18

การคำนวณหางคณิตศาสตร์ของสนามไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุ

นาง สมใจ อรุณศรีโสภณ

005171

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
แผนกวิชาคณิตศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2516

i 17676630

A MATHEMATICAL CALCULATION OF THE ELECTRIC FIELD DUE TO A MOVING CHARGE

Mrs. Somchai Aroonsrisophon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of Master of Science

Department of Mathematics

Graduate School

Chulalongkorn University

1973

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirement for the degree of master of science.

B. Tamthai
.....
Dean of the Graduate School

Thesis Committee Suvowit Kongsasno. Chairman
.....
.....
.....

Thesis Supervisor Dr. R.H.B. Exell

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การคำนวณทางคณิตศาสตร์ของสนามไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุ

ชื่อ : นาง สมใจ อรุณศรีโสภณ

แผนกวิชา : คณิตศาสตร์

ปีการศึกษา : 2516

บทคัดย่อ

สูตรในไฟย์แมน เลคเชอร์ ออน ฟิกสิคส์ สำหรับสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในเนเบอร์ฮูดของจุดคงที่อันเนื่องมาจากประจุที่เคลื่อนที่ เขียนอยู่ในเทอมของรีทาร์เดดโพซิชั่นของประจุนั้น ในการหาสนามแม่เหล็กนี้อาศัยสูตรสนามไฟฟ้าของไฟย์แมนและลอเรนซ์ทรานฟอร์เมชั่นเป็นสมมุติฐาน วิธีการดูเหมือนจะถูกต้อง แต่การคำนวณยุ่งยากมากเกินไปที่จะทำจนถึงขั้นสุดท้าย สูตรของสนามไฟฟ้ามีอีกสูตรหนึ่งในเบอร์กเล่ย์ ฟิกสิคส์ คอรส วอลลูมสอง ซึ่งใช้ได้เฉพาะเมื่อประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอเท่านั้น การเปรียบเทียบสูตรระหว่างสูตรของไฟย์แมนและสูตรของเบอร์กเล่ย์ ในกรณีทั่ว ๆ ไปสร้างความยุ่งยากลำบากมาก สำหรับในกรณีพิเศษสูตรทั้งสองให้ผลเหมือนกัน ในการคำนวณเปรียบเทียบผลออกมาเป็นตัวเลขระหว่างสูตรทั้งสองในตัวอย่างพิเศษ ปรากฏผลออกมาเท่ากันด้วยความแม่นยำในขอบเขตของการคำนวณ

Thesis Title : A Mathematical Calculation of the electric field due to a moving charge.

Name : Mrs. Somchai Aroonsrisophon

Department : Mathematics

Academic Year : 1973.

ABSTRACT

The Feynman Lectures on Physics contain formula for the electric and magnetic fields at a fixed point due to a point charge moving in the neighbourhood of the fixed point. The formula for the electric field is expressed in terms of the retarded position of the point charge. An attempt was made to calculate the magnetic field using as axioms Feynman's formula for the electric field and the Lorentz transformation. The method is believed to be correct, but the calculation was too complicated to complete. An alternative formula for the electric field is given in the Berkeley Physics Course, Volume Two, but it applies only when the point charge has a uniform velocity. The Feynman and Berkeley formulas were compared and although the comparison was too difficult to complete in the general case, in simpler special cases they were found to give identical results. A numerical comparison was made for a particular example of the general case and the electric fields computed from the two

formulas were found to agree within the numerical accuracy of the calculations.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express here my gratitude to Dr.R.H.B.Exell, my thesis supervisor, for his generously provided advice and assistance during the completion of this thesis.

I also thank Dr. Siripong Sripiput, who also gave me advice on the numerical calculations, and all my lecturers who taught me in the undergraduate and graduate courses at Chula - longkorn University,

I am also indepted to Dr. Bisuddhi Riddhagni for pointing out the reason for the disagreement between formulas mentioned at the end of chapter II.

Somchai Aroonsrisophon.

TABLE OF CONTENTS

	Page
ABSTRACT (IN THAI)	iv
ABSTRACT (IN ENGLISH)	v
ACKNOWLEDGEMENTS	vii
TERMS AND SYMBOLS	ix
CHAPTER I INTRODUCTION	1
CHAPTER II ANALYTICAL CALCULATION	8
CHAPTER III NUMERICAL CALCULATION	54
BIBLIOGRAPHY	68
VITA	69

TERMS AND SYMBOLS

$\vec{E}$ = Electric field

$\vec{B}$ = Magnetic field

q = the charge that is producing the field

t_R = the time that the charge emits the field (called retarded time)

r_R = the distance from the observer to the charge at time t_R, the corresponding vector is $\vec{r}_R$

t = the time that the field reaches the observer

r = the distance from the observer to the charge at time t; the corresponding vector is $\vec{r}$

$\vec{e}_R$ = the unit vector in the direction from the position where $\vec{E}$ is measured to the retarded position of the source.

c = Speed of light

m_o = the rest mass of the test particle (observer)

$\vec{F}$ = the force on the test particle due to the charge q in reference frame S.

$\vec{F}'$ = the force on the test particle due to the charge q in reference frame S'.

q_1 = the charge of the test particle

$\vec{a}_p$ = the acceleration of the test particle in S

= $(a_{p_x}, a_{p_y}, a_{p_z})$

$\vec{a}'_p$ = the acceleration of the test particle in S'

= $(a'_{p_x}, a'_{p_y}, a'_{p_z})$

$\vec{a}$ = the acceleration of the source in S = (a_x, a_y, a_z)

$\vec{a}'$ = the acceleration of the source in S' = (a'_x, a'_y, a'_z)

$\vec{u}$ = the velocity of the source in S = (u_x, u_y, u_z)

$\vec{u}'$ = the velocity of the source in S' = (u'_x, u'_y, u'_z)