

2013年度 物理学基礎論 B 試験問題

2014/01/30 鶴剛

問題は4問である。全ての解答用紙に、名前、学生番号、所属学部(および学科)、入学年、回生、組を書くこと。解答は答のみならず、それを導いた過程も示せ。問題は指定した演習書のものと若干の違いがある得る(文言、記号、問題構成など)。問題を良く読んで間違えないように。全ての問題について、誘電率と誘磁率は真空での値に一致し、それぞれ ϵ_0, μ_0 とする。

問題1

z 方向に d だけ離れた2つの点電荷 $+q$ と $-q$ がある。それぞれの位置を $(0, 0, +d/2)$ 、 $(0, 0, -d/2)$ とする。観測場所 (x, y, z) に比べて d は十分小さいと仮定する。

(1) 観測場所 (x, y, z) での静電ポテンシャルは

$$\phi = \frac{p}{4\pi\epsilon_0} \frac{z}{r^3}$$

と近似できる事を示せ。ただし、 $p = qd$ 、 $r^2 \equiv x^2 + y^2 + z^2$ である。

(2) 静電ポテンシャルから電場を求める式は

$$\vec{E} = -\nabla\phi$$

である。これを用いて観測場所 (x, y, z) における電場 $\vec{E} = (E_x, E_y, E_z)$ を求めよ。

問題2

内径 R_1 、外径 R_2 の同心球殻コンデンサーに電荷 $\pm q$ の電荷を与えた。

(1) 半径 r での電場の大きさ $E(r)$ を求めよ。ただし、 $r < R_1$ 、 $R_1 < r < R_2$ 、 $R_2 < r$ の各領域について答えること。

(2) コンデンサー全体に蓄えられるエネルギー U を求めよ。

問題は裏に続く。

問題 3

図 1 のように半径 a の円形の回路に流れる強さ I の定常電流が、円の中心 O を通り円の面に垂直な直線上の点 P に作る磁束密度 \vec{B} を考える。ただし中心 O と点 P の距離を z とする。

- (1) $z = 0$ (すなわち円の中心 O) での磁束密度の方向と大きさを求めよ。
- (2) $z \neq 0$ の点 P 上での磁束密度の方向と大きさを求めよ。

問題 4

図 2 のように半径 a の導体の円板があり、その面に対し垂直に磁束密度 B の一様な磁場がかかっている。このとき、円板を中心軸のまわりに回転させると、中心 O と円周上の点 P の間に誘導起電力 ϕ_{em} が生ずる。この現象を単極誘導という。回転の角速度を ω として、起電力 ϕ_{em} を求めよ。

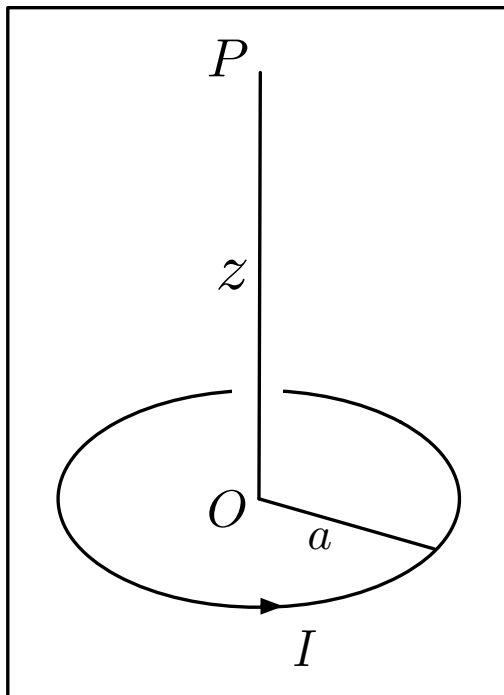


図 1

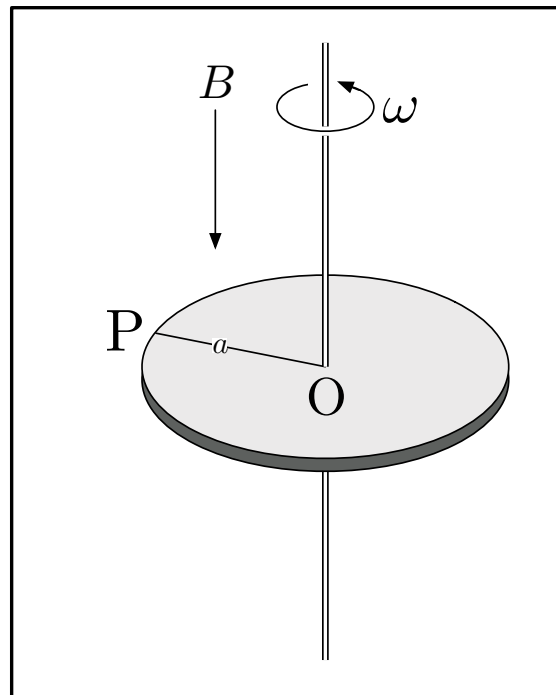


図 2

問題はここまで。