PERCOLATION OF LOOSE BONDS USING SPIN-CORRELATION FUNCTIONS OF THE BIMODAL 2-DIMENSIONAL ISING SPIN GLASS

AREEYA CHANTASRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2009

PERCOLATION OF LOOSE BONDS USING SPIN-CORRELATION FUNCTIONS OF THE BIMODAL 2-DIMENSIONAL ISING SPIN GLASS

AREEYA CHANTASRI 5036995 SCPY/M

M.Sc. (PHYSICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE : JULIAN POULTER, Ph.D. (PHYSICS), DAVID JOHN RUFFOLO, Ph.D. (PHYSICS), MICHAEL ANTONY ALLEN, Ph.D. (PHYSICS)

ABSTRACT

The spin-correlation functions for the two dimensional $\pm J$ Ising spin glass in the ground state (zero temperature) are studied. The computational algorithm is based on a combinatorial approach that uses Pfaffians and perturbation theory. To study the spin glass, an arbitrary concentration, p, of negative bonds is assigned and percolation phenomena of loose bonds or those with spin correlation functions not equal to ± 1.0 are investigated. The spin glass canonically exists when $p = 0.5$, and there is a critical point p_c with $0 < p_c < 0.5$ determining the ferromagnetic phase to spin-glass phase transition. The investigation of loose-bond clusters shows that there is a region of critical behavior $p_c = 0.108 \pm 0.005$. Using the finite-size scaling theory, it is found that a modified definition of loose-bond clusters results in data collapsing with the critical exponents of the 2-dimensional percolation theory.

KEY WORDS : SPIN GLASSES / SPIN-CORRELATION FUNCTIONS
LOOSE BONDS / PERCOLATION /DATA COLLAPSING

83 pages.

การไหลซึมของพันธะอย่างหลวมโดยใช้ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ระหว่างสปินของไอซิ่งสปินกลาสสองมิติแบบทวิฐานนิยม
PERCOLATION OF LOOSE BONDS USING SPIN-CORRELATION FUNCTIONS OF THE BIMODAL 2-DIMENSIONAL ISING SPIN GLASS

อารียา จันทศรี 5036995 SCPY/M

วท.ม. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : จูเลียน พอลเตอร์, Ph.D. (PHYSICS), เดวิด จอห์น รูฟโฟโล, Ph.D. (PHYSICS), ไมเคิล แอนโทนี แอลเลน, Ph.D. (PHYSICS)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ระหว่างสปินของไอซิ่งสปินกลาสสองมิติที่มีพันธะแบบทวิฐานนิยม (bimodal 2-dimensional Ising spin glasses) ในสถานะพื้น (ground states) หรือศูนย์องศาสัมบูรณ์ ขั้นตอนวิธีการคำนวณทางคอมพิวเตอร์มีพื้นฐานมาจากวิธีการเชิงการจัด (combinatorial approach) ที่ใช้ฟัฟเฟียน (Pfaffian) และมาจากทฤษฎีเพอร์เทอร์เบชั่น (perturbation theory) ในการศึกษาสปินกลาสดังกล่าวนี้ เราใช้ค่าความเข้มข้นของปริมาณพันธะแบบลบ (negative bonds) ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ p อย่างสุ่ม เพื่อศึกษาปรากฏการณ์การไหลซึม (percolation phenomena) ของพันธะอย่างหลวม (loose bonds) โดยที่พันธะอย่างหลวมนี้นิยามขึ้นจากพันธะที่มีค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ระหว่างสปินไม่เท่ากับ +1 หรือ -1 สำหรับไอซิ่งสปินกลาสในสองมิตินั้นได้ยอมรับกันทั่วไปว่าเกิดขึ้นเมื่อค่าความเข้มข้นของพันธะแบบลบเป็นครึ่งหนึ่งหรือ $p = 0.5$ ดังนั้นจึงเชื่อว่ามีค่าวิกฤติ (p_c) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง ($0 < p_c < 0.5$) ที่สามารถบอกถึงการเปลี่ยนสถานะระหว่างสถานะแบบแม่เหล็ก (ferromagnetic phase) และสถานะที่เป็นสปินกลาส (spin glasses phase) ผลจากการศึกษากลุ่มก้อนของพันธะอย่างหลวมดังกล่าวพบว่ามีบริเวณวิกฤตอยู่ในช่วง $p_c = 0.108 \pm 0.005$ และเมื่อใช้ทฤษฎี finite-size scaling พบว่าผลการคำนวณจากขนาดของระบบจำลองที่ต่างกันสามารถแสดงบนเส้นกราฟเดียวกันได้และใช้เลขชี้กำลังที่ได้จากทฤษฎีการไหลซึมในสองมิติ (2-dimensional percolation theory) ได้ เมื่อมีการปรับเปลี่ยนวิธีการวัดขนาดของกลุ่มก้อนพันธะใหม่เท่านั้น

83 หน้า