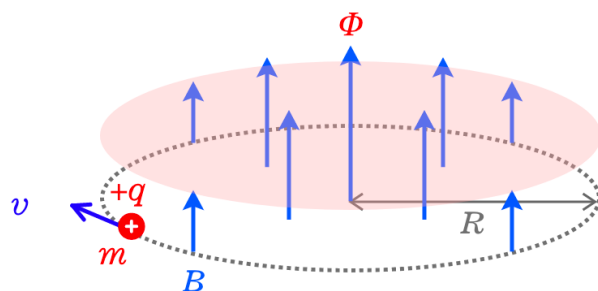


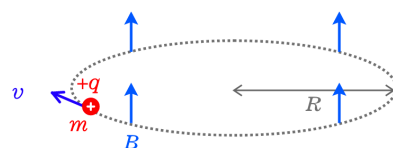
☆電磁気 14 【ペータトロン】

質量 m , 電気量 $q(>0)$ の荷電粒子が磁束密度 B の領域で磁場に垂直な面内で半径 R の等速円運動をしている。このとき、円軌道の中心付近の磁束密度は円軌道上の磁束密度 B とは異なり、円軌道の内側を貫いている磁束を Φ とする。



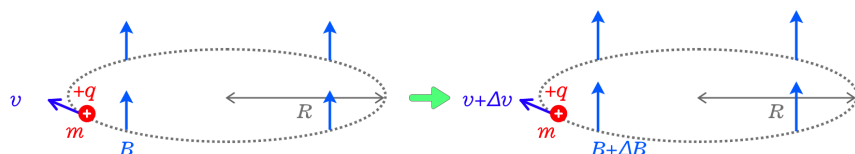
I

(1) 円運動の運動方程式をたて、 B を v を用いて表せ。



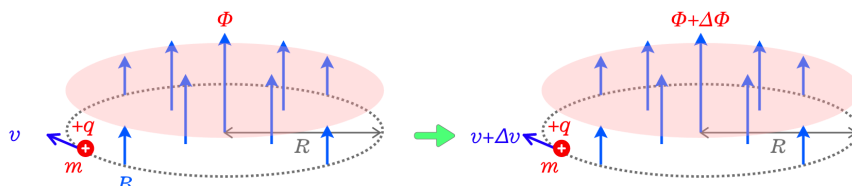
短い時間 Δt の間に、荷電粒子の速さ v が $v+\Delta v$ まで増加したとき、半径 R の円運動を維持するには円軌道上の磁束密度 B を $B+\Delta B$ まで増加させる必要がある。

(2) ΔB を Δv を用いて表せ。



II

一方、円軌道の内側を貫いている磁束を短い時間 Δt の間に $\Phi+\Delta\Phi$ まで増加させることを考えよう。

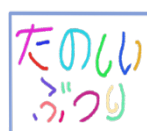


(3) このとき、円軌道上に生じる誘導起電力の大きさはいくらか（円軌道上に1巻のコイルがあるものと考えて求めよ。）

(4) 円軌道上の各点に生じている電場（誘導電場）の大きさはいくらか。（誘導起電力の大きさ = 誘導電場の大きさ × 円軌道の長さ）という関係を用いてよい。

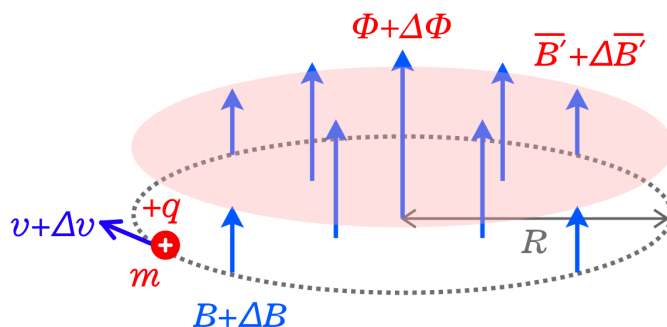
(5) この電場によって、荷電粒子は円軌道の接線方向に加速される。加速度の大きさ a はいくらか。

(6) 加速度の大きさ a は短い時間の間の速さの増え方を用いて $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ で表される。これを用いて、 Δv を $\Delta\Phi$ を用いて表せ。



III

I, II から, 荷電粒子を同一円軌道上 (半径が R のまま) で加速することを考えよう。II より, 円軌道の内側を貫く磁束 Φ を短い時間 Δt の間に $\Phi + \Delta\Phi$ まで増加させたとき, 荷電粒子の速さは Δv だけ増加する。I より, 半径 R の円運動を維持するためには, 荷電粒子の速さの増加 Δv にあわせて円軌道上の磁束密度を ΔB だけ増加させる必要がある。



(7) ΔB を $\Delta\Phi$ を用いて表せ。

(8) 円軌道の内側を貫いている磁束を短い時間 Δt の間に $\Phi + \Delta\Phi$ まで増加させたとき, 円軌道の内側の平均の磁束密度 $\bar{B}'$ の増加分 $\Delta\bar{B}'$ はいくらか。

(9) ΔB を $\Delta\bar{B}'$ を用いて表せ。