

การทดลอง 17

การหาเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันในสนามไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

เพื่อทดลองหาเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน (equipotential line) ของการกระจายของประจุลักษณะต่างๆ

อุปกรณ์

1. ถาดสำหรับใส่น้ำ
2. แผ่นกราฟหุ้มด้วยพลาสติก
3. เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง
4. แอมมิเตอร์
5. โลหะรูปต่างๆ

ทฤษฎี

ในบริเวณใกล้ๆ กับวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า จะมีสนามไฟฟ้าเกิดขึ้น ซึ่งอาจแสดงให้เห็นจากการนำประจุอื่นเข้ามาในบริเวณดังกล่าว จะมีแรงกระทำต่อประจุนั้น จึงกล่าวได้ว่า **สนามไฟฟ้า** คือ อาณาบริเวณที่มีแรงกระทำต่อประจุ

ทิศทางของสนามไฟฟ้า ณ จุดใด หาได้จากทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุบวกที่วางอยู่ ณ จุดนั้น ทิศของสนามไฟฟ้าสามารถเขียนแทนได้ด้วย **เส้นแรงไฟฟ้า** (electric field lines)

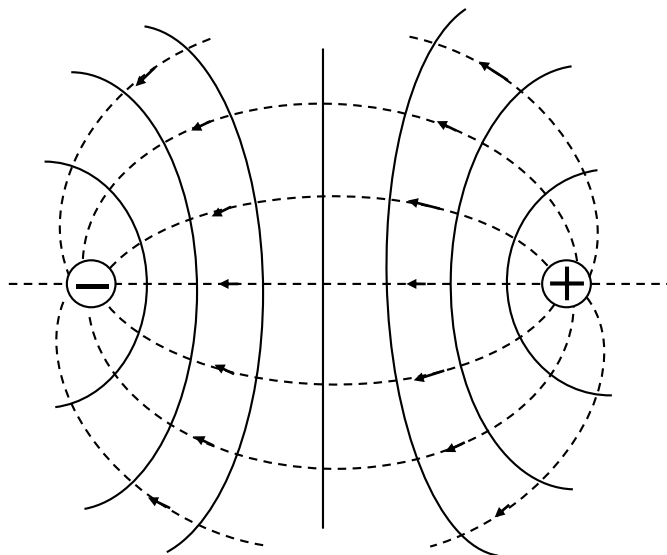
เนื่องจากมีแรงกระทำต่อประจุในสนามไฟฟ้า ฉะนั้นการเคลื่อนประจุในสนามไฟฟ้าย่อมจะมีงานเกิดขึ้น ปริมาณของงานที่ได้ต่อหนึ่งหน่วยประจุในการเคลื่อนประจุ ณ จุดสองจุดเรียกว่า **ความต่างศักย์** และผิวใดๆ ซึ่งทุกๆ จุดบนผิวนั้นมีค่าศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน หรือ ความต่างศักย์เป็นศูนย์เราเรียกผิวนั้นว่า **ผิวศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน** (equipotential surface) ซึ่งมีลักษณะต่างๆ กันขึ้นอยู่กับารกระจายของประจุที่ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้านั้น โดยทั่วไปผิวศักย์ไฟฟ้าเท่ากันจะเป็นผิวใน 3 มิติ แต่ถ้าพิจารณาในระนาบใดระนาบหนึ่ง เช่น ในระนาบที่ตัดผ่านประจุไฟฟ้า เราก็จะได้ **เส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน** (equipotential lines) บนระนาบนั้น

ตัวอย่างของเส้นแรงไฟฟ้า และเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันของจุดประจุ 2 จุด ที่มีขนาดประจุเท่ากัน แต่มีขั้วตรงข้ามกัน แสดงไว้ในรูปที่ 1

ในการศึกษาเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันของประจุ เราสามารถแทนจุดประจุด้วยปลายของแท่งโลหะที่ต่อกับขั้วไฟฟ้ากระแสตรงได้ ถ้าต้องการศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากการกระจายของประจุบนโลหะต่างๆ ก็ต่อโลหะที่ต้องการเข้ากับขั้วไฟฟ้ากระแสตรงได้เช่นเดียวกัน

กรณีที่วางจุดประจุ 2 จุด ซึ่งมีขั้วต่างกันไว้ในตัวกลางที่สามารถนำไฟฟ้าได้ เช่น ในน้ำ ดังรูปที่ 2 ประจุจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางตามเส้นแรงไฟฟ้าทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นในตัวกลาง (น้ำ) กระแสจะไหลผ่านจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในตัวกลาง ก็ต่อเมื่อจุดทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าต่างกันเท่านั้น

สำหรับจุด 2 จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันจะไม่มีกระแสไหลผ่าน เราสามารถตรวจสอบการไหลของกระแสระหว่างจุดทั้งสอง โดยการใช้แอมมิเตอร์วัดการไหลของกระแส ถ้าศักย์ไฟฟ้าทั้ง 2 จุดต่างกัน จะมีกระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์ ในทางตรงข้าม เมื่อศักย์ไฟฟ้า 2 จุดเท่ากัน จะไม่มีกระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์ อาศัยหลักการดังกล่าว เราสามารถหาจุดที่ศักย์ไฟฟ้าเท่ากันได้หลายๆ จุด เมื่อลากเส้นเชื่อมต่อจุดเหล่านั้น ก็จะได้เส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน



รูปที่ 1 เส้นแรงไฟฟ้าและเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันของจุดประจุ 2 จุด

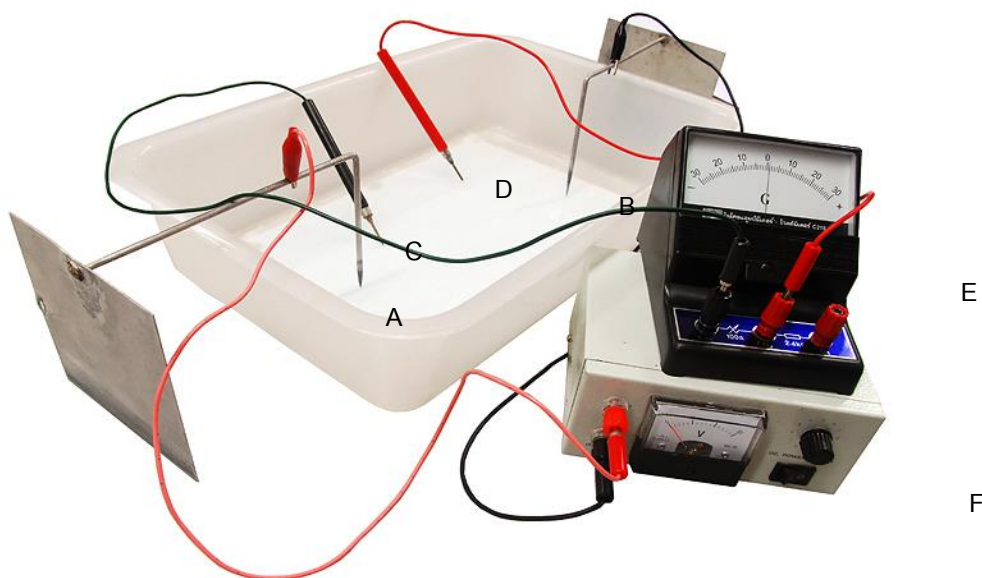
----- เส้นแรงไฟฟ้า
 ————— เส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

เส้นแรงไฟฟ้าและเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันต้องตั้งฉากกัน

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การหาเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันของจุดประจุ

1. ให้ต่อวงจรตามรูปที่ 2 โดยใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 12 V ต่อเข้ากับขั้วไฟฟ้า A และ B ที่กั้นภาตมีแผ่นกราฟหุ้มพลาสติกวางอยู่
2. เทน้ำลงในภาตให้ระดับน้ำสูงประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อใช้น้ำเป็นตัวนำไฟฟ้า
3. วางปลายแท่งโลหะขั้วไฟฟ้า A ลงบนแผ่นกราฟที่ตำแหน่ง (6 , 9) และขั้วไฟฟ้า B ที่ตำแหน่ง (20 , 9) แล้วต่อศักย์ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้ากับแท่งโลหะทั้งสอง
4. ให้ปลายสายวัดข้างหนึ่งของแอมมิเตอร์ตั้งเป็นตำแหน่ง C ลงบนแผ่นกราฟที่ตำแหน่ง (9 , 9)
5. ใช้ปลายสายวัดอีกข้างหนึ่งของแอมมิเตอร์เป็นจุด D เลื่อนหาตำแหน่งของจุด D จนไม่มีกระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์ แสดงว่า ณ จุด C และ D นั้นมีค่าศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
6. อ่านตำแหน่งของจุด D บนแผ่นกราฟพลาสติกที่อยู่ในอ่างน้ำ บันทึกผลในรายงานผลการทดลอง แล้วนำไปเขียนจุดบนกระดาษกราฟรายงาน
7. เลื่อนจุด D และบันทึกตำแหน่งใหม่ของจุด D ที่ไม่มีกระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์ ทำเช่นนี้ทั้งหมด 6 จุด บันทึกผล แล้วนำไปเขียนจุดบนกระดาษกราฟรายงาน จากนั้นเขียนเส้นกราฟแสดงเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน ซึ่งจะได้เพียง 1 เส้น



รูปที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้หาเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน

A - B : แท่งโลหะขั้วไฟฟ้า, C และ D : ปลายสายวัดของแอมมิเตอร์, E : แอมมิเตอร์ และ F : แหล่งจ่ายไฟตรง

8. เปลี่ยนตำแหน่งของจุด C ที่ตำแหน่ง (11 , 9) , (13 , 9) , (15 , 9) และ (17 , 9) แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 5-7 จะได้เส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันเส้นใหม่อีก 4 เส้น

ตอนที่ 2 การหาเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันของแผ่นประจุ

1. นำแผ่นโลหะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 แผ่น วางลงในภาคน้ำแทนแท่งโลหะ โดยวางให้แผ่นโลหะตั้งขึ้นและมีด้านยาวขนานกันกับแกน Y ของกราฟ โดยวางแผ่นโลหะ A และ B ที่ $X = 6$ และ $X = 20$ ตามลำดับ แล้วต่อแต่ละแผ่นเข้ากับขั้วไฟฟ้า
2. ให้ปลายสายวัดข้างหนึ่งของแอมมิเตอร์ตั้งเป็นตำแหน่ง C ลงบนแผ่นกราฟที่ตำแหน่ง (9, 9)
3. ใช้ปลายสายวัดอีกข้างหนึ่งของแอมมิเตอร์เป็นจุด D เลื่อนหาตำแหน่งของจุด D จนไม่มีกระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์ แสดงว่า ณ จุด C และ D นั้นมีค่าศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
4. อ่านตำแหน่งของจุด D บนแผ่นกราฟพลาสติกที่อยู่ในอ่างน้ำ บันทึกผลการทดลอง แล้วนำไปเขียนจุดบนกระดาษกราฟรายงาน
5. เลื่อนจุด D และบันทึกตำแหน่งใหม่ของจุด D ที่ไม่มีกระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์ ทำเช่นนี้ทั้งหมด 5 จุด บันทึกผลการทดลอง แล้วนำไปเขียนจุดบนกระดาษกราฟรายงาน จากนั้นเขียนเส้นกราฟแสดงเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน ซึ่งจะได้เพียง 1 เส้น
6. เปลี่ยนตำแหน่งของจุด C ที่ตำแหน่ง (13, 9) และ (17, 9) แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3-5 จะได้เส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันเส้นใหม่อีก 2 เส้น

ตอนที่ 3 การหาเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันของประจุบนขดลวดรูปวงกลมซ้อนจุดประจุ

1. นำลวดอลูมิเนียมที่ขดเป็นวงกลมวางลงในภาคน้ำ โดยจุดศูนย์กลางของวงกลมอยู่ที่ตำแหน่ง (13, 9) แล้ววางแท่งโลหะขั้วไฟฟ้าลงบนจุดศูนย์กลางของขดลวด จากนั้นต่อเข้ากับขั้วไฟฟ้า
2. ให้ปลายสายวัดข้างหนึ่งของแอมมิเตอร์ตั้งเป็นตำแหน่ง C ลงบนแผ่นกราฟที่ตำแหน่ง (9, 9)
3. ใช้ปลายสายวัดอีกข้างหนึ่งของแอมมิเตอร์เป็นจุด D เลื่อนหาตำแหน่งของจุด D จนไม่มีกระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์ แสดงว่า ณ จุด C และ D นั้นมีค่าศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
4. อ่านตำแหน่งของจุด D บนแผ่นกราฟพลาสติกที่อยู่ในอ่างน้ำ บันทึกผลการทดลอง แล้วนำไปเขียนจุดบนกระดาษกราฟรายงาน
5. เลื่อนจุด D และบันทึกตำแหน่งใหม่ของจุด D ที่ไม่มีกระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์ ทำเช่นนี้ทั้งหมด 5 จุด บันทึกผลการทดลอง แล้วนำไปเขียนจุดบนกระดาษกราฟรายงาน จากนั้นเขียนเส้นกราฟแสดงเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน ซึ่งจะได้เพียง 1 เส้น
6. เปลี่ยนตำแหน่งของจุด C ที่ตำแหน่ง (15, 9) แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3-5 จะได้เส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากันเส้นใหม่อีก 1 เส้น
7. เปลี่ยนตำแหน่งของจุด C ที่ตำแหน่ง (23, 9) ซึ่งอยู่ภายนอกขดลวดอลูมิเนียม แล้วทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3-5 ทำการสังเกตโดยไม่ต้องนำไปเขียนกราฟ เพื่อใช้ตอบคำถาม ข้อ 1 ในใบรายงานผลการทดลอง