\sin 90^\circ$

$= mB$

$= IAB$

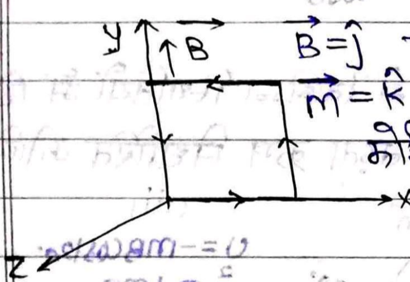
$= I\left(\frac{1}{2} \times l \times \frac{\sqrt{3}l}{2}\right)B$

$= \frac{\sqrt{3}}{4} IBl^2$

Q. एक धारावाही लूप समरूप चुंबकीय क्षेत्र में चित्रानुसार विभिन्न स्थितियों में रखा है तो स्थायी साम्यावस्था का अभिविन्यास पहचानिये।

Sol^n

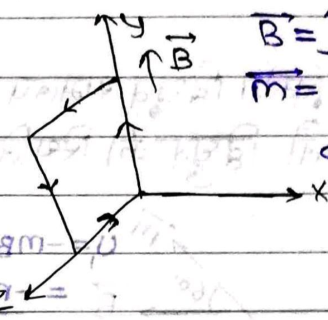
(i)



$\vec{B} = \hat{j}$, $\vec{m} = \hat{k}$] $\theta = 90^\circ$

कोई साम्यावस्था नहीं।

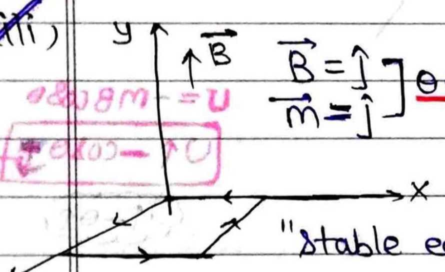
(ii)



$\vec{B} = \hat{j}$, $\vec{m} = \hat{i}$] $\theta = 90^\circ$

कोई साम्यावस्था नहीं

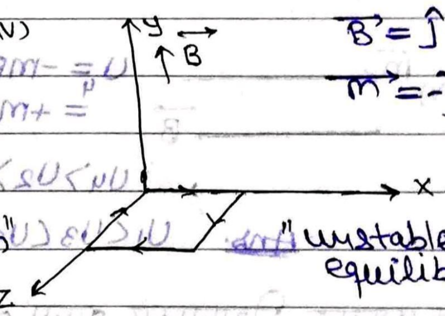
(iii)



$\vec{B} = \hat{j}$, $\vec{m} = \hat{j}$] $\theta = 0^\circ$

"stable equilibrium"

(iv)

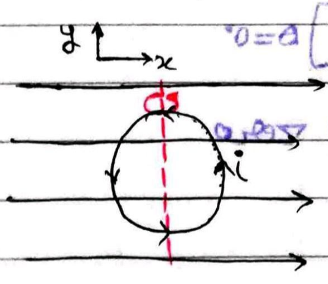


$\vec{B} = \hat{j}$, $\vec{m} = -\hat{j}$] $\theta = 180^\circ$

"unstable equilibrium"

Que: एक चालक वलय की त्रिज्या R तथा द्रव्यमान m है। इसमें प्रवाहित धारा i है। वलय चित्रानुसार समरूप चु. क्षेत्र B में रखी है तो वलय का प्रारंभिक कोणीय त्वरण ज्ञात करो।

Sol^n.



$\vec{B} = \hat{i}$, $\vec{m} = \hat{k}$] $\theta = 90^\circ$

$\tau = mB\sin\theta = i(\pi R^2)B\sin 90^\circ$

$= i\pi R^2 B$ —(1)

$\tau = I\alpha = i\pi R^2 B$

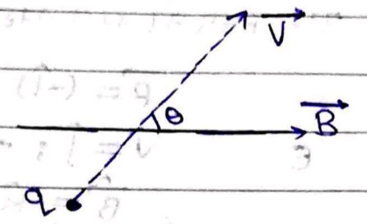
$\Rightarrow \left(\frac{mR^2}{2}\right)\alpha = \pi R^2 B\, i$

$\Rightarrow \alpha = \frac{2\pi B i}{m}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

→ चुंबकीय क्षेत्र में गतिशील आवेश पर आरोपित चुंबकीय बल :-



चुंबकीयबल

$$\vec{F} = q(\vec{v}\times\vec{B})$$
$$\vec{F} = qvB\sin\theta\,\hat{n}$$

उपरोक्त व्यंजक में आवेश चिह्न सहित प्रयुक्त किया जाये

✓ θ = $\vec{v}$ व $\vec{B}$ के मध्य कोण

✓ $\hat{n}$ = $\vec{v}$ तथा $\vec{B}$ के तल के ⊥ एकांक सदिश जो चुंबकीय बल की दिशा दर्शाता है।

अर्थात् $\vec{F}\perp\vec{v}$; $\vec{F}\perp\vec{B}$ & $\vec{F} \parallel (\vec{v}\times\vec{B})$

→ चुंबकीय बल की दिशा निर्धारित करना -

धनावेश पर आरोपित चुं. बल की दिशा ⇒ $(\vec{v}\times\vec{B})$ से

⇓

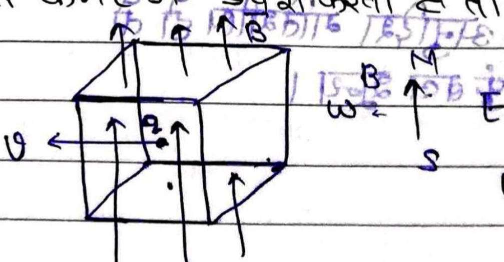
Flemming's Left Hand Rule -
- → First finger - चुं. क्षेत्र की दिशा में ($\vec{B}$)
- → central finger - धनावेश की गति की दिशा में ($\vec{v}$)
- → thumb - धनावेश पर आरोपित चुंबकीय बल की दिशा ($\vec{F}$)

Right Hand Palm Rule -
- → fingers - चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में ($\vec{B}$)
- → thumb - धनावेश की गति की दिशा में ($\vec{v}$)
- → Palm - धनावेश पर आरोपित चुं. बल की दिशा ($\vec{F}$)

→ आवेशित कण चुंबकीय क्षेत्र में उस पर आरोपित चुंबकीय बल की दिशा में विक्षेपित होता है।

Q. एक कमरे में समरूप चुंबकीय क्षेत्र उत्तर की ओर निर्देशित है। पश्चिम की ओर गति करता proton इस कमरे में प्रवेश करता है तो विक्षेपित होगा

Soln (i) पूर्व की ओर
(ii) दक्षिण की ओर
(iii) उर्ध्वाधर नीचे की ओर
(iv) उर्ध्वाधर ऊपर की ओर।



$\vec{B} = \hat{j}$
$\vec{v} = -\hat{i}$

$(\vec{v}\times\vec{B}) = (-\hat{i}\times\hat{j})$
$= -\hat{k}$

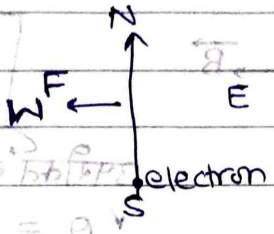
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Q. ऊपर की ओर गति करता electron एक कमरे में प्रवेश करता है तो पश्चिम की ओर विक्षेपित होता है। उस कमरे में उपस्थित समरूप चुं॰ क्षेत्र की दिशा -

(i) पूर्व की ओर
(ii) दक्षिण की ओर
(iii) उर्ध्वाधर (ऊपर की ओर)
(iv) उर्ध्वाधर (नीचे की ओर)

Soln



$\vec{F} = (-\hat{i})$

$\vec{V} = \hat{j}$; $\hat{B} = -\hat{k}$ ⟩ $(\vec{V}\times\vec{B}) = -\hat{i}$

electron ∴ $\vec{B} = \hat{k}$

or

e- पर बल की दिशा $= -(\vec{V}\times\vec{B})$

$-\hat{i} = -(\hat{j}\times\hat{B})$

$\Rightarrow \hat{B} = \hat{k}$ (उर्ध्वाधर ऊपर की ओर)

Note:- समरूप चुंबकीय क्षेत्र में गतिशील आवेश पर आरोपित चुंबकीय बल के लिए -

✓ चुंबकीय बल $\vec{F} \perp \vec{V}$

→ चुं॰ बल द्वारा आवेश को प्रदान शक्ति $= \vec{F}\cdot\vec{V} = zero$

→ चुं॰ बल द्वारा आवेश पर किया गया कार्य $= zero$

→ चुं॰ बल के प्रभाव में आवेश की KE में परिवर्तन $= zero$ ⟶ (KE = const.)

→ चुं॰ क्षेत्र के प्रभाव में आवेश की चाल = नियत

चुंबकीय बल आवेश के वेग की दिशा परिवर्तित करता है।

Note: समय निर्भर चुंबकीय क्षेत्र से प्रेरित विद्युत क्षेत्र उत्पन्न होता है अतः इस प्रकार के चुंबकीय क्षेत्र के प्रभाव में आवेशित कण के वेग का परिमाण तथा दिशा दोनों परिवर्तित होते हैं।

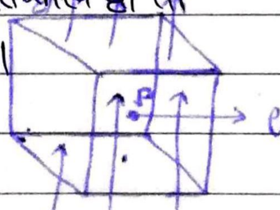
→ चुंबकीय बल $F = qVB\sin\theta$

$\theta = 0°/180°$ → $F = zero$

$\theta = 90°$ → $F = qVB$ (max.)

यदि आवेशित कण समरूप चुं॰ क्षेत्र के अनुदिश गतिशील हो तो आरोपित चुं॰ बल शून्य।

यदि आवेशित कण समरूप अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र में गतिशील हो तो अधिकतम चुंबकीय बल आरोपित होता है।

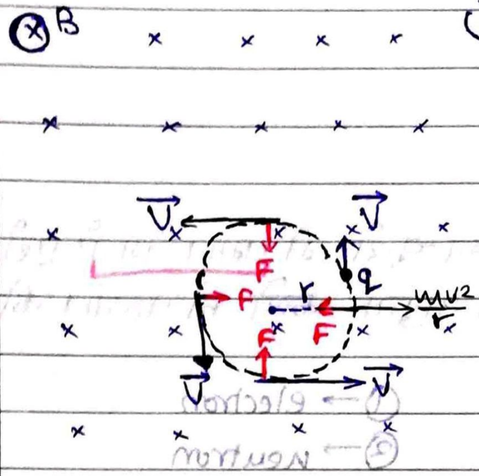


For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

→ आवेशित कण की समरूप अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र में गति -

आवेशित कण (q, m) अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र B में वेग v से गतिशील हो तो उस पर आरोपित चुंबकीय बल $F = qvB$ । यह चुंबकीय बल आवेशित कण के वेग के लंबवत् है अतः इसके प्रभाव में आवेशित कण निम्नानुसार वृत्ताकार पथ पर गति करता है।—



(i) वृत्ताकार पथ की त्रिज्या -

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

$$\Rightarrow r = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{qB} = \frac{\sqrt{2mKE}}{qB} = \frac{\sqrt{2mqV}}{qB}$$

(संवेग)

✓ संवेग $p = qBr$

✓ आवेशित कण की गतिज ऊर्जा

$$\left[K = \frac{p^2}{2m} = \frac{q^2B^2r^2}{2m}\right]$$

✓ वृत्ताकार पथ द्वारा घेरा गया क्षेत्रफल -

$$\left[A \propto r^2 \propto v^2 \propto p^2 \propto K \propto V_{त्वरक}\right]$$

→ वक्रता $\propto \frac{1}{\text{वक्रता त्रिज्या}}$

(ii) ✓ परिक्रमण आवर्तकाल व आवृत्ति -

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{v}\left(\frac{mv}{qB}\right)$$

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

आवृत्ति $f = \frac{1}{T}$; $f = \frac{qB}{2\pi m}$

→ $T \,\&\, f \propto r^0 \propto v^0$

उपरोक्त स्थिति के अनुसार, आवेशित कण की गति का वृत्ताकार पथ चुं॰ क्षेत्र की दिशा के लंबवत् तल में होता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Q. प्रोटॉन को अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में प्रक्षेपित किया जाये तो 12 sec. में proton वृत्ताकार मार्ग पर 4 चक्कर पूर्ण करता है। इसी अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र में α कण को प्रक्षेपित किया जाये तो α कण की गति के लिए परिक्रमण आवर्तकाल ज्ञात करो।

Soln $T \propto m/q$

12 sec ⟶ 4 चक्कर

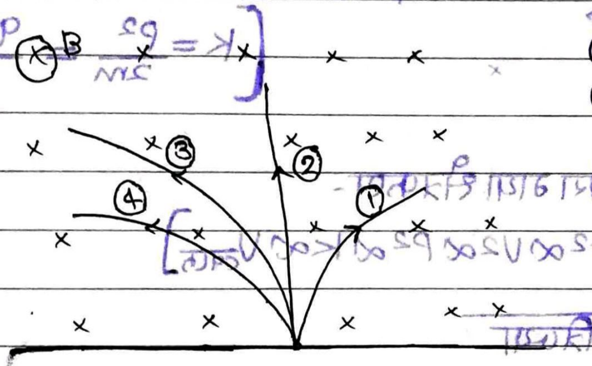
$$\Rightarrow \frac{T_p}{T_\alpha} = \left[\frac{m}{4m}\right]\left[\frac{2q}{q}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{3}{T_\alpha} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow T_\alpha = 6\ sec.$$

Q. n, p, e तथा α-कण अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में समान वेग से प्रक्षेपित किये जाते हैं। प्रदर्शित पथों के अनुसार कणों की पहचान कीजिए।

Soln



① → electron
② → neutron
③ → α-particle
④ → proton

$r_3 > r_4$

$r \propto \frac{m}{q}$

$r_\alpha > r_p$

Q. p, deutron तथा α-कण को अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में समान गतिज ऊर्जा से प्रक्षेपित किया जाये तो चुंबकीय क्षेत्र में इनकी गति के वृत्ताकार पथों की त्रिज्याओं का अनुपात ज्ञात करो।

Soln

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{\sqrt{2mKE}}{qB} \Rightarrow r \propto \frac{\sqrt{m}}{q}$$

$$r_p : r_d : r_\alpha = \left(\frac{\sqrt{m}}{q}\right) : \left(\frac{\sqrt{2m}}{q}\right) : \left(\frac{\sqrt{4m}}{2q}\right)$$

$$= 1 : \sqrt{2} : 1 \quad [r_d > r_p = r_\alpha]$$

Q. दो कणों के आवेश समान हैं। इन कणों को समान विभवांतर से गति प्रदान करके अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में प्रक्षेपित किया जाये तो इनकी गति के वृत्ताकार पथों की त्रिज्यायें r_1 तथा r_2 हैं तो कणों के द्रव्यमान का अनुपात ज्ञात करो।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Soln $r = \frac{\sqrt{2mqV}}{qB}$

$\Rightarrow r \propto \sqrt{m}$

$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$

Q. दो कणों के आवेश समान हैं। कणों को अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में प्रक्षेपित किया जाये तो उनकी गति के वृत्ताकार पथों की त्रिज्याएं r_1 तथा r_2 हैं तो कणों की डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य का अनुपात ज्ञात करो।

Soln de-brogli wavelength - $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{qBr}$ $\left\{ r = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{qB} \right.$

$\lambda \propto \frac{1}{r}$

$\Rightarrow \lambda_1 : \lambda_2 = r_2 : r_1$

Q. एक स्थान पर समरूप चुंबकीय क्षेत्र y दिशा में निर्देशित है। एक धनात्मक कण मूलबिंदु से वेग $\vec{v} = v\hat{j}$ से प्रक्षेपित किया जाये तो चुंबकीय क्षेत्र में उसकी गति का पथ -

Soln $(\vec{v} \times \vec{B}) \Rightarrow \vec{v} \parallel \vec{B}$

force = zero

(i) xy तल में वृत्ताकार

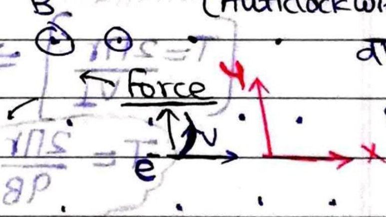
(ii) y-z तल में वृत्ताकार

(iii) x z तल में वृत्ताकार

✓(iv) y दिशा में सरल रेखीय

Q. एक स्थान पर समरूप चुंबकीय क्षेत्र धनात्मक z दिशा में निर्देशित है। इस स्थान पर e को +ive x-दिशा में प्रक्षेपित किया जाये तो e की गति का पथ -

Soln



(Anticlockwise circular path) वामावर्ती वृत्ताकार xy तल में

(i) xy तल में दक्षिणावर्ती वृत्ताकार CW

✓(ii) xy तल में ACW वृत्ताकार

(iii) x z तल में ACW वृत्ताकार

(iv) x दिशा में सरल रेखीय।

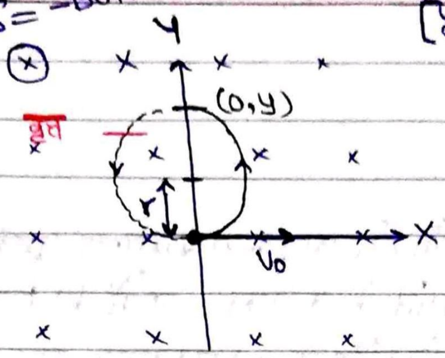
Q. एक स्थान पर समरूप चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B} = -B_0\hat{k}$ है। इस स्थान पर आवेशित कण को मूल बिंदु से $\vec{v} = v_0\hat{i}$ से प्रक्षेपित किया जाये तो आवेशित कण (0, y) के बिंदु से गुजरता है। यदि आवेशित कण का प्रति इकाई द्रव्यमान आवेश (α) है तो y ज्ञात करो।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE:

Soln

$\vec{B} = -B_0\hat{k}$

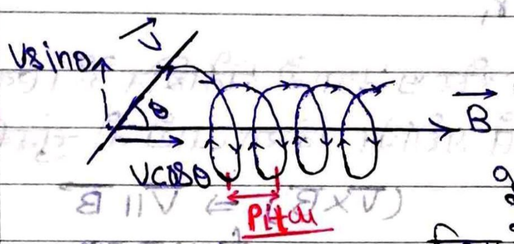


$[y = 2r]$

$y = 2\frac{mV_0}{qB_0}$

$= \frac{2V_0}{\alpha B_0}$

⇒ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में आवेशित कण का चुंबकीय क्षेत्र की दिशा से न्यून कोण पर प्रक्षेपण –



✓ प्रक्षेपण वेग का घटक $v\sin\theta$ चु॰ क्षेत्र के लंबवत् है। इससे गति वृत्ताकार पथ पर होगी।

✓ प्रक्षेपण वेग का घटक $v\cos\theta$ चु॰ क्षेत्र के अनुदिशा है। इससे गति चु॰ क्षेत्र की दिशा में होगी (||)।

→ उपरोक्त स्थिति में आवेशित कण की परिणामी गति Helical path पर होगी।

→ इस Helical path की लंबाई चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में होगी।

(i) पथ की त्रिज्या –

$$\left[r = \frac{mv_\perp}{qB} = \frac{mv\sin\theta}{qB} \right]$$

(ii) परिक्रमण आवर्तकाल

$$\left[T = \frac{2\pi r}{v_\perp} \right] \Rightarrow T = \frac{2\pi (mv_\perp)}{(v_\perp) qB}$$

$$T = \frac{2\pi r}{qB} \quad ; \quad (T \propto \theta^0)$$

(iii) Helical पथ का चूड़ी अंतराल (pitch of Helical path (Helix)) – (P)

परिक्रमण आवर्तकाल के बराबर समय में चु॰ क्षेत्र की दिशा में तय दूरी Helical पथ का चूड़ी अंतराल (pitch) है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

$$p = T v_{\parallel}$$
$$p = \frac{2\pi m v \cos\theta}{qB}$$

Q. एक आवेशित कण को समरूप चुंबकीय क्षेत्र में चुंबकीय क्षेत्र की दिशा से 45° कोण पर प्रक्षेपित किया जाये तो उसकी गति के Helical path का चूड़ी अंतराल p है तो पथ की त्रिज्या ज्ञात करें।

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

Soln

$$p = T v_{\parallel} = \frac{2\pi m}{qB} v\cos\theta = 2\pi\cos\theta\left(\frac{mv}{qB}\right)$$

$$\Rightarrow p = 2\pi\cos 45 \cdot \frac{(r)}{\sin\theta}$$

$$\Rightarrow \frac{r}{\sin\theta} = \frac{p}{\sqrt{2}\pi}$$

$$\Rightarrow r = \frac{p\sin 45}{\sqrt{2}\pi} = \frac{p}{2\pi}$$

or

$r = \frac{mv\sin\theta}{qB} = \frac{mv}{\sqrt{2}qB}$

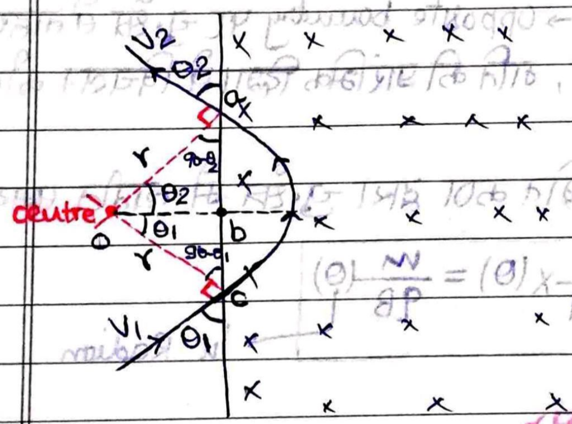
$p = \frac{2\pi m v\cos\theta}{qB}$

$\Rightarrow \frac{mv}{qB} = \frac{p}{\sqrt{2}\pi}$

$r = \frac{p}{2\pi}$

t = same, $p = 2\pi r$, $v_{\parallel}$, $\perp$, t = same, v = same

Note: यदि आवेशित कण को अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में चु. क्षेत्र के बाहर से प्रक्षेपित किया जाये तो –



$\theta_1 \rightarrow$ प्रवेश करते समय कोण

$\theta_2 -$ प्रक्षेपण Boundary पर निर्गत होते समय कोण।

$$v_1 = v_2$$

Δcbo & Δabo एकसमान

अतः

$\angle cob = \angle aob$

$\Rightarrow \theta_1 = \theta_2$

2π कोण अंतरित में लगा समय $= \frac{2\pi m}{qB}$

$ac = ab + bc$

$\Rightarrow ac = r\sin\theta_2 + r\sin\theta_1$

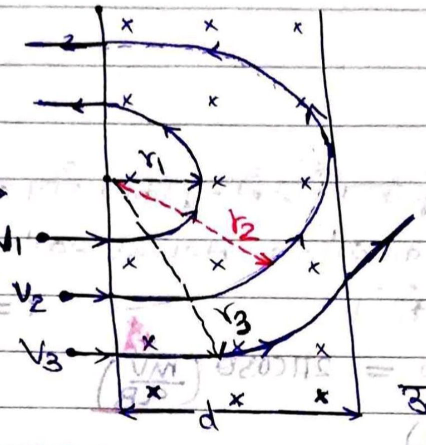
$$\Rightarrow ac = 2r\sin\theta_1 = 2r\sin\theta_2$$

यहां $r = \frac{mv_1}{qB}$ or $\frac{mv_2}{qB}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

→ सीमित चौड़ाई के अनुप्रस्थ समरूप चु॰ क्षेत्र में आवेशित कण का प्रक्षेपण –



$[r_3 > r_2 > r_1] \Rightarrow$
⇓
$(V_3 > V_2 > V_1)$

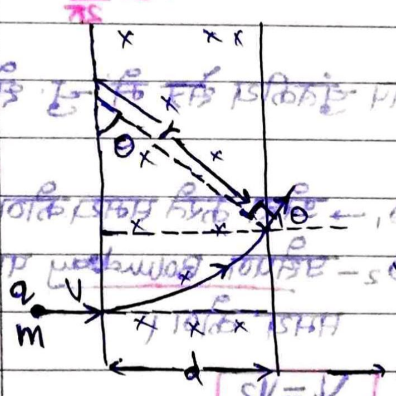
✓ $r_3 > r_2 > r_1$
तो $V_3 > V_2 > V_1$

✓ $r_1 < d$
✓ $r_2 = d$] पर्याप्त चौड़ाई का चु॰ क्षेत्र

✓ $r_3 > d$ – अपर्याप्त चौड़ाई का चु॰ क्षेत्र
अर्थात् प्रक्षेपण से opposite Boundry पर आवेशित कण चु॰ क्षेत्र से बाहर निकलता है।

16/12/16

→ अपर्याप्त चौड़ाई के अनुप्रस्थ समरूप चु॰ क्षेत्र में आवेशित कण का प्रक्षेपण –



$$\sin\theta = \frac{d}{r} = \frac{d}{(mv/qB)}$$

$\theta \to$ opposite boundry पर चु॰ क्षेत्र से बाहर निकलते समय, गति की प्रारंभिक दिशा से विचलन कोण।

→ आवेशित कण द्वारा चु॰ क्षेत्र में व्यतीत समय –

$$t = \frac{T}{2\pi} \times (\theta) = \frac{m}{qB}(\theta)$$

(θ → in Radian)

→ **विद्युत चुंबकीय बल (लॉरेंज बल)** –

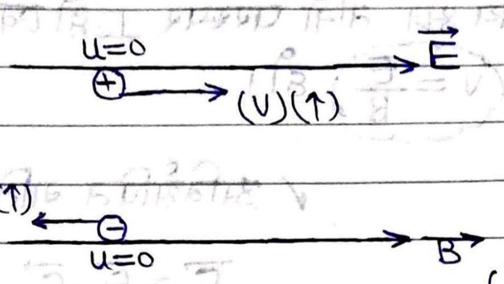
विद्युत क्षेत्र तथा चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में आवेशित कण पर आरोपित परिणामी बल, विद्युत चुंबकीय बल / लॉरेंज बल कहलाता है।

$$\vec{F_L} = \vec{f_e} + \vec{f_m}$$

$$\boxed{\vec{F_L} = [q\vec{E} + q(\vec{V} \times \vec{B})]}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

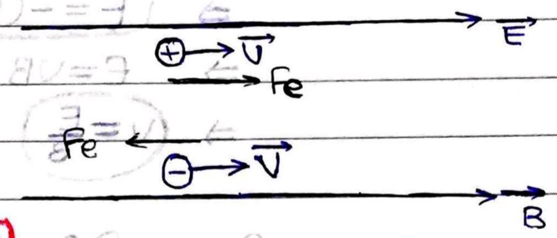
Case-I $\vec{E} \parallel \vec{B}$ तथा आवेश कण को विरामावस्था से छोड़ा जाता है -



→ ↑ing वेग से सरल रेखा पर गति (increasing)

($\vec{B} \parallel \vec{v}$ or Antiparallel)

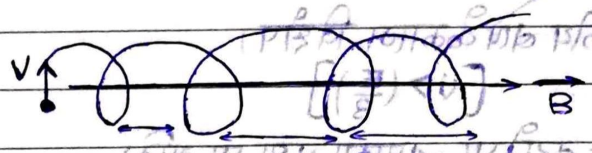
Case-II $E \parallel B$ व आवेशित कण का प्रक्षेपण वेग $\vec{v} \parallel \vec{B}$



↑ing or ↓ing वेग से सरल रेखा पर गति

F_B = zero
(parallel or Antiparallel)

Case-III $\vec{E} \parallel \vec{B}$ एवं प्रक्षेपण वेग $\vec{v} \perp \vec{B}$



↑ing Pitch का Helical path

velocity Selector or Crossed field (Region of)

Q. निम्न में से किस स्थिति में आवेशित कण की गति अविक्षेपित संभव है -

(i) $F_e \neq 0$; $F_m = 0$ ($F_{net} \neq$ zero)

(ii) $F_e = 0$; $F_m \neq 0$ (always ⊥V) - Cyclotron

(iii) $F_e \neq 0$; $F_m \neq 0$

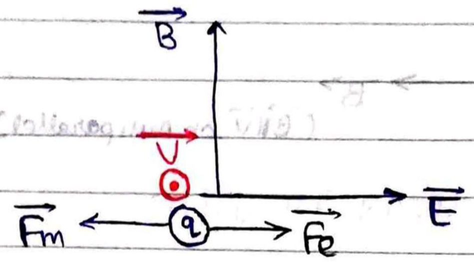
(iv) All of these ($E = 0$, $B \neq 0$) ✓

Note: अशून्य विद्युतबल व अशून्य चुंबकीय बल की उपस्थिति में भी आवेशित कण की अविक्षेपित गति संभव है। इसके लिए ये दोनों बल समान परिमाण तथा विपरीत दिशा के होने चाहिए जिससे इन दोनों बलों का परिणामी शून्य हो जाये।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ ($F_e \neq 0, F_m \neq 0$) & आवेशित कण की अविक्षेपित गति।

→ उपरोक्त परिणाम तब प्राप्त होता है जब आवेशित कण का वेग(V), विद्युत क्षेत्र तथा चुंबकीय क्षेत्र तीनों परस्पर ⊥ हो एवं आवेशित कण के वेग का परिमाण $V = \frac{E}{B}$ हो।



✓ अविक्षेपित गति हेतु (आवेशित कण की)

$$\vec{F_L} = \vec{F_e} + \vec{F_m} = 0$$

$$q\vec{E} + q(\vec{V} \times \vec{B}) = 0$$

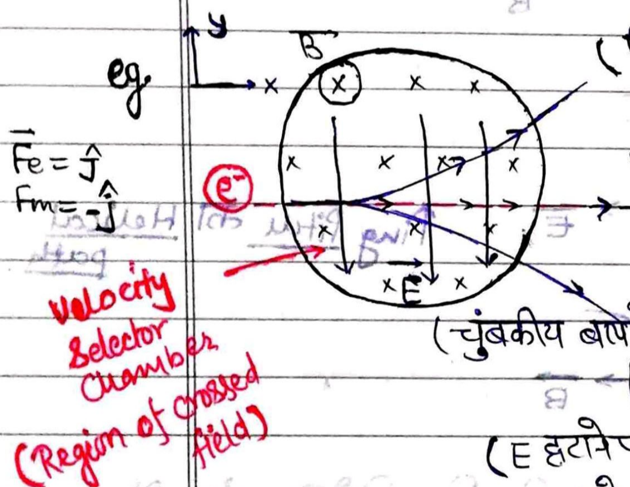
$$\Rightarrow q\vec{E} = -q(\vec{V} \times \vec{B})$$

$$\Rightarrow \vec{E} = -(\vec{V} \times \vec{B})$$

$$\Rightarrow E = VB$$

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

eg.



(विद्युत बल के कारण विक्षेप) $[V < (\frac{E}{B})]$

$V = \frac{E}{B}$ अविक्षेपित गति

(चुंबकीय बल के कारण विक्षेप) $[V > (\frac{E}{B})]$

(E हटाने पर - वृत्ताकार पथ पर गति)
या
(B हटाने पर - परवलयाकार पथ पर गति)

Cyclotrone -

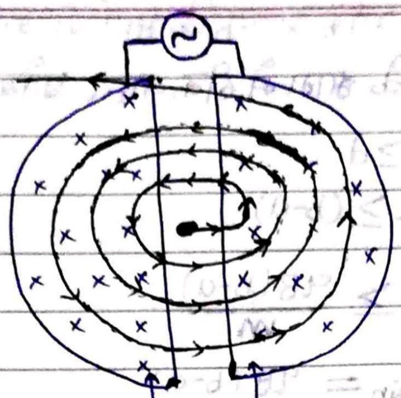
इसकी खोज lawrense & livingstone ने की थी

→ इसके द्वारा आवेशित कणों को उच्च ऊर्जा युक्त किया जाता है।

→ Cyclotrone में आवेशित कण को अनुप्रस्थ समरूप चुं. क्षेत्र एवं प्रत्यावर्ती विद्युत क्षेत्र के संयुक्त प्रभाव में बढ़ती त्रिज्या के वृत्ताकार पथ पर गति कराई जाती है जिससे आवेशित कण उच्च ऊर्जा युक्त हो जाता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE :



✓ प्रयुक्त प्रत्यावर्ती विद्युत क्षेत्र का आवर्तकाल अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र में आवेशित कण की वृत्ताकार पथ पर गति के आवर्तकाल के बराबर होना चाहिए।

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

आवृत्ति $\nu = \frac{qB}{2\pi m}$

→ cyclotron से बाहर निकलते समय आवेशित कण के गति के वृत्ताकार पथ की त्रिज्या

$$r_{max.} = \frac{m v_{max.}}{qB}$$

→ cyclotron से बाहर निकलते समय आवेशित कण की गतिज ऊर्जा

$$K_{max.} = \frac{q^2 B^2 r_{max}^2}{2m}$$

→ प्रयुक्त प्रत्यावर्ती विद्युत क्षेत्र के संगत स्वाक विभवांतर V हो तो आवेशित कण प्रत्येक चक्कर में (2qV) गतिज ऊर्जा प्राप्त करता है।

→ cyclotron से बाहर निकलते समय तक N चक्कर पूरे किये जाये तो

$$K_{max.} = 2NqV$$

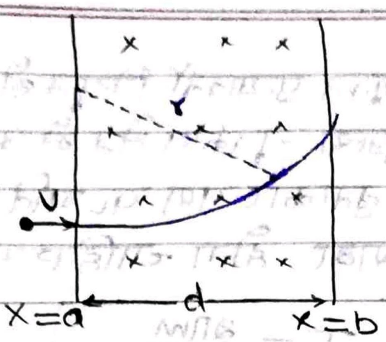
$$\frac{q^2 B^2 r_{max.}^2}{2m} = 2NqV$$

→ cyclotron से अपेक्षाकृत भारी आवेशित कण जैसे proton, deutron, α-particle इत्यादि को उच्च ऊर्जा युक्त किया जाता है।
इसके द्वारा हल्के आवेशित कण जैसे e, positron, β⁻ इत्यादि को उच्च ऊर्जा युक्त नहीं किया जाता।

$k = \frac{1}{2} m v^2$ (↑) → आपेक्षिक कणों की category में ∴ m↑ → T↑ – बाहर

Q.

Ans:



V_{min}. ताकि $x > b$ के भाग में गति कर सके।

✓ $x > b$ के भाग में ठीक बाहर प्रवेश हेतु

$r \geq d$

$\Rightarrow \frac{mv}{qB} \geq (b-a)$

$\Rightarrow v \geq \frac{qB(b-a)}{m}$

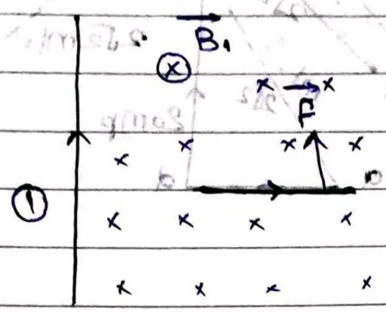
$\Rightarrow V_{min} = \frac{qB(b-a)}{m}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Q. एक लंबे धारावाही तार के समीप छोटा धारावाही चालक चित्रानुसार रखा है। छोटे धारावाही चालक पर आरोपित चु. बल की दिशा दर्शाइये।

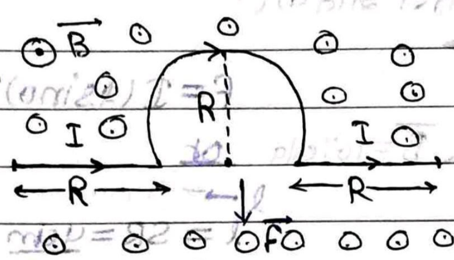
Ans:



$\vec{I} = (\hat{i}), \vec{B} = -\hat{k}$] $(\vec{I} \times \vec{B}) = (\hat{i} \times -\hat{k})$
$= -(-\hat{j})$
$= +\hat{j}$

Q. चित्रानुसार अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर आरोपित चुंबकीय बल का मान ज्ञात करें।

Ans.

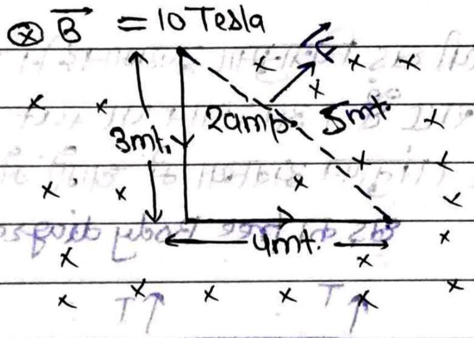


$F = IlB$
$= I(R+2R+R)B$
$= 4IRB$

Q. एक धारावाही चालक को समकोण आकृति में मोड़कर चित्रानुसार अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखा है तो धारावाही चालक पर आरोपित चुंबकीय बल का मान ज्ञात करें।

→ अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र

Ans.

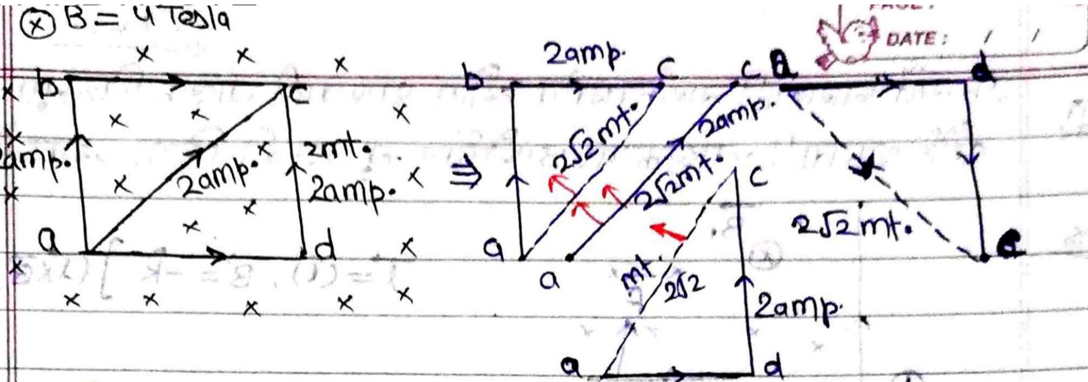


$F = IlB$
$= 2 \times 5 \times 10$
$= 100N$

Q. एक धारावाही वर्गाकार फ्रेम चित्रानुसार अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखा है तो इस पर आरोपित परिणामी चुंबकीय बल ज्ञात करें। वर्गाकार फ्रेम की भुजा लंबाई 2mt. है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

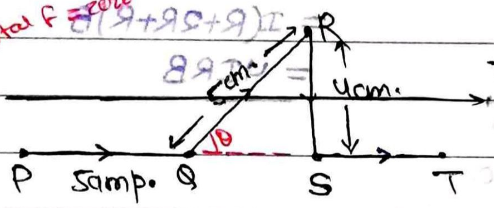
Ans. ⊗ $B = 4$ Tesla



$F_{net} = 3 \times F_{ac} = 3(I l B)$
$= 3(2 \times 2\sqrt{2} \times 4)$
$= 48\sqrt{2}$ N

Q. एक धारावाही चालक PQRST चित्रानुसार समरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखा है तो QR पर आरोपित चुंबकीय बल ज्ञात करो।

Ans.



$\vec{B} = 10$ Tesla

$F = I(l\sin\theta)B$ or

$l \rightarrow$ चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत् लंबाई

$l = SR = 4$ cm.

$\sin\theta = \frac{L}{R}$

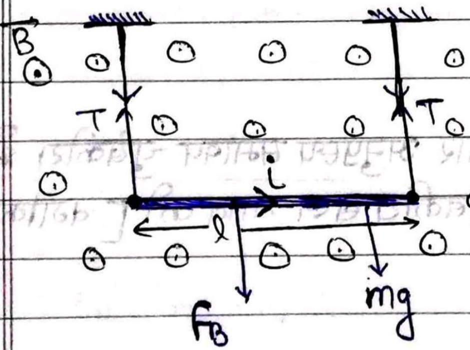
$F = IlB\sin\theta$
or $= I(l\sin\theta)B$

$F_{QR} = IlB\sin\theta$
$= 5 \times (5 \times 10^{-2}) 10 \times \frac{4}{5}$
$= 2N$

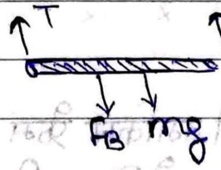
or $\Rightarrow F_{QR} = 5 \times (4 \times 10^{-2}) \times 10$
$\Rightarrow F_{QR} = 2N$

Q. l लंबाई तथा m द्रव्यमान की पतली छड़ चित्रानुसार द्रव्यमानहीन धागों से निलंबित है। छड़ में प्रवाहित धारा I है। इस स्थान पर एक समरूप चुंबकीय क्षेत्र छड़ के तल के ⊥ है। संतुलन अवस्था में धागों में तनाव ज्ञात करो।

Ans.



छड़ का free Body diagram



संतुलन अवस्था पर

$2T = (F_B + mg) = (IlB) + mg$

$T = \frac{(ilB + mg)}{2}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

Q. एक धारावाही तार लंबी धारावाही परिनालिका की अक्ष के अनुदिश रखा है।

धारावाही तार पर आरोपित चु.बल -

(i) परिनालिका की अक्ष के अनुदिश

(ii) परिनालिका की अक्ष के ⊥

(iii) zero ✓

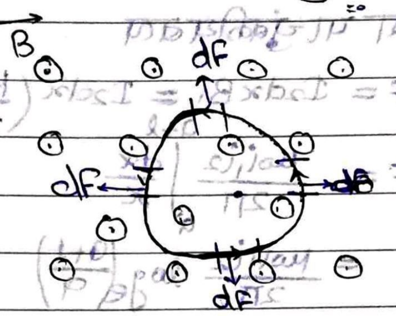
(iv) None

Ans: Hint: ∵ परिनालिका द्वारा उत्पन्न चु.क्षेत्र की दिशा परिनालिका की अक्ष के अनुदिश है।

∴ $(\vec{l} \parallel \vec{B}) \Rightarrow F = zero$

Que: एक धारावाही वृत्ताकार लूप चित्रानुसार अनुप्रस्थ समरूप चु.क्षेत्र में रखा है तो इस पर आरोपित चु.बल तथा इसमें उत्पन्न तनाव शून्य है अथवा अशून्य?

Ans:



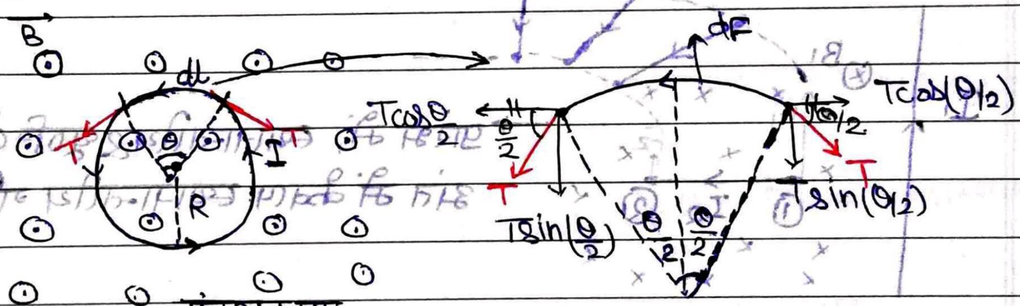
✓ कुल चुंबकीय बल = zero

तनाव बल = non-zero

SR

Que: उपरोक्त प्रश्न में वृत्ताकार लूप की त्रिज्या R, लूप में प्रवाहित धारा I तथा चुंबकीय क्षेत्र B हो तो लूप में उत्पन्न तनाव बल का मान ज्ञात करें।

Ans:



संतुलन पर,

$$2T\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = dF = I(dl)B$$

($\theta/2$ - small)

$\left[\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \approx \frac{\theta}{2}\right]$

$$\Rightarrow 2T\left(\frac{\theta}{2}\right) = I(dl)B$$

$$\Rightarrow 2T\left[\frac{dl}{R} \times \frac{1}{2}\right] = I(dl)B$$

$$\Rightarrow \boxed{T = RBI}$$

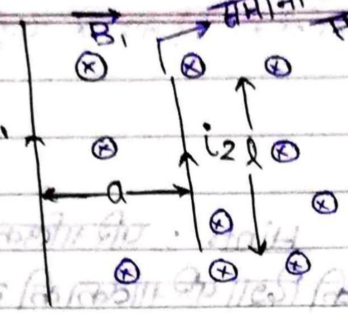
Q. एक लंबे धारावाही तार में प्रवाहित धारा I_1 है। एक छोटा l लंबाई का धारावाही चालक चित्रानुसार लंबे धारावाही तार के समानान्तर रखा है। छोटे धारावाही चालक में प्रवाहित धारा I_2 है तो छोटे धारावाही तार पर चु.बल ज्ञात करें।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

NEET-II

समानान्तर रखा है तो समान चुंबकीय क्षेत्र

Soln.



तो छोटे धारावाही चालक पर चुं. बल -

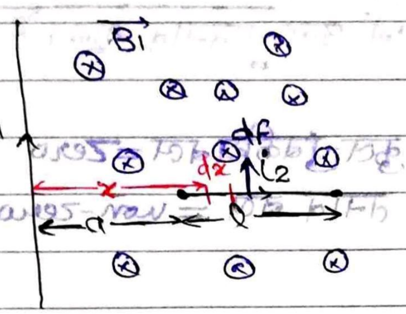
$F = I_2 l B_1$

$= I_2 l \left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi a}\right)$

$= \frac{\mu_0 i_1 i_2 l}{2\pi a}$

Q. उपरोक्त प्रश्न में, छोटा धारावाही चालक चित्रानुसार लंबे धारावाही तार के ⊥ रखा हो तो छोटे धारावाही चालक पर आरोपित चुं. बल ज्ञात करो।

Soln.



अल्पांश पर चुंबकीय बल

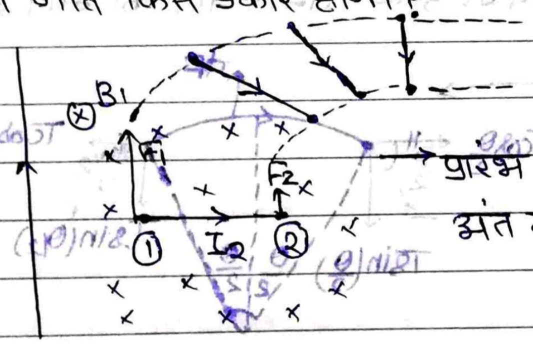
$dF = I_2 dx B_1 = I_2 dx \left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}\right)$

total $F = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi} \int_a^{a+l} \frac{dx}{x}$

$= \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi} \log_e \left(\frac{a+l}{a}\right)$

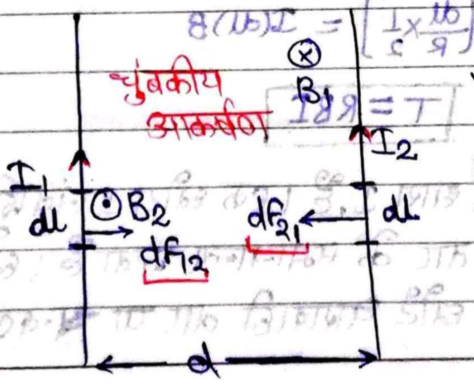
Extension- उपरोक्त प्रश्न में, छोटे धारावाही चालक को गति हेतु मुक्त किया जाये तो गति किस प्रकार होगी?

Soln.



→ प्रारंभ में स्थानान्तरीय व घूर्णन दोनों एवं अंत में केवल स्थानान्तरीय गति।

⇒ समानान्तर रखे धारावाही चालकों द्वारा परस्पर प्रति इकाई लंबाई पर आरोपित चुंबकीय बल:-



dF_{12} → 1 पर बल 2 के कारण

$dF_{21} = I_2 (B_1) dl = I_2 dl \left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}\right)$

✓ $dF_{21} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 (dl)}{2\pi d} = dF_{12}$

$$\boxed{\frac{dF_{21}}{dl} = \frac{dF_{12}}{dl} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}}$$

↑ प्रति इकाई लंबाई पर चुंबकीय बल

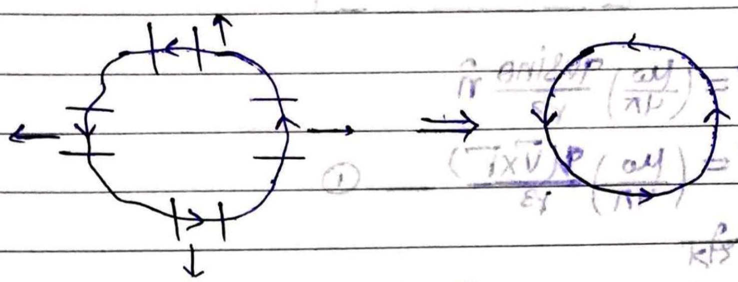
For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ समानान्तर रखे धारावाही तारों की प्रति इकाई लंबाई पर चुंबकीय बल का उपरोक्त व्यंजक तभी मान्य है जब कम से कम एक धारावाही चालक अनन्त लंबाई का हो जिससे कि वह दूसरे धारावाही चालक के लिए समरूप चुंबकीय क्षेत्र का स्रोत हो।

→ समानान्तर धारावाही तारों में समान दिशा में धारा हो तो चुंबकीय आकर्षण जबकि परस्पर विपरीत दिशा में धारा हो तो चुंबकीय प्रतिकर्षण होता है।

→ स्प्रिंग में दिष्टधारा प्रवाहित होने पर स्प्रिंग संकुचित होती है जबकि प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होने पर स्प्रिंग कंपन करती है।

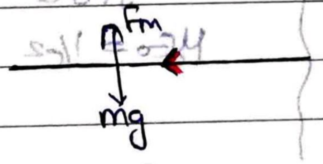
→ लचीले तार से निर्मित अनियमित आकृति के लूप में दिष्टधारा प्रवाहित हो तो लूप की अंतिम स्थायी आकृति वृत्ताकार होती है।



→ परिनालिका में उच्च मान की दिष्टधारा प्रवाहित हो तो परिनालिका लंबाई के अनुदिश संकुचित होती है तथा व्यास के अनुदिश प्रसारित होती है।

→ ऊर्ध्व तल में अभिविन्यासित क्षैतिजतः रखे समांतर रखे धारावाही तारों की साम्यावस्था :-

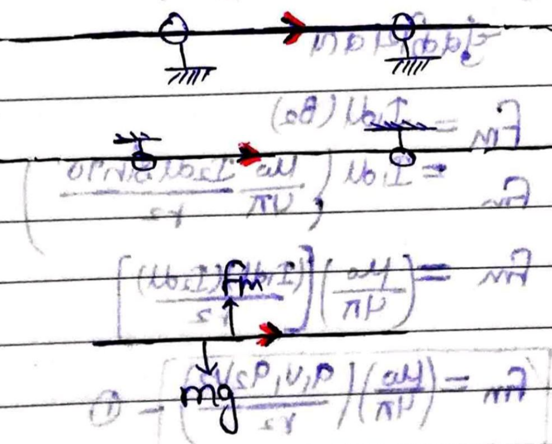
Case-I



$(mg = f_m)$; $(\Sigma F = zero)$ साम्यावस्था

"स्थायी साम्यावस्था"
Stable equilibrium

Case-II



$(mg = f_m)$; $(\Sigma F = zero)$ साम्यावस्था

"अस्थायी साम्यावस्था"
unstable equilibrium

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

2/12

DATE : / /

→ गतिशील आवेश द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र:-

आवेश की गति के अनुसार, धारावाही अल्पांश

$$Idl = \left(\frac{q}{dt}\right)(vdt)$$

$$\Rightarrow \boxed{Idl = qv}$$

BSL के अनुसार,

$$B = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{Idl\sin\theta}{r^2}$$

$$\boxed{B = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{qv\sin\theta}{r^2}}$$

सदिश रूप-

$$\vec{B} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{qv\sin\theta}{r^2}\hat{n}$$

$$\vec{B} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\frac{q(\vec{V}\times\vec{r})}{r^3} \quad \text{—— (1)}$$

✓ विद्युत क्षेत्र

$$E = \frac{kq}{r^2}\hat{r} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^3}\vec{r} \quad \text{—— (2)}$$

समी० (1) व (2) से

$$\vec{B} = \mu_0\epsilon_0(\vec{V}\times\vec{E})$$

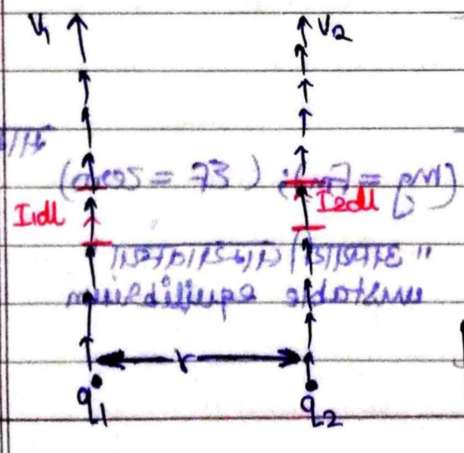
$$\Rightarrow \boxed{\vec{B} = \frac{\vec{V}\times\vec{E}}{c^2}}$$

प्रकाश की चाल

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

$$\mu_0\epsilon_0 = 1/c^2$$

→ समानान्तर गतिशील आवेशित पुंजों के मध्य अंतर्क्रिया:-



चुंबकीय बल

$$F_m = I_1dl\,(B_2)$$

$$F_m = I_1dl\left(\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_2dl\sin 90^\circ}{r^2}\right)$$

$$F_m = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\left[\frac{(I_1dl)(I_2dl)}{r^2}\right]$$

$$\boxed{F_m = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right)\left(\frac{q_1v_1q_2v_2}{r^2}\right)} \quad \text{—— (1)}$$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

विद्युत बल $F_e = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ —(ii)

eq. $\frac{(i)}{(ii)}$ से-

$$\frac{F_m}{F_e} = v_1 v_2 \mu_0 \epsilon_0$$

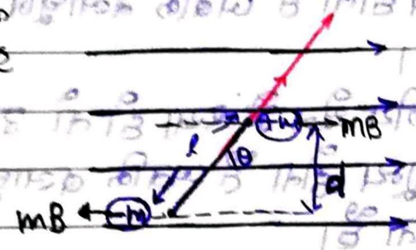
$$\Rightarrow \boxed{\frac{F_m}{F_e} = \frac{v_1 v_2}{c^2} = v_1 v_2(\mu_0\epsilon_0)}$$

यदि $v_1 = v_2 = v$ हो तो $\boxed{\frac{F_m}{F_e} = \frac{v^2}{c^2}}$; $c \ggg v$ तो $F_e \gg F_m$

→ समानान्तर आवेशित पुंजों के मध्य परिणामी अन्तर्क्रिया की प्रकृति, विद्युत अन्तर्क्रिया के अनुसार होगी।

⇒ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखे चुंबकीय द्विध्रुव पर आरोपित बल तथा बलाघूर्ण:-

छड़ चुंबक के लिए



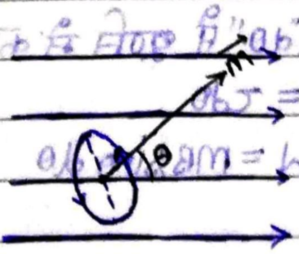
परिणामी चुंबकीय बल = शून्य

बलयुग्म द्वारा उत्पन्न बलाघूर्ण

τ = (बल युग्म का एक बल) x (दोनों बलों की क्रियारेखाओं के मध्य लंबवत दूरी)

$$\Rightarrow \tau = (mB) \times (d)$$
$$\Rightarrow \tau = mB \times (l \sin\theta)$$
$$\Rightarrow \tau = (ml B)\sin\theta$$
$$\Rightarrow \tau = MB\sin\theta$$
$$\Rightarrow \boxed{\vec{\tau} = \vec{M} \times \vec{B} = MB\sin\theta}$$

→ धारावाही लूप या कुण्डली के लिए



$$\tau = MB\sin\theta$$
$$\boxed{\tau = (NIA)B\sin\theta}$$

$\theta \rightarrow \vec{M}$ व $\vec{B}$ के मध्य कोण।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

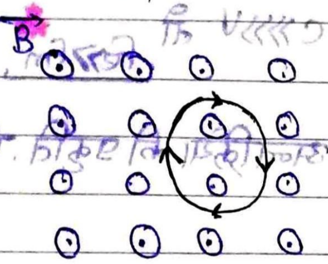
$$[\tau = mB\sin\theta]$$

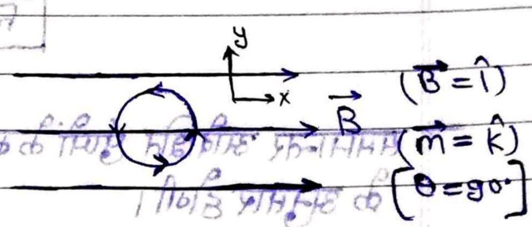
$\theta = 0^\circ$ या 180° → $\tau = 0$

$\theta = 90^\circ$ → $\tau = mB = (NIA)B \longrightarrow max.$

→ यदि धारावाही लूप अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र में रखा हो तो उस पर आरोपित बलाघूर्ण शून्य होता है।

↔ यदि धारावाही लूप का तल चुंबकीय क्षेत्र के समांतर हो तो धारावाही लूप पर अधिकतम बलाघूर्ण आरोपित होता है।





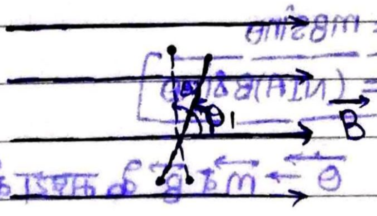
→ यदि चुंबकीय द्विध्रुव समरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखा हो तो उस पर आरोपित परिणामी चुंबकीय बल शून्य होता है जबकि बलाघूर्ण शून्य या अशून्य कुछ भी हो सकता है।

→ यदि चुंबकीय द्विध्रुव असमरूप चुंबकीय क्षेत्र में रखा हो तो उस पर आरोपित परिणामी चुंबकीय बल अशून्य होता है जबकि बलाघूर्ण शून्य या अशून्य कुछ भी हो सकता है।

→ चुंबकीय क्षेत्र में रखा चुं· द्विध्रुव इस प्रकार घूर्णन करता है कि उसका चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण बाह्य चुंबकीय क्षेत्र के समांतर हो जाये।

(*)→ यदि धारावाही लूप को चुं· क्षेत्र में छोड़ा जाये तो धारावाही लूप इस प्रकार घूर्णन करता है कि उसका तल चुंबकीय क्षेत्र के ⊥ हो जाये। जिससे कि उसका चुं· द्विध्रुव आघूर्ण $(\vec{m})$ चुंबकीय क्षेत्र के समांतर हो जाये।

→ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में चुंबकीय द्विध्रुव को घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य



अल्प कोण "dθ" में घूर्णन में कार्य

$dW = \tau\, d\theta$

$\Rightarrow dW = mB\sin\theta\, d\theta$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

θ_1 से θ_2 तक घूर्णन में कार्य

$$W_{\theta_1\to\theta_2} = mB\int_{\theta_1}^{\theta_2}\sin\theta\, d\theta = mB[-\cos\theta]_{\theta_1}^{\theta_2} = mB[\cos\theta]_{\theta_2}^{\theta_1}$$

$$\boxed{W_{\theta_1\to\theta_2} = mB(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)}$$

→ $\theta_1 = 0°$ से $\theta_2 = \theta$ तक घूर्णन

$$W_{0\to\theta} = mB(\cos 0° - \cos\theta)$$

$$\boxed{W_{0\to\theta} = mB(1-\cos\theta) = 2mB\sin^2\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

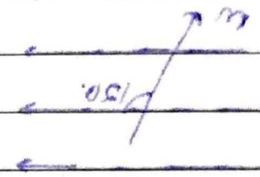
→ चुंबकीय द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा:- द्विध्रुव की चुंबकीय क्षेत्र की लंबवत् स्थिति से किसी दी गई स्थिति तक घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य उस दी गई स्थिति पर, स्थितिज ऊर्जा को दर्शाता है।

$$W_{\theta_1\to\theta_2} = mB(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

$$W_{90\to\theta} = mB(\cos 90° - \cos\theta)$$

$$\Rightarrow U = mB(0-\cos\theta)$$

$$\Rightarrow \boxed{U = -mB\cos\theta \\ U = -\vec{m}\cdot\vec{B}}$$



Case-I यदि $\theta = 0°$ हो तो $\vec{m}$ → , $\vec{B}$ →

$U = -mB\cos 0° = -mB$ (min.) ⟶ द्विध्रुव की "स्थायी साम्यावस्था"

$F_{net} = 0$; $\tau = 0$ ⟶ साम्यावस्था।

Case-II यदि $\theta = 90°$ हो तो $\vec{m}$ ↑ , $\vec{B}$ →

$U = -mB\cos 90° = zero$

Case-III यदि $\theta = 180°$ हो तो $\vec{m}$ ← , $\vec{B}$ →

$U = -mB\cos 180° = +mB$ (max.)

$F_{net} = 0$; $\tau = zero$

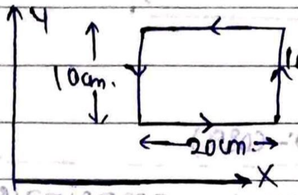
] द्विध्रुव की "अस्थायी साम्यावस्था" unstable equilibrium

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Q. एक धारावाही आयताकार लूप की भुजाएं 20cm. तथा 10cm. है। इसमें प्रवाहित धारा 10Amp. है। यह आयताकार लूप xy तल में इस प्रकार रखा है कि धारा प्रवाह वामावर्ती (ACW) है। इस स्थान पर चु. क्षेत्र $\vec{B}=(5\hat{j}+4\hat{k})$ आरोपित किया जाये तो लूप पर आरोपित बलाघूर्ण ज्ञात करें।

Ans



$\vec{m} = IA\hat{k}$

$\vec{m} = (10\times10\times20\times10^{-4})\hat{k}$

$\vec{m} = (2\times10^{-1})\hat{k}$

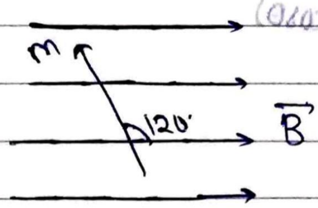
$\vec{m} = 0.2\hat{k}$ Amp.×mt²

$\tau = \vec{m}\times\vec{B} = (0.2\hat{k})\times(5\hat{j}+4\hat{k})$

$\vec{\tau} = -1\hat{i}$ N×mt.

Q. एक छड़ चुंबक जिसका चुंबकीय द्विध्रुव आघूर्ण 10 J/T है। यह छड़ चुंबक समरूप चुंबकीय क्षेत्र 6T में 120° कोण पर रखी है तो इसी स्थितिज ऊर्जा ज्ञात करें।

Ans.



$U = -mB\cos\theta = -mB\cos 120°$

$= +\frac{mB}{2}$

$= +\frac{10\times6}{2}$

$= +30$ Joule

Q. एक छड़ चुंबक (चु. द्विध्रुव) जिसका द्विध्रुव आघूर्ण m है, समरूप चुंबकीय क्षेत्र B में स्थायी साम्यावस्था में रखी है। इसे अस्थायी साम्यावस्था की स्थिति तक घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य ज्ञात करें।

Ans. $\theta_1 = 0°$ (स्थायी साम्यावस्था)

$\theta_2 = 180°$ (अस्थायी साम्यावस्था)

$W_{\theta_1\to\theta_2} = mB(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

$= mB(\cos0° - \cos180°)$

$= mB[1-(-1)]$

$= 2mB$

or

$\vec{B} \longrightarrow \vec{m}$

$W_{ext} = \Delta U = U_f - U_i$

$= U_{अस्थायी} - U_{स्थायी}$

$= mB - (-mB)$

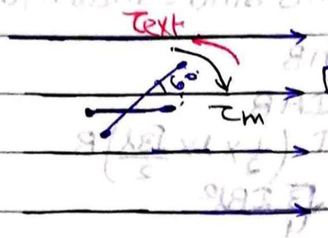
$= 2mB$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

7/12

Q. एक चुंबक समरूप चुं. क्षेत्र के समानान्तर रखी है। इसे 60° कोण तक घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य W है तो इस घूर्णित स्थिति पर ही बनाये रखने हेतु आवश्यक बलाघूर्ण ज्ञात करो।

Ans. 0 से 60 तक घूर्णन कराने हेतु आवश्यक कार्य



$W = mB(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$

$\Rightarrow W = mB(\cos 0° - \cos 60°)$

$\Rightarrow W = \frac{mB}{2}$

∴ घूर्णित बनाये रखने हेतु आवश्यक बलाघूर्ण

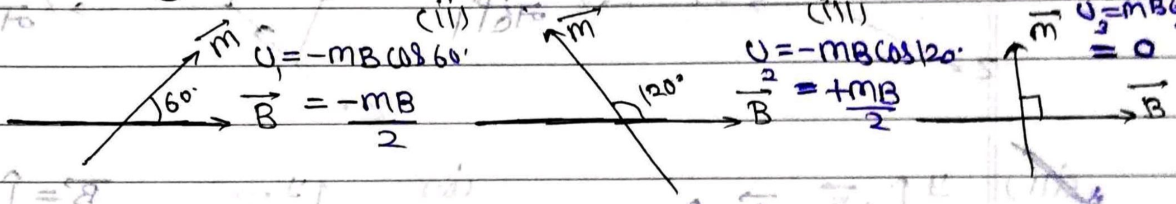
$\tau_{ext} = mB\sin 60°$

$= \frac{mB\sqrt{3}}{2}$

$= W\sqrt{3}$

Que: एक चुंबकीय द्विध्रुव समरूप चुंबकीय क्षेत्र मे विभिन्न स्थितियों में चित्रानुसार रखा है तो द्विध्रुव की स्थितिज ऊर्जा का बढ़ता क्रम निर्धारित कीजिए।

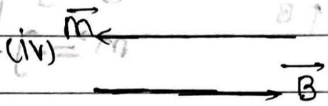
Ans



(i) $U_1 = -mB\cos 60° = -\frac{mB}{2}$

(ii) $U_2 = -mB\cos 120° = +\frac{mB}{2}$

(iii) $U_3 = mB\cos 90° = 0$



(iv) $U_4 = -mB\cos 180° = +mB$ [$\hat{i} = \vec{B}$, $-\hat{i} = \vec{m}$]

$U = -mB\cos\theta$

U↑ — cosθ↓ → θ↑

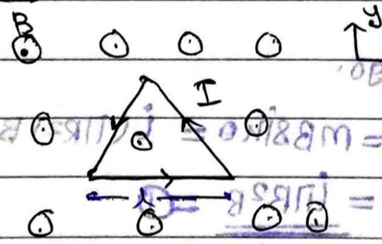
(U↑ — θ↑)

∴ $U_4 > U_2 > U_3 > U_1$

Ans. $U_1 < U_3 < U_2 < U_4$

Q. एक समबाहु त्रिभुजाकार लूप की भुजा लंबाई l तथा उसमें प्रवाहित धारा I है। यह लूप चित्रानुसार अनुप्रस्थ समरूप चुं. क्षेत्र में रखा है तो लूप पर आरोपित बलाघूर्ण ज्ञात करो।

Sol^n



$\left[\begin{matrix}\vec{B} = \hat{k} \\ \vec{m} = \hat{k}\end{matrix}\right] \theta = 0°$

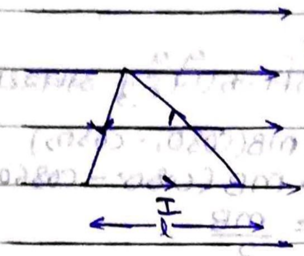
∴ $\tau = \text{zero}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Extension: उपरोक्त प्रश्न में, यदि समरूप चु. क्षेत्र लूप के तल के समान्तर हो तो लूप पर आरोपित बलाघूर्ण ज्ञात करो।

Sol^n



$\vec{B} = \hat{i}$; $m = \hat{k}$

$\therefore \tau = mB\sin\theta = mB\sin 90°$

$= mB$

$= IAB$

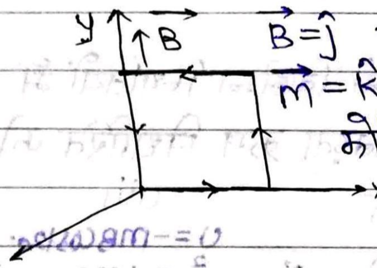
$= I\left(\frac{1}{2} \times l \times \frac{\sqrt{3}l}{2}\right)B$

$= \frac{\sqrt{3}}{4} IBl^2$

Q. एक धारावाही लूप समरूप चुंबकीय क्षेत्र में चित्रानुसार विभिन्न स्थितियों में रखा है तो स्थायी साम्यावस्था का अभिविन्यास पहचानिये।

Sol^n

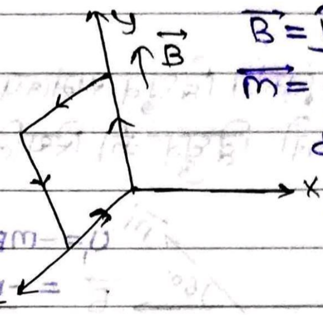
(i)



$\vec{B} = \hat{j}$, $\vec{m} = \hat{k}$] $\theta = 90°$

कोई साम्यावस्था नहीं।

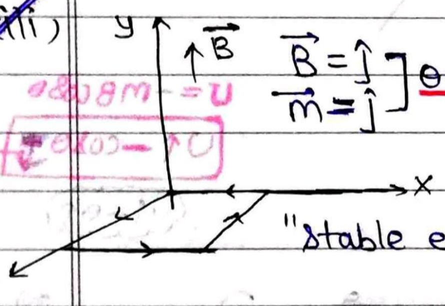
(ii)



$\vec{B} = \hat{j}$, $\vec{m} = \hat{i}$] $\theta = 90°$

कोई साम्यावस्था नहीं

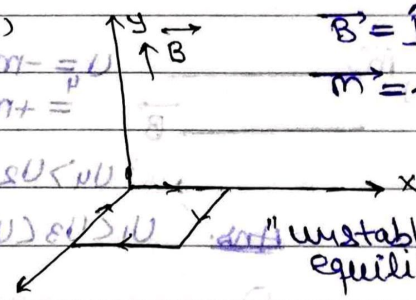
(iii)



$\vec{B} = \hat{j}$, $\vec{m} = \hat{j}$] $\theta = 0°$

"stable equilibrium"

(iv)

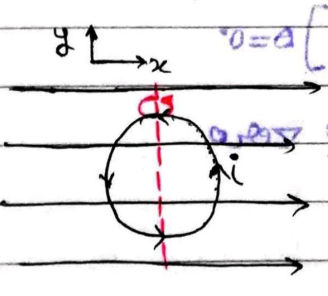


$\vec{B} = \hat{j}$, $\vec{m} = -\hat{j}$] $\theta = 180°$

"unstable equilibrium"

Que: एक चालक वलय की त्रिज्या R तथा द्रव्यमान m है। इसमें प्रवाहित धारा i है। वलय चित्रानुसार समरूप चु. क्षेत्र B में रखी है तो वलय का प्रारंभिक कोणीय त्वरण ज्ञात करो।

Sol^n.



$\vec{B} = \hat{i}$, $\vec{m} = \hat{k}$] $\theta = 90°$

$\tau = mB\sin\theta = i(\pi R^2)B\sin 90°$

$= i\pi R^2 B$ — ①

$\tau = I\alpha = i\pi R^2 B$

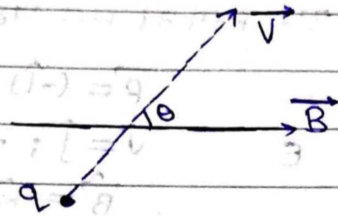
$\Rightarrow \left(\frac{mR^2}{2}\right)\alpha = \pi R^2 B\, i$

$\Rightarrow \alpha = \frac{2\pi B i}{m}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE: / /

→ चुंबकीय क्षेत्र में गतिशील आवेश पर आरोपित चुंबकीय बल :-



चुंबकीय बल

$$\vec{F} = q(\vec{V} \times \vec{B})$$
$$\vec{F} = qvB\sin\theta\,\hat{n}$$

उपरोक्त व्यंजक में आवेश चिह्न सहित प्रयुक्त किया जाये।

✓ θ = $\vec{V}$ व $\vec{B}$ के मध्य कोण

✓ $\hat{n}$ = $\vec{V}$ तथा $\vec{B}$ के तल के ⊥ एकांक सदिश जो चुंबकीय बल की दिशा दर्शाता है।

अर्थात् $\vec{F} \perp \vec{V}$; $\vec{F} \perp \vec{B}$ & $\vec{F} \parallel (\vec{V} \times \vec{B})$

→ चुंबकीय बल की दिशा निर्धारित करना :-

धनावेश पर आरोपित चु.बल की दिशा ⇒ $(\vec{V} \times \vec{B})$ से

⇓

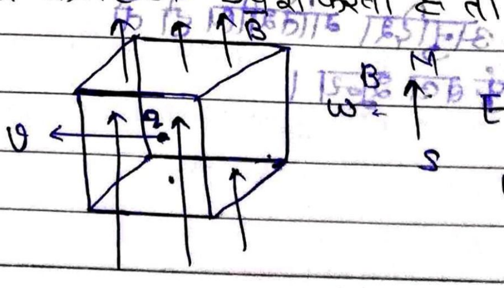
Flemming's Left Hand Rule -
- First finger - चु.क्षेत्र की दिशा में ($\vec{B}$)
- central finger - धनावेश की गति की दिशा में ($\vec{V}$)
- thumb - धनावेश पर आरोपित चुंबकीय बल की दिशा ($\vec{F}$)

Right Hand Palm Rule -
- fingers - चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में ($\vec{B}$)
- thumb - धनावेश की गति की दिशा में ($\vec{V}$)
- Palm - धनावेश पर आरोपित चु.बल की दिशा ($\vec{F}$)

→ आवेशित कण चुंबकीय क्षेत्र में उस पर आरोपित चुंबकीय बल की दिशा में विक्षेपित होता है।

Q. एक कमरे में समरूप चुंबकीय क्षेत्र उत्तर की ओर निर्देशित है। पश्चिम की ओर गति करता proton इस कमरे में प्रवेश करता है तो विक्षेपित होगा

Soln (i) पूर्व की ओर
(ii) दक्षिण की ओर
(iii) ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर
(iv) ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर।



$\vec{B} = \hat{j}$
$\vec{V} = -\hat{i}$

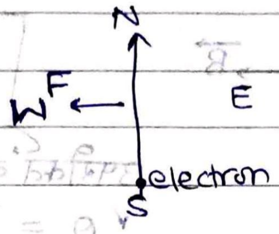
$(\vec{V} \times \vec{B}) = (-\hat{i} \times \hat{j})$
$= -\hat{k}$

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Q. ऊपर की ओर गति करता electron एक कमरे में प्रवेश करता है तो पश्चिम की ओर विक्षेपित होता है। उस कमरे में उपस्थित समरूप चुं. क्षेत्र की दिशा –
(i) पूर्व की ओर
(ii) दक्षिण की ओर
(iii) उर्ध्वाधर ऊपर की ओर
(iv) उर्ध्वाधर नीचे की ओर

Sol^n



$\vec{F} = (-\hat{i})$

$\vec{v} = \hat{j}$; $\vec{B} = -\hat{k}$ } $(\vec{v}\times\vec{B}) = -\hat{i}$

electron ∴ $\vec{B} = \hat{k}$

or

e- पर बल की दिशा $= -(\vec{v}\times\vec{B})$

$-\hat{i} = -(\hat{j}\times\hat{B})$

$\Rightarrow \hat{B} = \hat{k}$ (उर्ध्वाधर ऊपर की ओर)

Note:- समरूप चुंबकीय क्षेत्र में गतिशील आवेश पर आरोपित चुंबकीय बल के लिए –

✓ चुंबकीय बल $\vec{F} \perp \vec{v}$

- चुं. बल द्वारा आवेश को प्रदान शक्ति $= \vec{F}\cdot\vec{v} = zero$
- चुं. बल द्वारा आवेश पर किया गया कार्य $= zero$
- चुं. बल के प्रभाव में आवेश की KE में परिवर्तन $= zero$ ⟶ (KE = const.)
- चुं. क्षेत्र के प्रभाव में आवेश की चाल = नियत

चुंबकीय बल आवेश के वेग की दिशा परिवर्तित करता है।

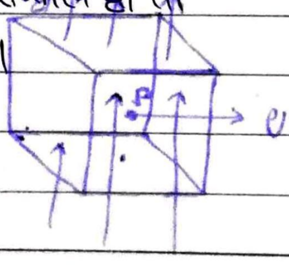
Note: समय निर्भर चुंबकीय क्षेत्र से प्रेरित विद्युत क्षेत्र उत्पन्न होता है अतः इस प्रकार के चुंबकीय क्षेत्र के प्रभाव में आवेशित कण के वेग का परिमाण तथा दिशा दोनों परिवर्तित होते हैं।

⟶ चुंबकीय बल $F = qvB\sin\theta$

$\theta = 0°/180°$, $F = zero$

$\theta = 90°$, $F = qvB$ (max.)

यदि आवेशित कण समरूप चुं. क्षेत्र के अनुदिश गतिशील हो तो आरोपित चुं. बल शून्य।

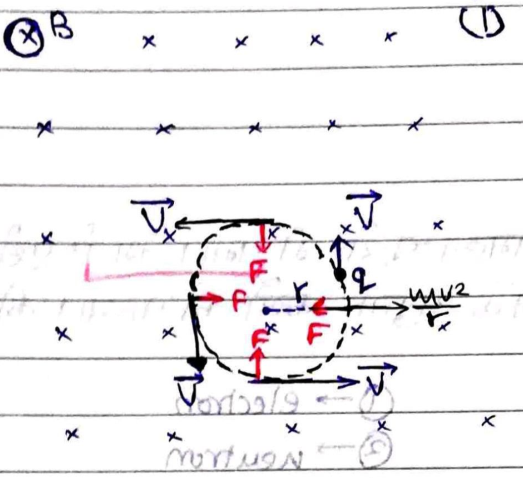


यदि आवेशित कण समरूप अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र में गतिशील हो तो अधिकतम चुंबकीय बल आरोपित होता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

→ आवेशित कण की समरूप अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र में गति -

आवेशित कण (q, m) अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र B में वेग v से गतिशील हो तो उस पर आरोपित चुंबकीय बल $F = qvB$। यह चुंबकीय बल आवेशित कण के वेग के लंबवत् है अतः इसके प्रभाव में आवेशित कण निम्नानुसार वृत्ताकार पथ पर गति करता है। —



(i) वृत्ताकार पथ की त्रिज्या -

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

$$\Rightarrow r = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{qB} = \frac{\sqrt{2mKE}}{qB} = \frac{\sqrt{2mqV}}{qB}$$

(संवेग)

✓ संवेग $p = qBr$

✓ आवेशित कण की गतिज ऊर्जा

$$\left[K = \frac{p^2}{2m} = \frac{q^2B^2r^2}{2m}\right]$$

✓ वृत्ताकार पथ द्वारा घेरा गया क्षेत्रफल -

$$\left[A \propto r^2 \propto v^2 \propto p^2 \propto K \propto V_{त्वरक}\right]$$

→ वक्रता $\propto \frac{1}{\text{वक्रता त्रिज्या}}$

(ii) ✓ परिक्रमण आवर्तकाल व आवृत्ति -

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{v}\left(\frac{mv}{qB}\right)$$

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

आवृत्ति $f = \frac{1}{T}$ $\quad f = \frac{qB}{2\pi m}$

→ $T \,\&\, f \propto r^0 \propto v^0$

उपरोक्त स्थिति के अनुसार, आवेशित कण की गति का वृत्ताकार पथ चुं. क्षेत्र की दिशा के लंबवत् तल में होता है।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

8/12/16

Q. प्रोटॉन को अनुप्रस्थ समरूप चु.क्षेत्र मे प्रक्षेपित किया जाये तो 12sec. मे proton वृत्ताकार मार्ग पर 4 चक्कर पूर्ण करता है। इसी अनुप्रस्थ चु. क्षेत्र मे α कण को प्रक्षेपित किया जाये तो α कण की गति के लिए परिक्रमण आवर्तकाल ज्ञात करो।

Soln $T \propto m/q$

12sec → 4 चक्कर

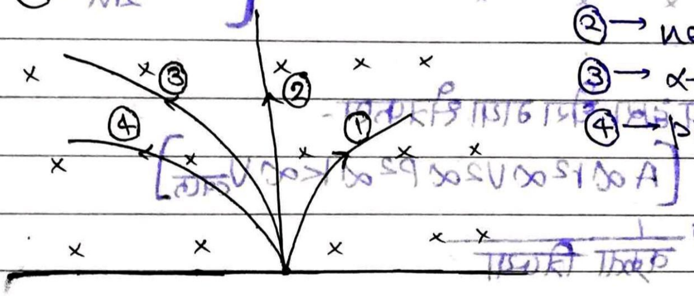
$$\Rightarrow \frac{T_p}{T_\alpha} = \left[\frac{m}{4m}\right]\left[\frac{2q}{q}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{3}{T_\alpha} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow T_\alpha = 6\,sec.$$

Q. n, p, e तथा α-कण अनुप्रस्थ समरूप चु.क्षेत्र मे समान वेग से प्रक्षेपित किये जाते है। प्रदर्शित पथों के अनुसार कणों की पहचान कीजिए।

Soln



① → electron
② → neutron
③ → α-particle
④ → proton

$r_3 > r_4$

$r \propto \frac{m}{q}$

✓ $r_\alpha > r_p$

Q. p, deutron तथा α-कण को अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में समान गतिज ऊर्जा से प्रक्षेपित किया जाये तो चुंबकीय क्षेत्र में इनकी गति के वृत्ताकार पथों की त्रिज्याओं का अनुपात ज्ञात करो।

Soln

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{\sqrt{2mKE}}{qB} \Rightarrow r \propto \frac{\sqrt{m}}{q}$$

$$r_p : r_d : r_\alpha = \left(\frac{\sqrt{m}}{q}\right) : \left(\frac{\sqrt{2m}}{q}\right) : \left(\frac{\sqrt{4m}}{2q}\right)$$

$$= 1 : \sqrt{2} : 1 \qquad [r_d > r_p = r_\alpha]$$

Q. दो कणों के आवेश समान हैं। इन कणों को समान विभवांतर से गति प्रदान करके अनुप्रस्थ समरूप चु. क्षेत्र में प्रक्षेपित किया जाये तो इनकी गति के वृत्ताकार पथों की त्रिज्याएं r_1 तथा r_2 हैं तो कणों के द्रव्यमान का अनुपात ज्ञात करो।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

DATE : / /

Soln $r = \frac{\sqrt{2mqV}}{qB}$

$\Rightarrow r \propto \sqrt{m}$

$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$

Q. दो कणों के आवेश समान हैं। कणों को अनुप्रस्थ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में प्रक्षेपित किया जाये तो उनकी गति के वृत्ताकार पथों की त्रिज्याएं r_1 तथा r_2 है तो कणों की डी-ब्रोगली तरंगदैर्घ्य का अनुपात ज्ञात करो।

Soln de-brogli wavelength - $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{qBr}$ $\left\} r = \frac{mv}{qB} = \frac{p}{qB} \right.$

$\lambda \propto \frac{1}{r}$

$\Rightarrow \lambda_1 : \lambda_2 = r_2 : r_1$

Q. एक स्थान पर समरूप चुंबकीय क्षेत्र y दिशा में निर्देशित है। एक धनात्मक कण मूलबिंदु से वेग $\vec{v} = v\hat{j}$ से प्रक्षेपित किया जाये तो चुंबकीय क्षेत्र में उसकी गति का पथ -

Soln $(\vec{v} \times \vec{B}) \Rightarrow \vec{V} \parallel \vec{B}$

force = zero

(i) xy तल में वृत्ताकार

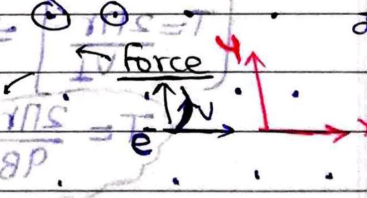
(ii) y-z तल में वृत्ताकार

(iii) x z तल में वृत्ताकार

~~(iv)~~ y दिशा में सरल रेखीय

Q. एक स्थान पर समरूप चुंबकीय क्षेत्र धनात्मक z-दिशा में निर्देशित है। इस स्थान पर e को +ive x-दिशा में प्रक्षेपित किया जाये तो e की गति का पथ -

Soln (Anticlockwise circular path) वामावर्ती वृत्ताकार xy तल में



(i) xy तल में दक्षिणावर्ती वृत्ताकार (CW)

~~(ii)~~ xy तल में ACW वृत्ताकार

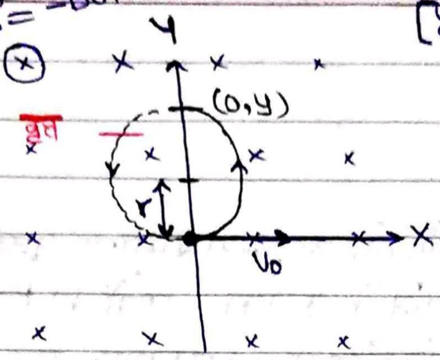
(iii) xz तल में ACW वृत्ताकार

(iv) x दिशा में सरलरेखीय।

Q. एक स्थान पर समरूप चुंबकीय क्षेत्र $\vec{B} = -B_0\hat{k}$ है। इस स्थान पर आवेशित कण को मूल बिंदु से $\vec{v} = v_0\hat{i}$ से प्रक्षेपित किया जाये तो आवेशित कण (0, y) के बिंदु से गुजरता है। यदि आवेशित कण का प्रति इकाई द्रव्यमान आवेश (α) है तो y ज्ञात करो।

For more free Study material
visit : www.sbgstudy.com

Soln $\vec{B} = -B_0\hat{k}$

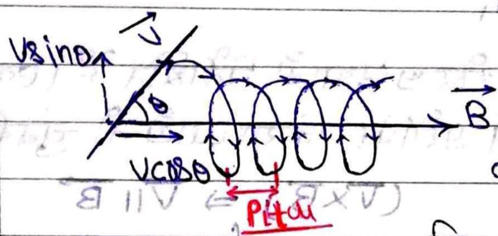


$[y = 2r]$

$y = 2\frac{mv_0}{qB_0}$

$= \frac{2v_0}{\alpha B_0}$

⟹ समरूप चुंबकीय क्षेत्र में आवेशित कण का चुंबकीय क्षेत्र की दिशा से न्यून कोण पर प्रक्षेपण –



✓ प्रक्षेपण वेग का घटक $v\sin\theta$ चु॰क्षेत्र के लंबवत् है। इससे गति वृत्ताकार पथ पर होगी।

✓ प्रक्षेपण वेग का घटक $v\cos\theta$ चु॰क्षेत्र के अनुदिश है। इससे गति चु॰क्षेत्र की दिशा में होगी (||)।

→ उपरोक्त स्थिति में आवेशित कण की परिणामी गति Helical path पर होगी।

→ इस Helical path की लंबाई चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में होगी।

(i) पथ की त्रिज्या -

$$r = \frac{mv_\perp}{qB} = \frac{mv\sin\theta}{qB}$$

(ii) परिक्रमण आवर्तकाल

$$T = \frac{2\pi r}{v_\perp} \Rightarrow T = \frac{2\pi(mv_\perp)}{(v_\perp)qB}$$

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad ; (T \propto \theta^0)$$

(iii) Helical पथ का चूड़ी अंतराल (pitch of Helical path (Helix)) - (P)

परिक्रमण आवर्तकाल के बराबर समय में चु॰ क्षेत्र की दिशा में तय दूरी Helical पथ का चूड़ी अंतराल (pitch) है।