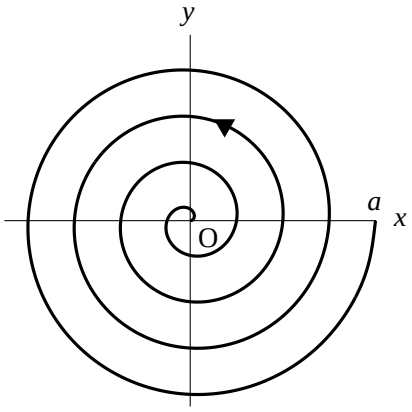
電磁気学基礎B演習(椎野)肆回

【1】《サイクロトロン運動》
質量 m の点電荷 q のサイクロトロン運動の問題を運動方程式の方法から議論してみよう．磁束密度は $\boldsymbol{B} = (0, 0, B)$ であるとする．
(i) 点電荷に対する力が $q\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}$ で与えられることから，速度 $v_x(t)$, $v_y(t)$, $v_z(t)$ が満たす微分方程式を求めよ．
(ii) 微分方程式を初期条件 $v_x(0) = 0, v_y(0) = v_0$, $v_z(0) = 0$ で解け．
(iii) 軌道を具体的に求め (初期条件は適当に選んでよい)，円軌道になっていることを示せ．
【2】《Ampère の法則》
半径 a の円柱と内径 b 外径 c の円筒が同軸 (軸を z 軸としよう) に置かれていて ($a < b < c$)，円柱には電流 I が，円筒には電流 $-I$ が，それぞれ一様な電流密度で流れている．各点での磁束密度を求めよ．

【3】《らせん形電流》
xy 平面上の極座標系 (ρ, ϕ) で

$$\rho = \frac{a\phi}{2\pi N} \tag{1}$$

で表される巻数 N のらせん形の回路に反時計回りに電流 I を流した．図は $N = 4$ の場合である．このとき z 軸上での磁束密度の z 成分は

$$B_z(z) = \frac{\mu_0 N I}{2a}\left(\log\frac{\sqrt{a^2+z^2}+a}{z} - \frac{a}{\sqrt{a^2+z^2}}\right) \tag{2}$$

で表されることを示せ．
(※) このらせんは Archimedes (アルキメデス) のらせんと呼ばれている．LP (SP も) レコードの溝がほぼこの形である．