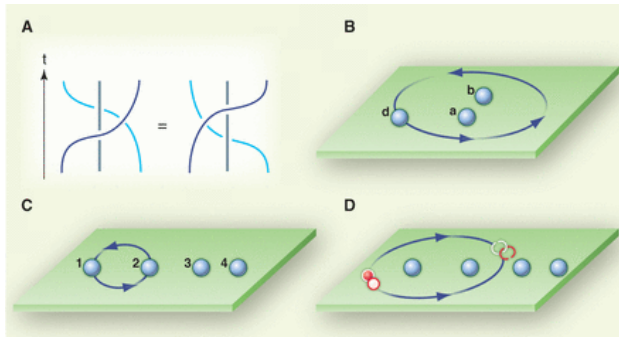




IRS
1^{re} année de Master en sciences physiques
Service de Physique Nucléaire et Subnucléaire

Physique des anyons non relativistes



Dans les espaces à trois dimensions ou plus, les particules sont soit des bosons (avec un spin entier), soit des fermions (avec un spin demi-entier), selon leur comportement statistique. En particulier, pour un état à deux particules, on a

$$|\phi_1\phi_2\rangle = \pm |\phi_2\phi_1\rangle,$$

avec + pour des bosons et – pour des fermions.

Cependant, dans les espaces à deux dimensions, les états peuvent obéir à des statistiques qui varient de façon continue entre les statistiques de Bose-Einstein et de Fermi-Dirac. Dans notre exemple de deux particules ci-dessus, on obtient

$$|\phi_1\phi_2\rangle = e^{i\theta} |\phi_2\phi_1\rangle,$$

où θ est un nombre réel. De telles particules sont appelées anyons. Le but du travail est d'étudier la physique de systèmes d'anyons non relativistes.

Ce travail sera effectué sous la supervision de Claude Semay.



IRS
1^{re} année de Master en sciences physiques
Service de Physique Nucléaire et Subnucléaire

Méthode de l'état orbital dominant pour les systèmes quantiques à N corps

La théorie des enveloppes (TE) est une méthode qui permet d'obtenir des solutions approchées pour des systèmes de N particules identiques interagissant par des forces quelconques à K corps ($1 \leq K \leq N$) dans un espace à D dimensions. L'hamiltonien pour des forces à 1 et 2 corps, par exemple, s'écrit :

$$H = \sum_{i=1}^N T(|\mathbf{p}_i|) + \sum_{i=1}^N U(|\mathbf{r}_i - \mathbf{R}|) + \sum_{i < j=2}^N V(|\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j|) \text{ avec } \mathbf{R} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \mathbf{r}_i.$$

Le principe est de remplacer l'hamiltonien étudié H par un hamiltonien H_0 d'oscillateurs harmoniques identiques qui peut être résolu par des méthodes analytiques. Cet hamiltonien H_0 dépend de paramètres qui sont ajustés pour que les solutions de H_0 soient les plus proches possibles des solutions de H . Les énergies obtenues par la TE souffrent malheureusement d'une forte dégénérescence, non physique mais inhérente à la méthode. Pour $D > 1$, une manière de corriger ce défaut est d'utiliser les résultats d'une autre méthode, dite de l'état orbital dominant (MEOD). Cette technique se base sur la quantification du mouvement radial global des N particules autour d'une solution semi-classique de haut moment angulaire.

Il a été montré que la MEOD permet d'améliorer sensiblement les énergies calculées par la TE dans le cadre de forces à 1 et 2 corps. Le but du projet est de vérifier que c'est également le cas pour des forces à K corps avec $K > 2$. Les domaines d'applicabilité sont la physique atomique, la physique nucléaire et la physique hadronique. Les calculs seront essentiellement analytiques, avec l'utilisation possible d'un code de calcul à 3 corps.

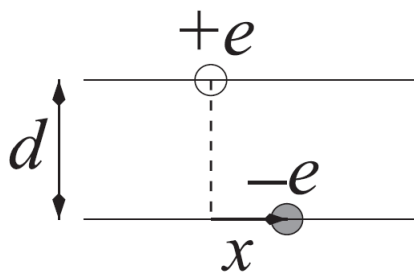
Ce travail sera effectué sous la supervision de Claude Semay et de Cyrille Chevalier.



IRS
1^{re} année de Master en sciences physiques
Service de Physique Nucléaire et Subnucléaire

Systèmes quantiques unidimensionnels à deux particules :
application aux bi-excitons

Un exciton est une quasi-particule associée à une paire électron-trou liée par des forces de Coulomb. Ce phénomène se produit dans les semi-conducteurs, les isolants et certains processus liés à la biologie quantique. Un bi-exciton est un état lié de deux excitons.



Le but du projet est de calculer dans un modèle simple à une dimension les premiers niveaux d'énergie d'un bi-exciton dans l'approximation où les trous sont fixes. La méthode de la grille de Fourier, particulièrement bien adaptée aux systèmes unidimensionnels, sera utilisée pour résoudre l'équation de Schrödinger indépendante du temps associée au système.

Ce travail sera effectué sous la supervision de Claude Semay.