

## "QUESTIONS DE COURS"

a) Donner la définition de la température et la déterminer les champs de vitesse macroscopique et de température.

b) Décrivez qualitativement et quantitativement l'évolution temporelle de cet ensemble d'électrons.

**Question 1 :** Rappeler l'équation de transport dans le cas général, sans détailler les sources. Vous rappelerez la définition précise de chacune des grandeurs employées et commenterez qualitativement (brièvement) chacun des termes de l'équation.

**Question 2 :** Rappeler le résultat que nous avons obtenu en cours concernant l'atténuation d'un rayonnement incident sur une couche absorbante homogène. Quelles images physiques associez-vous à ce résultat ? Pouvez-vous citer des configurations concrètes en rayonnement où ce résultat serait faux ?

**Question 3 :** Rappeler le résultat que nous avons obtenu en cours concernant le rayonnement sortant d'une couche absorbante homogène lorsqu'aucun rayonnement n'est incident sur la couche. Quelles images physiques associez-vous à ce résultat ? Pouvez-vous citer des configurations concrètes en rayonnement où ce résultat serait faux ?

## "PROBLEME"

On étudie un flot d'électrons (masse  $m$ , charge  $q$ ) soumis à un champ électrostatique uniforme  $\vec{E}$ . Dans le problème, vous utiliserez l'équation de transport (ce qui ne vous empêche pas de raisonner à l'aide de la mécanique du point dans toutes les phases d'analyse) et vous chercherez autant que possible à construire et utiliser des images physiques voisines de celles que nous avons construites en cours à propos du rayonnement.

**Question 1 :** Dans cette question le champ électrostatique est nul et les électrons sont dans le vide. A l'instant initial, la densité d'électron  $\eta$  suit la distribution gaussienne suivante :

$$\eta(\vec{x}, t = 0) = N \left( \frac{1}{\pi \sigma_x^2} \right)^{3/2} \exp \left( -\frac{\vec{x}^2}{\sigma_x^2} \right)$$

Le nombre total d'électrons est donc  $N$  et la variance est  $\sigma_x^2$ . Toujours à l'instant initial, la distribution de vitesse des électrons est indépendante de l'espace. Elle suit la distribution gaussienne suivante, de variance  $\sigma_v^2$  :

$$p_v(\vec{v}|\vec{x}, t = 0) = \left( \frac{1}{\pi \sigma_v^2} \right)^{3/2} \exp \left( -\frac{\vec{v}^2}{\sigma_v^2} \right)$$

- a) Donner la fonction de distribution à l'instant initial et déterminer les champs de vitesse macroscopique et de température.
- b) Décrivez qualitativement et quantitativement l'évolution temporelle de cet ensemble d'électrons.
- c) Vous essayerez de décrire qualitativement l'évolution spatio-temporelle des champs de vitesse macroscopique et de température.
- d) Dans ces raisonnements, avez-vous utilisé le nombre  $N$  d'électrons ? Quel sens physique pourrait avoir une étude de ce type dans le cas particulier  $N = 1$  ?

**Question 2 :** Dans cette question le champ électrostatique est nul et les électrons sont dans un milieu purement "absorbant" : le seul mécanisme collisionnel possible est une recombinaison avec un ion qui conduit à la disparition de l'électron. On peut supposer que le libre parcours moyen  $\lambda$  est indépendant de la vitesse.

- a) Que pouvez-vous dire de la transmission d'un faisceau d'électrons incidents sur une couche d'un tel milieu ? Quel lien pouvez-vous faire avec la transmission du rayonnement à travers une couche absorbante homogène ? En particulier, quel est le rôle joué par la distribution de vitesse ?
- b) Reprenez la question 1 avec ce nouveau milieu.

**Question 3 :** Que devez-vous changer dans les raisonnements précédents si le champ électrostatique est non nul ?

**Question 4 :** Que devez-vous changer dans les raisonnements précédents si en plus de l'«absorption», le milieu est caractérisé par une source volumique d'électrons correspondant à l'expression suivante (voir dans le cours pour la définition de  $S$ ) ?

$$S(\vec{x}, \vec{v}, t) = A \left( \frac{1}{\pi B} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{\vec{v}^2}{B}\right)$$

où  $A$  et  $B$  sont des constantes. En particulier pouvez-vous caractériser la distribution des électrons en régime stationnaire ?

$$s(\vec{x}, t=0) = N \left( \frac{1}{\pi \sigma^2} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{\vec{x}^2}{\sigma^2}\right)$$

Le nombre total d'électrons est donc  $N$  et la variance est  $\sigma^2$ . D'après la question 1, à l'instant initial, la distribution de vitesse des électrons est indépendante de l'espace. Elle est la distribution gaussienne suivante, de variance  $\sigma^2$ .

$$p(\vec{v}, t=0) = \left( \frac{1}{\pi \sigma^2} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{\vec{v}^2}{\sigma^2}\right)$$