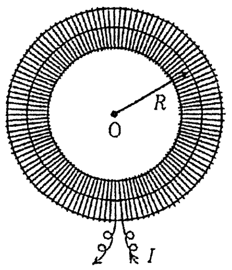
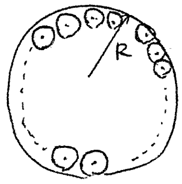
「物理学基礎論 B」 木 2: 共北 28 担当: 川畑

第11回 (12/18) 小テスト

学生番号【 ひみつ 】 氏名【 ぱぱ みやきち 】

1. 下図のような巻き数 N のドーナツ形のコイルに電流 I を流した時に、ドーナツの中心 O から半径 R の場所にできる磁束密度 B を求めよ。





半径 R の円周内に
Nまきのコイル
↓
円をつらぬく電流は NI
円の外側の電流は磁場に影響しない
円周上の B はどこも同じ強さ
なので.

アンペールの法則より

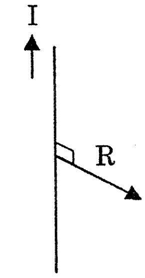
$$\oint_C \mathbf{B}\cdot d\mathbf{s} = \mu_0 N I$$

$$2\pi R B = \mu_0 N I$$

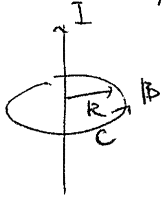
$$B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi R}$$

2. 無限に長い導線を流れる電流 I が半径 R の地点に作る磁束密度 B について以下の問いに答えよ。

(1) アンペールの法則を用いて B とその向きを求めよ。



磁場は円周方向にのみ生じる



アンペールの法則より

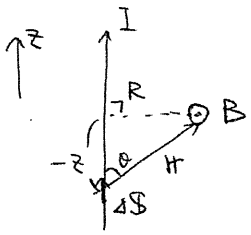
$$\int_C \mathbf{B}\cdot d\mathbf{s} = \mu_0 I$$

$$2\pi R B = \mu_0 I$$

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

方向は、電流に対して
右ねじの進む方向
(上から見て反時計まわり)

(2) ビオ-サバールの法則を用いて B を求め、(1)で求めた B と一致することを確認せよ。



明らかに z 成分は存在せず、
B は円周方向の成分のみを持つ.

Δs が r につくる磁場は
ビオ・サバールの法則より

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{\Delta\mathbf{s}\times\mathbf{r}}{r^3}$$

$-\infty < z < \infty$ でこれを積分すればよい

$$B = \int_{-\infty}^{\infty}\frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{d\mathbf{s}\times\mathbf{r}}{r^3} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\sin\theta}{r^2}dz$$

z	$-\infty \to \infty$
θ	$0 \to \pi$

$$\sin\theta = \frac{R}{r} \to r = \frac{R}{\sin\theta}$$

$$\tan\theta = \frac{-R}{z}$$

zで微分

$$\frac{1}{\cos^2\theta}\frac{d\theta}{dz} = \frac{R}{z^2} = \frac{1}{R}\frac{R^2}{z^2} = \frac{1}{R}\frac{\sin^2\theta}{\cos^2\theta}$$

$$dz = \frac{R}{\sin^2\theta}d\theta$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\int_0^{\pi}\sin\theta\left(\frac{\sin\theta}{R}\right)^2\frac{R}{\sin^2\theta}d\theta$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\int_0^{\pi}\sin\theta\, d\theta$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R}\Big[-\cos\theta\Big]_0^{\pi}$$

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

↑ アンペールの法則から
求めたものに等しい.

3. 以下、一瞬で出来てしまった人、手も足も出ない人のための空白。