

電磁理論 IA & IB (A クラス) ミニツレポート⑥	2009 年 6 月 12 日	学籍番号		氏名		評点	
----------------------------------	-----------------	------	--	----	--	----	--

(基本的な電磁量)

(1) 1 m^3 当たり 2 個の電子(質量 m , 電荷 $-e$)が存在する均一な場がある.

1-1 この場の電荷密度 ρ を求めよ.

$$\rho = -2e$$

1-2 振動電界 $\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \sin \omega_c t$ を印加したとき, 一つの電子に対する運動方程式を立てよ.

$$\begin{aligned} f, 2 \quad \mathbf{F} &= -e\mathbf{E} = m \frac{d\mathbf{v}}{dt} \\ \frac{d\mathbf{v}}{dt} &= -\frac{e\mathbf{E}_0}{m} \sin \omega_c t \quad \text{--- (1)} \end{aligned}$$

1-3 このときの電流密度 $\mathbf{J}$ を求めよ. 但し, $t=0$ で $\mathbf{v}=\mathbf{0}$ とする.

$$\begin{aligned} \text{①を解いて} \quad \mathbf{v} &= \frac{-e\mathbf{E}_0}{m} \left(-\frac{1}{\omega_c} \cos \omega_c t \right) + C \\ t=0 \text{ で } \mathbf{v} &= \mathbf{0} \text{ より } C = -\frac{e\mathbf{E}_0}{m\omega_c} \\ f, 2 \quad \mathbf{J} &= \rho \mathbf{v} \\ &= -2e \left(\frac{e\mathbf{E}_0}{m\omega_c} \cos \omega_c t - \frac{e\mathbf{E}_0}{m\omega_c} \right) \\ &= \frac{2e^2 \mathbf{E}_0}{m\omega_c} (1 - \cos \omega_c t) \end{aligned}$$

(2) 導体中を 1 A の自由電子による導電電流(伝導電流)が流れている.

2-1 1 秒当たり何個の自由電子が流れていることになるか. ただし電子の素電荷を, $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ とする.

$$\frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.3 \times 10^{18} \text{ 個}$$

2-2 しかし, 対流電流と異なり, 実際にこの個数が導体中を移動しているわけではない. この観点から, 導電電流(伝導電流)と対流電流の違いを簡単に述べよ.

(解答例) 対流電流: 電荷を運ぶ媒体が移動する. (熱の対流と同じ)

伝導電流: 電荷を運ぶ媒体は移動せず, 電流だけが流れる. (熱の伝導と同じ)

(3) 電気双極子モーメント $\mathbf{p}$ に電界 $\mathbf{E}$ 及び磁界 $\mathbf{B}$ を印加するとき電気双極子に働く偶力(トルク) $\mathbf{T}_e$ を求めよ.

$$\mathbf{T}_e = \mathbf{p} \times \mathbf{E}$$