

# CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

## NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

### I. Thông tin

Họ và tên của nghiên cứu sinh: Trần Quang Đạt

Tên luận án: Nghiên cứu các tính chất và ứng dụng của một số trạng thái phi cổ điển ba mode

Ngành: Vật lý lý thuyết và vật lý toán

Mã số: 9 44 01 03

Người hướng dẫn khoa học: 1) PGS.TS. Trương Minh Đức  
2) PGS.TS. Nguyễn Bá Ân

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế, Việt Nam

### II. Những đóng góp mới của luận án

- Đưa ra được hai trạng thái phi cổ điển ba mode mới bằng cách thêm photon định xứ và không định xứ lên trạng thái kết hợp bộ ba, đó là trạng thái kết hợp bộ ba thêm photon và trạng thái kết hợp bộ ba chồng chất thêm photon. Khảo sát được các tính chất phi cổ điển của chúng bao gồm độ âm của hàm Wigner, độ nén tổng ba mode và đan rối. Từ đó, chỉ ra được các đặc tính phi cổ điển trong hai trạng thái mới có biểu hiện nổi trội hơn so với trạng thái kết hợp bộ ba ban đầu, đặc biệt khi số photon thêm vào càng lớn.

- Đề xuất được ba sơ đồ thực nghiệm mới tạo ra ba trạng thái phi cổ điển ba mode bao gồm trạng thái kết hợp bộ ba, trạng thái kết hợp bộ ba thêm photon và trạng thái kết hợp bộ ba chồng chất thêm photon. Chứng minh được tính khả thi của các sơ đồ thực nghiệm thông qua việc khảo sát các yếu tố độ trung thực và xác suất thành công. Từ đó, chỉ ra được rằng các độ trung thực và xác suất thành công có thể nhận các giá trị cao khi lựa chọn các tham số tương ứng một cách phù hợp.

- Chứng tỏ được rằng việc sử dụng nguồn đan rối là trạng thái kết hợp cặp và trạng thái chân không nén hai mode chồng chất thêm photon có thể cải thiện được mức độ thành công của quá trình viễn tải lượng tử một trạng thái kết hợp. Đề xuất được các giao thức viễn tải lượng tử của các trạng thái đan rối hai mode và điều khiển viễn tải lượng tử của các trạng thái đơn mode thông qua trạng thái kết hợp bộ ba thêm photon. Đã chứng minh rằng các độ trung thực trung bình của các quá trình này cũng được cải thiện khi tăng độ đan rối của nguồn.

Thừa Thiên Huế, ngày 15 tháng 01 năm 2021

**Người hướng dẫn khoa học**

**Nghiên cứu sinh**

**PGS. TS. Trương Minh Đức**

**Trần Quang Đạt**

**SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM**  
**Independence – Freedom – Happiness**

**THE NEW CONTRIBUTIONS OF THE THESIS**

**I. Information**

Full name of PhD student: Tran Quang Dat

Title of the thesis: Studying the properties and the applications of some three-mode nonclassical states

Major: Theoretical and Mathematical Physics

Code: 9 44 01 03

Training course: 2016-2020

Supervisors: 1) Assoc. Prof. Dr. Truong Minh Duc

2) Assoc. Prof. Dr. Nguyen Ba An

Training institution: College of Education, Hue University

**II. The new contributions of the thesis**

- We have proposed two new three-mode nonclassical states by adding local and nonlocal photons to the trio coherent state, which are the photon-added trio coherent state and the superposition of three-mode photon-added trio coherent state. We have investigated the nonclassical properties of them such as the negativity of the Wigner function, the degree of three-mode sum squeezing and entanglement. The results show that the characteristics of nonclassicality in the two new states are more pronounced than those in the trio coherent state, especially when the number of added photons is larger.

- We have proposed three new experimental schemes to generate the trio coherent state, photon-added trio coherent state, and the superposition of three-mode photon-added trio coherent state. We have clarified the feasibility of these schemes by investigating the fidelities and the probabilities. Then, it is indicated that the fidelities and the probabilities can get high values when the corresponding parameters are selected appropriately.

- We have proved that using the pair coherent state and the superposition of multiple-photon-added two-mode squeezed vacuum state can improve the degree of success in quantum teleportation of the coherent state. We have proposed protocols of both quantum teleportation of two-mode entangled states and controlled quantum teleportation of single-mode states via the photon-added trio coherent state. We have demonstrated the average fidelities of these processes can also be enhanced by increasing the entangled degree of resources.

Thua Thien Hue, January 15th, 2021

**Supervisor**

**PhD student**

**Assoc. Prof. Dr. Truong Minh Duc**

**Tran Quang Dat**