

SERIE N° 3

Exercice 1

Un plasma neutre est constitué d'électrons libres et d'ions positifs considérés comme fixes dans le référentiel d'étude supposé galiléen.

On note n la densité volumique des électrons de masse m et de charge $-e$.

On suppose qu'à l'intérieur du plasma, les électrons sont seulement soumis à un champ électrique **uniforme** s'écrivant :

$$\underline{E}(t) = E_0 \exp(-i\omega t)$$

1. Montrer que l'on peut alors associer à ce plasma une conductivité complexe $\underline{\gamma}$ (on se placera en régime sinusoïdal forcé).
2. Quelle est la signification physique d'une telle conductivité d'un point de vue énergétique ?
3. D'un point de vue quantitatif, quelle est la différence entre ce modèle de plasma et un métal ? Quelle en est la conséquence en ce qui concerne la conductivité ?

Exercice 2

Un plasma neutre est constitué d'atomes ionisés dans le vide. On note n la densité volumique d'électrons libres ainsi produits. Les ions positifs, beaucoup plus lourds, seront considérés comme immobiles.

On désire propager une onde électromagnétique plane monochromatique dans ce plasma.

1. Montrer que la propagation est possible à condition d'avoir une certaine relation entre \mathbf{k} et ω que l'on déterminera. On fera apparaître une pulsation de coupure caractéristique.
2. Calculer la vitesse de phase $v_\varphi = \frac{\omega}{k}$
3. Calculer la vitesse de groupe $v_G = \frac{d\omega}{dk}$
4. Calculer numériquement la fréquence caractéristique apparue dans la question 1 dans le cas de l'ionosphère.

Données:

- Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C
- Masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg
- $n = 10^{12}$ m⁻³ pour l'ionosphère