

電磁気学 I(田中担当クラス) 試験問題

1. 一様な電荷密度 $\rho(> 0)$ で帯電した半径 a の球を考える．中心からの距離を r として，以下の問いに答えよ．
 - (a) 球の外部 ($r > a$) での電場の向きを図示せよ．
 - (b) 球の外部 ($r > a$) での電場の大きさ $E(r)$ を求めよ．
 - (c) 球の内部 ($r < a$) での電場の大きさ $E(r)$ を求めよ．
 - (d) この球を半径 $b(> a)$ の一様に帯電した薄い球殻で中心が一致するように覆ったところ， $r > b$ で電場がゼロになった．球殻の電荷面密度 σ はいくらか．

2. 無限に長い半径 a の薄い導体円筒に，軸方向の定常電流 $I(> 0)$ が一様に流れている．中心軸からの距離を R として，以下の問いに答えよ．
 - (a) 電流 I が円筒の外部 ($R > a$) に作る磁場の向きを図示せよ．
 - (b) 円筒の外部 ($R > a$) の磁場の大きさ $B(R)$ を求めよ．
(ヒント: 積分形のアムペールの法則．)
 - (c) 円筒の内部 ($R < a$) の磁場を求めよ．
 - (d) 無限に長い半径 $b(> a)$ の薄い導体円筒を元の円筒と同軸になるように置き，定常電流 $-I$ を一様に流した．(元の円筒の電流 I に変化はないものとする．) $R < a$, $a < R < b$, $R > b$ の3つの領域における磁場の大きさを求めよ．
 - (e) このときの単位長さ当りの磁場のエネルギーを求めよ．
 - (f) 無限遠で2つの円筒が接続されていると考えるとこれは1つの閉回路と見做せる．この回路の単位長さ当りの自己インダクタンスを求めよ．

3. z 軸に平行で一様な磁場 $B = (0, 0, B_z)$ があり， xy 平面上に原点を中心とする半径 a の円形回路 C が置かれている．以下では， B_0 , a_0 , ω は時間に依存しない定数とする．
 - (a) C を貫く磁束 Φ を求めよ．
 - (b) $B_z = B_0 \sin \omega t$, $a = a_0$ のとき， C に生じる起電力を求めよ．
 - (c) $B_z = B_0$, $a = a_0 t$ のとき， C に生じる起電力を求めよ．