

การสร้างสมการสนามจากสมการความต่อเนื่อง



นาย ทรงกต ทศานนท์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-584-648-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Formulation of Field Equations from Continuity Equation



Mr. Songkot Dasanonda

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-584-648-1



Thesis Title Formulation of Field Equations from Continuity Equation
By Mr. Songkot Dasanonda
Department Physics
Thesis Advisor Assistant Professor Pisistha Ratanavararaksa

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science.

Santi Thoongsuwan

..... Dean of Graduate School
(Associate Professor Santi Thoongsuwan, Ph.D.)

Thesis Committee

Virulh Sa-yakanit

..... Chairman
(Professor Virulh Sa-yakanit, F.D.)

Pisistha Ratanavararaksa

..... Thesis Advisor
(Assistant Professor Pisistha Ratanavararaksa, Ph.D.)

Kitt Visoottiviseth

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

Mayuree Nednapit

..... Member
(Assistant Professor Mayuree Nednapit, Ph.D.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C425379: MAJOR

PHYSICS

KEY WORD: UNIVERSAL VELOCITY / INERTIAL TRANSFORMATION / CONTINUITY EQUATION / FIELD EQUATIONS

SONGKOT DASANONDA : FORMULATION OF FIELD EQUATIONS FROM CONTINUITY EQUATION. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. PISISTHA RATANA VARARAKSA, Ph.D. 106 pp. ISBN 974-584-648-1

The purpose of this thesis is to establish fundamental field equations from the continuity equation. The proposition that there exists some conserved quantity in nature implies directly the form invariance of the continuity equation in four-space, $\partial_\nu J^\nu = 0$. In addition, the universal constant velocity must be introduced to preserve this covariant form. We find that continuity equation, in tensor form, is covariant under the linear homogeneous inertial transformation. The field equation in three-space are obtained directly from the relation of source J^ν and the second-rank antisymmetric tensor field $F^{\mu\nu}$ in four-space. We also introduce the dual source $*J^\nu$ that can provide the field equation in four-space similar to J^ν . Finally, the excellent example of our approach, in case of electromagnetic fields, is presented and discussed.



ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... ๒๕๓๖

สาขาวิชา..... ๒๕๓๖

ปีการศึกษา ๒๕๖๗

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ทรงกต ทศานนท์ : การสร้างสมการสนามจากสมการความต่อเนื่อง

(FORMULATION OF FIELD EQUATIONS FROM CONTINUITY EQUATION)

อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. พิศิษฐ์ รัตนวราภรณ์ , 106 หน้า. ISBN 974-584-648-1

จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือสร้างสมการสนามจากสมการความต่อเนื่อง การเสนอว่ามีปริมาณบางอย่างที่อนุรักษ์ในธรรมชาติบ่งชี้ว่า สมการความต่อเนื่องจะต้องคงรูปเดิมในอวกาศ 4 มิติ กล่าวคือ $\partial_\nu J^\nu = 0$ แต่ทั้งนี้พบว่าสมการนี้จะเป็นจริงต่อเมื่อมีความเร็วคงที่สากลปรากฏอยู่ด้วย เราพบว่า สมการความต่อเนื่องในรูปสมการเทนเซอร์เป็นโควาเรียนต์ ภายใต้การแปลงแบบใหม่ที่เรียกว่า การแปลงแบบเฉื่อย (inertial transformation) สำหรับสมการสนามในอวกาศ 3 มิติ สามารถหา ได้โดยตรง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งกำเนิด J^ν และ สนามเทนเซอร์ปฏิสมมาตรอันดับที่สอง $F^{\mu\nu}$ ในอวกาศ 4 มิติ นอกจากนั้นเรายังนำเสนอแหล่งกำเนิดคู่ (dual source) $*J^\nu$ ซึ่งสามารถทำให้เกิดสมการสนามในอวกาศ 4 มิติได้เช่นเดียวกับ J^ν สุดท้ายเราแสดงให้เห็นตัวอย่างของการใช้ทฤษฎีในกรณีของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ๒๕๖๕

สาขาวิชา ๒๕๖๕

ปีการศึกษา ๒๕๖๕

ลายมือชื่อนิสิต ๒๕๖๕

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ๒๕๖๕

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม

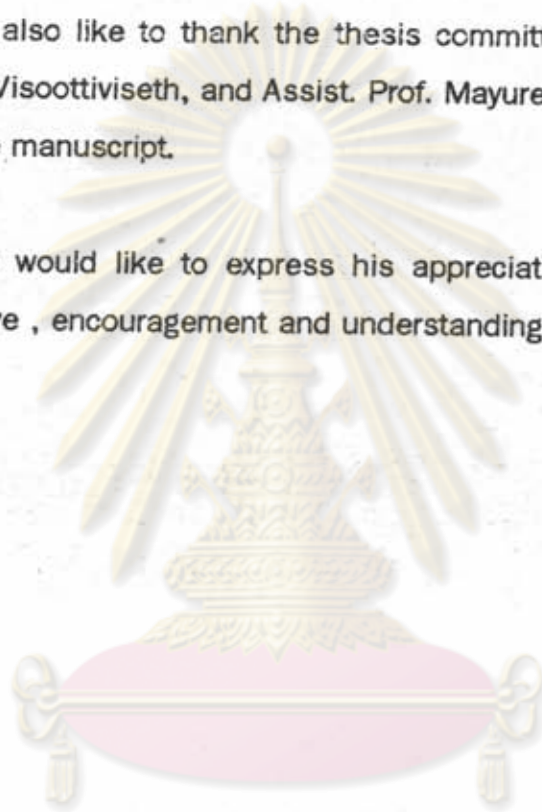


ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his sincere appreciation and gratitude to his advisor, Assist. Prof. Pisistha Ratanavararaksa for his valuable advise, guidance and encouragement given throughout the course of investigation.

He would also like to thank the thesis committee, Prof. Virulh Sa-yakanit, Assoc. Prof. Kitt Visoottiviseth, and Assist. Prof. Mayuree Nednapit, for their reading and criticizing the manuscript.

Finally, he would like to express his appreciation to his parents and his friend for their love , encouragement and understanding throughout the studies.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



TABLE OF CONTENTS

	Page
ABSTRACT IN ENGLISH	iv
ABSTRACT IN THAI	v
ACKNOWLEDGEMENTS	vi
LIST OF FIGURES	ix
CHAPTER I INTRODUCTION	1
The Fundamental Approaches to Science	1
The Preliminary Concepts of Fields	2
Theory of Electromagnetic Fields	4
Theory of Quantum Gauge Fields	14
Scope of Thesis	21
CHAPTER II TENSOR THEORY IN FOUR-SPACE	23
Form Invariance of Tensor Equations	23
Covariant and Contravariant Transformations	24
Tensor Theory in Four-space	28
Coordinate Transformations	30
Informal Definition of Tensors	31
The Group Properties of Tensors	34
Tensor Algebra	36
Symmetrical Properties of Tensors	37
Differentiation of Tensors	38
The Quotient Rule	40
The Metric	41
Pseudotensors and Dual Tensors	43
CHAPTER III FORMULATION OF INERTIAL TRANSFORMATION	48
The Form Invariance of Continuity Equation	48
Concepts of Inertial Transformation	50

	Formulation of Inertial Transformation	53
	Four-vectors	58
CHAPTER IV	FORMULATION OF FIELD EQUATIONS	63
	Relation of Source to Field	63
	Dual Tensor Fields	67
	Potential Four-vectors	71
	Wave Equations	73
	Electromagnetic Fields	74
CHAPTER V	CONCLUSION AND DISCUSSIONS	80
REFERENCES	89
APPENDIX A	NOETHER'S THEOREM	94
APPENDIX B	ADDITION VELOCITY LAW	98
APPENDIX C	HELMHOLTZ'S THEOREM	102
CURRICULUM VITAE	106

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

	Page
Fig. 1 Field lines of electrostatic fields	3
Fig. 2 The logical pattern of gauge theory	19



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย