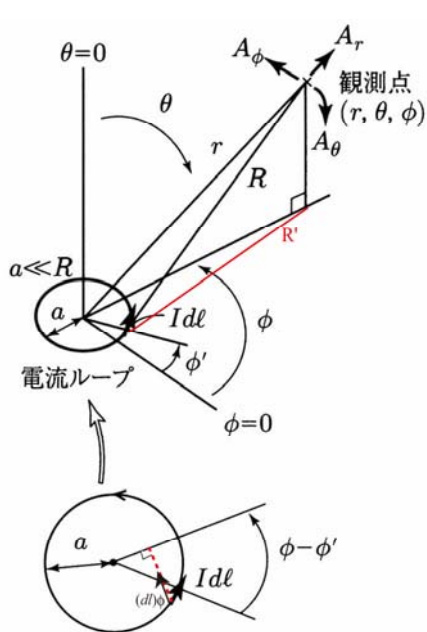


学籍番号	氏名
------	----

1. 講義で紹介した微小円形ループが作る磁束密度を順を追って導こう。

ベクトルポテンシャルは $\mathbf{A}(r, \theta, \phi) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \oint_C \frac{d\mathbf{l}}{R}$ で表され、 $A_r = A_\theta = 0$ となるので A_ϕ だけ考えればよい。



(i) まず R を求めよ (ヒント: R' を求めてそれを利用して R を求めると分かりやすい)

(ii) $d\mathbf{l}$ の ϕ 方向成分 $(d\mathbf{l})_\phi$ を ϕ および ϕ' の関数で表せ。

(i), (ii) を利用すると $A_\phi = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\phi'=0}^{2\pi} \frac{a \cos(\phi - \phi') d\phi'}{\sqrt{r^2 + a^2 - 2ar \sin \theta \cos(\phi - \phi')}}$ となる。

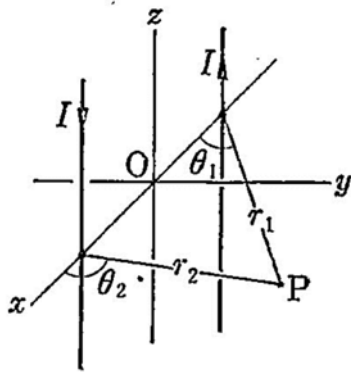
(iii) 積分の中の分母の項 $\frac{1}{\sqrt{r^2 + a^2 - 2ar \sin \theta \cos(\phi - \phi')}}$ について、 $a \ll r$ として、テイラー展開の一次の項まで利用して整理せよ。

(iv)以上の結果を用いて、 $A_\phi = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\phi'=0}^{2\pi} \frac{a \cos(\phi - \phi') d\phi'}{\sqrt{r^2 + a^2 - 2ar \sin \theta \cos(\phi - \phi')}} \approx \frac{\mu_0 I}{4} \frac{a^2}{r^2} \sin \theta$ となることを示せ。

(v)ベクトルポテンシャルの計算結果を用いて、磁束密度の各成分 B_r, B_θ, B_ϕ を求めよ。
教科書の式(1.50)-(1.52)を参考にとるとよい。

(次ページ以降、早く終わった人は取り組んでみてください)

2. 図のように、間隔 $2d$ の無限長平行導線に電流 I を逆向きに流す。任意の点 P を通り導線に垂直な平面が両導線と交わる点を結ぶ線を x 軸，その midpoint O を原点，導線に平行に z 軸，それらに垂直に y 軸を取る。また， r ， θ を図のようにとる。



(1) 点 P でのベクトルポテンシャルの x, y, z 成分を求めよ。

なお， $\int \frac{1}{\sqrt{z^2 + r^2}} dz = \log\left(z + \sqrt{z^2 + r^2}\right)$ である。

(2) 点 P での磁束密度の x, y, z 成分を求めよ。(ヒント：磁束密度とベクトルポテンシャルの関係から求めよ。)

(3) 点Pでの磁束密度の大きさを求めよ。