TRAPPING BOUNDARIES AND DROPOUTS OF SOLAR ENERGETIC PARTICLES.

ACHARA SERIPIENLERT 4938556 SCPY/D

Ph.D. (PHYSICS)

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

ABSTRACT

As seen in recent observations by the *Advanced Composition Explorer (ACE)*, the intensity of solar energetic particles (SEPs) exhibits sudden, large changes known as dropouts. These have been explained in terms of turbulence or a flux tube structure in the solar wind. Computer simulations of a random-phase model of magnetic turbulence have indicated a spatial association between dropout features and local trapping boundaries (LTBs) defined for a two-dimensional (2D) + slab model of turbulence. Previous observations have shown that dropout features are not strongly associated with sharp magnetic field changes, as might be expected in the flux tube model. Random-phase turbulence models do not properly treat sharp changes in the magnetic field, such as current sheets, and thus cannot be tested in this way. Here we explore the properties of a more realistic two-dimensional magnetohydrodynamic (2D MHD) turbulence model, in which current sheets develop and the current and magnetic field have characteristic non-Gaussian statistical properties. For this model, computer simulations indicate that sharp particle gradients should frequently be associated with LTBs, sometimes with strong 2D magnetic fluctuations, and infrequently with current sheets. Thus the 2D MHD + slab model of turbulent fluctuations includes some realistic features of the flux tube view.

Besides simulations in Cartesian geometry, we also perform simulations of particle transport using a 2D MHD + slab model in spherical geometry, including particle focusing. We have discovered collimation of beams of charged particles toward a high (low) potential for a positive (negative) charge. In the solar wind, this should occur only for relativistic particles. For future work, we will investigate whether this effect can be applied to help understand the highest energy SEPs.

KEY WORDS : SOLAR ENERGETIC PARTICLES / MAGNETIC TURBULENCE
TRAPPING BOUNDARIES / COLLIMATION

103 pages.

ขอบเขตการกักและดรอปเอาท์ของอนุภาคพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์
TRAPPING BOUNDARIES AND DROPOUTS OF SOLAR ENERGETIC PARTICLES

อัจฉรา เสรีเพียรเลิศ 4938556 SCPY/D

ปร.ด. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: เดวิด รูฟโฟโล, Ph.D. (PHYSICS), ไมเคิล อลึน, Ph.D. (PHYSICS), ธนากร โอสถจันทร์, Ph.D. (PHYSICS)

บทคัดย่อ

จากผลการสังเกตอนุภาคพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์ด้วยยานอวกาศแอดวานซ์คอมโพสิชันเอ็กพลอเรอร์ พบการเปลี่ยนแปลงความเข้มของอนุภาคอย่างรวดเร็วเรียกว่าดรอปเอาท์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยความปั่นป่วนหรือโครงสร้างท่อฟลักซ์ในลมสุริยะ จากการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์โดยแบบจำลองเฟสสุ่มของสนามแม่เหล็กปั่นป่วน พบความเกี่ยวข้องระหว่างลักษณะของดรอปเอาท์และขอบเขตการกักในบริเวณใกล้เคียงซึ่งนิยามสำหรับแบบจำลองสนามแม่เหล็กปั่นป่วนแบบสองมิติ + แบบแผ่น จากการสังเกตที่ผ่านมาพบว่าดรอปเอาท์ไม่มีความเกี่ยวข้องมากนักกับการเปลี่ยนแปลงที่ฉับพลันของสนามแม่เหล็กที่พบจากแบบจำลองท่อฟลักซ์ เนื่องจากแบบจำลองเฟสสุ่มของสนามแม่เหล็กแบบปั่นป่วนไม่สามารถให้การเปลี่ยนแปลงที่ฉับพลันของสนามแม่เหล็กที่สามารถเกิดขึ้นในแบบจำลองแผ่นกระแส ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ทดสอบได้ในกรณีนี้ ในงานนี้เราได้สำรวจสมบัติ ของแบบจำลองที่ใกล้เคียงความจริงมากขึ้นอย่างแบบจำลองอุทกพลศาสตร์เชิงแม่เหล็กในสองมิติ ซึ่งสามารถเกิดแผ่นกระแสขึ้นได้ แผ่นกระแสและสนามแม่เหล็กนี้มีสมบัติทางสถิติไม่เป็นแบบเกาส์เซียน การคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้แบบจำลองนี้ได้แสดงให้เห็นว่าในบริเวณที่พบดรอปเอาท์ก็จะมักพบขอบเขตการกักในบริเวณใกล้เคียงด้วย เราพบดรอปเอาท์กับความปั่นป่วนของสนามแม่เหล็กแบบสองมิติที่แรงบางบริเวณ และไม่พบดรอปเอาท์กับแผ่นกระแสในบริเวณใกล้เคียงกัน ดังนั้นแบบจำลองใหม่นี้ได้รวมความสมจริงของผลจากการสังเกตของมุมมองโครงสร้างท่อฟลักซ์ไว้ด้วย

นอกจากการจำลองในเรขาคณิตพิกัดฉากแล้ว ในงานนี้เรายังได้ทำการจำลองการขนส่งของอนุภาคในสนามแม่เหล็กที่ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์เชิงแม่เหล็กในสองมิติ + แบบแผ่นในเรขาคณิตพิกัดทรงกลมซึ่งจะรวมกระบวนการโฟกัสของอนุภาคด้วย เราค้นพบปรากฏการณ์รวมกับเป็นลำของอนุภาคมีประจุที่บริเวณศักย์สูง (ต่ำ) สำหรับอนุภาคประจุบวก (ลบ) ในลมสุริยะปรากฏการณ์นี้จะเกิดกับอนุภาคพลังงานสูงมากเท่านั้น ในอนาคตเราหวังว่าจะสามารถประยุกต์ใช้ปรากฏการณ์นี้อธิบายผลการสังเกตอนุภาคที่มีระดับพลังงานสูงสุดจากดวงอาทิตย์

103 หน้า