

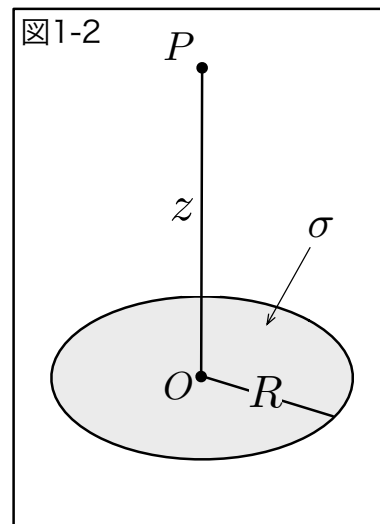
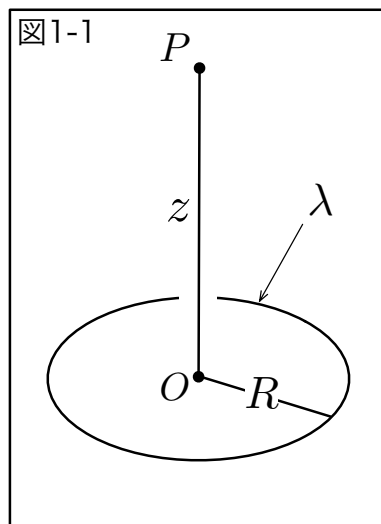
2014年度 物理学基礎論B試験問題 (2015/01/29 鶴 剛)

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や過去問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

(1) 半径 R の輪の上に線密度 λ の電荷が一様に分布しているとき、輪の中心軸上の点 P における電場を求めよ(図1-1)。ただし、輪の中心 O から点 P までの距離を z とする。

(2) 半径 R の円板上に面密度 σ の電荷が一様に分布しているとき、円板の中心軸上の点 P における電場を求めよ(図1-2)。ただし、円板の中心 O から点 P までの距離を z とする。



問題2

半径 R の無限に長い円筒の内部に電荷が一様な体積密度 ρ で分布している。

(1) 半径 r の位置で生じる電場を求めよ。

(2) 半径 r の位置で生じる電位を求めよ。ただし、円筒表面の電位を0とする。

問題は裏に続く。

問題 3

図2のように x, y 平面上の無限に広い平面上を、一定の強さの定常電流 (単位長さ当たりの電流値は $j(\text{A m}^{-1})$) が y 軸方向一様に流れている。

- (1) 生じる磁場を向きも含めて定性的に説明せよ (向きや一定か, などを答える)。
- (2) 生じる磁場の磁束密度を求めよ。

ヒント: 図2の経路 ABCDA に対してアンペールの法則

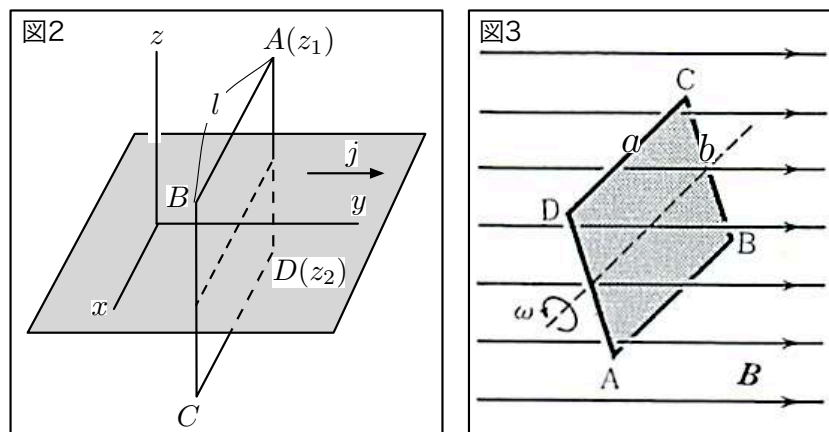
$$\oint_C \{ \vec{B}(\vec{r}) \cdot \vec{t}(\vec{r}) \} ds = \mu_0 \int_S \{ \vec{j}(\vec{r}) \cdot \vec{n}(\vec{r}) \} dS \quad (1)$$

を適用する。点 A と点 B の z 軸座標を z_1 , 点 C と点 D の z 軸座標を z_2 とする。 $z_1 > z_2 > 0$ の時や $z_1 > 0 > z_2$ の時にどうなるか考えるとよい。

問題 4

図3のように、長方形の回路 ABCDA を磁束密度 B の一様な磁場の中におき、回路を磁場に垂直な軸のまわりに一定の角速度 ω で回転させた。ただし、辺 AB および辺 CD の長さを a , 辺 BC および辺 DA の長さを b とし、時刻 $t = 0$ では辺 BC および辺 DA と磁場の向きは垂直であるとする。

- (1) 時刻 t において回路 ABCDA を貫く磁束を求めよ。
- (2) 時刻 t における回路 ABCDA を貫く磁束の時間変化を調べる事により、時刻 t において回路に生ずる誘導起電力を求めよ。
- (3) 回路の各辺の中に存在する電荷にはたらくローレンツ力を求めることで、時刻 t において各辺に生じている起電力を調べよ。さらに回路全体では (2) と同じ大きさの起電力となることを示せ。



問題はここまで。