Diffusion de particules

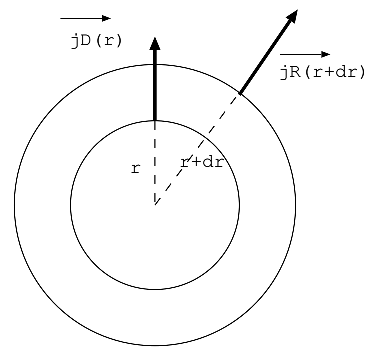
I. Temps de diffusion

On note $n(x,t)$ la densité particulaire et D le coefficient de diffusion. Donner sans démonstration l'équation de diffusion vérifiée par $n(x,t)$ en absence de production de particules. en déduire l'ordre de grandeur du temps nécessaire pour qu'un peu de sucre déposé au fond d'un verre d'eau en son centre diffuse dans l'ensemble du verre (en négligeant la convection).

II. Barreau d'uranium

Soit un barreau d'uranium assimilé à un cylindre de rayon R et de longueur L. Dans ce barreau, on note $n(r,t)$ la densité de neutrons par unité de volume, $\overrightarrow{j_D} = j_D(r,t)\overrightarrow{e_r}$ le vecteur densité de courant de neutrons et D le coefficient de diffusion des neutrons. Ce barreau est le siège de réactions nucléaires qui produisent des neutrons, on note p le nombre de netrons produits par unité de volume et de temps.

1. Soit le système élémentaire compris entre les cylindres de rayons r et $r+dr$ et de longueur L (avec $r+dr < R$). On note δN_e, δN_s et δN_p, le nombre de neutrons qui entrent, qui sortent et qui sont produites entre t et $t+dt$ dans ce système élémentaire. On note $N(t)$ et $N(t+dt)$ les nombres de neutrons présents dans le système aux instants t et $t+dt$.



1.a. Exprimer le volume de ce système.

1.b. Exprimer δN_e, δN_s, δN_p, $N(t)$ et $N(t+dt)$ en fonction des données.

1.c. En déduire le bilan local de conservation du nombre de neutrons.

2. Ecrire la loi de Fick et expliquer son sens physique. Préciser l'unité de D et donner son ordre de grandeur pour la diffusion de neutrons dans l'uranium.

3. Montrer qu'en régime stationnaire on a $\dfrac{d}{dr}(r\dfrac{dn}{dr}) = -\dfrac{pr}{D}$. Donnée: $\overrightarrow{\text{grad}}T(r) = \dfrac{dT}{dr}\overrightarrow{e_r}$.

4. Exprimer la densité volumique de neutrons en fonction de p, r, D et n_0, la densité neutronique au centre du barreau en $r = 0$.