Problèmes à Deux-Particule de la Mécanique Quantique Déformée

Étudiantes: ***Naoual halassa et safia Ben othmane ****

Directeur du mémoire de Master : ***Hadjira BENZAIR*****

Laboratoire LRPPS , Département de Physique, Faculté des Mathématiques et des Sciences de la Matière,
Université Kasdi Merbah Ouargla, Ouargla 30000 Algérie

** benzair.hadjira@gmail.com, *safa231995@gmail.com et * Master nawal@gmail.com

Résumé: Dans le cadre de la mécanique quantique non-relativiste, nous allons traiter par le formalisme des intégrales de chemin le comportement à deux particules avec potentiels de couplage cinétiques et sans spin, pour quelques potentiels importants; par exemple, le oscillateur harmonique, le puits infini et le potentiel de Morse. De plus, nous pourrons étudier ce type de système dans la géométrie de l'espace de phase non-commutative d'un oscillateur harmonique, ainsi que dans l'existence de la distance minimale, pour l'interaction de la fonction de delta de Dirac et l'interaction de Coulomb.

Les mots-clés: Propagateur, Fonction de Green , L'équation de Schrödinger, Méthode de Duru-Kleinert

1. Introduction

Dans notre travail, nous allons utiliser dans premier partie, la construction standard du la formulation d' intégrale de chemin pour le système à deux particules avec potentiels de couplage cinétiques et sans spin. Des exemples simple dans la mécanique quantique standard non-relativiste ont été donnés, le oscillateur harmonique, le puits infini et le potentiel de Morse, qui a été traité exactement dans l'espace de configuration. pour la mécanique quantique déformée, nous pourrons étudier ce type de système dans la géométrie de l'espace de phase non-commutative, avec l'interaction de l'oscillateur harmonique. Ainsi que dans l'existence de la distance minimale non zéro, avec l'interaction de la fonction de delta de Dirac et l'interaction de Coulomb.

2. Le problème deux-corps en mécanique quantique standard

Le propagateur est donné par

$$\mathcal{K}(\mathbf{X}_f,\mathbf{X}_{in},t_f;\mathbf{x}_f^{(r)},\mathbf{x}_{in}^{(r)},t_{in}) = \lim_{N\to\infty}\int\prod_{j=1}^{N}d\mathbf{X}_j\prod_{j=1}^{N+1}\left(\frac{1}{4\pi i\hbar\varepsilon\beta}\right)^{3/2}\int\prod_{j=1}^{N}d\mathbf{x}_j^{(r)}\prod_{j=1}^{N+1}\left(\frac{\beta}{4\pi i\hbar\varepsilon a}\right)^{3/2} \exp\left\{\frac{i}{\hbar}\sum_{j=1}^{N+1}\left[\frac{\alpha}{4\varepsilon a}(\Delta\mathbf{X}_j)^2+\frac{\beta}{4\varepsilon a}(\Delta\mathbf{x}_j^{(r)})^2-\frac{2\gamma}{4\varepsilon a}\Delta\mathbf{X}_j\cdot\Delta\mathbf{x}_j^{(r)}-\varepsilon V(\mathbf{x}^{(r)})\right]\right\}. \quad (1)$$

avec (α,β,γ,a) sont paramètres constant.

❑ L'oscillateur harmonique

$$V(x^{(a)}-x^{(b)}) = \varkappa\left(\left|x^{(a)}-x^{(b)}\right|^2\right). \quad (2)$$

On peut déterminer le spectre d'énergie pour l'OH à une dimension:

$$E=\frac{1-\mu M\kappa^2}{2M(1-2\mu\kappa)}\hbar^2K^2+\sqrt{\frac{(1-2\mu\kappa)\varkappa}{\mu}}\left(n+\frac{1}{2}\right). \quad (3)$$

❑ Le puits infini à 1D :

$$V_{ISW}(\left|x^{(a)}-x^{(b)}\right|) = \begin{cases} 0, & 0\prec x\prec L \\ \infty, & 0\geq x\geq L\end{cases} \quad \text{and } \kappa\neq 0. \quad (4)$$

On peut déterminer le spectre d'énergie et la fonction d'onde correspondante.

$$E_n=\frac{1-\mu M\kappa^2}{2M(1-2\mu\kappa)}\hbar^2K^2+\frac{\hbar^2}{2m}\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2 \;;\; \Psi_n(x)=\sqrt{(2/L)}\sin(n\pi x/L)\,. \quad (5)$$

❑ Le potentiel de Morse à 1D :

$$V(\mathbf{x}^{(a)}-\mathbf{x}^{(b)}) = \lambda\left(1-\alpha e^{-\beta(\mathbf{x}^{(a)}-\mathbf{x}^{(b)})}\right)^2, \quad (6)$$

On peut déterminer le spectre d'énergie et la fonction d'onde correspondante.

$$E_n=\frac{\hbar^2K^2}{2M}\frac{1-\mu M\kappa}{1-2\mu\kappa}-\left(\frac{1}{2\mu}-\kappa\right)\hbar^2\beta^2\left(n+\frac{1}{2}\right)^2+2\hbar\beta\left(n+\frac{1}{2}\right)\sqrt{\lambda\left(\frac{1}{2\mu}-\kappa\right)} \quad (7)$$

3. Le problème deux-corps dans l'espace de phase noncommutatif

Les opérateurs des coordonnées et des impulsions pour deux particules satisfont les relations de commutation suivantes:

$$\left[X_1^{(a)},X_2^{(b)}\right]=i\hbar\delta^{ab}\theta_a,\left[X_i^{(a)},P_j^{(b)}\right]=i\hbar\delta^{ab}\delta_{ij},\left[P_1^{(a)},P_2^{(b)}\right]=i\hbar\delta^{ab}\eta_a, \quad (8)$$

❑ L'oscillateur harmonique :

Nous utilisons les notations les coordonnées et les impulsions du centre de masse, les moments et les coordonnées du mouvement relatif. Aussi nous avons proposé des conditions sur les paramètres de non-commutativité suivantes:

$$\frac{\eta_a}{m_a}=\alpha=\text{const},\quad \theta_a m_a=\gamma=\text{const}, \quad (9)$$

Dans ce cas, l'Hamiltonien du système devient:

$$H=\frac{(\tilde{\mathbf{P}})^2}{2M}+\frac{(\Delta\mathbf{P})^2}{2\mu}+\frac{k}{2}(\Delta\mathbf{X})^2 \quad (10)$$

Notez que les opérateurs des coordonnées et les moments satisfont les relations non-commutative. Dans ce cas en peut utiliser le décalage de Bopp pour les deux mouvements. Finalement, le spectre est déterminé par utilisant les coordonnées polaire, est donné par:

$$E_{c,rel}=E_c+E_{rel}=\frac{\tilde{\eta}}{2M}(2n_\rho+|m_l|-m_l+1)+\left(\frac{\Delta\eta}{2\mu}+\frac{\kappa\Delta\theta}{2}\right)(2n_\rho+|m_l|-m_l+1) \quad (11)$$

3. Résultats

➢ *Les travaux réalisés :*

Dans ce travail nous allons traiter quelques-uns problèmes par plusieurs étapes:

-La fonction de Green pour l'interaction à deux particules a été construite en adoptant la technique standard de Feynman.

- Adapter la transformation spatio-temporelle pour déterminer les spectres d'énergie et les fonctions d'onde correspondantes.
- Le problème à deux particules a été construite dans l'espace de phase non-commutative
- Problème à deux corps dans un espace déformé avec une longueur minimale Interaction Delta Fonction et Interaction type coulomb

➢ *Les travaux à réaliser :*

-Troisième étape dans l'existence de la distance minimale.

- Finalisation de la rédaction de mémoire

4. Référence:

1- D. C. Khandekar, S. V. Lawande, and K. V. Bhagwat, Path Integral Methods and their Applications (World Scientific, Singapore, 1993).

2- Kh. P. Gnatenko, V. M. Tkachuk; J. Phys.studies, 21, No. 3 (2017) 3001

3- C. Grosche, **C. J**ournal of physics ,49 . 1999, 1512-1413

4- : Solutions exactes pour les problèmes à deux corps dans un espace déformé 1D avec une longueur minimale 1999