

การอินทิเกรตตามวิถีในสายพอลิเมอร์เดี่ยวที่มีอันตรกิริยาพิสัยยาว

นายเชิดศักดิ์ คุณสมบัติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาฟิสิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5286-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PATH INTEGRAL APPROACH TO A SINGLE POLYMER CHAIN
WITH LONG RANGE INTERACTIONS

Mr. Cherdsak Kunsombat

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Physics

Department of Physics

Faculty of Science

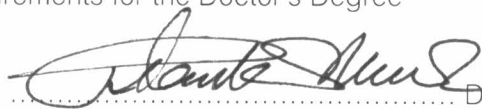
Chulalongkorn University

Academic year 2003

ISBN 974-17-5286-5

Thesis Title Path Integral Approach to A Single Polymer Chain with Long Range Interactions
By Cherdsak Kunsombat
Field of Study Physics
Thesis Advisor Professor Virulh Sa-yakanit, F.D.

Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor's Degree


..... Dean of the Faculty of Science
(Professor Piamsak Menasveta, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE


..... Chairman
(Associate Professor Prapaipan Chantikul, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Professor Virulh Sa-yakanit, F.D.)


..... Member
(Assistant Professor Kajornyod Yoodee, Ph.D.)


..... Member
(Assistant Professor Chaisingh Poo-Rakkiat, Ph.D.)


..... Member
(Ahpisit Ungkitchanukit, Ph.D.)


..... Member
(Professor Orapin Rangsiman, Ph.D.)

เชิดศักดิ์ คุณสมบัติ : การอินทิเกรตตามวิถีในสายพอลิเมอร์เดี่ยวที่มีอันตรกิริยาพิสัยยาว.
(PATH INTEGRAL APPROACH TO A SINGLE POLYMER CHAIN WITH LONG
RANGE INTERACTIONS) อ. ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.วิรุพห์ สายคณิต, 61 หน้า.
ISBN 974-17-5286-5.

จุดมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์นี้เพื่อพิจารณาปัญหาของสายพอลิเมอร์เดี่ยวในดัวกลางแบบสุ่มที่มีอันตรกิริยาพิสัยยาว แนวความคิดหลักคือเพื่อขยายแบบจำลองของเอ็ดเวิร์ดสและมูธูมูมาร์สำหรับสหสัมพันธ์พิสัยสั้นให้เป็นสหสัมพันธ์พิสัยจำกัด ในวิทยานิพนธ์นี้เราได้ใช้วิธีอินทิเกรตตามวิถีของฟายน์แมนแทนการใช้วิธีเรพลิคา โดยการจำลองพอลิเมอร์แสมิลโทเนียนด้วยนอนโกลด์ควอดราติกแสมิลโทเนียนทดลอง แสมิลโทเนียนทดลองนี้ต้องเป็นนอนโกลด์ควอดราติก เพราะจะสะท้อนให้เห็นถึงการไม่เปลี่ยนแปลงต่อการเลื่อนตำแหน่งของแสมิลโทเนียนเดิม ต่อจากนั้นคำนวณหาความแตกต่างระหว่างตัวแพร่กระจายของพอลิเมอร์กับตัวแพร่กระจายทดลองด้วยการประมาณค่าแบบคิวมูแลนต์อันดับที่หนึ่ง แล้วใช้หลักของการแปรผันหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม จากการคำนวณแสดงให้เห็นว่าสามารถหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของระยะจากปลายถึงปลายของสายพอลิเมอร์ได้ เมื่อพิจารณากรณีสหสัมพันธ์พิสัยสั้น ผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับของเอ็ดเวิร์ดสและมูธูมูมาร์ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณากรณีสหสัมพันธ์พิสัยยาวผลลัพธ์ที่ได้ก็สอดคล้องกับของซีเฟอว์และโกลด์สמידท์

ภาควิชา..... ฟิสิกส์..... ลายมือชื่อนิสิต..... *โอฬาร คุณสมบัติ*
สาขาวิชา..... ฟิสิกส์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *วิรุพห์ สายคณิต*
ปีการศึกษา..... 2546..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4273807523 : MAJOR PHYSICS

KEY WORD: PATH - INTEGRAL / SINGLE POLYMER CHAIN

CHERDSAK KUNSOMBAT : PATH INTEGRAL APPROACH TO A SINGLE POLYMER CHAIN WITH LONG RANGE INTERACTIONS. THESIS ADVISOR : PROF. VIRULH SA-YAKANIT, F.D., 61 pp. ISBN 974-17-5286-5 .

The aim of this thesis is to consider the problem of a single polymer chain in random media with long-range interactions. The main idea is to generalize the model proposed by Edwards and Muthukumar for short-range correlation to finite correlation. Instead of using a replica method, the Feynman path-integral is employed by modeling the polymer Hamiltonian as a model of a non-local quadratic trial Hamiltonian. This non-local trial Hamiltonian is essential since it will reflect the translation invariant of the original Hamiltonian. The calculation is proceeded by considering the differences between the polymer propagator and the trial propagator as the first cumulant approximation. The variational principle is used to find the optimal values of the variational parameters. It is shown that the mean square end-to-end distance of a polymer chain can be obtained. Considering the short-range correlation, the results obtained were corresponding to those from Edwards and Muthukumar. However, with the long-range correlation, the results obtained were corresponding to those from Shiferaw and Goldschmidt.

Department.....Physics.....Student's signature.....*Cherdsak Kunsombat*
 Field of study.....Physics.....Advisor's signature.....*Virulh Sayak*
 Academic year 2003.....Co-advisor's signature.....

Acknowledgements

The author would like to express his sincere gratitude to his supervisor Prof. Virulh Sa-yakanit for his continuous encouragement, guidance and help during the course of his work as thesis advisor. Thanks also go to the thesis committees for their reading and criticizing the manuscript.

He would like to thank all friends, and all colleagues at Chulalongkorn University for their encouragement.

TABLE OF CONTENTS

	Page
ABSTRACT IN THAI	iv
ABSTRACT IN ENGLISH	v
ACKNOWLEDGMENTS.....	vi
CHAPTER 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Overview	1
1.2 Our Work	4
1.3 Outline of the Thesis	4
CHAPTER 2 POLYMER AND PATH INTEGRALS.....	6
2.1 Some General Remarks	6
2.2 Random Walks	8
2.3 The Wiener-Edwards Integral	9
2.4 Chain Under an External Field.....	10
2.5 Self-Avoiding Chain (Excluded Volume Effect)	11
2.6 Some Theoretical Approaches.....	12
2.6.1 A Simple Theory.....	13
2.6.2 Perturbation Calculation.....	13
2.6.3 The Effective Step Length Technique.....	14
2.6.4 Mean Field Theory.....	15
2.6.5 Renormalization Group Theory.....	16
2.6.6 Feynman Path-Integral Approach.....	16
CHAPTER 3 SOME THEORETICAL APPROACHES TO A POLYMER CHAIN IN RANDOM MEDIA.....	24
3.1 Edwards and Muthukumar Approach.....	25
3.2 Shiferaw and Goldschmidt Approach.....	32
CHAPTER 4 PATH INTEGRAL APPROACH TO A SINGLE POLYMER CHAIN	

TABLE OF CONTENTS

	Page
WITH RANDOM MEDIA.....	38
4.1 Model	38
4.2 Calculation.....	42
CHAPTER 5 CONCLUSIONS AND DISCUSSION	50
5.1 Conclusions and Discussion	50
REFERENCES	54
APPENDIX	56
VITAE	61