１．

(a) 図１のように，z 軸を流れる直線連流の一部（$z=[z_1, z_2]$ の線分）が，z 軸から距離 R にある点 P に作る磁界について，その磁束密度の大きさ B は次式で求められることを示せ。

$$B=\frac{\mu_0 I}{4\pi R}(\cos\theta_1-\cos\theta_2)$$

また，B の向きを答えよ。
（例題１の解答とは，θの定義が異なることに注意。）

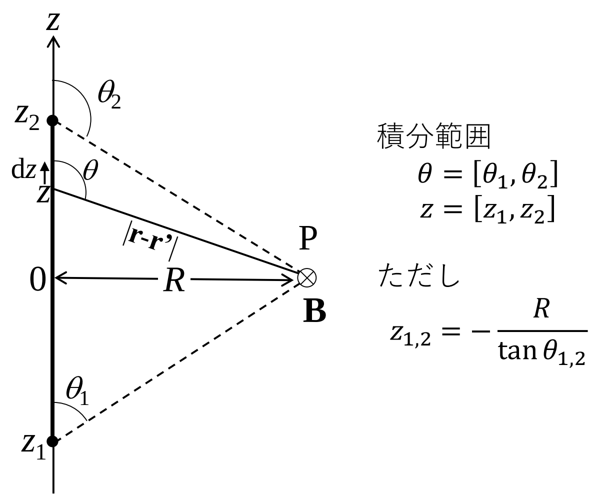


図１

(b) 無限長の直線電流の場合，点 P における磁束密度を求め，例題１の結果と一致することを確かめよ。

(c) 図２のような 2 辺が $2a$, $2b$ の長方形の回路に電流 I が流れている。長方形の中心 O から垂直に距離 z 離れた点 P における磁束密度 B を求めよ。（ヒント：(a)の結果を用いる。）

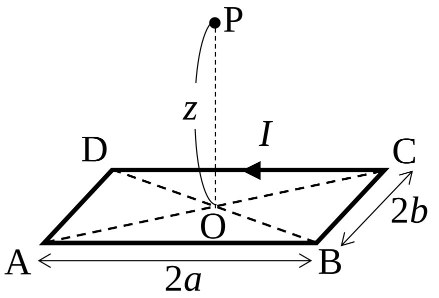


図２

２．

半径 a の円形コイルが２つ，図３のように $2R$ 離れて平行にある。各コイルに電流 I を同じ向きに流したときの z 軸上の磁束密度 B を求めよ。

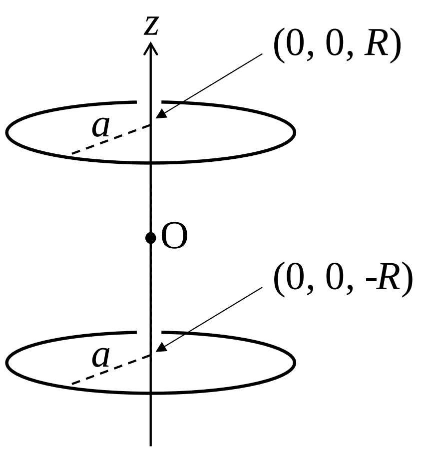
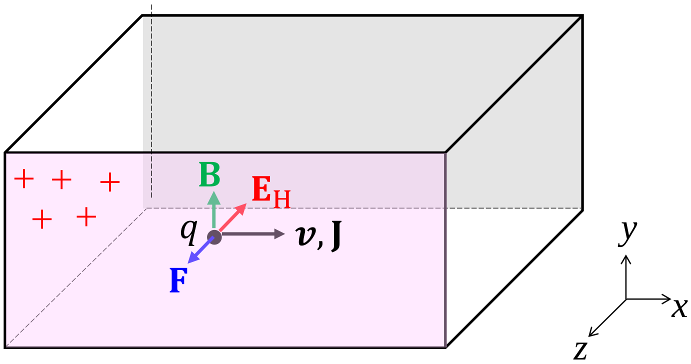


図３

３．ホール効果

図４のように，導体あるいは半導体に x 方向に一様な電流を流し，y 方向に均一な磁界 B（> 0 V）を印加する。

電荷 q（> 0）が速度 $\boldsymbol{v}$ で $+x$ 方向に一様に流れているとき，電荷 q には $+z$ 方向にアンペール力が働く。その結果，$+z$ 側の面に正電荷が，$-z$ 側の面に負電荷が蓄積し、$-z$ 方向に電界 E_H（**ホール電界**という）が発生する。これがアンペール力と釣り合うと、それ以上電荷の蓄積はなくなり、電荷は $+x$ 方向に直進するようになる。



(1) 力が釣り合ったときの E_H を求めよ。

(2) 単位体積あたり N 個の電荷 q があるとする。$+x$ 方向の電流密度 J とすると、

$$E_H = R_H BJ$$

と、比例関係で表されることを示せ。

ここで、$R_H \equiv 1/(Nq)$ は、**ホール係数**と呼ばれ、電荷密度と符号（正孔なら正、電子なら負）に依存する。