

รหัสโครงการ: MRG5080009

ชื่อโครงการ: เอนแทงเกิลเมนต์ การสูญเสีย และการขึ้นกับเวลาของระบบควอนตัม

ชื่อนักวิจัย: ดร. สุพิชญ์ แชมมณี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

E-mail Address: supitch@swu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: วันที่ 1 ธันวาคม 2549 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2551

วัตถุประสงค์:

เพื่อศึกษาความหมายของเวลาในกลศาสตร์ควอนตัม และทำการพิสูจน์ time-dependent Schrödinger equation (TDSE) จาก time-independent Schrödinger equation (TISE) ทั้งสำหรับกรณีทั่วไปและกรณีเฉพาะของระบบคู่ควมอะตอม-สนาม ที่อธิบายโดยตัวแบบ Jaynes-Cummings

วิธีวิจัย:

1. รวบรวมและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆทั้งในประเทศและต่างประเทศ
2. คิดค้นวิธีการในการแก้ปัญหา เน้นการนำเทคนิคใหม่มาช่วยในการแก้ปัญหา
3. อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและขอคำแนะนำจากนักวิจัยที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ
4. สรุปผล นำเสนอผลงานในที่ประชุมทางวิชาการและตีพิมพ์ผลงานในวารสารนานาชาติ

สรุปงานวิจัย:

1. สามารถพิสูจน์ TDSE ของระบบควอนตัมที่สนใจในกรณีทั่วไปได้ จาก TISE ของระบบรวมที่ประกอบไปด้วยระบบควอนตัมที่สนใจและสิ่งแวดล้อม ในลิมิตแบบฉบับของสิ่งแวดล้อมซึ่งเวลาสามารถนิยามได้จากกลศาสตร์แบบฉบับ (ดูรายละเอียดได้จาก output ที่ 1.)
2. สามารถพิสูจน์ TDSE ของอะตอมสองระดับภายใต้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบฉบับ ได้จาก TISE ของระบบคู่ควมอะตอม-สนาม ที่อธิบายด้วยตัวแบบ Jaynes-Cummings ภายใต้ coherent state representation ในลิมิตแบบฉบับของสนาม งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การพิสูจน์ TDSE ที่สมบูรณ์นั้น จะต้องเริ่มจากการรวมเชิงเส้นของสถานะเจาะจงพลังงาน ไม่ใช่เริ่มจากสถานะเจาะจงพลังงานสถานะใดสถานะหนึ่ง นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังได้เสนอวิธีการหาผลเฉลยของ TDSE จากผลเฉลยของ TISE โดยกระบวนการลิมิตแบบฉบับอีกด้วย (ดูรายละเอียดได้จาก output ที่ 2.)

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต:

งานวิจัยในข้อ 2. ข้างต้น น่าจะสามารถ generalize ไปสู่ระบบใดๆที่มีแฮมิลโทเนียนซึ่งเป็นฟังก์ชันคาบของเวลาได้ และอาจนำความรู้นี้ไปใช้อธิบายที่มาของ F product formalism ในกลศาสตร์ควอนตัมแบบ non-Hermitian ได้อีกด้วย

คำหลัก: สมการชเรอดิงเงอร์แบบขึ้นและไม่ขึ้นกับเวลา, ลิมิตกึ่งแบบฉบับ, การกระโดดของรารี, ตัวแบบเจนส์-คัมมิงส์, ทฤษฎีโฟลเค

Abstract

Project Code: MRG5080009

Project Title: Entanglement, Dissipation, and Time Dependence of Quantum Systems

Investigator: Dr. Supitch Khemmani, Srinakharinwirot University

E-mail Address: supitch@swu.ac.th

Project Period: December 1, 2006 – November 30, 2008

Purposes of this research:

To study the meaning of time in quantum mechanics and to prove a time-dependent Schrödinger equation (TDSE) from a time-independent Schrödinger equation (TISE) for both the general case and specific case of coupled atom-field system described by the Jaynes-Cummings model.

Research Methodology:

1. Studying and searching for literature review.
2. Developing tools and new techniques or creating a new technique by combining existing known techniques.
3. Discussing with expertise and the mentors.
4. Presenting our works to a conference and publishing final works to leading journals.

Research Results:

1. A TDSE of the quantum system of interest is derived from a TISE of the composite system composing of the quantum system of interest and environment in the classical limit of the environment where the time comes as the usual parameter in classical mechanics (see details in the output 1.).
2. The TDSE of a two-level atom in a classical electromagnetic field is derived from the TISE of the coupled atom-field system described by the Jaynes-Cummings model in the coherent state representation via the classical limit of field. This research shows that the proof of TDSE for general states from TISE can not be achieved by beginning the proof with any one of energy eigenstates but one has to consider the linear combination of energy eigenstates from the outset. Moreover, this research also shows how to obtain the solution of TDSE from TISE via the classical limiting processes (see details in the output 2.).

Suggestion for Further research:

The research 2. above should be generalized to any system with Hamiltonian periodic in time. Moreover, this knowledge may pave the way to the understanding of the origin of F product formalism in non-Hermitian quantum mechanics.

Keyword: Time-independent and Time-dependent Schrödinger equations, Semiclassical limit, Rabi flopping, Jaynes-Cummings model, Floquet theory.