Exercice 1 : Marche de potentiel

Une particule de masse m et d'énergie E arrive de $x = -\infty$ sur une marche de potentiel de hauteur $V_0 > E$ située en $x = 0$.

1. Que se passe-t-il en mécanique classique ?
2. On s'intéresse à des états stationnaires $\psi(x, t) = \phi(x) \exp\left(i\frac{Et}{\hbar}\right)$. Déterminer $\phi(x)$ dans les différents domaines. On posera $k = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$ et $\alpha = \sqrt{\frac{2m(V_0 - E)}{\hbar^2}}$.
3. Calculer le coefficient de réflexion en amplitude r puis son module.
4. On donne $j(x, t) = \frac{i\hbar}{2m} \left(\psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} - \psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} \right)$. Que représente $|j|dt$? Donner les vecteurs densité de courant de probabilité incident et réfléchi j_i et j_r . Que peut on dire du facteur de réflexion R défini comme $\frac{j_r}{j_i}$?
5. Déterminer le facteur de transmission de la barrière T .

Exercice 2 : Centrale électrique (CCINP)

Une centrale électrique est une machine ditherme fonctionnant entre une source chaude $T_1 = 593 \text{ K}$ (coeur du réacteur) et une source froide constituée par l'eau d'un fleuve à la température $T_2 = 293 \text{ K}$. On considère une centrale fournissant à l'alternateur une puissance utile $P = 1 \text{ GW}$.

1. Dessiner le cycle de Carnot correspondant en indiquant le nom des différentes transformations. Est-ce un cycle moteur ou récepteur ?
2. Déterminer l'expression du rendement maximal atteignable pour une centrale fonctionnant avec ces deux sources. En déduire le rendement effectif η qui est égal à 60% du rendement maximal.
3. Déterminer alors q_1 la chaleur par unité de temps reçue de la source chaude.
4. En déduire q_2 la chaleur par unité de temps fournie à la source froide.
5. Le débit volumique du fleuve est $D_v = 300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. En déduire l'élévation de température $\Delta\theta$ du fleuve due au rejet de chaleur de la part de la centrale. Commenter la valeur obtenue.

Données : capacité calorifique massique de l'eau liquide $c_e = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, masse volumique de l'eau liquide $\rho_e = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.