

การคำนวณหาตัวแปรกระจายของนอนโลคอลซาร์โมนิกออสซิลเลเตอร์



นาย เมธา นิธิสุนทร

ศูนย์วิทยพัทยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-847-7

013396

i 17046166

EVALUATION OF NON-LOCAL HARMONIC  
OSCILLATOR PROPAGATOR

Mr. Metha Nithisoontorn



ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement  
for the Degree of Master of Science.

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

Thesis Title           EVALUATION OF NON-LOCAL HARMONIC  
                                  OSCILLATOR PROPAGATOR  
By                         Mr. Metha Nithisoontorn  
Department            Physics  
Thesis Advisor         Professor Virulh Sa-yakanit, F.D.



---

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in  
Partial fulfillment of the Requirements for the Master's degree.

.....*S. Bunnag*.....Dean of Graduate School  
(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

*Pisistha Ratanavararaksa*.....Chairman  
(Assistant Professor Pisistha Ratanavararaksa, Ph.D.)

*Kitt Visoottiviseth*.....Member  
(Associate Professor Kitt Visoottiviseth, Ph.D.)

*Prapaipun Chantikul*.....Member  
(Assistant Professor Prapaipun Chantikul, Ph.D.)

*Virulh Sa-yakanit*.....Member  
(Professor Virulh Sa-yakanit, F.D.)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การคำนวณหาตัวแม่กระจายของนอนโลกอลซาร์โมนิกออสซิลเลเตอร์
ชื่อนิสิต	นาย เมธา นิธิสุนทร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร.วิรุห์ สายคณิต
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2528



บทคัดย่อ

เราได้พัฒนาวิธีการหนึ่ง โดยการรวมความคิดของ ฟายน์แมน และ เดวีส์ เข้าด้วยกัน เพื่อคำนวณหาตัวแม่กระจายของโลคอล และ นอนโลคอล ซาร์โมนิกออสซิลเลเตอร์ เราใส่เงื่อนไขขอบเขตเข้าไปในการอินทิเกรตตามเส้นทาง และแทนเส้นทางด้วยอนุกรมโคซายน์ แล้วจึงแปลงการอินทิเกรตตามเส้นทางไป เป็นการอินทิเกรตแบบทวีของสัมประสิทธิ์ของอนุกรมโคซายน์ โดยการใช้สมมุติฐานของการแบ่งเวลาออกเป็นช่วง ๆ หลังจากทำการอินทิเกรต และให้ช่วงเวลาแคบมาก ๆ จนเป็นศูนย์ จะได้ผลลัพธ์เป็นตัวแม่กระจายที่ต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Evaluation of Non-local Harmonic Oscillator  
Propagator  
Name Mr. Metha Nithisoontorn  
Thesis Advisor Professor Virulh Sa-yakanit, F.D.  
Department Physics  
Academic Year 1985



#### ABSTRACT

A systematic method of evaluating the local and non-local harmonic oscillator propagator is developed. By combining Feynman's and Devies' ideas, we put the boundary conditions into the path integral and represent the paths as a cosine series. We restrict ourselves to the discrete-time assumption and transform the path integral to be the multiple integrals of the coefficients of the series. After performing the integrations and taking the limit of time interval to zero, as the final step, the prefactor and the exponent of the classical action can be obtained simultaneously.

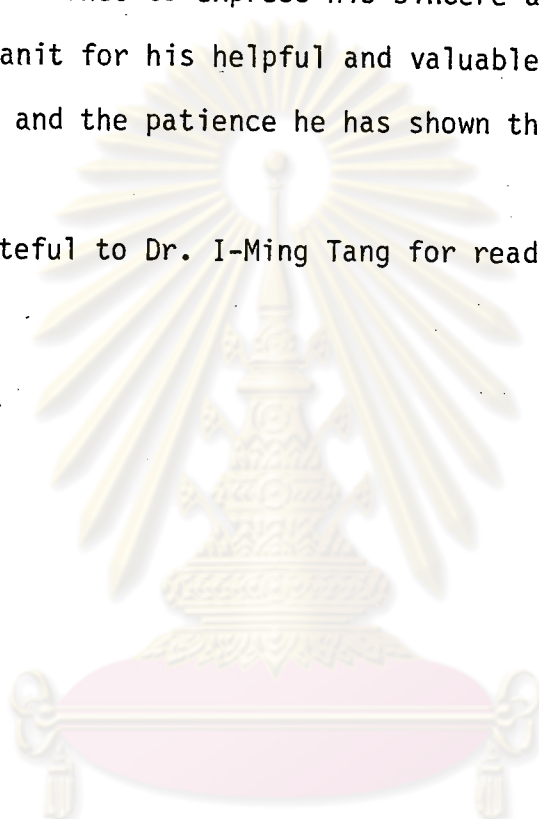
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ACKNOWLEDGMENTS

The author wishes to express his sincere appreciation to Dr. Virulh Sa-yakanit for his helpful and valuable suggestions, the encouragement and the patience he has shown throughout this research.

He is grateful to Dr. I-Ming Tang for reading the manuscript.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## CONTENTS

	PAGE
ABSTRACTS.....	iv
ACKNOWLEDGMENTS.....	vi
LIST OF ILLUSTRATIONS.....	ix
CHAPTER 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Preliminary.....	1
1.2 Outline of the Thesis.....	3
CHAPTER 2 QUALITATIVE SURVEY.....	4
2.1 Feynman's Path Integral.....	4
CHAPTER 3 FEYNMAN'S METHOD.....	8
3.1 Harmonic-Oscillator Path Integral.....	8
3.2 The Evaluation of the Classical Action.....	10
3.3 Harmonic-Oscillator Prefactor.....	11
3.4 Conclusions and Discussions.....	13
CHAPTER 4 DEVIES' METHOD.....	14
4.1 The Basic Ideas of Devies' Method.....	14
4.2 Performing the Integrations.....	15
4.3 Conclusions and Discussions.....	17
CHAPTER 5 HARMONIC-OSCILLATOR PROPAGATOR.....	18
5.1 Preliminary.....	18
5.2 Calculating the Harmonic-Oscillator Propagator.....	18
5.3 Conclusions and Discussions.....	25
CHAPTER 6 NON-LOCAL HARMONIC OSCILLATOR.....	27
6.1 Preliminary.....	27
6.2 Calculating the Non-local Harmonic Oscillator Propagator.....	31
6.3 Conclusions.....	39
CHAPTER 7 DISCUSSIONS.....	39
APPENDIX A Transforming to Cosine Representation of the Kinetic-energy and Potential-energy Terms.....	43
APPENDIX B The Jacobian of Transformation (Cosine Representation).	46
APPENDIX C Transforming to Sine Representation of the Kinetic-energy and Potential-energy Terms.....	49

APPENDIX D The Jacobian of Transformation (Sine Representation)....	51
APPENDIX E Harmonic-Oscillator Prefactor.....	53
REFERENCES.....	55
VITA.....	57



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## LIST OF ILLUSTRATIONS

Figure		Page
1	The Construction of the Path Integral.....	7



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย