

問題 1

図 1 のように透磁率 μ_0 の媒質中の xy 平面上に、一辺が $2a$ の正方形の巻数 N の十分細かいコイル A がある。このコイルの中心は xyz 空間の原点 O にある。また $b > a > 0$ なる $x = -b$, $z = 0$ に y 方向に無限に長い細い直線導体 B があり、 y の正から負の向きに一定の電流 I_B が流れている。ただし、これらの導体の透磁率も μ_0 とせよ。

- (1) 図 1 の xy 平面上の点 $P(x, y, 0)$ (ただし $x \neq -b$) を考える。 I_B により点 P に生ずる磁束密度 $B(x)$ を求めよ。
- (2) コイル A に図 1 のように一定の電流 I_A が流れている。このときコイル A 上の線素ベクトル ds に働く磁気力 dF を示せ。ただし、 ds の向きはコイルの電流と同じ向きとする。
- (3) 問(2)の結果に基づきコイル A に働く力の大きさと向きを求めよ。
- (4) 電流 I_B により発生しコイル A に鎖交する磁束を求めよ。
- (5) コイル A と直線導体 B の相互インダクタンスを求めよ。
- (6) 問(5)を利用して、コイル A と直線導体 B の間に働く力の大きさと向きを仮想変位の原理に基づき求めよ。

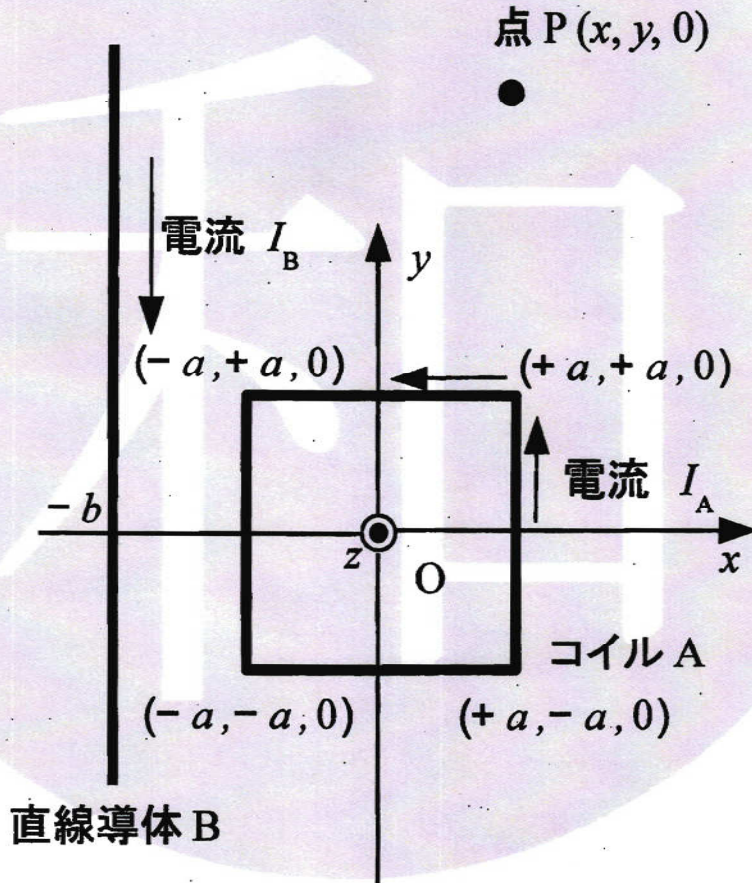


図 1

Problem 1

As shown in Fig. 1, there is a sufficiently thin square coil A of side length $2a$ and of winding number N in a medium with magnetic permeability μ_0 on the xy -plane. Its center is at the origin O of the xyz -space. There is a fine line conductor B which is infinitely long in the y -direction at $x = -b$ and $z = 0$, where $b > a > 0$. A constant current I_B flows in the y -direction from positive to negative in conductor B. Let us assume that the magnetic permeability of these conductors is also μ_0 .

- (1) Find the magnetic flux density $B(x)$ produced by I_B at a point $P(x, y, 0)$, where $x \neq -b$, on the xy -plane in Fig. 1.
- (2) A constant current I_A flows in coil A as shown in Fig. 1. Find the magnetic force dF acting on a line element vector ds in coil A. The direction of ds is identical to that of the coil current.
- (3) Find the magnitude and the direction of the force acting on coil A based on the result of Question (2).
- (4) Find the magnetic flux produced by current I_B and linked to coil A.
- (5) Find the mutual inductance between coil A and line conductor B.
- (6) Find the magnitude and the direction of the force between coil A and line conductor B based on the virtual displacement principle using the result of Question (5).

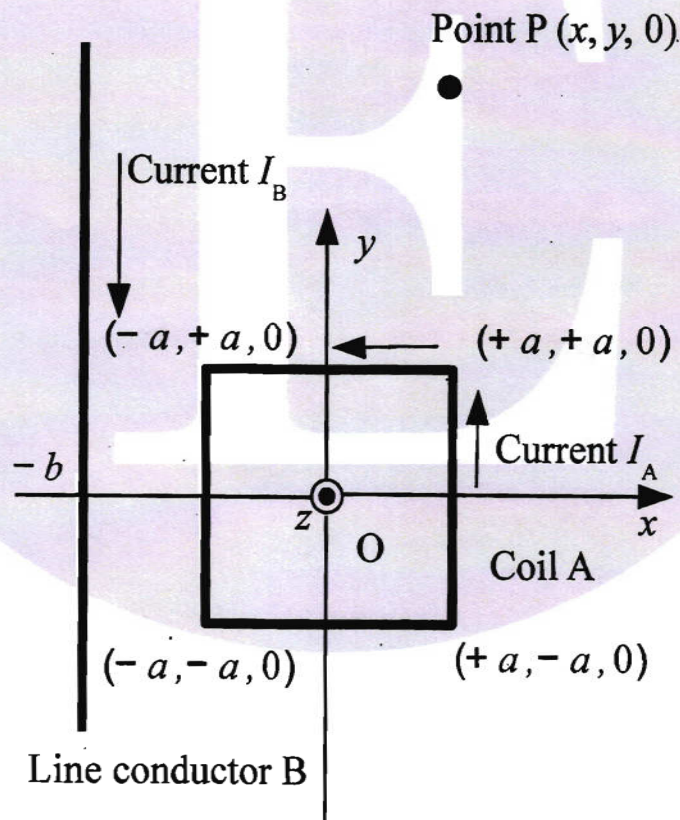


Fig. 1