

**THÔNG TIN TÓM TẮT
VỀ NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN**

I. Thông tin

Tên đề tài luận án: “**Nghiên cứu cộng hưởng electron-phonon và cộng hưởng từ-phonon trong giếng lượng tử**”.

Chuyên ngành: Vật lý lý thuyết và vật lý toán, Mã số: 9 44 01 03

Họ và tên của nghiên cứu sinh: Phạm Tuấn Vinh

Người hướng dẫn khoa học

1. PGS.TS. Lê Đình, 2. PGS.TS. Lương Văn Tùng

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Sư phạm – Đại học Huế

II. Những đóng góp mới của luận án

Luận án đã nghiên cứu về hai hiệu ứng cộng hưởng electron-phonon và cộng hưởng từ-phonon tuyến tính và phi tuyến trong mô hình giếng lượng tử với hai thế giam giữ khác nhau (thế tam giác và thế hyperbol bất đối xứng đặc biệt) trong trường hợp có và không có mặt của từ trường do tương tác electron-phonon quang dọc bằng hai phương pháp (phương pháp chiếu toán tử và phương pháp hàm Green). Các kết quả chính của luận án cho thấy rằng:

1. Công suất và hệ số hấp thụ cũng như độ rộng vạch phổ tuyến tính và phi tuyến đều phụ thuộc mạnh vào các thông số đặc trưng của mô hình thế giam giữ, vào trường ngoài và vào điều kiện vật lý khi hệ được đặt trong điện trường ngoài xoay chiều cao tần và từ trường tĩnh. Với kết quả này, ta có thể dễ dàng điều chỉnh được tính chất quang, điện tử của vật liệu như mong muốn.

2. Điều kiện cộng hưởng được tìm thấy là tường minh và vị trí các đỉnh cộng hưởng electron-phonon dò tìm bằng quang học tuyến tính và phi tuyến dịch chuyển xanh khi điện trường tăng lên do đó độ rộng vạch phổ của chúng cũng tăng theo. Trái ngược lại, các đỉnh cộng hưởng và độ rộng vạch phổ tuyến tính và phi tuyến giảm xuống khi thông số α tăng lên đối với giếng lượng tử thế hyperbol bất đối xứng đặc biệt; nhưng vị trí các đỉnh cộng hưởng đều không thay đổi khi nhiệt độ tăng.

3. Hệ số hấp thụ quang từ tuyến tính và phi tuyến biểu hiện dịch chuyển xanh và có độ lớn đỉnh cộng hưởng cũng như cường độ các đỉnh tăng lên cùng với sự gia tăng của từ trường; nhiệt độ đối với cả hai giếng thế tam giác và thế hyperbol bất đối xứng đặc biệt. Kết quả khảo sát cũng chứng minh rằng độ rộng vạch phổ của quá trình phát xạ phonon luôn luôn lớn hơn quá trình hấp thụ phonon cho cả quá trình tuyến tính lẫn phi tuyến.

4. Sự ảnh hưởng các đặc trưng của mô hình thế giam giữ vào tính chất quang, điện tử của vật liệu là rõ ràng. Kết quả thu được của luận án cũng chứng minh rằng công suất hoặc hệ số hấp thụ cũng như độ rộng vạch phổ tuyến tính và phi tuyến trong giếng lượng tử thế hyperbol bất đối xứng đặc biệt lớn hơn và đóng góp của đỉnh hấp thụ rõ ràng hơn so với thế tam giác khi có và không có từ trường (bao gồm các thế giam giữ truyền thống).

5. Luận án đã tìm được những quy luật mới về sự phụ thuộc của độ rộng vạch phổ tuyến tính và phi tuyến vào từ trường, thông số đặc trưng của giếng và nhiệt độ bằng biểu thức giải tích tường minh khi khảo sát hiệu ứng cộng hưởng từ-phonon trong giếng lượng tử thế hyperbol bất đối xứng đặc biệt và giếng lượng tử thế tam giác.

Thừa Thiên Huế, ngày 06 tháng 09 năm 2021

Đại diện người hướng dẫn khoa học

Nghiên cứu sinh

SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM

Independence – Freedom – Happiness

INFORMATION ON NEW ACADEMIC AND THEORETICAL CONTRIBUTIONS OF THE THESIS

I. Information

Full name of the doctoral student: Pham Tuan Vinh

Thesis title: **Study on electron-phonon and magneto-phonon resonances in quantum wells.**

Major: Theoretical physics and Mathematical physics; Code: 9 44 01 03

Supervisor 1: Assoc. Prof. Dr. Le Dinh ; Supervisor 2: Assoc. Prof. Dr. Luong Van Tung

Training Institution: University of Education-Hue University

II. The new contributions of thesis

Electron-phonon and magneto-phonon resonance effects via linear and nonlinear absorption processes have been studied in this thesis, we particularly investigated the quantum well model with two different confined potentials (triangular and special asymmetric hyperbolic-type) in the case of the presence and absence of magnetic field due to electron-longitudinal optical phonon interaction using two methods (projection operator and Green function methods). We have obtained the following new results:

1. It has been demonstrated that power and coefficient absorptions as well as the linear and nonlinear full-width at half maximum are strongly dependent on the characteristic parameters of the triangular potential and the asymmetric hyperbolic potential quantum wells, on the external field and on the physical conditions when the system is placed in a high-frequency alternating electric field and a stationary magnetic field. With these results, we can easily adjust the optical and electronic properties of the materials.

2. The resonant condition is found explicitly and the resonant peak positions due to optically detected electron-phonon resonance via the linear and nonlinear absorption processes are observed to have the blue-shift with the increase of the electric field parameter (triangular quantum well). Therefore, the linear and nonlinear full-width at half maximum are also increased. Meanwhile, these resonant peak positions as well as the linear and nonlinear full-width at half maximum decrease with the increase of a-parameter (special asymmetric hyperbolic-type quantum well), but unchanged with the change of temperature.

3. The results shown that when a static magnetic field is applied to the system, the linear and nonlinear magneto-optical absorption coefficient and the full-width at half-maximum gives blue-shift and the resonant peak intensities rise with the growth of magnetic field as well as increases with the temperature for both triangular quantum well and special asymmetric hyperbolic-type quantum well. The numerical results also proved that the full-width at half-maximum of the phonon emission process is always larger than the phonon absorption process in both linear and nonlinear processes.

4. The influence of the characteristic parameter of confined potential shapes on the optical and electronic properties of the material are exposed. Specially, power and absorption coefficients as well as the linear and nonlinear full-width at half maximum in the quantum well with special asymmetric hyperbolic-type potential are particularly larger than in the quantum well with triangular potential with both the presence and absence of magnetic field cases (include traditional potentials).

5. New rules have been found for the dependence of linear and nonlinear full-width at half maximum on magnetic field, well parameters and temperature by explicitly analytic expressions when investigating magneto-phonon resonance effects in quantum wells with both triangular and special asymmetric hyperbolic-type potentials.

Representative of Supervisors

Thua Thien Hue, September 06th, 2021

Doctoral student

Assoc. Prof. Dr. Le Dinh

Pham Tuan Vinh