TRACING CHARGED PARTICLE MOTION IN A TURBULENT MAGNETIC FIELD

ACHARA SERIPIENLERT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2006

ISBN 974-04-7711-9
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

การจำลองการเคลื่อนที่ของอนุภาคมีประจุในสนามแม่เหล็กแบบปั่นป่วน (TRACING CHARGED PARTICLE MOTION IN A TURBULENT MAGNETIC FIELD).

อัจฉรา เสรีเพียรเลิศ 4637661 SCPY/M

วท.ม. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : เดวิด รูฟโฟโล, Ph.D. (PHYSICS), ไมเคิล อัลเลน, Ph.D. (PHYSICS), ธนากร โอสถจันทร์, Ph.D. (PHYSICS)

บทคัดย่อ

อนุภาคมีประจุที่ถูกเร่งให้มีพลังงานสูงจากพายุสุริยะเรียกว่าอนุภาคพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์ เมื่ออนุภาคพลังงานสูงเหล่านี้เคลื่อนที่มาใกล้ๆ โลก จะมีผลกระทบต่อโทรคมนาคม นักบินอวกาศ และเรื่องอื่นๆ ซึ่งรวมเรียกว่า “สภาพอวกาศ” อนุภาคเหล่านี้เคลื่อนที่มายังโลกโดยการโคจรเป็นเกลียวรอบสนามแม่เหล็กในตัวกลางระหว่างดาวเคราะห์ สนามแม่เหล็กในตัวกลางระหว่างดาวเคราะห์นี้ถูกลากออกมาจากดวงอาทิตย์โดยลมสุริยะ เนื่องจากลมสุริยะมีความปั่นป่วนสูง ส่งผลให้สนามแม่เหล็กในตัวกลางระหว่างดางเคราะห์นี้มีความปั่นป่วนไปด้วย มัทเธอุส, โกลด์สติน และโรเบิร์ต (พ.ศ.2533) ได้เสนอสนามแม่เหล็กแบบสององค์ประกอบ เพื่อใช้เป็นแบบจำลองของสนามแม่เหล็กระหว่างดาวเคราะห์ การศึกษาการเคลื่อนที่ของอนุภาคมีประจุตามเส้นสนามแม่เหล็ก ทำให้เราเข้าใจปรากฏการณ์การขนส่งของอนุภาคบางปรากฏการณ์ได้

ในงานวิจัยนี้ ได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อตามเส้นทางของอนุภาคมีประจุในสนามแม่เหล็กแบบปั่นป่วน โดยได้ใช้วิธีรุงเงอ-คุททาในการแก้สมการการเคลื่อนที่ ได้แปลงจากพิกัดตำแหน่งเป็นพิกัดไกด์ดิงเซ็นเตอร์ และแปลงโมเมนตัมจากพิกัดคาร์ทีเซียนเป็นพิกัดทรงกลม เราเลือกใช้พิกัดไกด์ดิงเซ็นเตอร์เพราะเป็นพิกัดที่มีการเปลี่ยนแปลงช้า และพยายามรักษาสารสนเทศเดิมของพิกัดตำแหน่งไว้เหมือนกับการใช้พิกัดตำแหน่ง หวังว่ากระบวนการนี้จะช่วยให้โปรแกรมเร็วขึ้นและแม่นยำกว่าการใช้พิกัดตำแหน่งโดยตรง

53 หน้า ISBN 974-04-7711-9

TRACING CHARGED PARTICLE MOTION IN A TURBULENT MAGNETIC FIELD.

ACHARA SERIPIENLERT 4637661 SCPY/M

M.Sc. (PHYSICS)

THESIS ADVISORS : DAVID RUFFOLO, Ph.D. (PHYSICS), MICHAEL ALLEN, Ph.D. (PHYSICS), TANAKORN OSOTCHAN, Ph.D. (PHYSICS)

ABSTRACT

There are charged particles that are accelerated by solar storms. These are called Solar Energetic Particles (SEPs). When SEPs come near Earth, they can affect telecommunications, astronauts, etc., these effects are called "space weather effects." SEPs can come near Earth by moving along the Interplanetary Magnetic Field (IMF). The IMF is dragged out from the Sun by the solar wind. Since the solar wind is highly turbulent, the IMF is turbulent as well. Matthaeus, Goldstein & Roberts (1990) proposed a two-component magnetic field to model the turbulent IMF. Understanding how charged particles move along the IMF is beneficial for describing some transport phenomena and the model is useful in achieving this understanding.

In this work, charged particle motion was traced in the turbulent magnetic field. A program to trace charged particle motion using the Runge-Kutta algorithm was developed. Charged particle motion was traced by transforming from particle position coordinates to guiding center coordinates and transforming the kinematic momentum from Cartesian coordinates to spherical coordinates. Guiding center coordinates were used because they do not change much as time evolves. The same information was maintained as when using position coordinates. This procedure is expected to make the program faster and more accurate than using the particle position directly.

KEY WORDS : CHARGED PARTICLE MOTION/GUIDING CENTER/ TURBULENT MAGNETIC FIELD

53 pp. ISBN 974-04-7711-9