

## MỘT VÀI TÍNH CHẤT CỦA HẠT VÀ GIẢ HẠT TRONG CHẤT RẮN

(Đề tài nhánh của đề tài Hệ bán dẫn thấp chiều do GS.TSKH. Nguyễn Ái Việt  
làm chủ nhiệm)

**Mã số : 41**

Người chủ trì : **GS.TS. Trần Thoại Duy Bảo**

Cơ quan : Phân viện vật lý tại Tp. Hồ Chí Minh

Địa chỉ : 1, Mạc Đĩnh Chi, Q1, Tp. HCM Điện thoại : (08)8234769

Thành viên tham gia : 4

### 1. TÓM TẮT KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, Ý NGHĨA KHOA HỌC

– Chúng tôi đã nghiên cứu phổ photoluminescence của dây giếng lượng tử trong gần đúng chắn tĩnh và cho thấy hầu như không có sự dịch chuyển của đỉnh exciton. Kết quả này được so sánh với thực nghiệm và cho thấy một sự phù hợp rất tốt [1].

– Ở vùng nhiệt độ thấp và kích thích với nồng độ cao chúng tôi tiến hành tính toán phổ photoluminescence của dây giếng lượng tử trong gần đúng chắn động của plasma điện tử-lỗ trống. Kết quả tính toán số cho thấy có một kì dị cạnh Fermi mạnh trong phổ phát quang của dây giếng lượng tử ở nhiệt độ thấp. Bên cạnh đó đáng điều của phổ phát quang và cường độ của kì dị cạnh Fermi cũng được cho thấy phụ thuộc rất mạnh vào sự thay đổi của nhiệt độ. Các kết quả này cho thấy sự phù hợp rất tốt với thực nghiệm [2].

– Trong bài toán khảo sát động học của polariton trong microcavity, chúng tôi đã cho thấy sự phá vỡ hiệu ứng cổ chai trong động học hồi phục của microcavity polariton trong bán dẫn GaAs và cũng cho thấy một sự phù hợp với phù hợp với kết quả thực nghiệm [3].

– Để khảo sát sự ngưng tụ Bose-Einstein của polariton trong microcavity chúng tôi đã tiến hành tính toán động học hồi phục của polariton do sự tán xạ với các polariton khác và phonon âm học trong gần đúng các phương trình hiệu suất. Chúng tôi đã tìm thấy rằng, trong các điều kiện tối ưu chỉ cơ chế tán xạ với phonon âm cũng đủ để dẫn tới một trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein của polariton trong trạng thái cơ bản [4]. Khi xét tới cơ chế tán xạ polariton-polariton kết quả của chúng cho thấy ngưỡng nồng độ của trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein của polariton thấp hơn nhiều so với trường hợp chỉ có tương tác với phonon âm. Bao gồm cả hai cơ chế tương tác vào tính toán chúng tôi thu được trạng thái ngưng tụ của polariton ở nồng độ ngưỡng thấp và tỉ lệ ngưng tụ cao [5]. Các kết quả này phù hợp rất tốt với kết quả thực nghiệm gần đây của Yamamoto và các cộng sự [Science 298, 199, 2002].

### 2. CÁC SẢN PHẨM KHOA HỌC ĐÃ HOÀN THÀNH

#### 2.1. Các công trình đã công bố trên các tạp chí quốc tế

- [1]. Huynh Thanh Duc and D. B. Tran Thoai, Screening effect on the photoluminescence spectra in quantum-well wires, Solid State Commun. 126 (2003) 645.

- [2]. Huynh Thanh Duc and D. B. Tran Thoai, Low temperature photoluminescence spectra of highly excited quantum wires, *Solid State Commun.* 126 (2003) 645.
- [3]. T. D. Doan and D. B. Tran Thoai, Suppression of the bottleneck in semiconductor microcavities, *Solid State Commun.* 123 (2002) 427.
- [4]. H. T. Cao, T. D. Doan, D. B. Tran Thoai, and H. Haug, Condensation kinetics of cavity polaritons interacting with a thermal phonon bath, *Phys. Rev. B* 69, 245325 (2004).
- [5]. T. D. Doan, Huy Thien Cao, D. B. Tran Thoai, and H. Haug, *Condensation kinetics of microcavity polaritons with scattering by phonons and polaritons*, *Phys. Rev. B* 72, 085301 (2005)

## 2.2. Các báo cáo tại các hội nghị trong nước

- [1]. Huynh Thanh Duc and Tran Thoai Duy Bao, "*Fermi-edge singularities in photoluminescence spectra of quantum-well wires*", 27<sup>th</sup> National Conference on Theoretical Physics, Cua Lo (2002).
- [2]. Doan Tri Dung and Tran Thoai Duy Bao, *Bottleneck effect in relaxation kinetics of cavity polaritons and its suppression*, 27<sup>th</sup> National Conference on Theoretical Physics, Cua Lo (2002).
- [3]. Doan Tri Dung, Huynh Thanh Duc, Cao Huy Thien, and Tran Thoai Duy Bao, *Bose Einstein Condensation of Polaritons in Semiconductor Microcavities*, 28<sup>th</sup> National Conference on Theoretical Physics, Sam son (2003).
- [4]. Doan Tri Dung, Cao Huy Thien, and Tran Thoai Duy Bao, *Influence of detuning on the condensation kinetics of cavity polaritons*, Báo cáo tại hội nghị vật lý lý thuyết 29 (2004).
- [5]. Doan Tri Dung, Cao Huy Thien, and Tran Thoai Duy Bao, *Polariton Kinetics in microcavities for nearly resonant excitation*, Báo cáo tại hội nghị vật lý lý thuyết 30 (2005).

## 3. KẾT QUẢ ĐÀO TẠO

Thạc sỹ:	đã bảo vệ:	01	
Tiến sỹ:	đã bảo vệ:	01	Đang hướng dẫn: 01

## 4. HƯỚNG NGHIÊN CỨU GIAI ĐOẠN 2006-2010

### 4.1. Động học ngưng tụ của microcavity polariton trong bán dẫn CdTe dưới kích thích không công hưởng

Trong khi khảo sát động học của polariton trong cấu trúc microcavity của bán dẫn GaAs chúng tôi không tìm thấy sự ngưng tụ Bose-Einstein của các polariton trong trạng thái cơ bản dưới một kích thích không công hưởng. Điều này phù hợp với các kết luận thực nghiệm trên bán dẫn GaAs. Tuy nhiên, gần đây, các kết quả thực nghiệm trên bán dẫn CdTe của Le Si Dang và các công sự cho thấy một kết luận ngược lại. Chúng tôi dự kiến trong thời gian sắp tới sẽ tính toán lý thuyết cho trường hợp này.

#### **4.2. Động học ngưng tụ của microcavity polariton trong cấu trúc microcavity có Rabi splitting lớn**

Các kết quả lý thuyết và thực nghiệm gần đây đều cho thấy trong cấu trúc microcavity có Rabi-Splitting không tồn tại trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein ở trạng thái cơ ( $k=0$ ). Tuy nhiên, có hay không kiểu tăng phi tuyến (nonlinear-behavior) của các polariton trong một trạng thái khác trạng thái cơ bản là vấn đề quan tâm sắp tới của chúng tôi.

#### **4.3. Động học ngưng tụ của microcavity polariton phụ thuộc spin**

Để giải thích các kết quả thực nghiệm gần đây của Yamamoto và các cộng sự về sự phân cực spin của các polariton trong trạng thái cơ bản, sắp tới chúng tôi dự kiến sẽ sử dụng mô hình giả spin (pseudo spin) để mô tả sự lật spin của polariton trong các quá trình tán xạ.

#### **4.4. Động học của microcavity polariton trong gần đúng Hartree-Fock**

Với gần đúng này chúng tôi hy vọng sẽ giải thích được sự dịch xanh của năng lượng trong biểu thức tán sắc của các polariton trong microcavity.

#### **4.5. Động học lượng tử của polariton trong microcavity**

Với mô hình này, chúng tôi hy vọng sẽ thu được các lời giải tốt nhất có thể được trong khi so sánh với các kết quả thực nghiệm.