รูปแบบการเคลื่อนที่ของอนุภาคมีประจุในสนามแม่เหล็ก – ไฟฟ้าสัมพัทธภาพ

ชื่อโครงงาน รูปแบบการเคลื่อนที่ของอนุภาคมีประจุในสนามแม่เหล็ก – ไฟฟ้าสัมพัทธภาพ

ชื่อผู้ปฏิบัติ นายพลกฤษณ์ จรเจนเกีนรติ

ชั้น ปริญญาตรี ปีที่ 2

สถาบัน มหาวิทยาลัยสงขลานครนทร์

นักวิทยาศาสตร์พี่เลี้ยง ศาสตราจารย์ ดร. วิรุฬห์ สายคณิต

บทคัดย่อ

เนื่องจากสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับกรอบอ้างอิงเฉื่อยของผู้สังเกต ดังนั้นผู้สังเกตที่อยู่ในกรอบอ้างอิงเฉื่อยที่ต่างกัน ก็ย่อมสังเกตเห็นอนุภาคประจุที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าถูกกระทำด้วยแรงที่ต่างกัน เมื่ออนุภาคถูกกระทำด้วยแรงที่ต่างกัน ก็น่าจะรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ ที่ต่างกันด้วย จากความรู้เรื่องกลศาสตร์ และทฤษฎีสัมพัทธภาพ ทำให้สามารถคำนวณหาสมการที่บอกตำแหน่งของอนุภาคที่สังเกตจากกรอบอ้างอิงเฉื่อยที่ต่างกันได้ และเมื่อนำสมการที่ได้ไปวาดภาพเพื่อแสดงรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค พบว่าอนุภาคมีรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อผู้สังเกตอยู่ในกรอบอ้างอิงเฉื่อยที่เปลี่ยนไป และสรุปได้อีกว่าอนุภาคที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีเส้นทางการเคลื่อนที่ได้หลายเส้นทางขึ้นอยู่กับกรอบอ้างอิงเฉื่อยของผู้สังเกต

รายงานโครงงานวิทยาศาสตร์(ฉบับย่อ)

ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

จากการที่ได้ศึกษาและค้นคว้าหาความรู้ในเรื่องของทฤษฎีสัมพัทธภาพ พบว่าสิ่งต่างๆ ที่เราสังเกตเห็นนั้นมีความสัมพันธ์กับกรอบของผู้สังเกต (Reference Frame of Observer) แทบทั้งสิน กล่าวคือในการสังเกตปรากฏการณ์เดียวกัน หากผู้สังเกตอยู่ในกรอบของผู้สังเกตที่ต่างกันแล้ว ปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ก็ย่อมไม่เหมือนกัน สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าเองก็เช่นกัน เมื่อผู้สังเกตอยู่ในกรอบของผู้สังเกตที่ต่างกันแล้ว สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่สังเกตได้ก็ย่อมมีค่าไม่เท่ากัน และนอกจากที่สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับกรอบของผู้สังเกตแล้ว สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กเองก็ยังมีความสัมพันธ์ต่อกันและกันอีกด้วย ซึ่งทั้งหมดนี้สามารถพิสูจน์ได้จากการแปลงสมการของแมกซ์แวลล์ (Maxwell's Equation) โดยธรรมชาติแล้วเมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่หรืออยู่ภายในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก อนุภาคจะได้รับแรงกระทำอันเนื่องมาจากสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กนั้นๆ ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ขึ้นมา โดยรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคขึ้นอยู่กับค่าของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าขณะนั้น ทั้งนี้เนื่องจากว่าแรงที่ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่มีความสัมพันธ์กับสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้านั่นเอง แต่เนื่องจากสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับกรอบของผู้สังเกต ฉะนั้นหากผู้สังเกตอยู่ในกรอบที่ต่างกันก็ย่อมสังเกตเห็นอนุภาคถูกกระทำด้วยแรงที่ต่างกัน ซึ่งเป็นผลให้สังเกตเห็นอนุภาคมีรูปแบบเคลื่อนที่ ที่ต่างกันด้วย จึงทำให้เกิดข้อสงสัยขึ้นมาว่ารูปแบบการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับกรอบของผู้สังเกตอย่างไร ซึ่งหากว่าได้มีการศึกษาและค้นคว้าในเรื่องนี้ก็จะประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยในเรื่องอื่นๆ ที่

เกี่ยวข้องต่อไป ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าในปัจจุบันมีงานศึกษาวิจัยที่ต้องเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคประจุในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าเป็นอย่างมาก เช่น การศึกษาประจุอนุภาคในอวกาศที่ถูกปลดปล่อยมาจากดวงอาทิตย์ การศึกษาผลกระทบเนื่องจากลมสุริยะที่พัดผ่านโลก การศึกษาอนุภาคมูลฐานและอนุภาคพลังงานสูงซึ่งต้องใช้เครื่องเร่งอนุภาค เป็นต้น

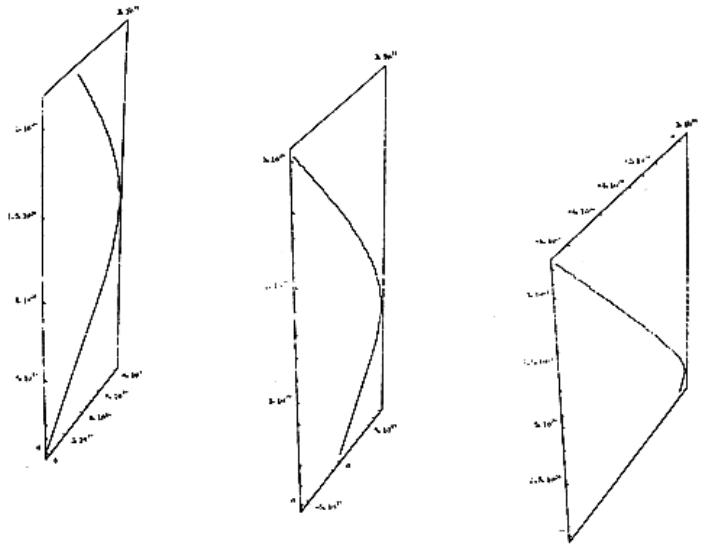
วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. คำนวณหาสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของอนุภาคมีประจุที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ากับความเร็วสัมพัทธของอนุภาคกับกรอบของผู้สังเกต
2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคมีประจุที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้ากับความเร็วสัมพัทธของอนุภาคกับกรอบของผู้สังเกต

วิธีดำเนินการ

1. ให้อนุภาคมีประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ในระบบโคออดิเนต xyz เทียบกับกรอบอ้างอิงเฉื่อยหรือกรอบ a และให้กรอบอ้างอิงเฉื่อยของผู้สังเกตมีความเร็ว v เทียบกับกรอบ a
2. ให้มีสนามแม่เหล็ก B และ สนามไฟฟ้า E เทียบกับกรอบ a คำนวณค่าของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าสัมพัทธ์เทียบกับกรอบของผู้สังเกต
3. ให้ความเร็ว v และ v อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน คำนวณความเร็วสัมพัทธ์ของอนุภาคเทียบกับกรอบของผู้สังเกต จากนั้นจึงคำนวณแรงที่กระทำกับอนุภาคเนื่องมาจากสนามแม่เหล็ก – ไฟฟ้า
4. เขียนสมการการเคลื่อนที่ของอนุภาค จากนั้นจึงคำนวณหาตำแหน่งของอนุภาคในพิกัด x y และ z เทียบกับผู้สังเกต
5. นำตำแหน่งพิกัด x y และ z ที่คำนวณได้ไป plot กราฟ แบบ parametric plot เทียบกับ t ซึ่งเป็นเวลาในกรอบของผู้สังเกต โดยใช้โปรแกรม Mathematica เปลี่ยนความเร็ว v เป็นค่าอื่นๆอีกหลายๆค่า นำรูปกราฟที่ได้ไปวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง



สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. อนุภาคมีรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปเมื่อความเร็วสัมพัทธ์ของอนุภาคเทียบกับกรอบของผู้สังเกตมีค่าเปลี่ยนแปลงไปโดยจะเปลี่ยนไปตามสมการที่ได้คำนวณไว้
2. สำหรับอนุภาคที่เคลื่อนมี่ด้วยความเร็วสัมพัทธ์ค่าหนึ่งเทียบกับกรอบอ้างอิงเฉื่อยในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะสามารถเคลื่อนที่ได้ในหลายเส้นทาง ขึ้นอยู่กับกรอบอ้างอิงของผู้สังเกต

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการทำการทดลองมีน้อยจึงทำให้ยังไม่สามารถวิเคราะห์และศึกษาหัวข้อย่อยในการทำการทดลองได้ครบทั้งหมดซึ่งหัวข้อที่ควรจะศึกษาเพิ่มเติมมีดังนี้คือ
    - ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคเมื่อความเร็วสัมพัทธ์ระหว่างอนุภาคและผู้สังเกตเปลี่ยนไปในแนว x ในแนวแกน y และในแนวแกน z
    - ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค เมื่อสนามไฟฟ้าสัมพัทธ์มีค่าเปลี่ยนไป
    - ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคเมื่อสนามไฟฟ้าสัมพัทธ์มีค่าเปลี่ยนไปในแนวแกน x ในแนวแกน y และในแนวแกน z
    - ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค เมื่อสนามแม่เหล็กสัมพัทธ์มีค่าเปลี่ยนไป
    - ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคเมื่อสนามแม่เหล็กสัมพัทธ์มีค่าเปลี่ยนไปในแนวแกน x ในแนวแกน y และในแนวแกน z
    - ศึกษาและค้นคว้าหาเหตุผลที่อนุภาคจะต้องมีรูปแบบและเส้นทางการเคลื่อนที่ตามสมการที่คำนวณได้สำหรับความเร็วค่าหนึ่งๆ

เอกสารอ้างอิง

1. MARION THORNTON, CLASSICAL MECHANICS OF PARTICLES AND SYSTEM, SAUNDERS COLLEGE PUBLISHING, NEW YORK, 1995
2. KENNETH KRANE, MODERN PHYSICS, JOHN WILEY & SONS ,NEW YORK, 1996
3. RAYMOND A. SERWAY, PRINCIPLES OF PHYSICS, SAUNDERS COLLEGE PUBLISHING, NEW YORK, 1998
4. ธำรง เมธาศิริ, ฟิสิกส์แผนใหม่ ความรู้พื้นฐานสำหรับนักฟิสิกส์, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ , 2540