

電磁気学 I 宿題

担当: 森川 良忠

平成 22 年 11 月 30 日出題

1.

密度 5×10^{10} 個/cm³ で分布している 2 価の正イオンが, 全て 10^7 cm/sec の速さで西へ動いている. 同じ領域に密度 10^{11} 個/cm³ で分布している電子が, 10^8 cm/sec の速さで東北へ動いている. (如何にしてそのような状態を保っているかは問わないことにする.) 電流密度 $\vec{i}$ の方向はどちらを向くか? その大きさは何 A/cm² であるか?

2.

図 1 (裏面) のような平行平面をそれぞれ陰極, 陽極とする二極真空管を考える. (教科書の問題と少し異なるので注意!) 両極の距離は d , 面積は各々 A で, 陰極から出て陽極へ向かう電子の流れによる電流を I とする. 陰極の電位を 0 としたとき, 陽極の電位は正に $\Delta\phi$ に保たれている. 電流は非常に小さく, 空間電荷によって電場は乱されないものとする. また電子が陰極を離れるときの初速は 0 と仮定する. 以下の問いに答えよ.

(1) 電流密度の大きさ i を陰極からの距離 x の関数として表せ.

(2) 電子の速度 v , および, 空間電荷密度 ρ を陰極からの距離 x の関数として表せ.

金属中
 $m \frac{dv}{dt} = -eE$

金属中では 1 価電子が散乱される
不純物(イオン).
振動もする.

3.

銀のような金属で, 伝導電子の数を原子の数と同数であると考ええると, 直径 1mm の銀線に 30A の電流を流したとき, 伝導電子の平均の流速 v はどれほどになるか? 概略値を答えよ.

4.

図 2(裏面) の様な四つのコンデンサーを組み合わせたコンデンサーを考える.

(1) 全体の容量を求めよ.

(2) 図のように入力端子に電位差 V をかけたとき, C_1 に蓄積される電荷はいくらか?

5.

図 3(裏面) の回路の両端 AB に電圧 V をかけたとき, 図の電流 I_0 の強さを最小にするには, P 点の位置を CD 間のどこにすれば良いか?

6.

図 4 (裏面) に示すように, 4 個の抵抗 R_1, R_2, R_3, R_4 と, 内部抵抗が小さい起電力 ϕ の電池, および, 検流計 G を接続する. これをホイーストン・ブリッジといい, 電気抵抗の精密測定に用いる. 今, R_1 と R_2 は既知の抵抗とし, R_3 を連続的に変えて G を流れる電流を 0 にしたとき, 未知の抵抗 R_4 の値はいくらか? またこのとき図の電流 I の大きさを求めよ.