QUANTUM THEORY FOR A TIME-DEPENDENT HARMONIC OSCILLATOR

SURARIT PEPORE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
(CHEMICAL PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2007

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

ทฤษฎีควอนตัมสำหรับตัวกวัดแกว่งฮาร์มอนิกที่ขึ้นกับเวลา (QUANTUM THEORY FOR A TIME-DEPENDENT HARMONIC OSCILLATOR)

สุรฤทธิ์ ปี่เพราะ 4437430 SCCP/D

ปร.ด. (ฟิสิกส์เชิงเคมี)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อรอุมา เขียวหวาน, Ph.D. (Chemical Physics), ธนากร โอสถจันทร์, Ph.D. (Physics), อุดม รอบคอบ, Ph.D. (Physics), เอกสิทธิ์ สมสุข, Ph.D. (Inorganic Chemistry)

บทคัดย่อ

ตัวแผ่กระจายสำหรับตัวกวัดแกว่งฮาร์มอนิกที่มีมวลและความถี่ขึ้นอยู่กับเวลาถูกคำนวณโดยวิธีการคำนวณ วิธีการคำนวณที่ 1 คือ อินทิเกรตเชิงวิถีของฟายน์แมน การอินทิเกรตเชิงวิถีของตัวกวัดแกว่งชนิดนี้ ถูกคำนวณโดยสูตรของเพาลีและแวนเฟล็ค ตัวแผ่กระจายของตัวกวัดแกว่งฮาร์มอนิกที่มีมวลและความถี่ขึ้นอยู่กับเวลามีตัวแปรอยู่ในรูปของผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ไม่เชิงเส้นดีกรี 2 หรือสมการของพินนีย์ วิธีการคำนวณที่ 2 คือ วิธีที่ประยุกต์มาจากหลักการแอ็คชันของชวิงเจอร์ ซึ่งใช้ในการคำนวณ ฟังก์ชันของกรีนเชิงสัมพัทธภาพ

ฟังก์ชันคลื่นของชโรดิงเจอร์สำหรับตัวแกว่งฮาร์มอนิกที่มีมวลและความถี่ขึ้นอยู่กับเวลาถูกคำนวณมาจากตัวแผ่กระจายที่หาได้ ตัวแผ่กระจายและฟังก์ชันคลื่นสำหรับตัวกวัดแกว่งของคาลดิโลราและคาไนและตัวกวัดแกว่งฮาร์มอนิกที่มีมวลสั่นอย่างเป็นจังหวะอย่างรุนแรงถูกคำนวณจากผลเฉลยทางควอนตัมของตัวกวัดแกว่งฮาร์มอนิกที่มีมวลและความถี่ขึ้นกับเวลา

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแผ่กระจายสำหรับตัวกวัดแกว่งฮาร์มอนิกที่มีมวลและความถี่ขึ้นกับเวลาและตัวกวัดแกว่งฮาร์มอนิกอย่างง่ายถูกอภิปราย วิธีใหม่สำหรับการคำนวณตัวแผ่กระจายสำหรับระบบของตัวกวัดแกว่งที่ขึ้นกับเวลาถูกเสนอภายใต้การประยุกต์ของการแปลงแบบบัญญัติชนิดทั่วไปของตัวกวัดแกว่งที่ขึ้นอยู่กับเวลาและสูตรของจังเกอร์และอิโนมาตะถูกอธิบาย

90 หน้า.

QUANTUM THEORY FOR A TIME-DEPENDENT HARMONIC OSCILLATOR

SURARIT PEPORE 4437430 SCCP/D

Ph.D. (CHEMICAL PHYSICS)

THESIS ADVISOR: ON-UMA KHEOWAN, Ph.D. (CHEMICAL PHYSICS), TANAKORN OSOTCHAN, Ph.D. (PHYSICS), UDOM ROBKOB, Ph.D. (PHYSICS), EKASIT SOMSOOK, Ph.D. (INORGANIC CHEMISTRY)

ABSTRACT

The propagator for a harmonic oscillator with time-dependent mass and frequency were calculated by two approaches. The first approach was the Feynman path integral method. The path integral of this oscillator is calculated by the Pauli-Van Vleck formula. The propagators of harmonic oscillators with time-dependent mass and frequency contain variables in terms of the solution of non-linear second order differential equation, called Pinney's equation. The second method was the Schwinger method which has the same procedures as the calculation of relativistic Green function.

The Schrödinger's wave function for a harmonic oscillator with time-dependent mass and frequency was derived from the propagator obtained. The propagator and wave function for a Caldirola-Kanai oscillator and a harmonic oscillator with strongly pulsating mass were calculated from the quantum solutions of the harmonic oscillator with time-dependent mass and frequency.

The relation between the propagator for a harmonic oscillator with time-dependent mass and frequency and a simple harmonic oscillator is discussed. The alternative way for calculating the propagator for the system of time-dependent harmonic oscillator is proposed by using the application of the canonical transformation in the path integral formula, and the Junker and Inomata formula is explained.

KEY WORDS: PATH INTEGRAL / SCHWINGER METHOD / TIME-DEPENDENT HARMONIC OSCILLATOR

90 pp.