

Puits Quantique

Auteurs : *PERIER Léo, FISSOT Claire*

Date : 2019

1. Présentation

Le but du programme est d'observer les fonctions d'onde des états liés dans un puits quantique fini mais aussi de voir leur évolution lorsque l'on modifie la largeur et la profondeur du puits.

Dans un premier temps nous recherchons l'intersection entre un cercle et une tangente pour les fonctions symétriques ou une cotangente pour les fonctions anti-symétriques. En effet les équations liants les vecteurs d'onde et les coefficients d'atténuation sont les suivantes :

- un cercle d'équation:

$$(ka)^2 + (qa)^2 = \frac{2mV_0 a^2}{\hbar^2}$$

- pour les états paires

$$qa = ka \cdot \tan(ka)$$

- pour les états impaires

$$qa = -ka \cdot \cotan(ka)$$

Les intersections trouvées nous donnent les valeurs des vecteurs d'onde k et q .

Dans un deuxième temps, le programme trace le puits et les fonctions d'ondes dedans ainsi que les ondes évanescentes sur les côtés. Nous pouvons noter les équations des fonctions d'ondes :

- dans le puits :

$$y = A \cdot \cos(kx) \text{ pour les états paires et}$$

$$y = A \cdot \sin(kx) \text{ pour les états impaires}$$

- et à l'extérieur pour les ondes évanescentes

$$y = B \cdot \exp(-qx) \text{ pour les } x \text{ positif et}$$

$$y = B \cdot \exp(qx) \text{ pour les } x \text{ négatif}$$

2. Mode d'emploi

Une fois le programme lancé, une fenêtre apparaît avec à gauche le graphique des intersections entre le cercle et la tangente ou la cotangente, et à droite le puits quantique avec les fonctions d'ondes.

En dessous des graphiques, il y a deux boutons qui sont la largeur du puits noté : a et la profondeur du puits noté : V . Avec la souris, on peut ainsi faire varier ces 2 paramètres.

Le programme prend en compte les nouvelles valeurs et on peut voir les fonctions d'ondes varier ainsi que le nombre d'intersections augmenter ou diminuer.

Le programme prend des valeurs que l'on a initialisées pour pouvoir tracer les fonctions d'ondes sans que l'utilisateur n'est à choisir des valeurs. Ces valeurs peuvent être modifiées en changeant le programme.

Un autre paramètre qui peut être modifié est la précision. Pour la recherche des intersections par dichotomie, nous avons choisis une précision qui peut, de même que les valeurs initiales, être modifié dans le programme.

3. Fonctionnement du programme

Notre programme est structuré en deux grandes parties : une première qui permet de créer les différentes fonctions qui vont nous servir pour la deuxième partie qui réunit les différentes lignes de code pour tracer les différents éléments.

Ainsi nous trouvons dans la première partie 8 fonctions : les trois premières sont les fonctions qui définissent le cercle, la tangente et la cotangente. Les deux suivantes sont celles qui établissent les soustractions entre : la tangente et le cercle pour les états symétriques et la cotangente et le cercle pour les états antisymétriques. Pour trouver les intersections, il suffira de trouver les zéro des deux précédentes fonctions, nous avons choisi une méthode par dichotomie, c'est ce que réalise la sixième fonction. La septième divise toutes les solutions obtenues par le paramètre a pour obtenir la liste des vecteurs d'onde. Et la dernière calcule à partir d'une liste d'abscisse, les ordonnées des fonctions d'ondes ainsi que des ondes évanescentes.

Dans la deuxième partie, nous avons une première grande fonction, divisées en 3 sous parties pour : tracer les trois fonctions (cercle, tangente et cotangente) dans la partie gauche de la fenêtre graphique, tracer le puits et les fonctions d'ondes dans la partie droite de la fenêtre, et créer les deux boutons pour faire varier la profondeur et la largeur du puits dans la partie du bas de la fenêtre graphique. Et la deuxième fonction permet, lorsque l'on modifie un ou les deux paramètres de tout effacer instantanément et tout retracer avec la ou les nouvelles valeurs.