

Licence 3^{ème} année, Parcours Sciences de la Matière
Introduction au monde quantique
Contrôle continu du Novembre 2004 (2h)

1) **Réfraction pour une particule quantique**

Quand un neutron lent pénètre dans un matériau, il est soumis de la part du matériau à un potentiel moyen V_0 que l'on considère comme uniforme.

On considère une situation où le matériau occupe la région $z < 0$. Un faisceau de neutrons d'énergie E arrive avec un angle d'incidence θ ?

?

a) Faire un schéma de la situation. Indiquer les différents faisceaux de neutrons qui peuvent exister.

b) Démontrer que les neutrons qui pénètrent dans le matériau (réfractés) le font avec un angle de réfraction θ' que l'on calculera en fonction de E , V_0 et θ ?

?

Application numérique : $E = 0,01 \text{ eV}$, $\theta = \pi/4$, $V_0 = 0,005 \text{ eV}$

2) **Longueur d'onde de de Broglie**

Un électron et un photon ont chacun une longueur d'onde de $0,2 \text{ nm}$. Calculez :

(a) leur quantité de mouvement.

(b) leur énergie cinétique.

3) **Modèle de Bohr**

Utilisez les règles de quantification de Bohr pour calculer les niveaux d'énergie dans un potentiel donné par $V(r) = V_0 (r/a)^k$

Dans la limite où k est très grand, représentez qualitativement la forme du potentiel et discuter le comportement des niveaux d'énergie.

4) **Théorème du Viriel**

En une dimension, on considère une particule d'Hamiltonien

$$H = P^2/2M + V(X)$$

Où X , P désignent les opérateurs position et impulsion, M la masse, et $V(X) = A X^n$

a) Calculer le commutateur $[H, XP]$.

b) Dédire du résultat une relation simple entre les énergies cinétiques et potentielles moyennes d'un état stationnaire de H .