

2008年度 物理学基礎論B 試験問題

2008/01/22 鶴剛

問題は5問です。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。解答は答えのみならず、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(記号や問題構成など)。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

半径 R の球内に一様な密度 ρ で分布する電荷を考える。

- (1) この電荷が作る電場を求めよ。
- (2) 半径 R の中に、質量 m 、負電荷 $-q$ の質点を静かに置くと、質点は単振動の運動を開始することを示し、その周期を求めよ。ただし $\rho > 0$ 、 $-q < 0$ である。

問題2

原点に点電荷 q が置かれている。

- (1) 半径無限大での電位を 0 として、半径 r での電位 $\phi(r)$ を求めよ(答えだけで良い)。
- (2) (1)の答えが原点以外の点でラプラスの方程式 $\nabla^2\phi(r) = 0$ を満たすことを示せ。

問題3

- (1) 内径 R_1 、外径 R_2 の同心球殻コンデンサーに電荷 $\pm q$ の電荷を与えたとき、コンデンサーに蓄えられるエネルギー U を求めよ。
- (2) 電解コンデンサーの構造を説明せよ。その際、電気容量を増やすためにどのような工夫がなされているか説明せよ。

問題 4

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 5

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) 生じる磁場を定性的に説明せよ。
- (2) 生じる磁場の磁束密度を求めよ。

(ヒント: 経路 ABCDA に対してアンペールの法則を適用する。点 A および B の z 軸座標を z_1, 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。)

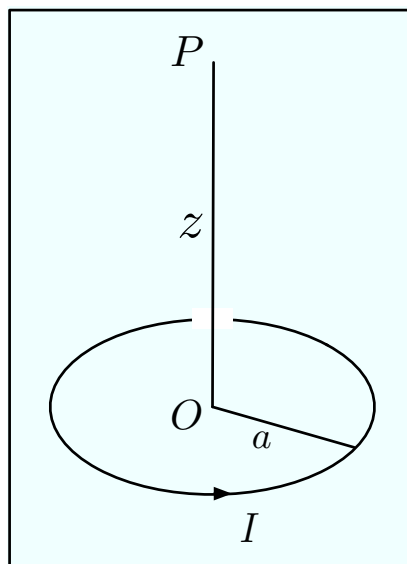


図 1

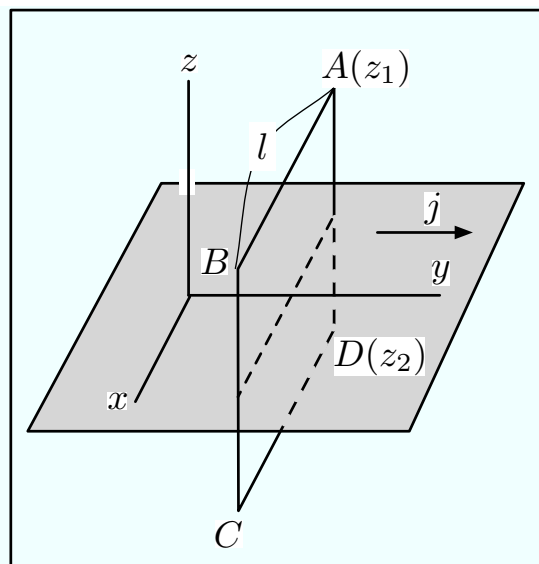


図 2

問題はここまで。