

プラズマ工学試験問題

1. プラズマ周波数を重なったプラスとマイナスの電荷シート (縦横の長さは単位長さとする) を考えることによって求める. プラスのシートには, $+e$ の電荷が単位面積当り n 個, マイナスのシートには $-e$ の電子が単位面積当り n 個均一に分布しているとする.
 - (1) マイナスのシートが δx だけずれたとする (プラスのシートは, 固定されているとする). ずれた部分に含まれるマイナスの全電荷量 σ を求めよ.
 - (2) ずれた部分に発生する電場 E の大きさは, $E = \sigma/\epsilon_0$ と表わされる. δx の位置にある電子に働く力を考えて, 運動方程式を求めなさい. ただし, 電子の質量を m とする.
 - (3) 上で求めた運動方程式は単振動の式である. この方程式を解き, 固有振動数 (プラズマ振動数) を求めなさい.
2. プラズマ中の電磁波の分散関係は, $\omega^2 = \omega_p^2 + c^2 k^2$ で与えられる. ただし, ω_p は, プラズマ周波数である.
 - (1) この分散関係を図示せよ. ただし, 漸近線も求めて図示せよ.
 - (2) この式より電磁波の波長は, プラズマ密度の増加とともにどのように変化するか. 分散関係を用いて説明せよ.
 - (3) 角周波数 ω_0 の電磁波が $x > 0$ の方向に伝搬しているとする. プラズマの密度分布が, $x < 0$ で $n = 0$, $x > 0$ では, $n = n_0 x$ と増加しているとする. この電磁波は x がいくらの所で反射するか. また, そこ (反射点) での密度を ω_0 を用いて表わせ.
 - (4) プラズマ中の電磁波の位相速度と群速度を求めよ. また, 位相速度の最小値および群速度の最大値が光速 c であることを示せ.
 - (5) 分散関係は, 電磁波の角周波数 ω_0 が プラズマ周波数 ω_p より大きくないと伝搬できないことを示している. この事実を「プラズマ周波数がプラズマの固有振動数であること」と, 「電子が電磁波の電場で運動しそこに出きる電場を考えること」によって, 説明せよ.