

問題 7 電磁気学 (100 点)

以下の問い (問 1, 問 2) に答えよ。

問 1 以下の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

直線電流 I を構成する電流素片 $I d\mathbf{s}$ を考える。ここで、 $d\mathbf{s}$ は電流に沿って測った微小距離を示すベクトルである。この電流素片が磁場 \mathbf{B} 中に存在するとき、電流素片は

$$\Delta \mathbf{F} = I d\mathbf{s} \times \mathbf{B}$$

なるアンペール力を受ける。

- (1) 無限に長い直線電流 I が、電流の中心から距離 r だけ離れた場所に作る磁場を求めよ。
- (2) I に平行で、距離 r だけ離れた直線電流 I_1 が構成する電流素片に働く力を求めよ。これは斥力か、引力かもあわせて説明せよ。

このアンペール力を用いて、外部磁場 \mathbf{B} 中を運動する電荷 q をもつ荷電粒子に作用するローレンツ力を演繹的に求めてみよう。

- (3) 電場 \mathbf{E} が存在するとき、この電場によって荷電粒子にかかる力 \mathbf{F}_E はどうかけるか、示せ。
- (4) 導線の単位長さあたりの荷電粒子の数を N 、その速度を \mathbf{v} とすると電流 \mathbf{I} は $\mathbf{I} = Nq\mathbf{v}$ であたえられる。これを用いて、電流素片に働くアンペール力から一粒子に働く力 \mathbf{F}_B を求め、これと \mathbf{F}_E をあわせた力、荷電粒子に働くローレンツ力を書き下せ。

(次ページに続く)