

อะตอมไฮโดรเจนในเชิงของกลศาสตร์เมตริกซ์



นายธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

ISBN 974-566-107-4

009659

I158A489A

Hydrogen Atom From the Standpoint of Matrix Mechanics

Mr. Teerasak Veerapasong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

Thesis Title Hydrogen Atom From the Standpoint of Matrix Mechanics
By Mr. Teerasak Veerapasong
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
(Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

Pisista Ratanavararaksa Chairman
(Assistant Professor Pisista Ratanavararaksa, Ph.D.)

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

..... *I-Ming Tang* Member
(I-Ming Tang, Ph.D.)

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

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อะตอมไฮโดรเจนในเชิงของกลศาสตร์เมตริกซ์
ชื่อนิสิต	นายธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร.วิรุฬห์ สายคณิต
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2528



บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้ คือศึกษางานต้นฉบับของเปาลีเกี่ยวกับปัญหาอะตอมไฮโดรเจน เพื่อจะคำนวณหาสเปกตรัมพลังงานของมันภายในขอบเขตของกลศาสตร์เมตริกซ์ยังไดอูมาน, แก๊ซ และ เซียนสมการ และสูตรต้นฉบับให้อยู่ในรูปที่ง่ายและรัดกุมขึ้นโดยใช้สัญลักษณ์สากล วิธีการแก้ปัญหานี้คือ สร้างระบบของสมการเมตริกซ์ซึ่งประกอบด้วยปริมาณที่ไม่ขึ้นกับเวลาในปัญหาการเคลื่อนที่แบบเคปเพลอร์ อันได้แก่ โมเมนตัมเชิงมุม, พลังงานทั้งหมด, และปริมาณคงที่คว่ำใหม่ที่รู้จักกันในนามเลนซ์เวกเตอร์ สมการเมตริกซ์เหล่านี้ได้มาจากกระบวนการทางพีชคณิตแบบสับเปลี่ยนไม่ได้ และคำตอบของสมการนำไปสู่สเปกตรัมพลังงานของอะตอมไฮโดรเจน วิธีการนี้จะทำให้เราเข้าใจถึงปัญหาทางกลศาสตร์ควอนตัมของอะตอมไฮโดรเจนได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGMENTS



The author wishes to express his appreciation to Dr. Virulh Sa-yakanit for his advice, guidance and encouragement given throughout the cause of this investigation.

He would like to express his sincere thanks to Dr. I-Ming Tang for correcting the English manuscript.

Finally, he would like to thank all colleagues at the department of Physics for their helps in various way.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTENTS



	PAGE
ABSTRACTS.....	iv
ACKNOWLEDGEMENTS.....	vi
LIST OF ILLUSTRATIONS.....	ix
CHAPTER 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Quantization Character of the Hydrogen Spectrum.....	1
CHAPTER 2 MATHEMATICAL AND PHYSICAL BASIS OF MATRIX MECHANICS.....	8
2.1 Historical Review.....	8
2.2 The Fundamentals of Matrix Mechanics.....	8
2.3 The Harmonic Oscillator.....	13
CHAPTER 3 LENZ VECTOR IN THE COULOMB FIELD.....	17
3.1 Historical Introduction.....	17
3.2 The Vector Matrix \hat{U} for Coulomb Forces Elimination of the Coordinates.....	19
CHAPTER 4 THE HYDROGEN SPECTRUM.....	25
CHAPTER 5 DISCUSSION.....	34
REFERENCES	36
APPENDIX A Geometric Construction for Lenz Vector.....	38
APPENDIX B Proving the Constancy with Time of Vector Matrix \hat{U}	42
APPENDIX C Proving the Commutation Relation in Eq.(3.15b).....	46

APPENDIX D	Proving the Equation (3.15c).....	48
APPENDIX E	Proving the Equation (3.15d).....	51
VITA	54



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF ILLUSTRATIONS

Figure	Page
A.1 Diagram of geometric construction for Lenz Vector, step 1.....	38
A.2 Diagram of geometric construction for Lenz Vector, step 2.....	39
A.3 Diagram of geometric construction for Lenz Vector, step 3.....	40



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย