

ITC-LMS でファイルを提出せよ。手書きレポートを画像に変換してもよいが、鮮明であることに注意。〆切は 7 月 30 日。

問 1 : 銀河をとりまくプラズマ

銀河をとりまくプラズマが以下のパラメータを持つとする。温度 $T = 1 \text{ keV}$ 、イオン密度=電子密度 $= n = 10^2 \text{ m}^{-3}$ 、磁場 $B = 10^{-10} \text{ T}$ 。この時、プラズマの圧力 $2nkT [\text{Pa}]$ 、磁場の圧力 $B^2/2\mu_0 [\text{Pa}]$ 、水素イオン（陽子）の熱速度 $v_i [\text{m/s}]$ 、この速度の水素イオンのサイクロトロン半径 $\rho_i [\text{m}]$ 、電子の熱速度 v_e 、この速度の電子のサイクロトロン半径 ρ_e を有効数字 1 桁で求めよ。ただし、熱速度は $v = \sqrt{kT/m}$ で定義する。

問 2 : ドリフト

xyz 直交空間で、 z 方向に一樣な磁場 $B_z (>0)$ がかかっている、電子と（正）イオンがサイクロトロン運動をしているとする。

(1) xy 座標をかいて、電子とイオンのサイクロトロン運動の様子を、運動の向きがわかるように示せ。ただし、レポート用紙表向き（手前向き）を z 軸の正とする。

(2) y 方向正の向きに一樣な電場 $E_y (>0)$ がかかっている時の電子とイオンの $E \times B$ ドリフトの様子を図で説明せよ。

問 3 : 遁走電子

プラズマの電気抵抗は電子（質量 m_e 、電荷 $-e$ ）の電場 E による加速とイオンとの衝突がバランスしたところで決まる。ところが、ある条件では、電場による加速が勝り、電子は加速され続ける。このような電子を遁走電子と呼ぶ。

(1) 電子の（電場に平行な）速さを v_e 、電子のイオンとの衝突時間を τ_{ei} とし、運動方程式を記せ。

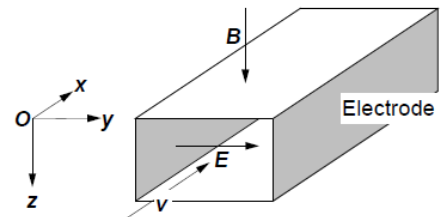
(2) 衝突時間 τ_{ei} が $\tau_{ei} = \frac{\epsilon_0^2 m_e^2 v_e^3}{n e^4}$ (n は密度) で表されるとき、遁走電子が生じるための電場 E の条件を求めよ。

問 4 : MHD 推進

下図のように矩形の管内に MHD 流体が満たされており、ここに、一樣で定常的な磁場 $\mathbf{B} = (0, 0, B), B > 0$ 、電場 $\mathbf{E} = (0, E, 0), E > 0$ をかけた時に MHD 流体中に一樣で定常的な電流密度 $\mathbf{j} = (0, j, 0), j > 0$ と定常的な流れ $\mathbf{v} = (v, 0, 0), v > 0$ が生じたとする。

(1) $\mathbf{v}$ が定常的であるためには力の釣り合いから単位体積あたりに外力 $\mathbf{f}$ がはたらかなければならない。MHD 流体における Ohm の法則 $\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B} = \eta \mathbf{j}$ を用いて $\mathbf{f}$ を $\mathbf{E}, \mathbf{v}, \mathbf{B}, \eta$ で表せ。

(2) 外力に対して MHD 流体の行う仕事は単位時間・単位体積当たり $-\mathbf{f} \cdot \mathbf{v}$ である。一方 MHD 流体への入力パワーは単位体積当たり $\mathbf{E} \cdot \mathbf{j}$ である。パワーの収支を式を用いて説明せよ。



問 5 : 波

磁力線に平行に伝搬する角周波数 ω の R 波、L 波の屈折率 N_{RL} の二乗は、下記のようにあらわされる。

$$N_{R,L}^2 \approx 1 - \frac{I_e^2}{\omega^2} \pm \frac{I_e^2 \Omega_e}{\omega^3} \left(I_e^2 = \frac{ne^2}{m_e \epsilon_0}, \Omega_e \equiv \frac{eB}{m_e} \right)$$

磁場 B 、密度 n が十分に薄く一樣だとして、距離 L 伝搬後の R 波と L 波の位相差を求め、それが B と n にどのような依存性を持つかを記せ。

問 6 : 人工的なプラズマの説明

人工的なプラズマを 1 つ取り上げ、文献などを調べて、説明せよ。1 ページ以内となるように。また、参考とした文献のリストや情報源のリストを載せること。