**TRANG THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN**

Tên đề tài luận án: Nghiên cứu vi mô mật độ mức toàn phần của các hạt nhân 60-63Ni, 160-163Dy và 170-172Yb sử dụng lời giải chính xác bài toán kết cặp kết hợp với mẫu đơn hạt độc lập tại nhiệt độ hữu hạn.

Chuyên ngành: Vật lý Nguyên tử và Hạt nhân

Mã số: 62 44 05 01

Họ tên nghiên cứu sinh: Lê Thị Quỳnh Hương

Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS. Nguyễn Quang Hưng, TS. Hoàng Anh Tuấn Kiệt

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Khoa Học Tự Nhiên – ĐHQG TP Hồ Chí Minh

1. **TÓM TẮT NỘI DUNG LUẬN ÁN** (abstract):

Mật độ mức của hạt nhân (MĐM), định nghĩa là số mức kích thích trên một đơn vị năng lượng, là một trong số những đại lượng quan trọng trong nghiên cứu về các phản ứng hạt nhân năng lượng thấp, vật lý hạt nhân thiên văn cũng như nhiều lĩnh vực công nghệ khác. Khái niệm về MĐM đã được đưa ra từ hơn 80 năm trước bởi Hans Bethe (giải Nobel Vật lý năm 1967). Tuy nhiên, do sự thiếu hụt về số liệu thực nghiệm nên đa số các mô hình lý thuyết được đề xuất trong khoảng thời gian từ năm 2000 trở về trước đều chỉ là các mô hình hiện tượng luận hoặc các mô hình bán vi mô sử dụng các tham số làm khớp với một số ít số liệu thực nghiệm. Từ những năm 2000 trở lại đây, nhờ những tiến bộ vượt bậc trong kỹ thuật thực nghiệm, nhóm nghiên cứu Vật lý hạt nhân ĐH Oslo (Nauy) phối hợp với ĐH Ohio (Mỹ) đã lần đầu tiên đề xuất một phương pháp (gọi là phương pháp Oslo) cho phép trích xuất cùng lúc MĐM và hàm lực bức xạ từ phổ phân rã gamma của các hạt nhân hợp phần. Từ đó tới nay chủ đề nghiên cứu về MĐM trở nên sôi động, cả về khía cạnh lý thuyết lẫn thực nghiệm.

Về mặt lý thuyết, mặc dù nhiều mô hình lý thuyết vi mô đã được đề xuất để nghiên cứu MĐM thực nghiệm của nhóm Oslo, tuy nhiên cho tới hiện tại vẫn còn thiếu một mô hình lý thuyết thực sự vi mô vừa không sử dụng tham số làm khớp, vừa vẫn có thể mô tả tốt số liệu MĐM thực nghiệm trên.

Luận án này đã lần đầu tiên đề xuất một mô hình lý thuyết vi mô dựa trên ý tưởng kết hợp lời giải chính xác bài toán kết cặp (Exact Pairing – EP) với mẫu đơn hạt độc lập (Independent Particle Model – IPM) tại nhiệt độ hữu hạn (gọi tắt là EP+IPM) nhằm mô tả tốt mật độ mức (MĐM) của một số hạt nhân kích thích và đồng thời khắc phục được các nhược điểm của các mô hình lý thuyết trước đó. Cụ thể, mô hình EP+IPM hoàn toàn không sử dụng tham số làm khớp với số liệu MĐM thực nghiệm tại năng lượng kích thích khác không và thời gian tính toán rất nhanh, chỉ vài phút cho một lần tính toán trên máy tính để bàn cấu hình bình thường, ngay cả cho hạt nhân nặng.

**2. NHỮNG KẾT QUẢ MỚI CỦA LUẬN ÁN:**

* Đề xuất một mô hình lý thuyết vi mô (EP+IPM) nhằm mô tả MĐM của một số hạt nhân nguyên tử.
* Sử dụng mô hình lý thuyết EP+IPM đề xuất để mô tả MĐM của một số hạt nhân như 60-63Ni, 160-163Dy và 170-172Yb. Các kết quả thu được khá gần với số liệu thực nghiệm của nhóm Oslo (Nauy) và Ohio (Mỹ).
* So các mô hình đã được đề xuất trước đó, mô hình EP+IPM có những ưu điểm nổi bật như: khá đơn giản, thời gian tính toán nhanh, và đặc biệt là không sử dụng tham số nào để làm khớp với số liệu thực nghiệm tại năng lượng thích thích cũng như nhiệt độ hữu hạn.
* Các kết quả của luận án đã được công bố trên 4 bài báo quốc tế thuộc danh mục các tạp chí ISI uy tín, trong đó bao gồm 1 bài trên tạp chí Physical Review Letters (SCI, Q1, IF = 8.839), 1 bài trên tạp chí Physics Letters B (SCI, Q1, IF = 4.254), và 2 bài trên tạp chí Physical Review C (SCI, Q1, IF = 3.304). Ngoài ra, các kết quả của luận án cũng được trình bày trong một số hội nghị quốc gia và quốc tế.

**3. CÁC ỨNG DỤNG/ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG THỰC TIỄN HAY NHỮNG VẤN ĐỀ CÒN BỎ NGỎ CẦN TIẾP TỤC NGHIÊN CỨU**

Thực tế, tại Việt Nam việc xác định về mặt thực nghiệm MĐM của hạt nhân có thể được thực hiện dựa trên phân tích phổ gamma đo được từ phản ứng bắt neutron nhiệt đã được thực hiện nhiều năm tại Viện nghiên cứu hạt nhân (VNCHN) Đà Lạt. Do vậy, việc phát triển mô hình lý thuyết MĐM mà chúng tôi đã xây dựng trong luận án này góp phần xây dựng các định hướng rất quan trọng cho các phép đo thực nghiệm với nguồn neutron nhiệt tại VNCHN Đà Lạt. Từ đó, Việt Nam sẽ hình thành được một nhóm nghiên cứu về vật lý hạt nhân mạnh, bao gồm cả lý thuyết và thực nghiệm và mang tầm quốc tế cao.

Trong luận án này, chúng tôi mới chỉ giới thiệu kết quả tính toán mật độ mức cho 11 hạt nhân là 60-63Ni, 160-163Dy và 170-172Yb. Chúng tôi sẽ mở rộng tính toán cho các hạt nhân khác, đặc biệt là các hạt nhân sẽ được đo thực nghiệm trên lò hạt nhân Đà Lạt trong thời gian sắp tới.

Phương pháp EP+IPM nếu kết hợp với mô hình suy giảm phonon (PDM) sẽ có thể mô tả rất tốt cả xác suất phát xạ tia gamma từ các hạt nhân kích thích (hạt nhân nóng), hay còn được gọi là hàm lực bức xạ (HLBX). Thực tế, thông qua sự kết hợp bước đầu này giữa EP+IPM với PDM, chúng tôi đã lần đầu tiên xây dựng được một mô hình lý thuyết vi mô cho phép mô tả đồng thời và nhất quán cả MĐM và HLBX. Đây là hướng nghiên cứu lớn mà chúng tôi vẫn đang tiếp tục nghiên cứu sâu rộng trong thời gian gần đây.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | |
| **CÁN BỘ HƯỚNG DẪN**  (Ký tên, họ tên)  PGS. TS. Nguyễn Quang Hưng TS. Hoàng Anh Tuấn Kiệt | | | **NGHIÊN CỨU SINH**  (Ký tên, họ tên)  Lê Thị Quỳnh Hương | |

**XÁC NHẬN CỦA CƠ SỞ ĐÀO TẠO**

**HIỆU TRƯỞNG**

**INFORMATION OF THE THESIS**

Thesis title: The microscopic study of nuclear level densities for 60-63Ni, 160-163Dy and 170-172Yb by using the exact solutions of the pairing problem in combination with the independent-particle model at finite temperature.

Major: Atomic and Nuclear Physics

Code: 62 44 05 01

Name of PhD student: Le Thi Quynh Huong

Scientific advisors: Assoc. Prof. Nguyen Quang Hung and Dr. Hoang Anh Tuan Kiet

Institution: University of Science – Viet Nam National University Ho Chi Minh city

1. **ABSTRACT:**

Nuclear level density (NLD), which is defined as the number of excited levels per unit of excitation energy, is one of the important quantities in the study of low-energy nuclear reactions, nuclear astrophysics, as well as other fields like nuclear engineering and technology. The concept of NLD was first introduced more than 80 years ago by Hans Bethe (Nobel Prize for Physics in 1967). However, due to the absence of the experimental data, most of the theoretical models proposed before 2000 are only the phenomenological or semi-microscopic ones, where several fitting parameters to the experimental data have been used. After 2000, thanks to the advanced technique developed by the Oslo University (Norway) group in collaboration with colleagues from Ohio University (USA), the study of NLD has become much attractive. This method, called the Oslo method, is the first experimental technique, which is able to simultaneously extract both NLD and radiative γ-ray strength function (RSF) from the particle-γ coincidence data obtained in the transfer and/or inelastic scattering reactions.

From the theoretical aspect, despite of many microscopic methods being proposed to describe the experimental data of the Oslo group, a microscopic method, which is able to reproduce the experimental data without using any fitting parameters, has still been absent so far.

The present thesis proposes, for the very first time, such a microscopic approach, which is derived based on the exact solutions of the pairing problem (EP) in combination with the independent particle model (IPM) at finite. The proposed approach, called EP+IPM, has provided quite good description for the NLD of some excited (hot) nuclei. In comparison with the previously proposed models, the merits of our model are its microscopic nature and the absence of fitting parameters at finite temperature or excitation energy. In addition, it does not consume much computing time as one calculation for one nucleus takes less than 5 minutes, even for a heavy one, and therefore can be performed on a personal computer.

1. **THE MOST SIGNIFICANT RESULTS:**

* Propose a microscopic theory (EP+IPM), which is capable of providing a good description for the NLD of some excited (hot) nuclei.
* Apply the EP+IPM to describe the NLDs of some excited compound nuclei such as 60-63Ni, 160-163 Dy, and 170-172 Yb. The results obtained are in good agreement with the experimental data extracted by the Oslo and Ohio groups.
* Comparing with the previous approaches, the EP + IPM has the following advantages: very simple, short computing time, and especially having microscopic nature, that is, no parameters have been used to fit the experimental data at finite temperature or excitation energy.
* The results presented in the thesis have been published in 4 international journals, including 1 paper in Physical Review Letters (SCI, Q1, IF = 8.839), 1 paper in Physics Letters B (SCI, Q1, IF = 4.254), and 2 papers in Physical Review C (SCI, Q1, IF = 3.304). These results have also been presented in a number of national and international conferences.

1. **LIMITATION/ SUGGESTION FOR FURTHER RESEARCH**

In fact, the NLD can be extracted from the experimental gamma spectrum obtained from the thermal neutron-capture reactions (n, γ), which had been carried out at Dalat Nuclear Research Institute (DNRI) in many years. Therefore, the development of the advanced theoretical model for NLD presented in the present thesis will contribute significantly to the development of the experimental measurements using the thermal neutron sources at DNRI. As a result, a strong nuclear physics group consisting of both theoretical and experimental sections will be gradually established in Vietnam.

The present thesis studies the NLD of only 11 nuclei (60-63Ni, 160-163 Dy and 170-172 Yb). In the next steps, we will extend our study to other nuclei, especially those will be measured at DNRI.

If the EP+IPM is combined with the phonon damping model (PDM), the combined method will be able to describe also the radiative strength function (RSF), which is the probability of gamma-ray emissions from the excited nuclei.. In fact, such an approach has been proposed by us and the results obtained agree well with the experimental data of both NLD and RSF of 170-172Yb nuclei. This is one of the most important research directions, which will be intensively developed by our group in the near future.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | |
| **Scientific advisors**  Assoc. Prof. Nguyen Quang Hung Dr. Hoang Anh Tuan Kiet | | | **PhD student**  Le Thi Quynh Huong | |

**CERTIFICATION OF UNIVERSITY**