

4300326 *Introdução à Física de Plasmas e Fusão Termonuclear Controlada*
IF-USP
4° Lista
(para a 2° prova)

1) A partir da equação de movimento dos elétrons, da equação de conservação de massa e da equação de Poisson, obtenha a relação de dispersão da onda eletrostática (associada ao movimento dos elétrons) que se propaga em um plasma uniforme e frio ($KT_e = KT_i = 0$), sem campos elétrico e magnético de equilíbrio.

2) Em um plasma num tubo de descarga, uma onda se propaga na direção x , com uma frequência angular $\omega = 30$ kHz e um número de onda k . As oscilações do potencial elétrico, medidas em duas sondas em $x_1 = 10$ cm e $x_2 = 12$ cm são dadas por:

$$\varphi_1 = a \cos(kx_1 - \omega t) \quad ; \quad \varphi_2 = a \cos(kx_2 - \omega t),$$

As series temporais medidas em x_1 e x_2 são semelhantes, mas a oscilação $\varphi_1(t)$, em x_1 , está adiantada em relação à oscilação $\varphi_2(t)$, em x_2 , por um intervalo de tempo de 1×10^{-5} s. Determine:

- a) a velocidade de fase da onda (na direção x),
- b) o sentido de propagação dessa onda (justifique),
- c) o valor de k .

3) Em um plasma uniforme e frio ($KT_e = KT_i = 0$) com densidade de partículas n_0 , ondas eletromagnéticas, devido ao movimento dos ions, se propagam na direção do campo magnético uniforme ($\vec{B}_0 = B_0 \vec{e}_z$; $\vec{B}_1 = B_1 \vec{e}_y$; $\vec{E}_1 = E_1 \vec{e}_x$; $\vec{k} = k \vec{e}_z$) com

uma relação de dispersão aproximadamente dada pela equação: $\frac{\omega}{k} = \frac{B_0}{\sqrt{\mu_0 \rho}}$. Essa

onda se propaga com uma frequência ω relativamente baixa, isto é, $\omega \ll \Omega_c \ll \omega_c$, onde Ω_c e ω_c são, respectivamente, as frequências ciclotrônicas dos ions e dos elétrons.

a) Sendo conhecidos k e ω , calcule a razão E_1 / B_1 .

b) Da equação de movimento dos ions obtenha o resultado aproximado:

$$v_{ix} \approx 0 \quad \text{e} \quad v_{iy} \approx -E_1 / B_0$$

c) Da equação de movimento dos elétrons obtenha o resultado aproximado:

$$v_{ex} \approx 0 \quad \text{e} \quad v_{ey} \approx -E_1 / B_0$$

d) Mostre que, a aproximação dos itens b, c, permite interpretar o deslocamento dos

íons e elétrons como causados pela deriva dada pela velocidade $\vec{v}_d = \frac{\vec{E}_1 \times \vec{B}_0}{B_0^2}$.