

説明がなく、式や答えのみの解答は減点する。

### 1 コンデンサー内の電磁場

異なる次元を持つ量を類似の記号で表示したので混乱させた。赤色のように修正する。

図1のように、平行板コンデンサーに交流の電流を流した。十分に広い面積  $S$  の円形の極板には電荷が様に分布し、 $Q = Q_0 \sin \omega t$  のように時間変化している。極板間は真空である。必要であれば、面電荷密度として  $\rho_0 = Q_0/S$ 、光の速さとして  $c = 1/\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$  を使ってもよい。また、問 1-1 から問 1-3 までは、時間変化が十分にゆっくりであると仮定せよ。

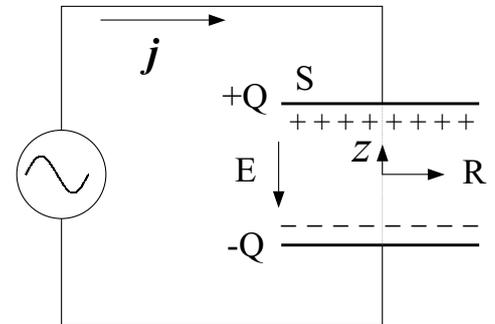


図 1: コンデンサー内の電磁場。円形の電極の中心軸を  $z$  軸とし、電極の中点を原点に取る。図中の  $R$  は点  $(x, y, 0)$  を表す位置ベクトルで、その長さは  $R = \sqrt{x^2 + y^2}$  である。

問 1-1 ガウスの法則 ( $\text{div} D = \rho$ ) より、極板間の電場  $E$  を求めよ。

( $\rho$  は、単位体積あたりの電荷量)

問 1-2 アンペール・マクスウェルの法則 ( $\text{rot} H = j + \frac{\partial D}{\partial t}$ ) より、極板間の磁場  $B$  を求めよ。

問 1-3 スカラーポテンシャル  $\phi$  を求めよ。ただし、原点を電位の基準 ( $\phi = 0$ ) とせよ。

問 1-4 時間変化するベクトルポテンシャル  $A = (0, 0, \frac{\mu_0\omega Q_0 R^2}{4S}) \cos \omega t$  より磁場  $B = \text{rot} A$  を求め、問 1-2 で求めた結果と比較せよ。

問 1-5 上で求めた電磁ポテンシャル  $A$  と  $\phi$  より、電場  $E = -\frac{\partial A}{\partial t} - \text{grad} \phi$  を求めよ。また、この結果と問 1-1 で求めた結果の相違点を物理的に述べよ。

問 1-6 ポインティングベクトル  $E \times H$  を求め、電磁場のエネルギーの流れについて述べよ。

問 1-7 上で求めた電磁ポテンシャル  $A$  と  $\phi$  から、ローレンツゲージの電磁ポテンシャル  $A_L$  と  $\phi_L$  を求めよ。具体的には、 $(\Delta - \epsilon\mu \frac{\partial^2}{\partial t^2})\chi = -(\text{div} A + \epsilon\mu \frac{\partial \phi}{\partial t})$  をみたす任意の関数  $\chi$  で、ゲージ変換  $A_L = A + \text{grad} \chi$ ,  $\phi_L = \phi - \frac{\partial \chi}{\partial t}$  すればよい。

### 2 直線偏光を使った実験

光の実験をしよう。手元にあるツールは、「レーザーポインター」「鏡」「レンズ」「虹彩絞り」「透明のガラス板」「分度器」「定規」である。これらを使って次の実験をおこなう際の実験手順と測定原理を、図・グラフや式などを用いつつ説明せよ。 次の小問を加えた方がよかった。 問 2-0 直線偏光について述べよ。

問 2-1 レーザーポインターの光が直線偏光であることを確かめよ。

問 2-2 ランダムな偏光である太陽光から直線偏光を取り出せ。

問 2-3 直線偏光であるレーザーポインターの光を使って、ガラス板の屈折率を求めよ。

(キーワード) 偏向面、入射面、入射角、反射率、透過率、屈折角、ブリュースタ角、境界条件、ポインティングベクトル、エネルギー保存