今日の重要事項

ビオ・サバールの法則

dl の微小部分に流れる電流 I が、そこから $\mathbf{r}$ の位置につくる磁場 d$\boldsymbol{B}$

$$d\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\mathbf{l}}{r^2}\times\frac{\mathbf{r}}{r}$$

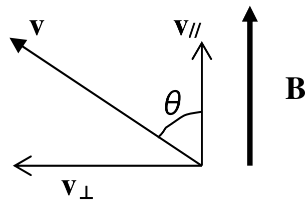
電流が作る磁場

経路 C に流れる電流 I が作る磁場

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi}\int_C \frac{I\mathrm{d}\mathbf{l}(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|^2}\times\frac{(\mathbf{r}-\mathbf{r}')}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|} = \frac{\mu_0}{4\pi}\int_C \frac{I\mathbf{t}(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|^2}\times\frac{(\mathbf{r}-\mathbf{r}')}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|}\mathrm{d}l$$

宿題およびその解答

一様な磁場 B が z 方向にかかっている。電荷 q，質量 m を持った粒子が、磁場の方向に対して角度 θ の向きに速度 v で運動している。このとき粒子の運動はらせん運動になる。このことを以下の順に示せ。

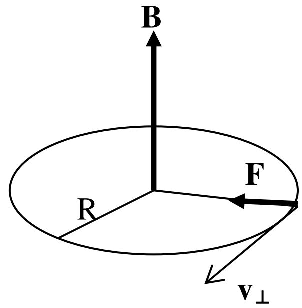


1. この粒子の磁場に平行な速さ $v_{//}$ と磁場に垂直な速さ $v_\perp$ を求めよ。

   $v_{//} = v\cos\theta,\qquad v_\perp = v\sin\theta$

2. この粒子が磁場に垂直に $v_\perp$ の速さで運動しているとして、この粒子が磁場から受けるローレンツ力を図示せよ。またその大きさを計算せよ。

   $F = qv_\perp B$



3. このとき粒子は円運動を行う。運動の半径を R とするとき、遠心力を書け。

   $$F = \frac{m{v_\perp}^2}{R}$$

4. ローレンツ力と遠心力がつりあうことから、この円運動の半径を求めよ。

   $$R = \frac{mv_\perp}{qB}$$

5. この円運動の周期を求めよ。

   $$T = \frac{2\pi R}{v_\perp} = \frac{2\pi m}{qB}$$

6. 粒子は磁場と平行の方向にも速さ $v_{//}$ で運動しているが、この運動に対してはローレンツ力は働かない。その理由を書け。

   運動する方向と力の方向が垂直だから。

7. 粒子が 1 回転する時間（周期）に磁場に対して平行方向にはどれだけ進むか？（らせん運動のピッチ）

   円運動の周期 T の間に速さ $v_{//}$ で進む距離だから、

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

宿題

無限に長い直線電流 I から距離 r の位置での磁束密度 $B(r)$ を求めよ。