



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr **ARRAOUI Reda**

Soutiendra : le **Vendredi 28/07/2023 à 10H00**

Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

**Étude des propriétés optoélectroniques d'une impureté donneur confinée
dans une nanostructure à double boîte quantique**

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Sciences des Matériaux et Procédés Industriels**

Spécialité : **Sciences des matériaux pour l'énergie et l'environnement**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr JORIO Anouar	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr EL AMRANI Bouchta	Ecole Normale Supérieure, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr MANSSOURI Imad	Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Meknès	PH	Rapporteur & Examineur
Pr EL-GHAZI Haddou	Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Casablanca	PH	Rapporteur & Examineur
Pr ZORKANI Izeddine	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Examineur
Pr LIMAME Karoum	Centre Régional Des Métiers De L'Éducation Et De La Formation, Fès	PH	Examineur
Pr RAHMANI Khalid	Ecole Normale Supérieure, Rabat	PH	Examineur
Pr SALI Ahmed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PH	Directeur de thèse



Résumé :

Ces dernières années, les points quantiques doubles sont devenus des éléments fondamentaux pour une large gamme de dispositifs électroniques et optoélectroniques. Ces structures présentent des propriétés physiques similaires à celles des molécules. L'objectif de cette thèse est d'étudier théoriquement les propriétés optoélectroniques d'une nanostructure à double boîte quantique de type GaAs/Ga_{1-x}Al_xAs en présence d'une impureté donneur. Les calculs numériques ont été réalisés en utilisant à la fois les approximations de la bande parabolique et de la masse effective, ainsi que la technique variationnelle. Premièrement, nous avons concentré nos études sur la variation de l'énergie de liaison et de la section efficace de photoionisation en fonction de l'énergie de photon, de la taille du système et de la position de l'impureté. Nos principaux résultats montrent que l'énergie de liaison et la section efficace de photoionisation dépendent fortement de la localisation de l'impureté dans la double boîte quantique. Elles sont aussi affectées par l'effet de la non-parabolicité de la bande de conduction dans le régime de fort confinement et par l'effet de masse polaronique dans le régime de faible confinement. De plus, des modifications de la position de l'impureté, de la taille du système et de la concentration en aluminium peuvent induire un décalage vers le rouge ou le bleu des pics de résonance de la section efficace de photoionisation. Dans un second temps, nous avons évalué la réponse d'un champ électrique externe spatial sur l'énergie de liaison, l'auto-polarisation, la polarisabilité et la susceptibilité diamagnétique, en tenant compte de différents paramètres tels que l'intensité du champ électrique, la position de l'impureté et la taille du système. Nos résultats démontrent que, pour différentes positions d'impuretés, les angles des composantes spatiales du champ électrique (θ et ϕ) ont un impact significatif sur l'énergie de liaison. Ensuite, cette étude examine la rectification optique non linéaire en tenant en considération des effets de pression et de température, ainsi que de la présence d'une impureté donneur peu profonde. Les résultats ont révélé un décalage vers le rouge du pic de rectification optique non linéaire à mesure que la largeur de la double boîte quantique augmente. En outre, les résultats ont montré que la valeur maximale de la rectification optique non linéaire se déplaçait vers des énergies plus élevées avec l'augmentation de la pression. L'étude présente des perspectives intrigantes de calculs théoriques concernant les boîtes quantiques doubles, ouvrant ainsi la voie à des investigations expérimentales pionnières.

Mots clés : Boîtes quantiques doubles, Champ électrique spatial, Energie de liaison, Impureté, Section efficace de photoionisation, Rectification optique non linéaire, Auto-polarisation.



Abstract:

In recent years, double quantum dots have emerged as fundamental building blocks for a wide range of electronic and optoelectronic devices. These structures exhibit physical properties similar to those of molecules. The objective of this PhD thesis is to theoretically study the optoelectronic properties of a double quantum dot nanostructure made of GaAs/Ga_{1-x}Al_xAs in the presence of a donor impurity. The numerical computations were accomplished by utilizing both the approximations of the parabolic band and effective mass, as well as the variational technique. First, we focused our studies on the variation of the binding energy and the photoionization cross section as a function of photon energy, system size, and impurity position. Our major results showed that the binding energy and the photoionization cross section are greatly dependent on the location of the impurity within the double quantum dot. In addition, they are affected by the non-parabolicity effect for strong confinement and by the polaronic mass effect for weak confinement. Furthermore, modifications in the impurity position, system size, and aluminum concentration can induce a red or blue shift in the resonant peaks of the photoionization cross section. Secondly, we evaluated the response of a spatial external electric field on the binding energy, self-polarization, polarizability, and diamagnetic susceptibility, considering different parameters such as the spatial electric field intensity, impurity position, and system size. Our findings demonstrated that, for different impurity locations, the angles of the spatial electric field components (θ and ϕ) have a significant impact on the binding energy. Moreover, this study investigated the nonlinear optical rectification, taking into account pressure and temperature effects, as well as the presence of shallow donor impurities. The result revealed a redshift in the peak of the nonlinear optical rectification as the width of the double quantum dot increases. The findings also showed that the maximum value of the nonlinear optical rectification shifted to higher energies as the pressure increased. The study presents intriguing prospects of theoretical calculations concerning double quantum dots, thereby paving the way for pioneering experimental investigations.

Key Words:

Double quantum dots, Spatial electric field, Binding energy, Impurity, Photoionisation cross section, Nonlinear optical rectification, Self-polarization.