
समस्त बिहार, भरेगा हुंकार
HUNKAR
2025
में आपका स्वागत हैं

HUNKAR 2025

VIDYAKUL

PHYSICS

JP UJALA Sir

VIDYAKUL

अध्याय 04

Magnetic field due to straight wire

सीधे धारावाही तार के करीब चुम्बकीय क्षेत्र

आज का टॉपिक

HOW TO APPLY BIOT SAVART LAW

Consider a very small current element dl on current carrying wire.

धारावाही चालक तार पर एक छोटा धारा अवयव dl मानते हैं।

Connect a vector $\vec{r}$ from dl to that point.

dl से बिंदु P तक एक स्थिति सदिश $\vec{r}$ से जोड़ते हैं।

Find the angle between $\overrightarrow{dl}$ and $\vec{r}$.

$\overrightarrow{dl}$ से $\vec{r}$ के बीच का कोण ज्ञात करते हैं।

Apply biot savart law and find $\overrightarrow{dB}$ vector

बायोट तथा सवार्ट के नियम का उपयोग करके $\overrightarrow{dB}$ का मान ज्ञात करते हैं।

Add all $\overrightarrow{dB}$ vector together by using integration.

सभी $\overrightarrow{dB}$ को समाकलन की सहायता से जोड़ लेते हैं।

APPLICATION OF BIOT SAVART LAW
Biot-Savart के नियम का अनुप्रयोग

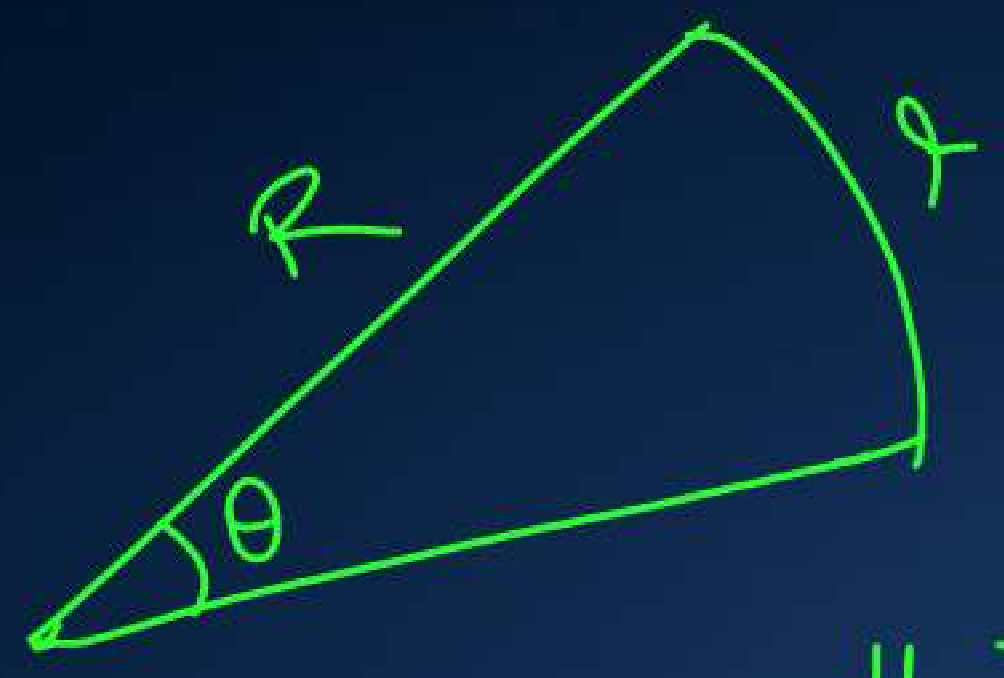
Magnetic field at the center of a current carrying circular wire loop.
वृत्ताकार धारावाही पाश के केंद्र पर विद्युत् क्षेत्र

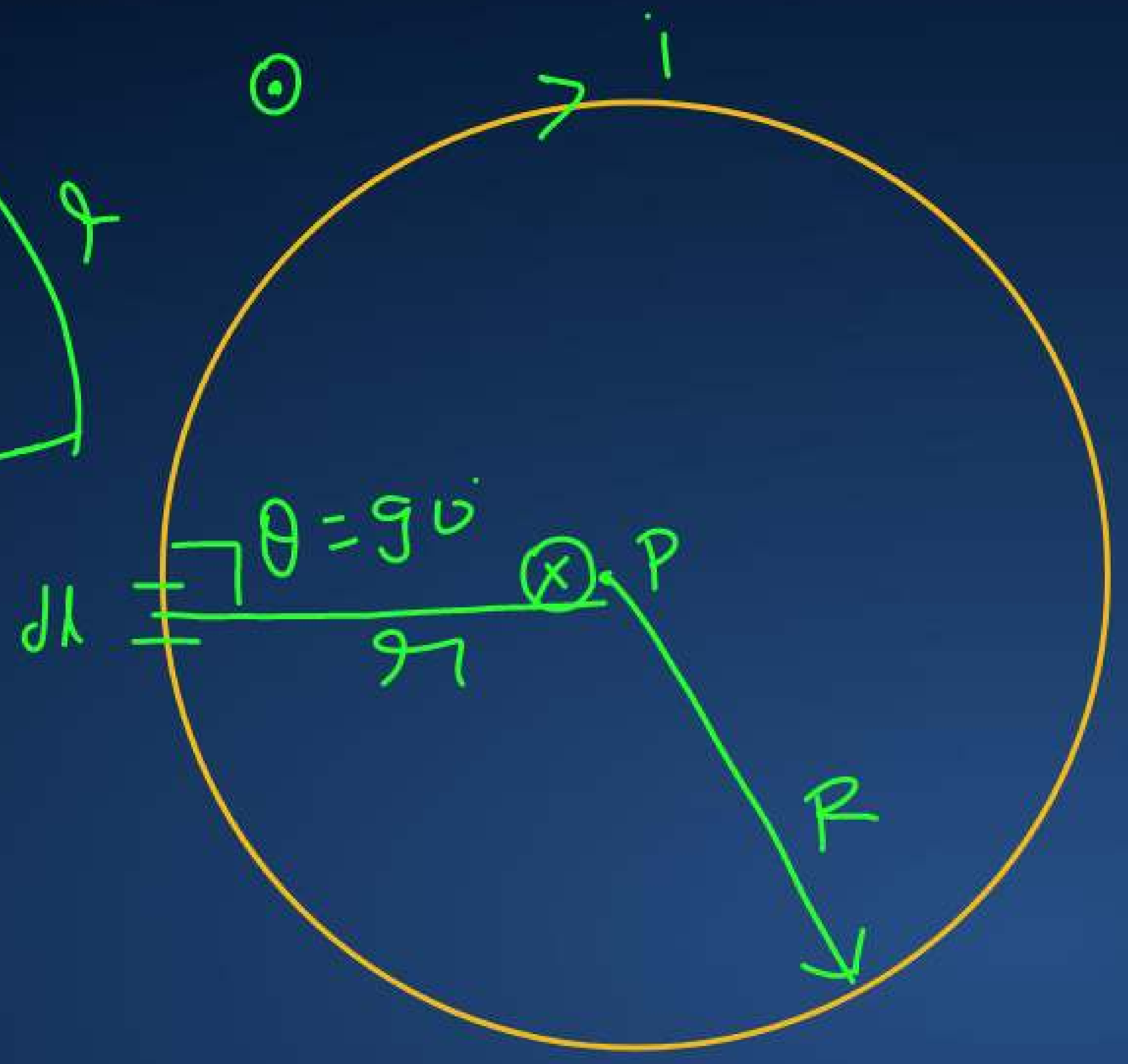
Consider a circular current carrying loop of radius R having current i, we have to find magnetic field at it's center by using BIOT- SAVART law. To Find magnetic field consider a small element of current carrying wire that is dl and position vector of center with respect to dl which is $\vec{r}$.

Angle between $\overrightarrow{dl}$ and $\vec{r}$ is 90°.

By applying BIOT-SAVART law.

माना कि एक वृत्ताकार धारावाही चालक तार है जिसकी त्रिज्या R है तथा जिसमें धारा i है हमें इसके केंद्र पर बायोट सवर्त के नियम से चुंबकीय क्षेत्र का मान ज्ञात करना है इसके लिए हम इस वृत्ताकार धारावाही तार पर एक छोटा टुकड़ा dl मानते हैं और इससे केंद्र को मिलाने वाला एक स्थिति सदिश r मानते हैं। $\overrightarrow{dl}$ *तथा* $\vec{r}$ के बीच का कोण 90°. है अब बायोट सवर्त के नियम का उपयोग करते हैं।





$$\theta = \frac{l}{R}$$

$$l = (R \cdot \theta)$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i\, dl \sin\theta}{r^2}$$

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

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i}{R^2} \int dl$$

$$B = \frac{\mu_0}{\cancel{4\pi}} \frac{i}{R^{\cancel{2}}} \times \cancel{2\pi} \cancel{R}$$

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

APPLICATION OF BIOT SAVART LAW

Magnetic field due to a current carrying circular section of wire ring.

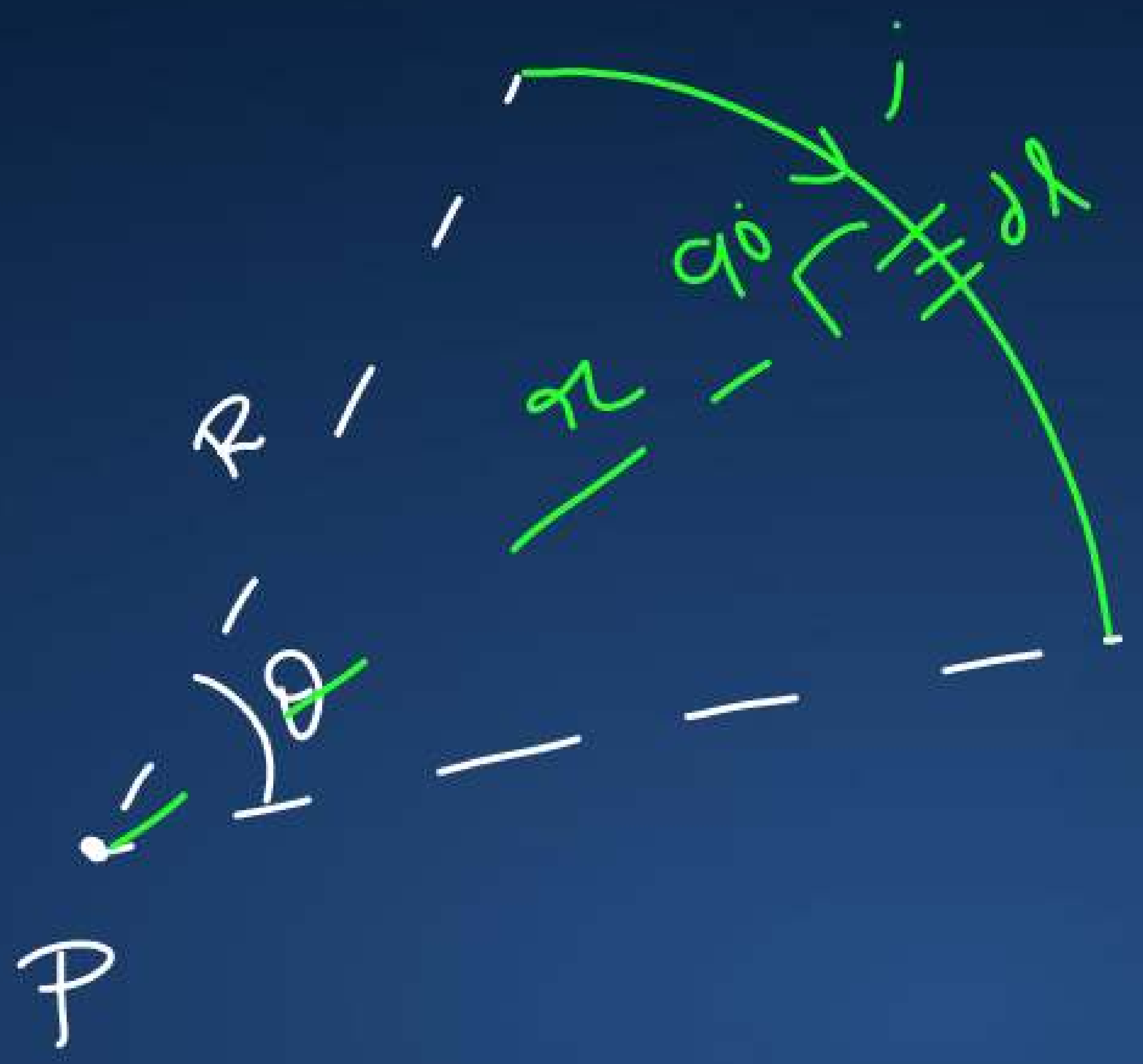
वृताकार धारावाही चालक तार के एक हिस्से के केंद्र पर चुम्बकीय क्षेत्र

Consider a circular current carrying section of radius R and angle at the center is θ, having current i, we have to find magnetic field at it's center by using BIOT- SAVART law. To Find magnetic field consider a small element of current carrying wire that is dl and position vector of center with respect to dl which is $\vec{r}$. Angle between $\overrightarrow{dl}$ and $\vec{r}$ vector is 90°.

By applying BIOT-SAVART law.

माना कि एक वृत्ताकार धारावाही चालक तार का हिस्सा है जिसकी त्रिज्या R है तथा इसके केंद्र पर बनने वाला कोण θ है जिसमें धारा i है हमें इसके केंद्र पर बायोट सवर्त के नियम से चुंबकीय क्षेत्र का मान ज्ञात करना है इसके लिए हम इस वृत्ताकार धारावाही तार के हिस्से पर एक छोटा टुकड़ा dl मानते हैं और इससे केंद्र को मिलाने वाला एक स्थिति सदिश $\vec{r}$ मानते हैं। $\overrightarrow{dl}$ *तथा* $\vec{r}$ के बीच का कोण 90 डिग्री है अब बायोट- सवर्त के नियम का उपयोग करते हैं।

$$\boxed{\theta = \frac{l}{R} \qquad l = R\theta}$$



$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i\,dl \sin 90^\circ}{R^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i}{R^2} \int dl$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i}{R^{\cancel{2}}} \cancel{R}\theta$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \theta}$$

Magnetic field due to a straight current carrying wire.

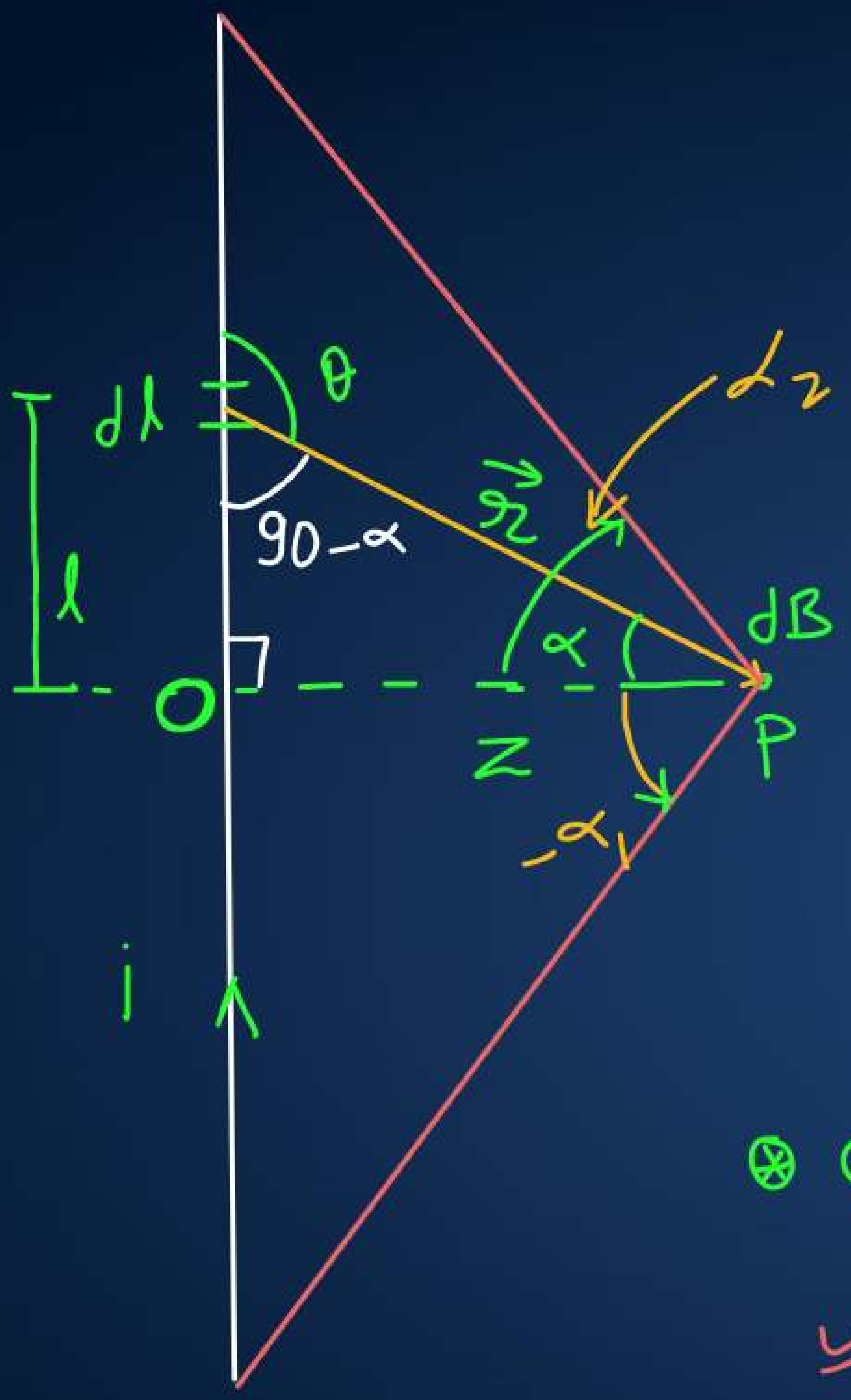
सरल रेखीय धारावाही तार के करीब चुम्बकीय क्षेत्र

Consider a straight current carrying wire of finite length having current i, we have to find magnetic field at a point which is at z distance perpendicular to the wire by using BIOT- SAVART law. To Find magnetic field consider a small element of current carrying wire that is dl at l height from O and position vector of point P with respect to dl is $\vec{r}$. Angle between $\overrightarrow{dl}$ and $\vec{r}$ is θ angle between OP and PQ is α. Angle made by ends of wire on OP is α_1 and α_2

By applying BIOT-SAVART law.

माना कि एक सरल रेखीय धारावाही चालक तार है जिसमें धारा i है हमें चालक तार से कुछ दूरी पर एक बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करना है। P के सामने तार पर एक बिंदु O मानते हैं। तार की लंबाई निर्धारित करने के लिए हम तार के सिरे से उस बिंदु को मिलाते हैं और यह OP के साथ α_1 तथा α_2 कोण बनाता है।

चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करने के लिए हम बायोट सवर्त के नियम का उपयोग करेंगे इस नियम के उपयोग के लिए हम तार पर एक dl टुकड़ा मानते हैं और dl से P बिंदु को r से मिलाते हैं $\overrightarrow{dl}$ तथा $\vec{r}$ के बीच कोण θ है और यह OP के साथ α कोण बनाता है



$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i\,dl\sin\theta}{r^2}$$

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

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi}\int \frac{\cancel{z}\,\cancel{\sec^2\alpha}\,d\alpha \cdot \sin(90+\alpha)}{z^2\,\cancel{\sec^2\alpha}}$$

⊛ $\theta + 90 - \alpha = 180$

$$\boxed{\theta = 90 + \alpha}$$

⊛ $\cos\alpha = z/r$

$r = z/\cos\alpha = z\sec\alpha$

⊛ $\tan\alpha = \dfrac{l}{z}$

$z\tan\alpha = l$

$z\sec^2\alpha\, d\alpha = dl$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i}{z}\int_{-\alpha_1}^{\alpha_2}\cos\alpha\, d\alpha$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i}{z}(\sin\alpha_1 + \sin\alpha_2)}$$

FOUR CASES FOR STRAIGHT WIRE

i) case – I

When wire is very long

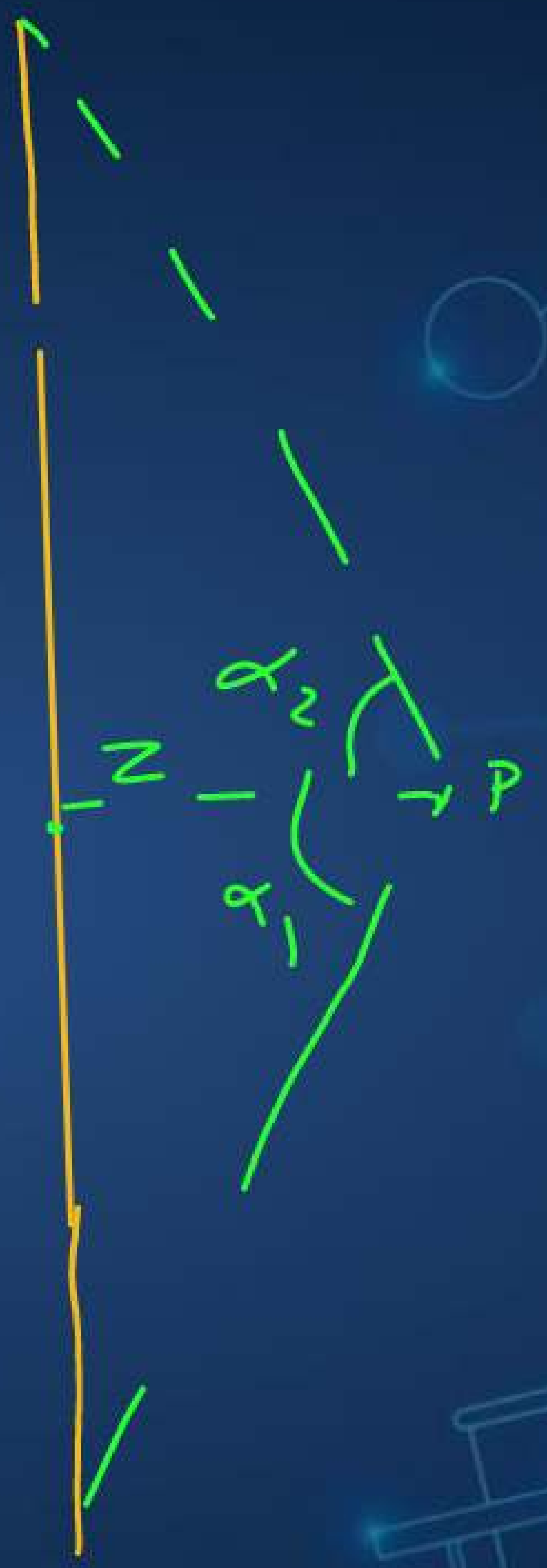
जब तार बहुत लंबा है।

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i}{z}(\sin\alpha_1 + \sin\alpha_2)$$

$\alpha_2 \simeq 90^\circ$ $\alpha_1 \simeq 90^\circ$

$$B = \frac{\mu_0}{\cancel{4\pi}_2}\frac{i}{z}\cdot\cancel{2}$$

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



Case - II

When Point P is infront of one end of long wire. (जब बिंदु P लंबे तार के एक सिरे के सामने हो)

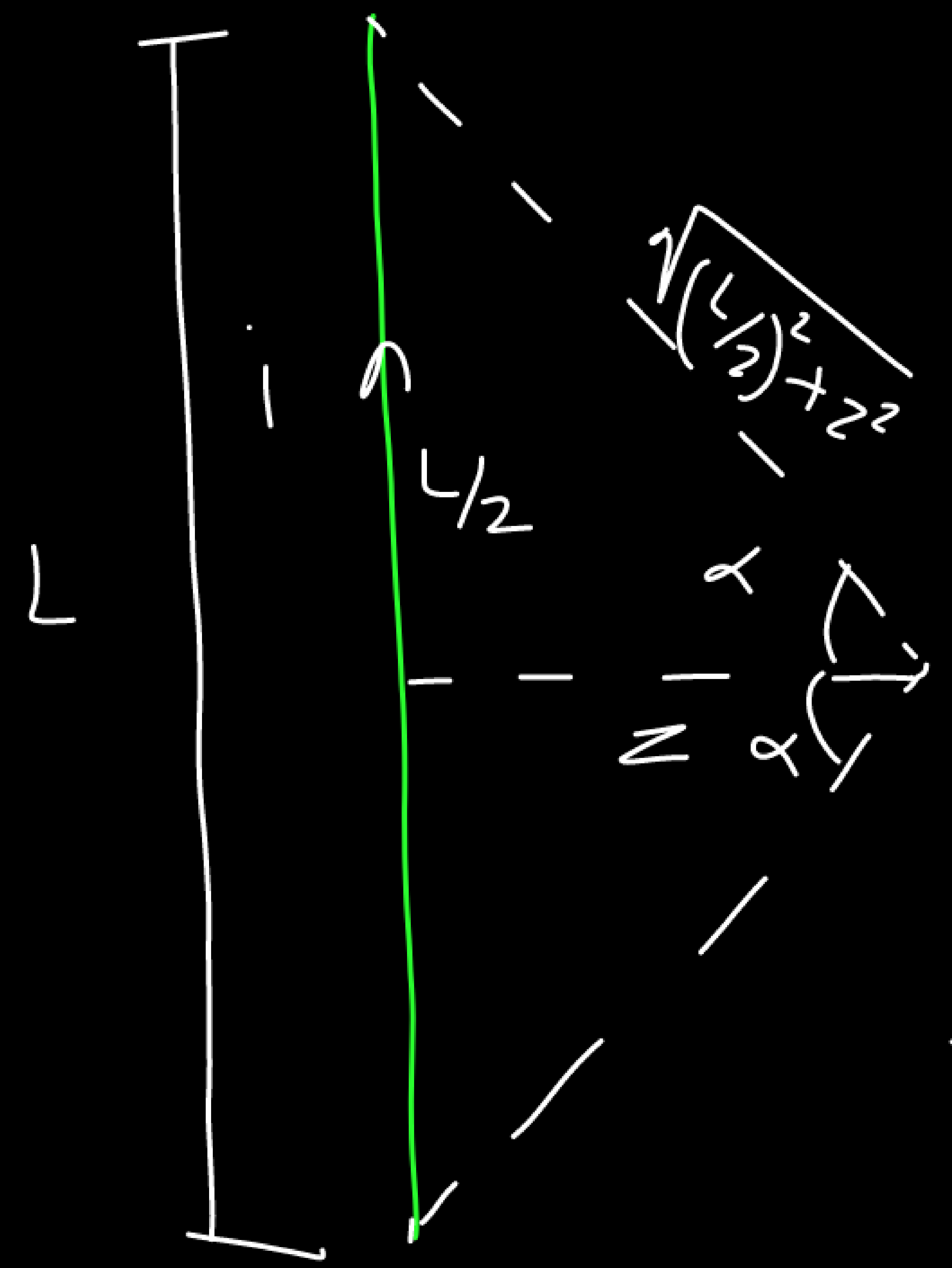
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i}{z}(\sin 0 + \sin 90^\circ)$$

$\alpha_2 = 90^\circ$

$\alpha_1 = 0^\circ$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 i}{4\pi z}}$$

⊛ Case 3.



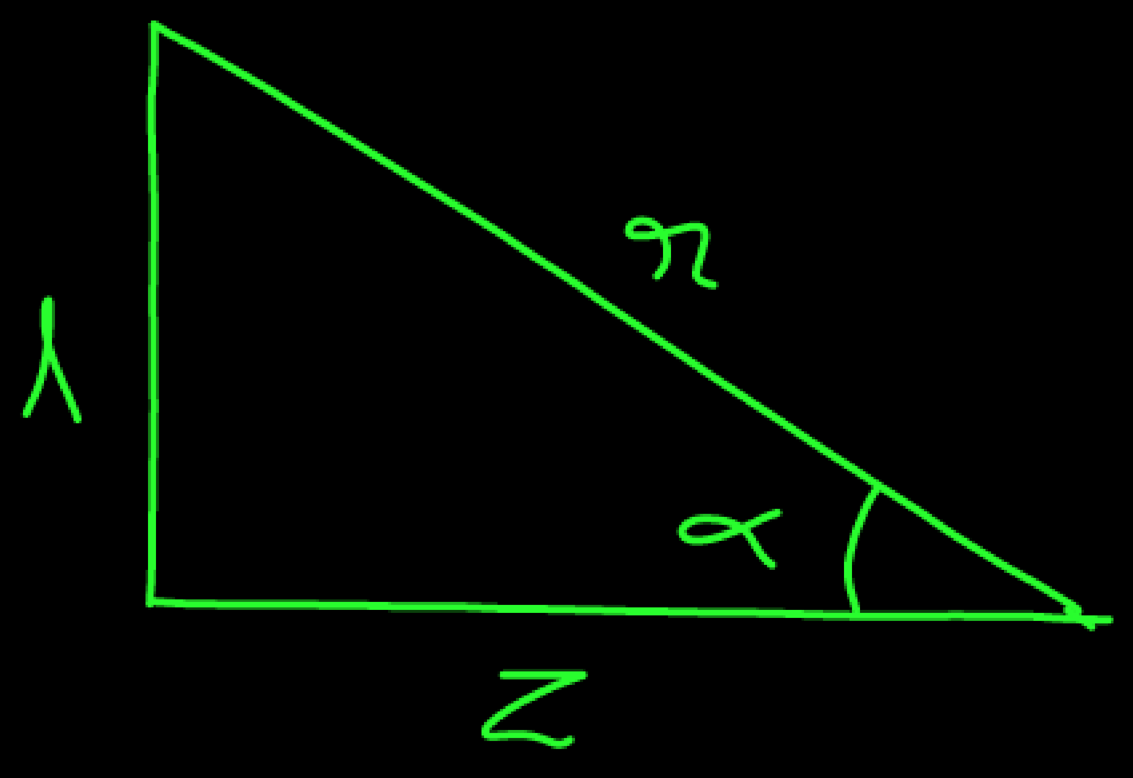
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i}{z}\;\sin\alpha + \sin\alpha$$

$$B = \frac{\mu_0}{\cancel{4}\pi}\frac{i}{z}\cdot\cancel{2}\sin\alpha$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi z}\cdot\sin\alpha$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 i}{2\pi z}\;\frac{L/2}{\sqrt{\frac{L^2}{4}+z^2}}}$$

⊛ (i)



$$\boxed{\cos\alpha = \frac{z}{r}}$$

$$\tan\alpha = l/z$$

$$\frac{d\tan\alpha}{d\alpha} = \sec^2\alpha$$

$$\boxed{d\tan\alpha = \sec^2\alpha \, d\alpha}$$

⊛ $$\int_{-\alpha_1}^{\alpha_2} \cos\alpha \, d\alpha = \left[\sin\alpha\right]_{-\alpha_1}^{\alpha_2}$$

$$= \sin\alpha_2 - \sin(-\alpha_1)$$

$$= \sin\alpha_2 + \sin\alpha_1$$