

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)
เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เส้นสนามไฟฟ้า

ชุดที่
5



โดย

นางรจนา แสงสุธา

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนห้วยยางวิทยาคม

คำชี้แจง

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)
เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยชุดกิจกรรม
จำนวน 8 ชุด ดังต่อไปนี้

ชุดที่ 1 ประจุไฟฟ้า

ชุดที่ 2 กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

ชุดที่ 3 แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

ชุดที่ 4 สนามไฟฟ้า

ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า

ชุดที่ 6 ศักย์ไฟฟ้า

ชุดที่ 7 ตัวเก็บประจุและความจุไฟฟ้า

ชุดที่ 8 การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 แผน ใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4 ชั่วโมง

3. ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย

3.1 ชื่อเรื่อง

3.2 คำชี้แจง

3.3 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู

3.4 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

3.5 สารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ สื่อการเรียนรู้

แหล่งเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล

3.6 แบบทดสอบก่อนเรียน

3.7 กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)

3.8 แบบทดสอบหลังเรียน

3.9 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

3.10 เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)

3.11 บรรณานุกรม

4. ผู้ใช้ควรศึกษาคำชี้แจงก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)
เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า
ใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่มุ่งพัฒนาความสามารถ
ในการคิดของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียน
ได้ใช้ความคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิชา และกระบวนการ
แสวงหาความรู้และความรู้ความเข้าใจที่คงทน เพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ บรรลุ
วัตถุประสงค์การเรียนรู้และมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ
ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการสอน

- 1.1 ศึกษาคำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E) เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า ให้เข้าใจอย่างละเอียดรอบคอบ
- 1.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะสอน และขั้นตอนต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจชัดเจน
- 1.3 ตรวจสอบสื่อ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมและครบจำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่ม
- 1.4 จัดเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ให้เป็นไปตามลำดับการใช้ก่อนหลัง

2. ขั้นสอน

- 2.1 ครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวปฏิบัติ ในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ การจัดการชั้นเรียน นักเรียนจะทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับนักเรียนในชั้น เมื่อทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนจะต้องแยกกลุ่มและจัดห้องทำการสอบเป็นรายบุคคล
- 2.3 ดำเนินการประเมินผลการเรียนรู้จากการตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
- 2.4 ครูกำกับติดตามการทำกิจกรรมและให้คำปรึกษาแนะนำนักเรียน ถ้านักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เข้าใจ ครูคอยแนะนำเพิ่มเติม เพื่อให้ให้นักเรียนมีทักษะ และมีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

3. ขั้นหลังสอน

เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ครูให้นักเรียนร่วมตรวจสอบ และเก็บวัสดุสิ่งของ และอุปกรณ์ให้เรียบร้อย เพื่อสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป

คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน

ในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E) เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า ใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความตั้งใจ ดังนี้

1. อ่านคำชี้แจง คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจ ก่อนลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยคณะนักเรียนในกลุ่มเป็น 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน
3. นักเรียนศึกษาสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ศึกษาวิธีทำกิจกรรมและลงมือปฏิบัติกิจกรรม ศึกษาเนื้อหาในใบความรู้ ให้เข้าใจ เพื่อเป็นแนวทางในการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ ตามลำดับขั้นตอน
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน
5. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละเรื่อง ทำการบันทึกกิจกรรม ช่วยกันระดมความคิด ร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์ผลการทำกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการสรุปผล การทำกิจกรรม และนำความรู้ที่ได้จากการใช้ชุดกิจกรรมมาทำแบบประเมินความรู้ในชุดกิจกรรม
6. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที เพื่อทราบความก้าวหน้า
7. ตรวจสอบผลการทดสอบจากเฉลย ซึ่งนักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ร้อยละ 75 ขึ้นไปจึงจะผ่านเกณฑ์ ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้ทบทวนเนื้อหา แล้วทำแบบทดสอบ หลังเรียนอีกครั้ง เมื่อผ่านเกณฑ์แล้วจึงศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 6 ต่อไป
8. นักเรียนควรมีสมาธิและความซื่อสัตย์ต่อตนเองในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม ให้ทำกิจกรรมตามลำดับขั้นตอน ไม่เปิดดูเฉลยจนกว่านักเรียนจะทำกิจกรรมเสร็จสิ้น
9. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมหากพบปัญหาหรือไม่เข้าใจ หรือมีข้อสงสัย ให้ซักถาม ครูผู้สอนทันที

**สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้
สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล**

ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า

ชุดกิจกรรมนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับเกี่ยวกับ เส้นสนามไฟฟ้า สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม จุดสะเทินในสนามไฟฟ้า โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E) ในการแสวงหาความรู้ได้

สาระการเรียนรู้

สนามไฟฟ้ามีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบในทุกทิศทางสนามไฟฟ้าของตัวนำ ณ ตำแหน่งต่างๆ ในที่ว่างภายในตัวนำรูปทรงใดๆ มีค่าเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งติดกับผิวของตัวนำจะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวเสมอ

เส้นสนามไฟฟ้า เป็นเส้นที่ใช้เพื่อแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ ประจุไฟฟ้า บริเวณที่มีเส้นสนามไฟฟ้าหนาแน่นมาก สนามไฟฟ้าที่บริเวณนั้นมีค่ามาก บริเวณที่มีเส้นสนามไฟฟ้าหนาแน่นน้อย สนามไฟฟ้าที่บริเวณนั้นมีค่าน้อย เส้นสนาม ไฟฟ้าที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ สนามไฟฟ้าในบริเวณดังกล่าวจะมีค่าสม่ำเสมอ สนามไฟฟ้าเนื่องจากแผ่นตัวนำที่ขนานกันที่มีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันเป็นสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

จุดสะเทินในสนามไฟฟ้า หมายถึงจุดใดๆ ในสนามไฟฟ้า ซึ่งมีค่าของสนามไฟฟ้าลัพธ์เป็นศูนย์ เนื่องจากจุดนั้นอาจมีสนามไฟฟ้าอย่างน้อยที่สุดสองสนามที่มีค่าสนามไฟฟ้าเท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้าม หรือ ณ จุดนั้น มีสนามไฟฟ้ามากกว่าสองสนาม แต่ค่าของสนามไฟฟ้าและทิศทางของสนามไฟฟ้าเหล่านั้นอยู่ในลักษณะที่ทำให้สนามไฟฟ้าหักล้างกันหมด

ผลการเรียนรู้

3. อธิบายสนามไฟฟ้า สนามไฟฟ้าของจุดประจุ และสนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. บอกความหมายของเส้นสนามไฟฟ้าได้
2. เขียนรูปแสดงเส้นสนามไฟฟ้าจากจุดหนึ่งประจุ สองจุดประจุที่มีประจุต่างชนิดกัน แผ่นตัวนำขนานที่มีประจุต่างชนิดกัน และตัวนำทรงกลมซ้อนกันที่มีประจุต่างชนิดกัน
3. บอกได้ว่าขนาดของสนามไฟฟ้า ณ บริเวณหนึ่งจะมีค่ามาก ถ้าเส้นสนามไฟฟ้า ณ บริเวณนั้นมีความหนาแน่นมาก
4. บอกได้ว่าสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆ ในที่ว่างภายในตัวนำทรงกลมใดๆ มีค่าเป็นศูนย์ และสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งต่างๆ จากผิวทรงกลมออกไป จะมีลักษณะเหมือนกับสนามไฟฟ้าของจุดที่เสมือนว่าประจุไฟฟ้าทั้งหมดของตัวนำทรงกลมไปรวมกันอยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลมนั้น
5. บอกได้ว่าสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่ติดกับผิวของตัวนำจะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวเสมอ

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. บอกวิธีหาเส้นสนามไฟฟ้า โดยการรอยเกล็ดต่างทับทิมลงบนกระดาษที่ขี้ขึ้นๆ และมี
ขั้วไฟฟ้าวางทับเพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้า
2. มีส่วนร่วมคิด ร่วมทำ มีความกระตือรือร้น รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นทำงานตามขั้นตอน
และมีผลงานในการทำกิจกรรมที่ถูกต้องสมบูรณ์สะอาดเรียบร้อย

ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม (A)

1. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย สนใจใฝ่รู้ มีนิสัยรักในการทำงาน มีวินัยและ
ตรงต่อเวลา

เวลาที่ใช้ 4 ชั่วโมง

สื่อการเรียนรู้

1. แบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า
2. ใบกิจกรรมที่ 5.1 ทบทวนกับสนามไฟฟ้า
3. ใบกิจกรรมที่ 5.2 ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้า
4. ใบกิจกรรมที่ 5.3 การสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า
5. ใบความรู้ที่ 1 เส้นสนามไฟฟ้า
6. ใบความรู้ที่ 2 สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
7. ใบกิจกรรมที่ 5.4 เรียนรู้วิเคราะห์โจทย์สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
8. กิจกรรมที่ 5.5 ประเมินความรู้กับเส้นสนามไฟฟ้า
9. กิจกรรมที่ 5.6 สร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ
10. ใบกิจกรรมที่ 5.7 ทบทวนกับเส้นสนามไฟฟ้า
11. ใบกิจกรรมที่ 5.8 สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ
12. ใบกิจกรรมที่ 5.9 สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม
13. ใบความรู้ที่ 3 สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม
14. ใบกิจกรรมที่ 5.10 หาคำตอบกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม
15. ใบความรู้ที่ 4 จุดสะเทิน
16. ใบกิจกรรมที่ 5.11 หาคำตอบกับจุดสะเทิน
17. ใบกิจกรรมที่ 5.12 ความรู้กับสนามไฟฟ้าทรงกลมตัวนำและจุดสะเทิน
18. ใบกิจกรรมที่ 5.13 สร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ
11. แบบทดสอบหลังเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า

แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุดโรงเรียนห้วยยางวิทยาคม
2. เว็บไซต์

http://www.cpn1.go.th/media/thonburi/lesson/14_Electrostatic/lesson2.html

<http://www.mwit.ac.th/~physics/phy4.php>

<http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/52/electric20field.htm>

<http://www.scimath.org/socialnetwork/groups/viewbulletin/2>

<http://www.thaiphysicsteacher.com/electric-field-line-and-neutral-point/>

<http://www.vcharkarn.com/lesson/1200>

<http://www.vcharkarn.com/lesson/1194>

<https://www.freegreatpicture.com/lightning-and-optical/roads-and-lightning-in-the-sky-50975>

กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E) เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า มีดังนี้

(ชั่วโมงที่ 1-2)

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (เวลาที่ใช้ 20 นาที)

1. นักเรียนรับชุดกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E) เรื่อง ไฟฟ้าสถิต รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า
2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ (เวลาที่ใช้ 15 นาที)
3. นักเรียนเริ่มปฏิบัติกิจกรรมตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามเกี่ยวกับความหมายของสนามไฟฟ้า ทิศทางสนามไฟฟ้า สมการหาค่าสนามไฟฟ้า ตามใบกิจกรรมที่ 5.1 ทบทวนกับสนามไฟฟ้า

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

5. ครูตั้งคำถามนำว่า เมื่อมีสนามไฟฟ้าเนื่องประจุมากกว่า 1 จุดประจุที่มีประจุต่างชนิดกันวางอยู่ใกล้กันลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลแล้วตอบคำถามตามใบกิจกรรมที่ 5.2 ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (เวลาที่ใช้ 30 นาที)

7. ครูให้นักเรียนสังเกตการสาธิตทดลองเส้นสนามไฟฟ้า โดยการโรยเกล็ดต่างหัตถิมลงบนกระดาษที่ขึ้นและมีขั้วไฟฟ้าวางทับเพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้า ในลักษณะต่างๆ ตามใบกิจกรรมที่ 5.3 การสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า และให้นักเรียนกลุ่มที่เหลือศึกษาใบความรู้ล่วงหน้าเพื่อเป็นเสริมความรู้ในการทำตอบคำถามในใบกิจกรรมหลังดูการสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (เวลาที่ใช้ 15 นาที)

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน นำเสนอข้อมูล ผลการสังเกตการสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า

9. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เส้นสนามไฟฟ้า

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (เวลาที่ใช้ 25 นาที)

10. นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ สนามไฟฟ้าในแนวดิ่ง พร้อมตัวอย่างการคำนวณ จากใบความรู้ที่ 2 (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

11. ให้นักเรียนฝึกการแก้โจทย์ปัญหา วิเคราะห์โจทย์ และแสดงวิธีหาคำตอบเกี่ยวกับเรื่องสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ จำนวน 3 ข้อ ตามใบกิจกรรมที่ 5.4 เรียนรู้วิเคราะห์โจทย์สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (เวลาที่ใช้ 25 นาที)

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

12. ให้นักเรียนประเมินความรู้เกี่ยวกับเส้นสนามไฟฟ้า ความหมายของเส้นสนามทิศทางสนามไฟฟ้า สนามไฟฟ้าแผ่นตัวนำขนานกัน สนามไฟฟ้าตัวทรงกลมตามใบกิจกรรมที่ 5.5 ประเมินความรู้กับเส้นสนามไฟฟ้า

ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

13. ให้นักเรียนสร้างสถานการณ์เกี่ยวกับสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอโดยตั้งโจทย์ปัญหาวาดรูปภาพประกอบและการคำนวณตามใบกิจกรรมที่ 5.6 สร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ จากนั้นแลกเปลี่ยนกันตรวจภายในกลุ่ม

(ชั่วโมงที่ 3-4)

ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

14. นักเรียนร่วมกันอภิปรายทบทวนทิศทางของสนามไฟฟ้าและตอบคำถามใบกิจกรรมที่ 5.7 ทบทวนกับเส้นสนามไฟฟ้า

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

15. ครูตั้งคำถามนำว่า ถ้าประจุบวกสองจุดมีขนาดเท่ากันมาวางใกล้กัน จุดกึ่งกลางจะมีสนามไฟฟ้าหรือไม่ แล้วตอบคำถามตามใบกิจกรรมใบกิจกรรมที่ 5.8 สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสนามไฟฟ้ากับระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมที่ตำแหน่งต่างๆ แล้วตอบคำถามตามใบกิจกรรมที่ 5.9 สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (เวลาที่ใช้ 20 นาที)

17. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 3 สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

18. จากนั้นนักเรียนทำโจทย์ปัญหา 1 ข้อ ตามใบกิจกรรมที่ 5.10 หาคำตอบกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (เวลาที่ใช้ 20 นาที)

19. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 จุดสะเทิน (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

20. จากนั้นนักเรียนทำโจทย์ปัญหา 2 ข้อ ตามใบกิจกรรมที่ 5.11 หาคำตอบกับจุดสะเทิน (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

ขั้นที่ 6 ประเมินผล (เวลาที่ใช้ 15 นาที)

21. ให้นักเรียนสรุปความรู้ในรูปผังมโนทัศน์ ตามใบกิจกรรมที่ 5.12 ความรู้กับสนามไฟฟ้าทรงกลมตัวนำและจุดสะเทิน

ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (เวลาที่ใช้ 5 นาที)

22. ให้นักเรียนสร้างสถานการณ์เกี่ยวกับจุดสะเทินโดยตั้งโจทย์ปัญหา วาดรูปภาพประกอบ และการคำนวณตามใบกิจกรรมที่ 5.13 สร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ (เวลาที่ใช้ 10 นาที)

23. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า (เวลาที่ใช้ 15 นาที)

การวัดผลประเมินผล

ด้านความรู้ (K)

เป้าหมาย/ ผลการเรียนรู้	เครื่องมือ	วิธีวัด	เกณฑ์การวัดและ ประเมินผล
- อธิบายสนามไฟฟ้า สนามไฟฟ้าของ จุดประจุ และ สนามไฟฟ้าของ ตัวนำทรงกลม	1. แบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า 2. ใบกิจกรรมที่ 5.1-5.6 และใบกิจกรรมที่ 5.9-5.13	1. ประเมินผล แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน ชุดกิจกรรม การเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า 2. ประเมินความถูกต้อง ของใบกิจกรรม	1. คะแนนทดสอบ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ขึ้นไป 2. คะแนนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75 ขึ้นไป

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

เป้าหมาย/ตัวชี้วัด	เครื่องมือ	วิธีวัด	เกณฑ์การวัดและ ประเมินผล
ทักษะ/กระบวนการ	แบบประเมินทักษะ กระบวนการ	สังเกต การอภิปราย การทำกิจกรรม	ผลการประเมินอยู่ใน ระดับดีขึ้นไป

การวัดผลประเมินผล

ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม (A)

เป้าหมาย/ตัวชี้วัด	เครื่องมือ	วิธีวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน	แบบบันทึกคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ข้อที่ 3. มีวินัย 4. ใฝ่เรียนรู้ 6. มุ่งมั่นในการทำงาน 8. มีจิตสาธารณะ	การสังเกตและการสังเกตของครูผู้สอน	ผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไป

แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย มีทั้งหมด 10 ข้อ (10 คะแนน) เวลาทั้งหมด 15 นาที
ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X
ลงในกระดาษคำตอบ

+++++

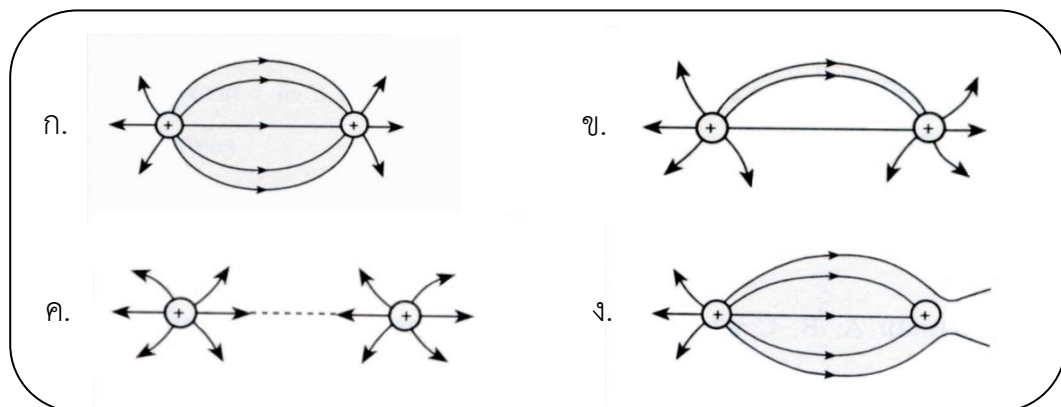
1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. สนามไฟฟ้า คือ บริเวณรอบประจุที่มีแรงทางไฟฟ้าแผ่ออกมา
2. สนามไฟฟ้า เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตันต่อคูลอมบ์
3. ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้า มีทิศพุ่งออกจากประจุบวก มีทิศพุ่งเข้าหาประจุลบ
4. ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้า มีทิศพุ่งออกจากประจุลบ มีทิศพุ่งเข้าหาประจุบวก

ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสนามไฟฟ้า

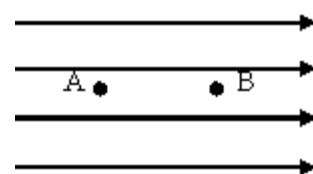
- ก. ข้อ 1,2 ถูก
- ข. ข้อ 2,3 ถูก
- ค. ข้อ 1, 2, 3 ถูก
- ง. ข้อ 1,2,4 ถูก

2. ทรงกลมที่มีประจุ 2 ทรงกลม ต่างมีประจุบวกที่มีขนาดเท่ากันวางห่างกันระยะทาง
ขนาดหนึ่งเส้นแรงไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในข้อใดถูกต้อง

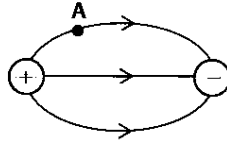


3. จุด A และ B อยู่ภายในสนามไฟฟ้าที่มีทิศตามลูกศรดังรูป ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. วางประจุลบที่ A ประจุลบจะเคลื่อนที่ไปที่ B
2. วางประจุบวกที่ B ประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปที่ A
3. สนามไฟฟ้าที่ A สูงกว่าสนามไฟฟ้าที่ B
4. สนามไฟฟ้าที่ A มีค่าเท่ากับสนามไฟฟ้าที่ B



4. ภาพเส้นแรงไฟฟ้าบางเส้นระหว่างประจุบวกและประจุลบใน 2 มิติ ถ้านำอิเล็กตรอนตัวหนึ่งวางไว้ที่จุด A แล้วปล่อย ข้อใดถูกต้อง

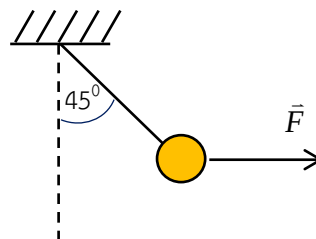


- อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปตามเส้นแรงไฟฟ้าที่ผ่านจุด A และเข้าหาประจุลบ
 - อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปตามเส้นแรงไฟฟ้าที่ผ่านจุด A และเข้าหาประจุบวก
 - ที่จุด A อิเล็กตรอนมีความเร่งในทิศตั้งฉากกับเส้นแรงไฟฟ้า
 - อิเล็กตรอนไม่จำเป็นต้องเคลื่อนที่ไปตามเส้นแรงไฟฟ้า
5. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งติดกับผิวตัวนำด้านนอกจะมีทิศทางใด
- ตั้งฉากกับผิว
 - สัมผัสกับผิว
 - ขึ้นกับรูปร่างของผิว
 - ทำมุมกับผิวน้อยกว่า 45°
6. อนุภาคมวล m ประจุเป็นบวก เคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วง และแรงไฟฟ้าจากสนามไฟฟ้า E ซึ่งชี้ขึ้นในแนวตั้ง ถ้าอนุภาคตกลงมาด้วยความเร่ง a จงหาค่าประจุ q ของอนุภาค

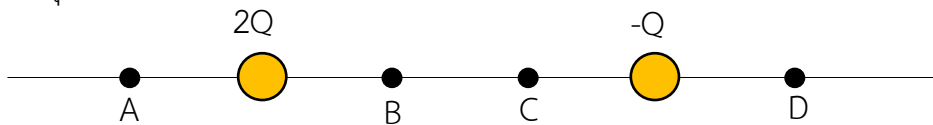
- $\frac{m}{E}(g - a)$
- $\frac{m}{E}(g + a)$
- $\frac{mg}{E}$
- $\frac{ma}{E}$

7. ตัวนำทรงกลมมวล 2 กรัมแขวนด้วยเส้นเชือกที่เป็นฉนวนอยู่ในบริเวณสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ มีทิศในแนวระดับดังรูป ถ้าทรงกลมนี้มีประจุ 4×10^{-6} คูลอมบ์ และถูกผลักจนเชือกทำมุม 45° องศากับแนวตั้ง แล้วนี้ สนามไฟฟ้ามีค่ากี่นิวตันต่อคูลอมบ์

- 400 นิวตันต่อคูลอมบ์
- 500 นิวตันต่อคูลอมบ์
- 4,000 นิวตันต่อคูลอมบ์
- 5,000 นิวตันต่อคูลอมบ์



8. ตัวนำทรงกลมลูกหนึ่งรัศมีผิวใน 8 เซนติเมตร รัศมีผิวนอก 10 เซนติเมตรมีประจุ 1×10^{-10} คูลอมป์ สนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมเป็นเท่าใด
- ก. 0 , 9 นิวตันต่อคูลอมป์
ข. 0 , 90 นิวตันต่อคูลอมป์
ค. 9 , 14 นิวตันต่อคูลอมป์
ง. 14 , 90 นิวตันต่อคูลอมป์
9. จากรูปประจุ $2Q$ และ $-Q$ วางอยู่ในอากาศ อยากทราบว่าตำแหน่งใดควรเป็นตำแหน่งของจุดสะเทิน



- ก. A
ข. B
ค. C
ง. D
10. ประจุสองประจุมีขนาด -16 และ $+4$ ไมโครคูลอมป์ วางอยู่ในตำแหน่งซึ่งห่างกัน 3 เมตร จงหาว่า ตำแหน่งที่อยู่ในแนวระหว่างประจุทั้งสองที่จะให้เกิดสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์อยู่ห่างประจุ $+4$ ไมโครคูลอมป์ กี่เมตร
- ก. 1.5 เมตร
ข. 3.0 เมตร
ค. 4.5 เมตร
ง. 5.0 เมตร

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

ผลการประเมิน

- ☐ ดีมาก
☐ ดี
☐ พอใช้
☐ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

- คะแนนระหว่าง 9-10 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
 คะแนนระหว่าง 7-8 อยู่ในเกณฑ์ ดี
 คะแนนระหว่าง 5-6 อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
 คะแนนระหว่าง 0-4 อยู่ในเกณฑ์ ปรับปรุง

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)

(ชั่วโมงที่ 1-2)



ใบกิจกรรมที่ 5.1 ทบทวนกับสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

+++++

1. สนามไฟฟ้า หมายถึง

.....

2. สนามไฟฟ้ามีทิศทางเป็นอย่างไร

.....

.....

3. การหาค่าสนามไฟฟ้าที่ระยะห่าง r จากประจุ Q เขียนเป็นสมการว่าอย่างไร และมีตัวแปรใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. วาดรูปทิศทางของสนามไฟฟ้าของประจุ $+Q$ และ $-Q$

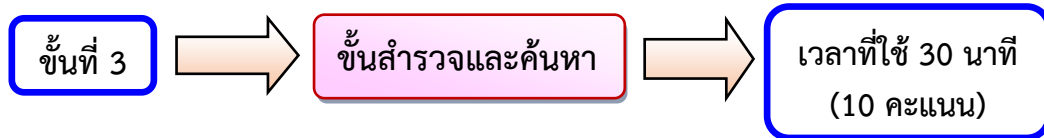


ใบกิจกรรมที่ 5.2 ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

+++++

- เขียนทิศทางสนามไฟฟ้าบริเวณรอบๆ ประจุ $+Q$ และ $-Q$ (โดยให้นักเรียนลากเส้นและลูกศรบนเส้นปะบอกทิศทางของสนามไฟฟ้า)
- นักเรียนสามารถมองเห็นสนามไฟฟ้าได้หรือไม่
- เส้นต่างๆที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ จุดประจุ เรียกว่า
- เมื่อมีสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุมากกว่า 1 จุดประจุ อยู่ใกล้กันดังรูป ลักษณะของเส้นสนามไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร (ให้ลากเส้นเขียนลูกศรบอกทิศทางของเส้นสนาม ไฟฟ้าตามเส้นปะกำหนดให้)



ใบกิจกรรมที่ 5.3 การสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตการณ์สาธิตเส้นสนามไฟฟ้าต่อไปนี้

จุดประสงค์

1. บอกวิธีหาเส้นสนามไฟฟ้า โดยการโรยเกล็ดต่างทาบтимลงบนกระดาษที่ขึ้นๆ และมีขั้วไฟฟ้าวางทาบเพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

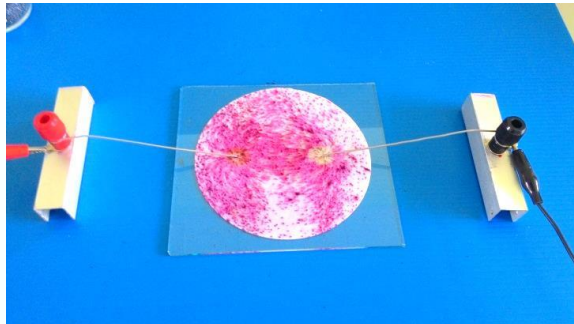
1. เครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง 1 เครื่อง
2. ขั้วไฟฟ้า (โลหะปลายแหลม) 2 ขั้ว
3. วงกลมตัวนำรัศมีต่างกัน 2 วง
4. สายไฟ 2 เส้น
5. ผงต่างทาบтимละเอียด
6. กระดาษกรอง
7. แผ่นกระจก

ตอนที่ 1 เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม 2 ขั้ว

วิธีการสาธิต

1. วางกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาดๆ บนแผ่นกระจก โดยจัดให้เรียบและแนบแผ่นกระจก
2. วางขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม ให้ปลายแหลมทั้งสองแตะบนกระดาษกรองห่างกัน 5 เซนติเมตร
3. ต่อขั้วไฟฟ้ากับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง เปิดสวิตช์ ให้เครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูงทำงาน

4. โรยผงต่างทึบทึมอย่างสม่ำเสมอระหว่างโลหะปลายแหลมทั้งสอง เมื่อเวลาผ่านไป 1–2 นาที ผงต่างทึบทึมปรากฏเป็นเส้นให้เห็น ซึ่งเป็นเส้นสนามไฟฟ้าของโลหะปลายแหลมที่มีประจุไฟฟ้า

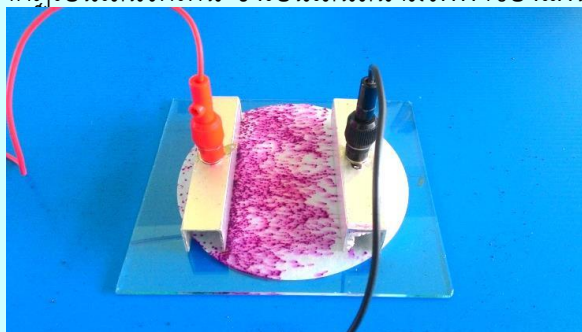


5. บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

ตอนที่ 2 เส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าแผ่นโลหะ 2 ขั้วที่วางขนานกัน

วิธีการสาธิต

1. จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่เปลี่ยนโลหะปลายแหลมออกและใช้แผ่นโลหะเป็นขั้วไฟฟ้า
2. วางกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาดๆ บนแผ่นกระจก โดยจัดให้เรียบและแนบแผ่นกระจก
3. วางแผ่นโลหะทั้งสองบนกระดาษกรองห่างกัน 5 เซนติเมตร และขนานกัน ขอบด้านล่างของแผ่น โลหะต้องแนบสนิทกับกระดาษกรอง
4. ต่อแผ่นโลหะกับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง เปิดสวิตช์ ให้เครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูงทำงาน
5. โรยผงต่างทึบทึมอย่างสม่ำเสมอระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง เมื่อเวลาผ่านไป 1–2 นาที ผงต่าง ทึบทึมปรากฏเป็นเส้นให้เห็น ซึ่งเป็นเส้นสนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะที่มีประจุไฟฟ้า

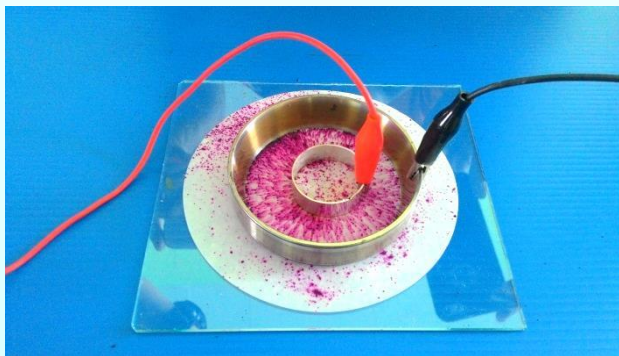


5. บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

ตอนที่ 3 เส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าตัวนำวงกลม 2 วงวางซ้อนกัน

วิธีการสาธิต

1. จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่เปลี่ยนแผ่นโลหะขนานกันเป็นวงกลมตัวนำ 2 วงซ้อนกัน
2. วางกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาดๆ บนแผ่นกระจกให้เรียบและแนบแผ่นกระจก
3. วางตัวนำวงกลม 2 วง ขนาดต่างกันซ้อนกันบนกระดาษกรอง จัดให้วงกลมตัวนำทั้งสองต้องแนบสนิทกับกระดาษกรอง
4. ต่อสายไฟกับวงกลมตัวนำทั้งสองกับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง โดยให้ขั้วบวกต่อกับวงกลมตัวนำด้านใน เปิดสวิตช์ให้เครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูงทำงาน
5. โรยผงต่างห่าทึบอย่างสม่ำเสมอระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง เมื่อเวลาผ่านไป 1–2 นาที ผงต่างห่าทึบปรากฏเป็นเส้นให้เห็น ซึ่งเป็นเส้นสนามไฟฟ้าของวงกลมตัวนำ 2 วงที่วางซ้อนกัน



6. บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

ใบรายงานผลการสังเกต
กิจกรรม 5.3 การสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า

สมาชิกกลุ่ม

หัวหน้ากลุ่ม.....

รองหัวหน้ากลุ่ม.....

1.

2.

3.

4.

จุดประสงค์

1. บอกวิธีหาเส้นสนามไฟฟ้า โดยการโรยเกล็ดต่างทาบหิมลงบนกระดาษที่ขุ่นๆ และมีขั้วไฟฟ้าวางทับเพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้า

คำถามก่อนการสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า

1. เมื่อโรยเกล็ดต่างทาบหิมลงบนกระดาษที่ขุ่นๆ และมีขั้วไฟฟ้าต่างชนิดกันวางทับ เพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้าลักษณะการแผ่กระจายของผงสีม่วงเป็นอย่างไร

.....

.....

2. ผงสีม่วงที่แผ่กระจายนี้เป็นไอออนชนิดใด

.....

ผลการสังเกต

ตอนที่ 1 เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม 2 ขั้ว

ลักษณะการแผ่ของผงสีม่วง	วาดเส้นสนามไฟฟ้า
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

ตอนที่ 2 เส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าแผ่นโลหะ 2 ขั้วที่วางขนานกัน

ลักษณะการแผ่ของวงสนาม	วาดเส้นสนามไฟฟ้า
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

ตอนที่ 3 เส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าตัวนำวงกลม 2 วงวางซ้อนกัน

ลักษณะการแผ่ของวงสนาม	วาดเส้นสนามไฟฟ้า
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

คำถาม เพื่อการวิเคราะห์และสรุป

1. ลักษณะการแผ่กระจายของวงสนามเป็นอย่างไร

.....
.....

2. เมื่อต่างหับทึมละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนชนิดใดบ้าง

.....
.....

3. วงสนามที่แผ่กระจายนี้เป็นไอออนชนิดใด

.....
.....

4. เส้นสนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำขนานกันจะเป็นอย่างไร

.....
.....

.....

.....

[illegible]

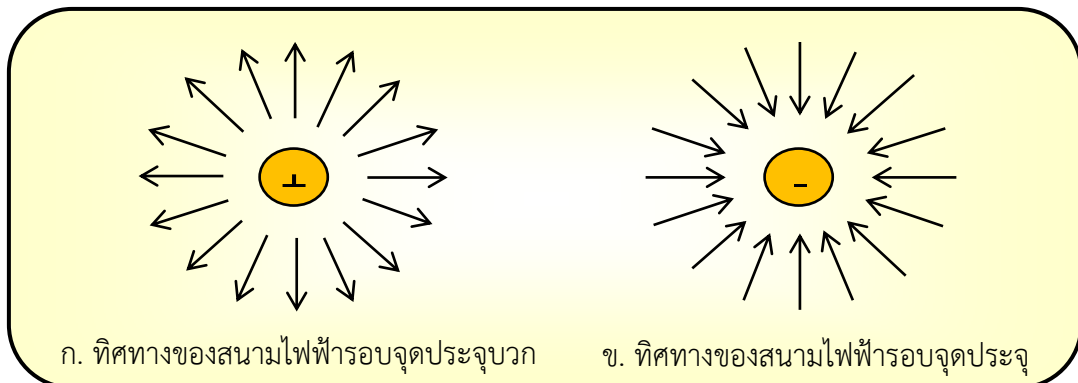
ขั้นที่ 4

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

เวลาที่ใช้ 15 นาที

ใบความรู้ที่ 1 เส้นสนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ จุดประจุ สามารถเขียนภาพแสดงทิศของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ จุดประจุได้ ดังรูป 5.1

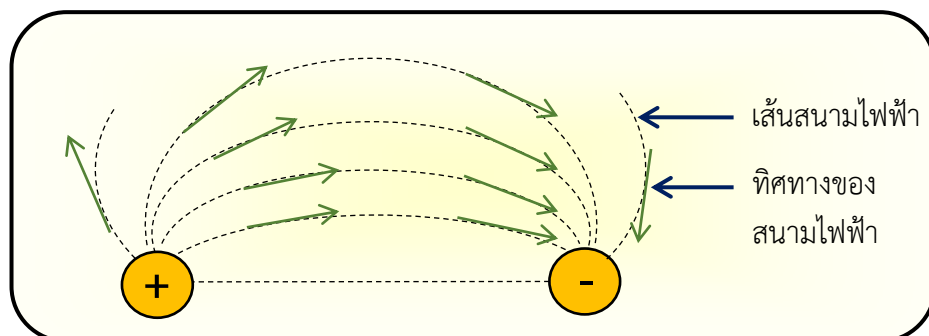


รูป 5.1 ทิศทางของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบจุดประจุ

เส้นต่างๆที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ จุดประจุ ดังรูป 5.1 เรียกว่าเส้นสนามไฟฟ้า

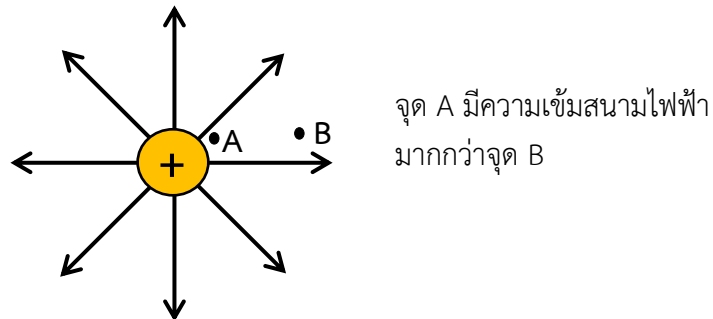
สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทั้งขนาดและทิศทาง ขนาดของสนามไฟฟ้าหาได้จากขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุบวกทดสอบหารด้วยขนาดของประจุทดสอบ และทิศทางของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ ก็มีทิศเดียวกับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นแรงไฟฟ้าและสนามไฟฟ้ามีดังนี้

1. เส้นสนามไฟฟ้าเป็นเส้นสมมุติ ที่ลากขึ้นตามทิศการเคลื่อนที่ของประจุทดสอบที่เป็นประจุบวก โดยเส้นสัมผัสกับเส้นแรงไฟฟ้า ณ ตำแหน่งใดๆ จะแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น



รูป 5.2 ทิศทางของสนามไฟฟ้าที่สัมผัสกับเส้นแรงไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ

2. บริเวณที่มีจำนวนเส้นสนามไฟฟ้าอยู่หนาแน่นมาก สนามไฟฟ้าที่บริเวณนั้นมีค่ามาก บริเวณที่มีเส้นสนามไฟฟ้าหนาแน่นน้อย สนามไฟฟ้ามีค่าน้อย



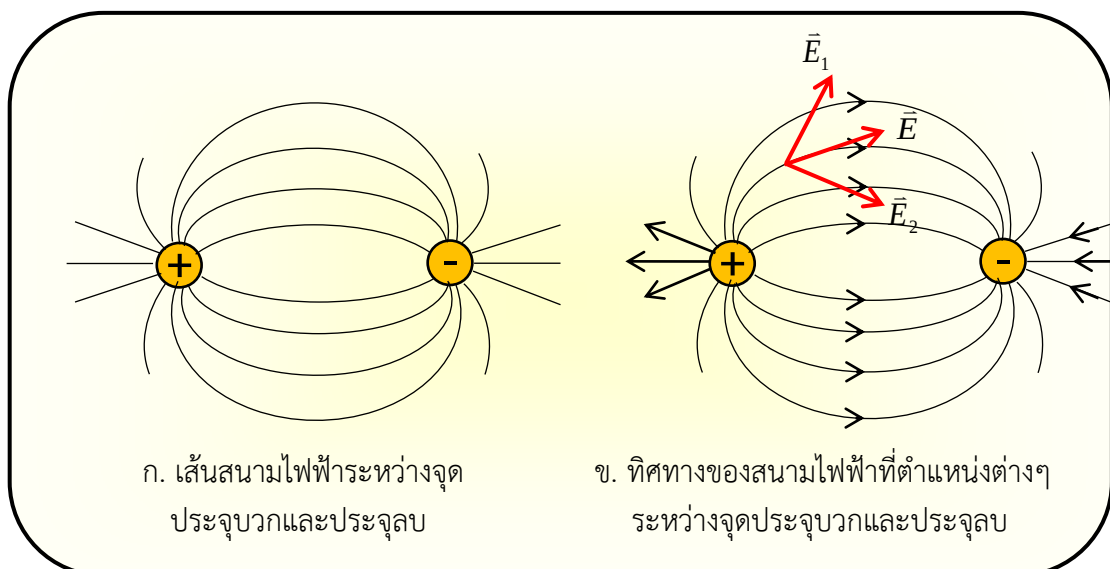
รูป 5.3 เส้นแรงไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุบวกบริเวณต่างๆ

3. เส้นสนามไฟฟ้าจะไม่ตัดกัน ดังนั้นสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ จะมีเพียงทิศทางเดียว
4. เส้นสนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากบวกและมีทิศพุ่งเข้าหาประจุลบ

ลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าแบบต่างๆ

1. สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุต่างชนิดกัน

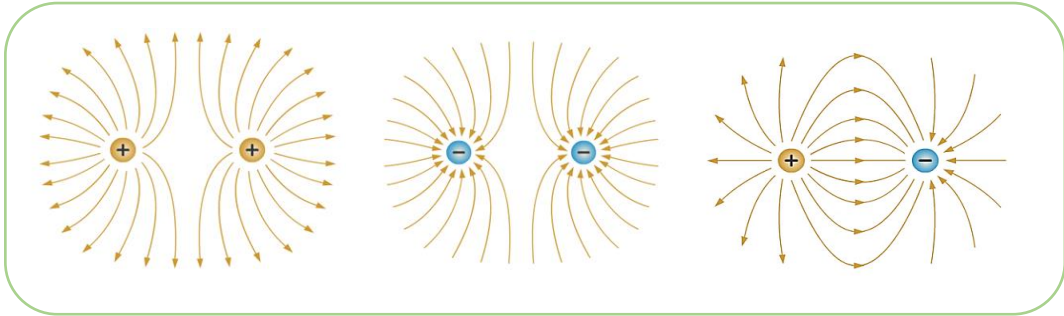
เส้นสนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากบวกและมีทิศพุ่งเข้าหาประจุลบ ดังรูป 5.4 ข.



ก. เส้นสนามไฟฟ้าระหว่างจุดประจุบวกและประจุลบ

ข. ทิศทางของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างจุดประจุบวกและประจุลบ

รูป 5.4 เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุต่างๆ ชนิดกัน

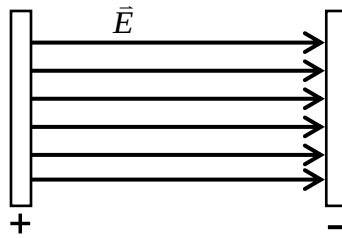


รูป 5.5 ทิศทางสนามสนามไฟฟ้าระหว่างประจุ 2 จุด

2. สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำขนานกัน สรุปได้ดังนี้

2.1 เส้นสนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำเป็นเส้นตรงขนานกัน และมีความหนาแน่นของเส้นสม่ำเสมอ ดังนั้น สนามไฟฟ้าในบริเวณดังกล่าวมีค่าเท่ากัน

2.2 สนามไฟฟ้ามีทิศจากแผ่นตัวนำบวกไปยังแผ่นตัวนำลบ



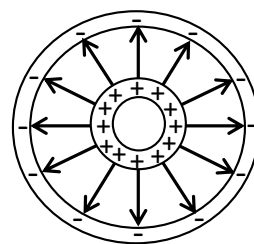
รูป 5.6 เส้นสนามสนามไฟฟ้าของแผ่นตัวนำขนานกัน

3. สนามไฟฟ้าตัวนำวงกลมที่วางซ้อนกัน สรุปได้ดังนี้

3.1 ภายในของทรงกลมในไม่มีสนามไฟฟ้า

3.2 เส้นสนามไฟฟ้ามีทิศตามแนวรัศมี

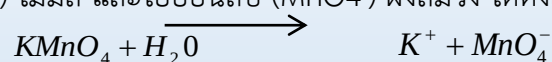
พุ่งจากประจุบวกไปยังประจุลบ



รูป 5.7 เส้นสนามไฟฟ้าของตัวนำวงกลมซ้อนกัน

สารละลายกับต่างทับทิม

ต่างทับทิม มีชื่อทางเคมีว่า โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) มีลักษณะเป็นผลึกสีม่วงเมื่อละลาย KMnO_4 ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับน้ำ KMnO_4 จะแตกตัวออกเป็นไอออนบวก (K^+) ไม่มีสี และไอออนลบ (MnO_4^-) ผงสีม่วง ได้ดังสมการ



ขั้นที่ 5

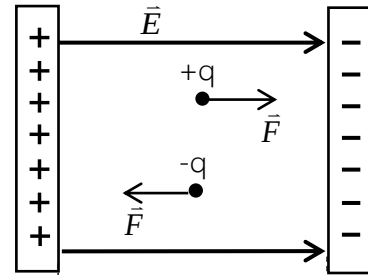
ขั้นขยายความรู้

เวลาที่ใช้ 35 นาที
(15 คะแนน)

ใบความรู้ที่ 2 สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

เวลาที่ใช้ 10 นาที

เมื่อแผ่นโลหะ 2 แผ่นวางขนานกันซึ่งแผ่นหนึ่งมีประจุบวก และอีกแผ่นหนึ่งมีประจุลบ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสองจะมีทิศออกจากประจุบวก เข้าหาประจุลบ และขนาดสนามไฟฟ้าทุกๆ จุดระหว่างแผ่นคู่ขนานมีค่าเท่ากันทุกจุด เรียกว่า



รูป 5.8 สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

แรงกระทำต่อประจุบวกจะมีทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า ส่วนแรงที่กระทำต่อประจุลบจะมีทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า สามารถหาขนาดของแรงกระทำได้จาก

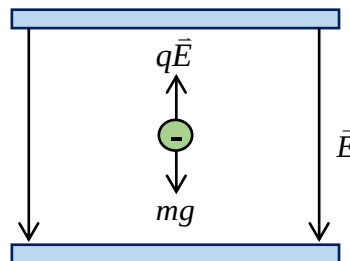
$$F = qE$$

เมื่อ F คือ แรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ (นิวตัน)

q คือ ประจุทดสอบ (คูลอมบ์)

E คือ ความเข้มของสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (นิวตัน/คูลอมบ์)

สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอในแนวดิ่ง

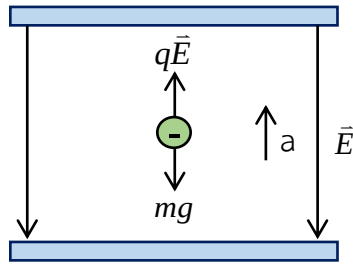


รูป 5.9 กรณีประจุหยุดนิ่ง

แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์

$$\sum F = 0 \quad (\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง})$$

$$qE = mg$$

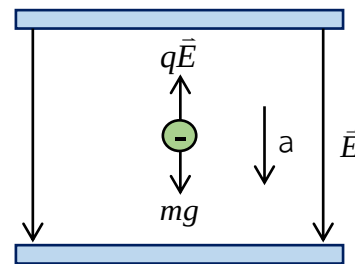


รูป 5.10 กรณีประจุเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง

แรงลัพธ์เท่ากับมวลคูณความเร่ง

$$\sum F = ma$$

$$qE - mg = ma$$



รูป 5.11 กรณีประจุเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง

แรงลัพธ์เท่ากับมวลคูณความเร่ง

$$\sum F = ma$$

$$mg - qE = ma$$

ตัวอย่างที่ 1 หยดน้ำมันมวล 2.88×10^{-14} กิโลกรัม มีประจุไฟฟ้าทำให้ลอยหยุดนิ่งในสนามไฟฟ้า 3×10^5 นิวตัน/คูลอมบ์ ที่มีทิศขึ้นในแนวดิ่ง จงหาค่าประจุบนหยดน้ำมันนี้ (กำหนดให้ ค่า $g = 10$ เมตร/วินาที²)

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากหยดน้ำมันลอยหยุดนิ่งมีแรงกระทำ 2 แรง คือ

1. น้ำหนัก (mg) มีทิศลง
 2. แรงทางไฟฟ้า ($F=qE$) ต้องมีทิศขึ้น
- เพื่อให้หยดน้ำมันให้ลอยนิ่งได้

โจทย์กำหนดให้ $m = 2.88 \times 10^{-14}$ kg , $E = 3 \times 10^5$ N/C
 $g = 10$ m/s²

โจทย์ต้องการหา ประจุไฟฟ้า $q = ?$

สมการที่ใช้ สมดุลของแรง เนื่องจากหยดน้ำมันหยุดนิ่ง

$$\sum F = 0$$

$$F_{\text{ขึ้น}} = F_{\text{ลง}}$$

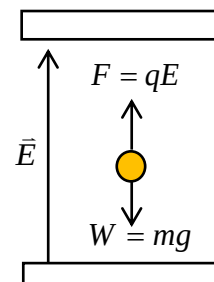
$$qE = mg$$

แทนค่าในสมการ

$$q(3 \times 10^5 \text{ N/C}) = (2.88 \times 10^{-14} \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)$$

$$q = 9.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

ตอบ นั่นคือหยดน้ำมันมีประจุ 9.6×10^{-19} คูลอมบ์

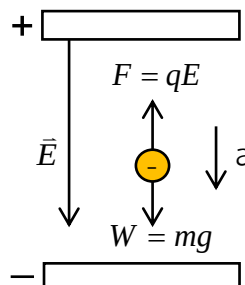


ตัวอย่างที่ 2 บริเวณที่มีแผ่นสนามไฟฟ้า E 160 โวลต์/เมตร มีทิศในแนวดิ่งจากบนลงล่าง
ปรากฏว่าละอองน้ำหยดหนึ่งซึ่งมีประจุ $q = -6.4 \times 10^{-18}$ คูลอมบ์ เคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งด้วย
ความเร่ง a 2 เมตร/วินาที² มวลของละอองน้ำนี้มีค่าเท่าใด $m=?$

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากหยดน้ำมันลอยหยุดนิ่งมีแรงกระทำ 2 แรง คือ

1. น้ำหนัก (mg) มีทิศลง
2. แรงทางไฟฟ้า ($F=qE$) ต้องมีทิศขึ้นเพระหากละอองน้ำตกลงอย่างอิสระ จะตกลงด้วยความเร่ง 10 เมตร/วินาที² โจทย์บอกว่าความเร่ง 2 เมตร/วินาที² แสดงว่ามีแรงไฟฟ้ากระทำในทิศขึ้น



โจทย์กำหนดให้ $q = -6.4 \times 10^{-18} \text{ C}$, $E = 160 \text{ V/m}$
 $a = 2 \text{ m/s}^2$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

โจทย์ต้องการหา มวลของละออง $m=?$

สมการที่ใช้ เนื่องจากละอองน้ำเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง จะได้ว่า

$$\sum F = ma$$

$$F_{\text{ลง}} - F_{\text{ขึ้น}} = ma$$

$$mg - qE = ma$$

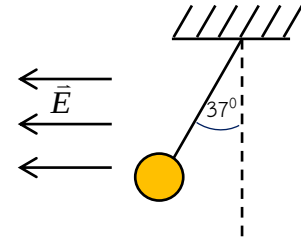
แทนค่าในสมการ

$$m(10 \text{ m/s}^2) - (6.4 \times 10^{-18} \text{ C})(160 \text{ V/m}) = m(2 \text{ m/s}^2)$$

$$m = 128 \times 10^{-18} \text{ kg}$$

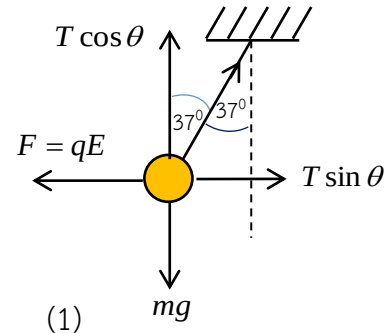
ตอบ มวลของละอองน้ำมีค่า 1.28×10^{-16} กิโลกรัม

ตัวอย่างที่ 3 โลหะทรงกลมมวล m แขวนด้วยเชือกที่เป็นฉนวน อยู่ในบริเวณสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด 600 นิวตัน/คูลอมบ์ มีทิศทางในแนวระดับดังรูป ถ้าทรงกลมมีประจุ 5 ไมโครคูลอมบ์ และถูกผลักจนเชือกทำมุม 37° อดศากับแนวตั้งแล้ว มวลของทรงกลมจะมีค่าเท่าใด



วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

แรงที่กระทำต่อทรงกลมที่หยุดนิ่งจะมีลักษณะดังรูป เนื่องจากโจทย์ไม่ได้กำหนดแรงตึงเชือก (T) มาให้ สามารถกำจัดแรงตึงเชือกได้ดังนี้



แนวแกน X

แรงซ้าย = แรงขวา

$$qE = T \sin \theta$$

(1)

แนวแกน y

แรงขึ้น = แรงลง

$$T \cos \theta = mg$$

(2)

จากนั้นนำสมการ 1 ÷ 2 จะได้ว่า

$$\frac{T \sin \theta}{T \cos \theta} = \frac{qE}{mg}$$

$$\therefore \tan \theta = \frac{qE}{mg}$$

(3)

โจทย์กำหนดให้ $E = 600 \text{ N/C}$, $q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\theta = 37^\circ$

โจทย์ต้องการหา มวลของทรงกลม $m = ?$

สมการที่ใช้

$$\tan 37^\circ = \frac{qE}{mg}$$

แทนค่าในสมการ

$$0.75 = \frac{(5 \times 10^{-6} \text{ C})(600 \text{ N/C})}{m(10 \text{ m/s}^2)}$$

$$m = \frac{(5 \times 10^{-6} \text{ C})(600 \text{ N/C})}{(0.75)(10 \text{ m/s}^2)}$$

$$m = 4 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

ตอบ มวลของทรงกลมมีค่า 0.4 กรัม

ใบกิจกรรมที่ 5.4 เรียนรู้วิเคราะห์โจทย์สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

เวลาที่ใช้ 25 นาที
(15 คะแนน)

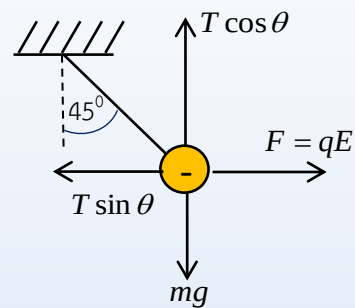
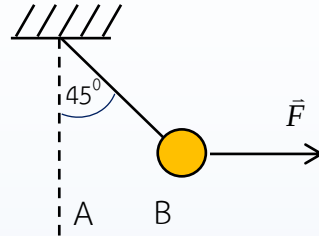
คำชี้แจง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์แล้ว ให้ขีดเส้นใต้ตัวแปรด้วยปากกาแดง เขียนค่าตัวแปรตามที่โจทย์กำหนดมาให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา วาดรูปตามที่โจทย์กำหนดให้ และหาคำตอบให้ถูกต้อง

+++++

1. หยดน้ำมันมวล 9.6×10^{-7} กิโลกรัม ลอยนิ่งในสนามไฟฟ้าความเข้ม 10^7 นิวตัน/คูลอมบ์ ถ้าประจุไฟฟ้าของหยดน้ำมันนี้เกิดจากอิเล็กตรอนมีมากเกินไปจนจำนวนโปรตอน จงหาประจุบนหยดน้ำมัน (กำหนดให้ ค่า $g = 10$ เมตร/วินาที²)

2. ชายคนหนึ่งมวล 80 กิโลกรัม ยืนอยู่ในห้องที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด 3000 นิวตัน/คูลอมบ์ มีทิศทางพุ่งขึ้นสู่เพดานในแนวดิ่ง ถ้าชายคนนี้ต้องการลอยตัวขึ้นสู่เพดานด้วยอัตราเร่ง 5 เมตร/วินาที² จะต้องสร้างประจุไฟฟ้าขนาดเท่าใดให้ตนเอง

3. ทรงกลมขนาดเล็กแขวนอยู่ในแนวตั้งด้วยเชือกเบาที่เป็นฉนวน เมื่อทรงกลมหยุดนิ่งในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ โดยมีทิศทางของแรงอยู่ในแนวระดับดังรูป ถ้าทรงกลมมีประจุ -2.5×10^{-6} คูลอมบ์ และมีมวล 0.015 กรัม จงหาขนาดและทิศทางของสนามไฟฟ้า





ใบกิจกรรมที่ 5.5 ประเมินความรู้กับเส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

+++++

1. เส้นสนามไฟฟ้า หมายถึง

2. ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้าเป็นอย่างไร

3. ลักษณะการแผ่กระจายของวงสีกว้างในสนามไฟฟ้าเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

4. สนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำวางขนานกันจะเป็นอย่างไร

5. วงกลมตัวนำสองวงซ้อนกันในสนามไฟฟ้า เส้นสนามไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร

6. บริเวณที่มีจำนวนเส้นสนามไฟฟ้าอยู่หนาแน่นมาก สนามไฟฟ้าที่บริเวณนั้นจะเป็นอย่างไร

ขั้นที่ 7



ขั้นนำไปใช้ประโยชน์



เวลาที่ใช้ 10 นาที
(5 คะแนน)

ใบกิจกรรมที่ 5.6 สร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ

คนเก่งคนนี้ ชื่อชั้น ม..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบเกี่ยวกับสนามไฟฟ้า
สม่ำเสมอ 1 ตัวอย่าง

+++++

โจทย์

.....

.....

.....

วิธีทำ โจทย์กำหนด

.....

.....

โจทย์ต้องการทราบ

สมการที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

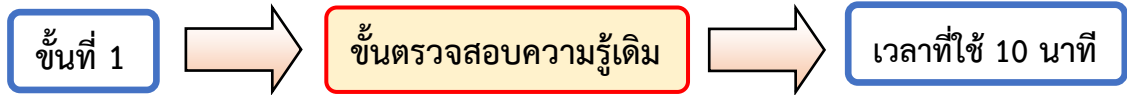
.....

.....

คำตอบ.....

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)

(ชั่วโมงที่ 3-4)



ใบกิจกรรมที่ 5.7 ทบทวนกับเส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

+++++

1. ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้าเป็นอย่างไร

2. เขียนทิศทางสนามไฟฟ้าต่อไปนี้

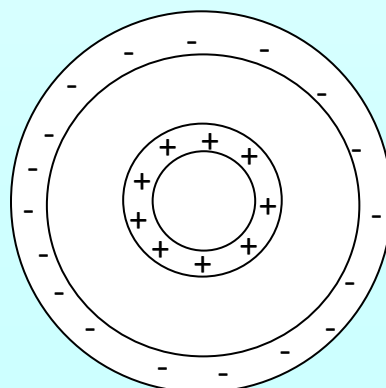
2.1



2.2



2.3



ขั้นที่ 2

ขั้นเร้าความสนใจ

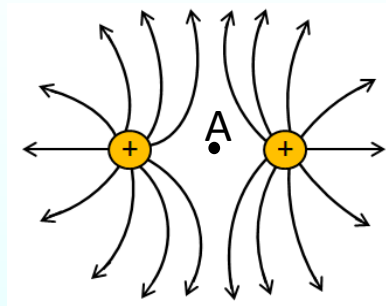
เวลาที่ใช้ 10 นาที

ใบกิจกรรมที่ 5.8 สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ

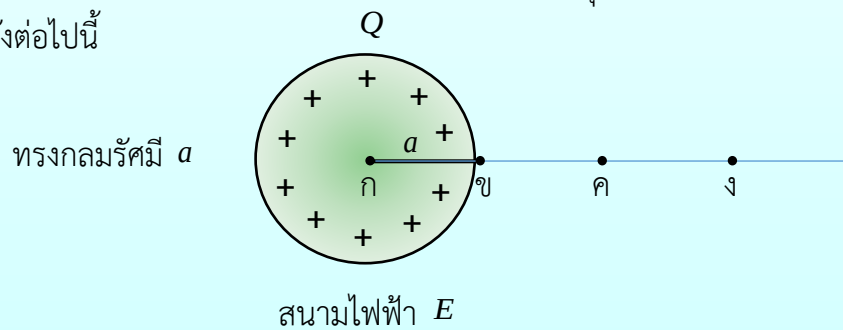
คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

+++++

- จากรูป ถ้าประจุบวกทั้งสองจุดมีขนาดประจุเท่ากันที่ตำแหน่ง A ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางพอดี ณ ตำแหน่ง A มีสนามไฟฟ้าหรือไม่ อย่างไร



- จากรูป จงตอบคำถามเกี่ยวกับขนาดสนามไฟฟ้าเนื่องประจุบนตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้



- 2.1 จุดใดที่มีค่าสนามไฟฟ้าสูงสุด คือ
- 2.2 จุดที่มีค่าสนามไฟฟ้าต่ำสุด คือ.....
- 2.3 จุดที่มีระยะห่างจากผิวตัวนำทรงกลมมากขึ้น ค่าของสนามไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร

.....

.....

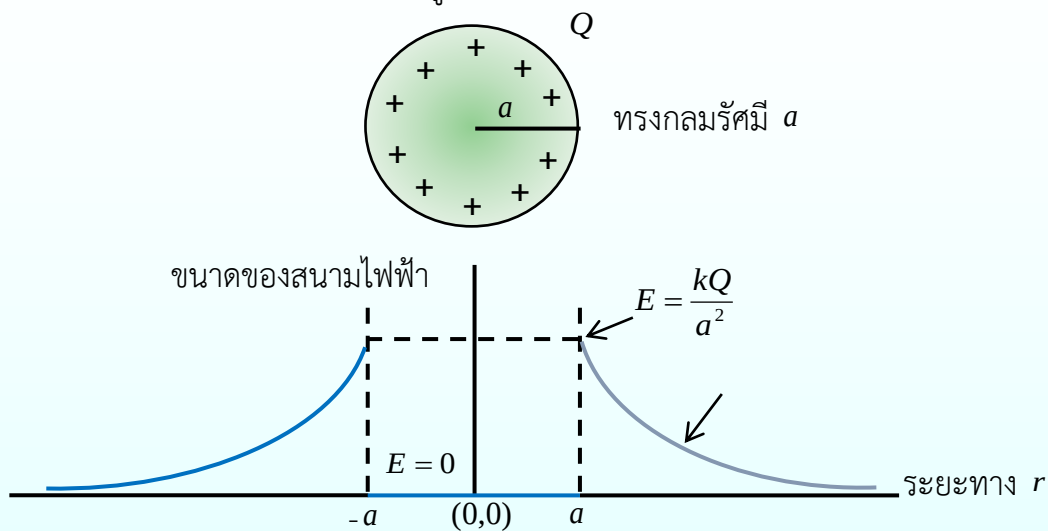
ขั้นที่ 3

ขั้นสำรวจและค้นหา

เวลาที่ใช้ 10 นาที
(4 คะแนน)

ใบกิจกรรมที่ 5.9 สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

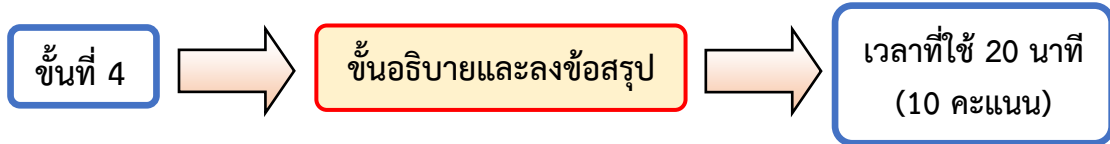
คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ เนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม แสดงได้ดังรูป



รูปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสนามไฟฟ้ากับระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลม

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสนามไฟฟ้ากับระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมที่ตำแหน่งต่างๆ แล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

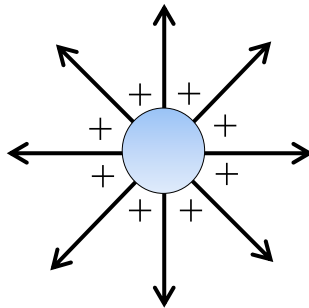
1. สนามไฟฟ้าภายในทรงกลมทุกจุดมีค่าเป็นอย่างไร
2. บริเวณผิวของทรงกลมขนาดสนามไฟฟ้าเป็นอย่างไร
3. สนามไฟฟ้าเนื่องจากตัวนำทรงกลมจะมีค่าเป็นอย่างไร เมื่อตำแหน่ง อยู่ห่างจากผิวทรงกลมมากขึ้น
4. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสนามไฟฟ้ากับระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมที่ตำแหน่งต่างๆ ได้อย่างไร



ใบความรู้ที่ 3 สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

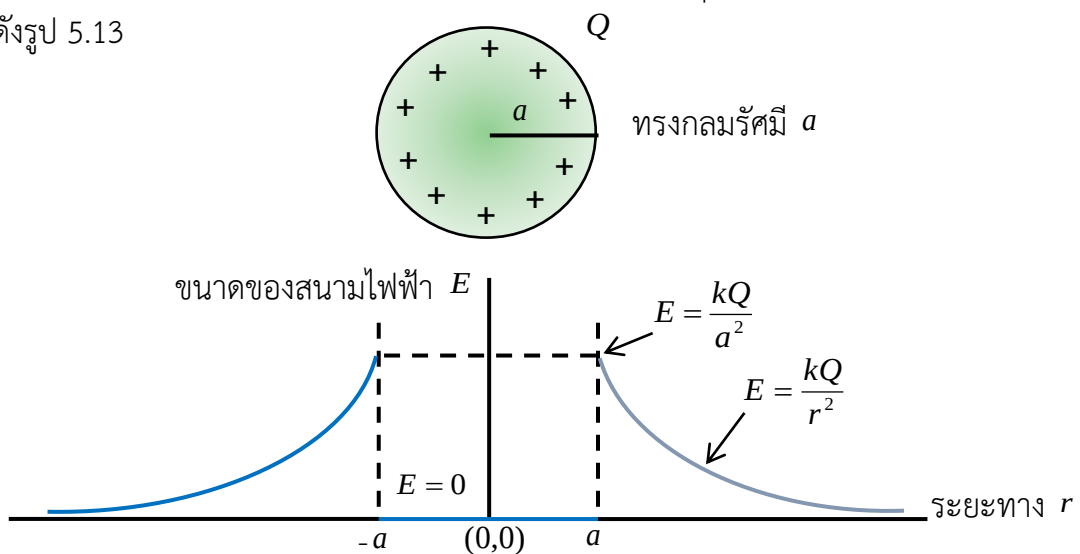
เวลาที่ใช้ 10 นาที

เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุไฟฟ้าตัวนำทรงกลม เป็นดังรูป 5.12



รูป 5.12 เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลม

ประจุบนผิวตัวนำทรงกลมประพฤติตัวเสมือนว่าประจุทั้งหมดรวมกันอยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลมในรูปประจุ โดยทางปฏิบัติ เรานิยมใช้ตัวนำทรงกลมที่มีประจุกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ สมำเสมอ ดังนั้นเราจึงสามารถใช้สมการ $E = \frac{kQ}{r^2}$ ซึ่งเป็นสมการของจุดประจุมาใช้ในการหาค่าของประจุบนตัวนำทรงกลม เพื่อหาขนาดของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งนอกผิวของทรงกลมได้ ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ เนื่องจากประจุบนตัวนำ แสดงได้ดังกราฟ ดังรูป 5.13



รูป 5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสนามไฟฟ้า E เนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมกับระยะ จากศูนย์กลางของทรงกลม

ในการนี้ทำการทดลองสนามไฟฟ้ากับตัวนำรูปทรงอื่นๆ จะสรุปได้ดังนี้

1. สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ ในที่ว่างภายในตัวนำนั้นมามีค่าเป็นศูนย์
2. เมื่อให้ประจุแก่ตัวนำที่เป็นทรงกลมตัน ประจุจะกระจายไปหยุดนิ่งที่ผิว โดยประจุจะอยู่หนาแน่นบริเวณผิวที่โค้งมากหรือปลายแหลม และสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในตัวนำเป็นศูนย์
3. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่อยู่ด้านนอกแต่ติดกับผิวของตัวนำ จะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวเสมอ

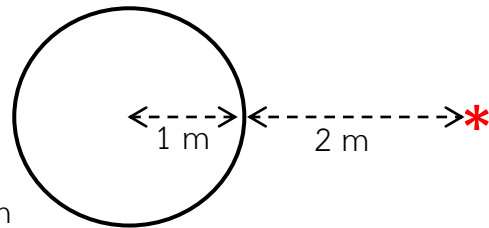
ตัวอย่างที่ 4 ทรงกลมรัศมี 1 เมตร และมีประจุ -1×10^{-9} คูโลมบ์ จงหาสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งใดๆ ต่อไปนี้

- ก. สนามไฟฟ้าที่ระยะทาง 2 เมตร จากผิวทรงกลม
- ข. สนามไฟฟ้าผิวทรงกลม
- ค. สนามไฟฟ้าที่ระยะ 0.2 เมตร จากจุดศูนย์กลางทรงกลม

วิธีทำ ข้อ ก. หาสนามไฟฟ้าที่ระยะทาง 2 เมตร จากผิวทรงกลม

วิเคราะห์โจทย์

จากรูประยะห่างจากจุดที่ห่าง
จากผิวทรงกลม 2 m ถึงจุดศูนย์กลาง
ทรงกลม $r=3$ m



โจทย์กำหนดให้ $Q = -1 \times 10^{-9}$ C , $r=3$ m

โจทย์ต้องการหา สนามไฟฟ้า E ที่ระยะทาง 2 เมตร จากผิวทรงกลม

สมการที่ใช้

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

แทนค่าในสมการ

$$E = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N.m}^2)(1 \times 10^{-9} \text{ C})}{(3\text{m})^2} = 1 \text{ N/C}$$

ตอบ สนามไฟฟ้าที่ระยะทาง 2 เมตร จากผิวทรงกลม มีค่า 1 นิวตันต่อคูโลมบ์

วิธีทำ ข้อ ข. หาสนามไฟฟ้าผิวทรงกลม

โจทย์กำหนดให้ $Q = -1 \times 10^{-9}$ C , $r=1$ m

สมการที่ใช้

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

แทนค่าในสมการ

$$E = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N.m}^2)(1 \times 10^{-9} \text{ C})}{(1\text{m})^2} = 9 \text{ N/C}$$

ตอบ สนามไฟฟ้าที่ผิวทรงกลม มีค่า 9 นิวตันต่อคูโลมบ์

วิธีทำ ข้อ ค. สนามไฟฟ้าที่ระยะ 0.2 เมตร จากจุดศูนย์กลางทรงกลม

จาก E ภายในทรงกลม = 0 นิวตันต่อคูโลมบ์

ตอบ สนามไฟฟ้าที่ระยะ 0.2 เมตร จากจุดศูนย์กลางทรงกลมมีค่า 0 นิวตันต่อคูโลมบ์

ใบกิจกรรมที่ 5.10

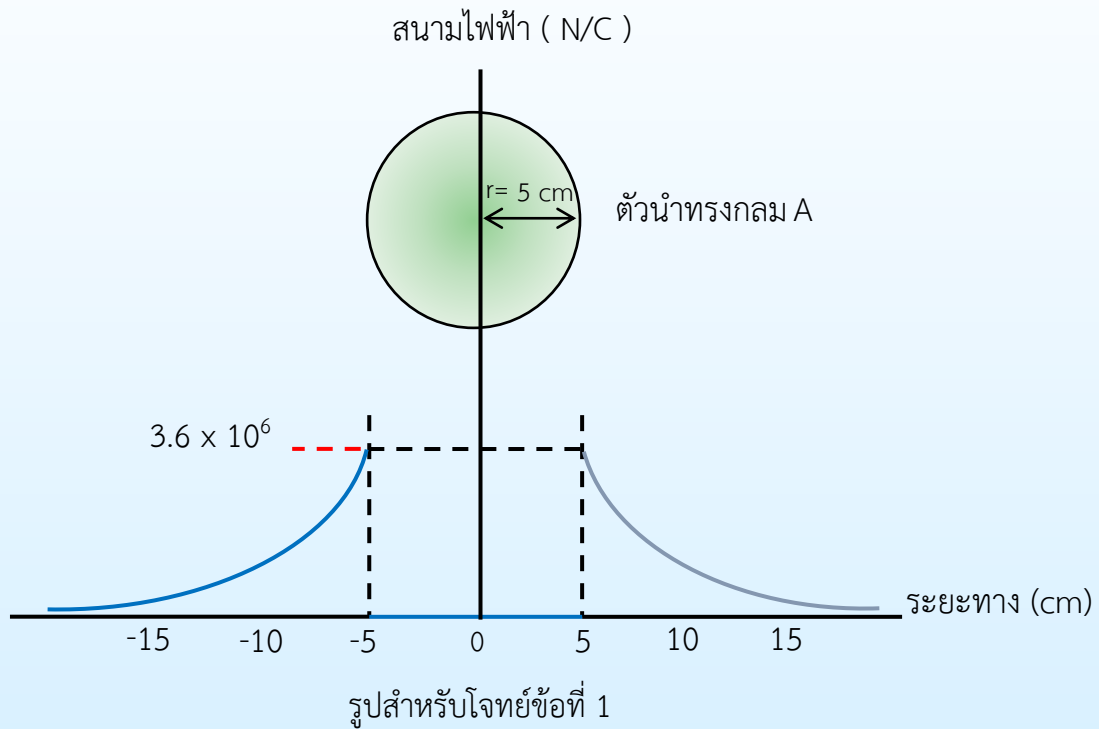
หาคำตอบกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

เวลาที่ใช้ 10 นาที
(10 คะแนน)

คำชี้แจง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์แล้ว ให้ขีดเส้นใต้ตัวแปรด้วยปากกาแดง พร้อมทั้งเขียนค่าตัวแปรตามที่โจทย์กำหนดให้ แล้วแสดงวิธีหาคำตอบให้ถูกต้อง

+++++

1. ตัวนำทรงกลม A รัศมี 5 เซนติเมตร มีประจุไฟฟ้าบวกและกราฟแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างสนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม A กับระยะทางเป็นดังรูป



- ก. สนามไฟฟ้าที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทรงกลม 4 เซนติเมตร มีค่าเท่าใด
- ข. ประจุไฟฟ้าบนตัวนำ A มีค่าเท่าใด

.....

.....

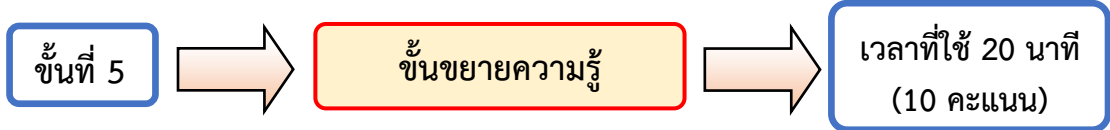
.....

.....

.....

.....

A large rectangular area with a light blue background and a red border, containing horizontal dashed lines for writing. The area is intended for students to draw or write their answers related to the topic of electrostatics and electric field lines.



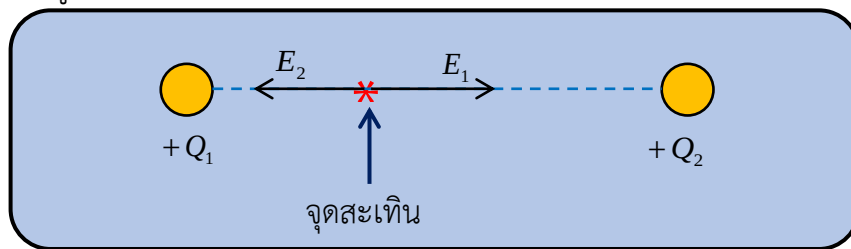
ใบความรู้ที่ 4 จุดสะเทิน

จุดสะเทิน (neutral point) ในสนามไฟฟ้า หมายถึง จุดในสนามไฟฟ้าซึ่งมีค่าสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ จุดสะเทินจะเกิดขึ้นได้ต้องมีสนามไฟฟ้าอย่างน้อยสองสนามโดยมีขนาดสนามไฟฟ้าเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม สนามไฟฟ้าจึงจะหักล้างกันหมด

จุดสะเทินซึ่งเกิดจากประจุไฟฟ้าสองประจุวางใกล้กันมีหลักพิจารณาดังนี้

1. กรณีประจุไฟฟ้าทั้งสองเป็นประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน

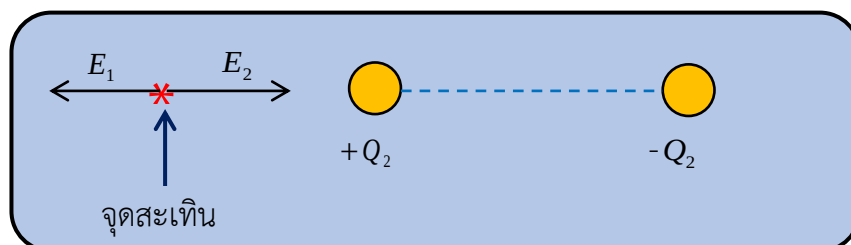
ตำแหน่งจุดสะเทินจะอยู่ระหว่างประจุทั้งสอง และจะอยู่ใกล้กับประจุไฟฟ้าที่มีค่าน้อยกว่า ดังรูป 5.14



รูป 5.14 ตำแหน่งจุดสะเทินที่เกิดจากประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน 2 ประจุ โดยที่ $Q_1 < Q_2$

2. กรณีประจุไฟฟ้าทั้งสองเป็นประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน

ถ้าประจุทั้งสองมีค่าประจุเท่ากันจุดสะเทินอยู่ที่ระยะอนันต์ แต่ถ้าประจุมีค่าประจุไม่เท่ากันตำแหน่งจุดสะเทินจะอยู่นอกระยะระหว่างประจุทั้งสอง และจะอยู่ใกล้กับประจุไฟฟ้าที่มีค่าน้อยกว่า ดังรูป 5.15

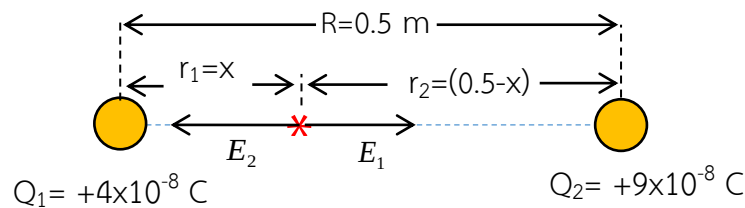


รูป 5.15 ตำแหน่งจุดสะเทินที่เกิดจากประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน 2 ประจุ โดยที่ $Q_1 < Q_2$

ตัวอย่างที่ 5 จุดประจุ Q_1 $+4 \times 10^{-8}$ คูลอมบ์ และ Q_2 $+9 \times 10^{-8}$ คูลอมบ์ อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร
จงหาตำแหน่งตามแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสองที่มีสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากประจุทั้งสองเป็นประจุชนิดเดียวกันดังนั้นตำแหน่งจุดสะเทิน
จะอยู่ระหว่างประจุทั้งสอง และอยู่ใกล้ประจุขนาดเล็กกว่ากำหนดให้เป็น Q_1 ดังรูป



โจทย์กำหนดให้ $Q_1 = +4 \times 10^{-8} \text{ C}$, $Q_2 = +9 \times 10^{-8} \text{ C}$, $\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0$

โจทย์ต้องการหา ระยะห่างจากจุดประจุที่มีสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์
สมการที่ใช้

$$E_{\text{ลัพธ์}} = 0$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kQ_1}{r_1^2} = \frac{kQ_2}{r_2^2}$$

แทนค่าในสมการ

$$\frac{(4 \times 10^{-8} \text{ C})}{x^2} = \frac{(9 \times 10^{-8} \text{ C})}{(0.5 - x)^2}$$

$$\sqrt{\frac{4}{x^2}} = \sqrt{\frac{9}{(0.5 - x)^2}}$$

$$\frac{2}{x} = \frac{3}{(0.5 - x)}$$

$$2(0.5 - x) = 3x$$

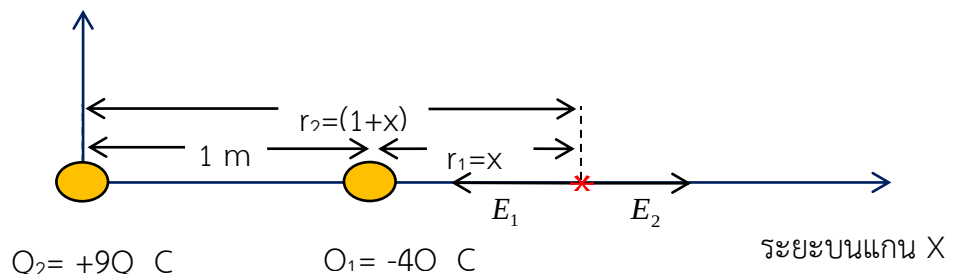
$$x = 0.2 \text{ m}$$

ตอบ ตำแหน่งบนเส้นตรงที่มีขนาดสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ อยู่ห่างจากประจุ
 $+4 \times 10^{-8}$ คูลอมบ์ เป็นระยะทาง 0.2 เมตร

ตัวอย่างที่ 6 วางประจุ $+9Q$ คูโลมบ์ ที่ตำแหน่งจุดกำเนิด $(0,0)$ และจุดประจุ $-4Q$ คูโลมบ์ ที่ตำแหน่ง $X=1$ เมตร $Y=0$ จงหาระยะบนแกน X ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากประจุทั้งสองเป็นประจุต่างชนิดกันดังนั้นตำแหน่งจุดสะเทินจะอยู่ภายนอกระหว่างประจุทั้งสอง และอยู่ใกล้ประจุขนาดเล็กกว่า กำหนดให้เป็น Q_1 ดังรูป



โจทย์กำหนดให้ $Q_1 = -4Q \text{ C}$, $Q_2 = +9Q \text{ C}$, $E_{\text{ลัพธ์}} = 0$

$$r_1 = x , r_2 = (1+x)$$

โจทย์ต้องการหา ระยะบนแกน X ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

สมการที่ใช้

$$E_{\text{ลัพธ์}} = 0$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kQ_1}{r_1^2} = \frac{kQ_2}{r_2^2} \quad (\text{ตัดทอนค่า } k)$$

แทนค่าในสมการ

$$\frac{(4Q)}{x^2} = \frac{(9Q)}{(1+x)^2}$$

$$\sqrt{\frac{4}{x^2}} = \sqrt{\frac{9}{(1+x)^2}} \quad (\text{ถอดรากที่สองทั้งข้าง})$$

$$\frac{2}{x} = \frac{3}{(1+x)}$$

$$2(1+x) = 3x$$

$$x = 2 \text{ m}$$

ดังนั้น ระยะบนแกน X ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ $= 1+2=3$ เมตร

ตอบ ระยะบนแกน X ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์จากตำแหน่ง $(0,0)$ เท่ากับ 3 เมตร

เวลาที่ใช้ 10 นาที
(10 คะแนน)

+++++

-
- This image shows a full page of a document template. It consists of a solid light blue background with evenly spaced horizontal dashed lines in a slightly darker shade of blue. The lines run across the entire width of the page, providing a guide for writing or drawing. There are no margins, text, or other markings present.

-

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.



ใบกิจกรรมที่ 5.12 ความรู้กับสนามไฟฟ้าเนื่องจากตัวนำทรงกลม
และจุดสะเทิน

คำชี้แจง นักเรียนสรุปความรู้ในรูปผังมโนทัศน์ ตามที่กำหนด ให้กระชับ ชัดเจนและครบถ้วน

+++++

1. สนามไฟฟ้าเนื่องจากตัวนำทรงกลม

2. จุดสะท้อนของสนามไฟฟ้า



ใบกิจกรรมที่ 5.13 สร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ

คนเก่งคนนี้ ชื่อชั้น ม..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบเกี่ยวกับจุดสะเทิน

+++++

โจทย์

.....

.....

.....

วิธีทำ โจทย์กำหนด

.....

.....

.....

โจทย์ต้องการทราบ

สมการที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ.....

แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย มีทั้งหมด 10 ข้อ (10 คะแนน) เวลาทั้งหมด 15 นาที
ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X
ลงในกระดาษคำตอบ

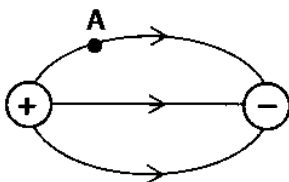
+++++

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. สนามไฟฟ้า คือ บริเวณรอบประจุซึ่งมีแรงทางไฟฟ้าแผ่ออกมา
2. สนามไฟฟ้า เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตันต่อคูลอมบ์
3. ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้า มีทิศพุ่งออกจากประจุลบ มีทิศพุ่งเข้าหาประจุบวก
4. ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้า มีทิศพุ่งออกจากประจุบวก มีทิศพุ่งเข้าหาประจุลบ

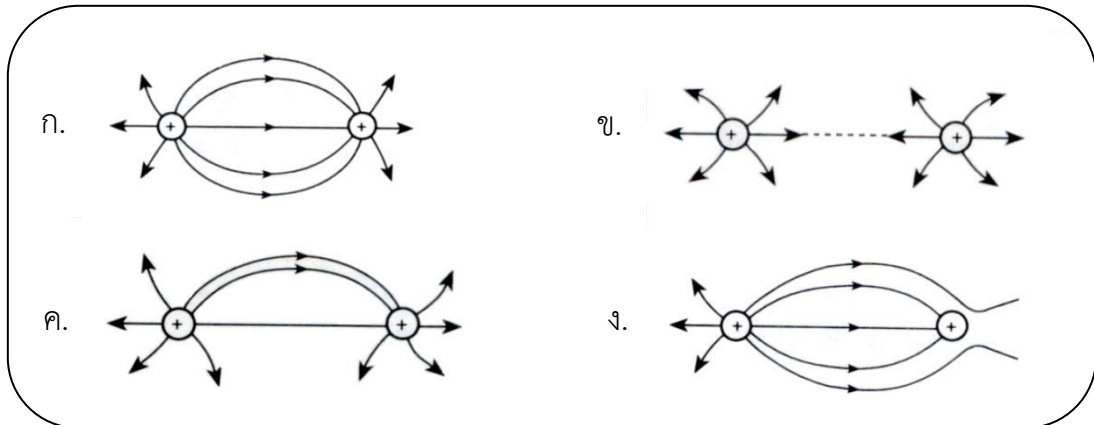
ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสนามไฟฟ้า

- ก. ข้อ 1,2 ถูก
 - ข. ข้อ 2,3 ถูก
 - ค. ข้อ 1, 2, 3 ถูก
 - ง. ข้อ 1, 2, 4 ถูก
2. ภาพเส้นแรงไฟฟ้าบางเส้นระหว่างประจุบวกและประจุลบใน 2 มิติ ถ้านำอิเล็กตรอนตัวหนึ่ง
วางไว้ที่จุด A แล้วปล่อย ข้อใดถูกต้อง



- ก. อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปตามเส้นแรงไฟฟ้าที่ผ่านจุด A และเข้าหาประจุลบ
 - ข. อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปตามเส้นแรงไฟฟ้าที่ผ่านจุด A และเข้าหาประจุบวก
 - ค. ที่จุด A อิเล็กตรอนมีความเร่งในทิศตั้งฉากกับเส้นแรงไฟฟ้า
 - ง. อิเล็กตรอนไม่จำเป็นต้องเคลื่อนที่ไปตามเส้นแรงไฟฟ้า
3. จุด A และ B อยู่ภายในสนามไฟฟ้าที่มีทิศทางตามลูกศรดังรูป ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ถูกต้อง
- ก. วางประจุลบที่ A ประจุลบจะเคลื่อนที่ไปที่ B
 - ข. วางประจุบวกที่ B ประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปที่ A
 - ค. สนามไฟฟ้าที่ A สูงกว่าสนามไฟฟ้าที่ B
 - ง. สนามไฟฟ้าที่ A มีค่าเท่ากับสนามไฟฟ้าที่ B

4. ทรงกลมที่มีประจุ 2 ทรงกลม ต่างมีประจุบวกที่มีขนาดเท่ากันวางห่างกันระยะทางขนาดหนึ่ง
เส้นแรงไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในข้อใดถูกต้อง

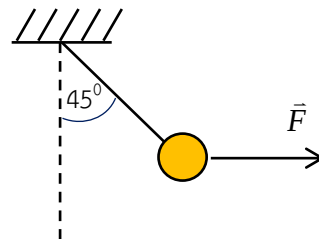


5. อนุภาคมวล m ประจุเป็นบวก เคลื่อนที่ภายใต้แรงโน้มถ่วง และแรงไฟฟ้าจากสนามไฟฟ้า E
ซึ่งชี้ขึ้นในแนวดิ่ง ถ้าอนุภาคตกลงมาด้วยความเร่ง a จงหาค่าประจุ q ของอนุภาค

- ก. $\frac{m}{E}(g + a)$
ข. $\frac{m}{E}(g - a)$
ค. $\frac{mg}{E}$
ง. $\frac{ma}{E}$

6. ตัวนำทรงกลมมวล 2 กรัมแขวนด้วยเส้นเชือกที่เป็นฉนวนอยู่ในบริเวณสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
มีทิศในแนวระดับดังรูป ถ้าทรงกลมนี้มีประจุ 4×10^{-6} คูลอมบ์ และถูกผลักจนเชือกทำมุม 45
องศา กับแนวดิ่ง แล้วนี้ สนามไฟฟ้ามีค่ากี่นิวตันต่อคูลอมบ์

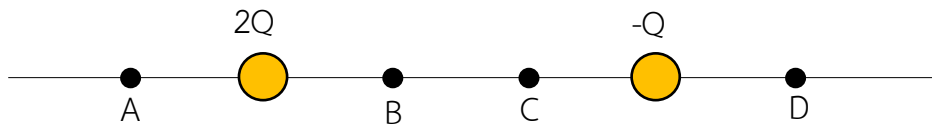
- ก. 400 นิวตันต่อคูลอมบ์
ข. 500 นิวตันต่อคูลอมบ์
ค. 4,000 นิวตันต่อคูลอมบ์
ง. 5,000 นิวตันต่อคูลอมบ์



7. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งติดกับผิวตัวนำด้านนอกจะมีทิศทางใด

- ก. ตั้งฉากกับผิว
ข. สัมผัสกับผิว
ค. ขึ้นกับรูปร่างของผิว
ง. ทำมุมกับผิวน้อยกว่า 45°

8. ตัวนำทรงกลมกลุ่หนึ่งรัศมีผิวใน 8 เซนติเมตร รัศมีผิวนอก 10 เซนติเมตร มีประจุ 1×10^{-10} คูลอมป์ สนามไฟฟ้าที่ผิวในและผิวนอกของทรงกลมเป็นเท่าใด
- ก. 0 , 9 นิวตันต่อคูลอมป์
ข. 0 , 90 นิวตันต่อคูลอมป์
ค. 9 , 14 นิวตันต่อคูลอมป์
ง. 14 , 90 นิวตันต่อคูลอมป์
9. จากรูปประจุ $2Q$ และ $-Q$ วางอยู่ในอากาศ อยากทราบว่าตำแหน่งใดควรเป็นตำแหน่งของจุดสะเทิน



- ก. A
ข. B
ค. C
ง. D
10. ประจุสองประจุมีขนาด -16 และ $+4$ ไมโครคูลอมป์ วางอยู่ในตำแหน่งซึ่งห่างกัน 3 เมตร จงหาว่า ตำแหน่งที่อยู่ในแนวระหว่างประจุทั้งสอง ที่จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์อยู่ห่างประจุ $+4$ ไมโครคูลอมป์ กี่เมตร
- ก. 1.5 เมตร
ข. 3.0 เมตร
ค. 4.5 เมตร
ง. 5.0 เมตร

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

ผลการประเมิน

- ☐ ดีมาก
☐ ดี
☐ พอใช้
☐ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

- คะแนนระหว่าง 9-10 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
 คะแนนระหว่าง 7-8 อยู่ในเกณฑ์ ดี
 คะแนนระหว่าง 5-6 อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
 คะแนนระหว่าง 0-4 อยู่ในเกณฑ์ ปรับปรุง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่ 5 เส้นสนามไฟฟ้า

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			X	
2			X	
3				X
4		X		
5	X			
6	X			
7				X
8		X		
9				X
10		X		

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				X
2		X		
3				X
4				X
5		X		
6				X
7	X			
8		X		
9				X
10		X		

เฉลย
กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)

(ชั่วโมงที่ 1-2)



ใบกิจกรรมที่ 5.1 ทบทวนกับสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

+++++

1. สนามไฟฟ้า หมายถึง

แนวคำตอบ บริเวณที่มีแรงทางไฟฟ้ากระทำต่อวัตถุที่มีประจุ

2. สนามไฟฟ้ามีทิศทางเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ สนามไฟฟ้ามีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบในทุกทิศทาง

3. การหาค่าสนามไฟฟ้าที่ระยะห่าง r จากประจุ Q เขียนเป็นสมการว่าอย่างไร และมีตัวแปรใดบ้าง

แนวคำตอบ $E = \frac{kQ}{r^2}$

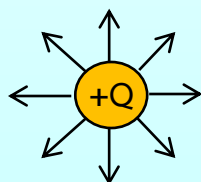
เมื่อ $\vec{E}$ คือ สนามไฟฟ้า มีหน่วยเป็น นิวตันต่อคูลอมบ์ (N/C)

Q คือ ค่าประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (C)

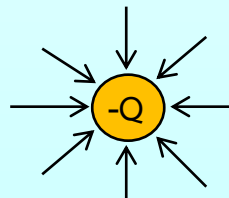
r คือ ระยะห่างจากประจุ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

k คือ ค่าคงที่คูลอมบ์ มีค่าเท่ากับ $k = 9 \times 10^9 (\text{Nm}^2/\text{C}^2)$

4. วาดรูปทิศทางของสนามไฟฟ้าของประจุ $+Q$ และ $-Q$



ทิศทางของ $\vec{E}$ ของประจุบวก



ทิศทางของ $\vec{E}$ ของประจุลบ

ขั้นที่ 2

ขั้นสร้างความสนใจ

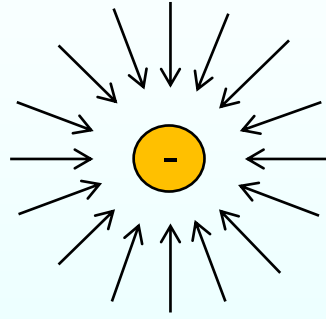
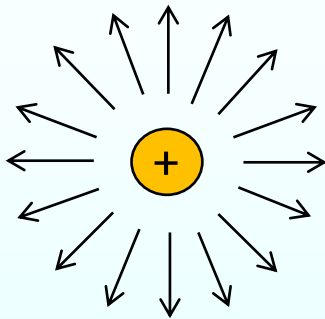
เวลาที่ใช้ 10 นาที

ใบกิจกรรมที่ 5.2 ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

+++++

1. เขียนทิศทางสนามไฟฟ้าบริเวณรอบๆ ประจุ $+Q$ และ $-Q$ (โดยให้นักเรียนลากเส้นและลูกศรบนเส้นปะบอกทิศทางของสนามไฟฟ้า)



2. นักเรียนสามารถมองเห็นสนามไฟฟ้าได้หรือไม่

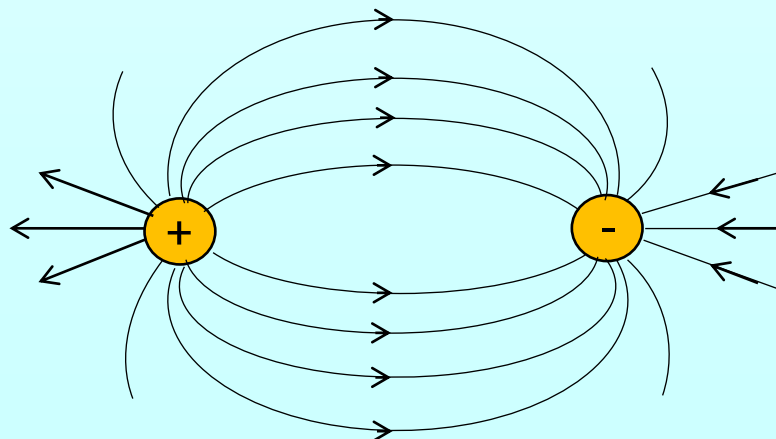
.....
แนวคำตอบ ไม่สามารถมองเห็นได้

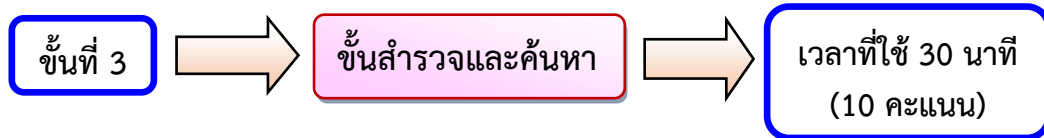
3. เส้นต่างๆที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ จุดประจุ เรียกว่า

.....
แนวคำตอบ เส้นสนามไฟฟ้า

4. เมื่อมีสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุมากกว่า 1 จุดประจุ อยู่ใกล้กันดังรูป ลักษณะของเส้นสนามไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร (ให้ลากเส้นเขียนลูกศรบอกทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้าตามเส้นปะกำหนดให้)

แนวคำตอบ





ใบกิจกรรมที่ 5.3 การสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตการณ์สาธิตเส้นสนามไฟฟ้าต่อไปนี้

จุดประสงค์

1. บอกวิธีหาเส้นสนามไฟฟ้า โดยการโรยเกล็ดต่างทาบтимลงบนกระดาษที่ขึ้นๆ และมีขั้วไฟฟ้าวางทาบเพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

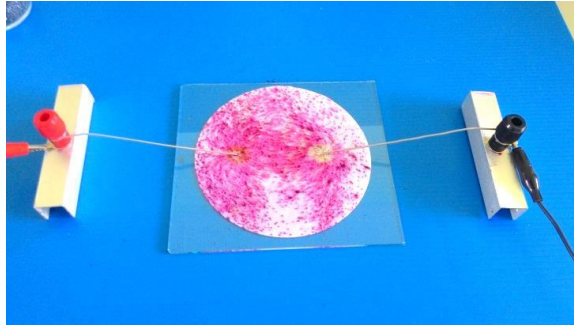
- | | |
|-----------------------------|-----------|
| 1. เครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง | 1 เครื่อง |
| 2. ขั้วไฟฟ้า (โลหะปลายแหลม) | 2 ขั้ว |
| 3. วงกลมตัวนำรัศมีต่างกัน | 2 วง |
| 4. สายไฟ | 2 เส้น |
| 5. ผงต่างทาบтимละเอียด | |
| 6. กระดาษกรอง | |
| 7. แผ่นกระจก | |

ตอนที่ 1 เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม 2 ขั้ว

วิธีการสาธิต

1. วางกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาดๆ บนแผ่นกระจก โดยจัดให้เรียบและแนบแผ่นกระจก
2. วางขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม ให้ปลายแหลมทั้งสองแตะบนกระดาษกรองห่างกัน 5 เซนติเมตร
3. ต่อขั้วไฟฟ้ากับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง เปิดสวิตช์ ให้เครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูงทำงาน

4. โรยผงต่างทึบทึมอย่างสม่ำเสมอระหว่างโลหะปลายแหลมทั้งสอง เมื่อเวลาผ่านไป 1–2 นาที ผงต่างทึบทึมปรากฏเป็นเส้นให้เห็น ซึ่งเป็นเส้นสนามไฟฟ้าของโลหะปลายแหลมที่มีประจุไฟฟ้า



5. บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

ตอนที่ 2 เส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าแผ่นโลหะ 2 ขั้วที่วางขนานกัน

วิธีการสาธิต

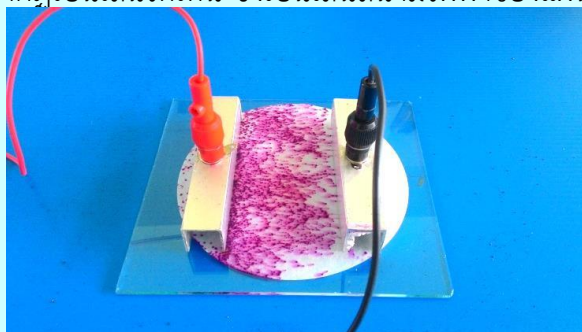
1. จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่เปลี่ยนโลหะปลายแหลมออกและใช้แผ่นโลหะเป็นขั้วไฟฟ้า

2. วางกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาดๆ บนแผ่นกระจก โดยจัดให้เรียบและแนบแผ่นกระจก

3. วางแผ่นโลหะทั้งสองบนกระดาษกรองห่างกัน 5 เซนติเมตร และขนานกัน ขอบด้านล่างของแผ่น โลหะต้องแนบสนิทกับกระดาษกรอง

4. ต่อแผ่นโลหะกับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง เปิดสวิตช์ ให้เครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูงทำงาน

5. โรยผงต่างทึบทึมอย่างสม่ำเสมอระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง เมื่อเวลาผ่านไป 1–2 นาที ผงต่าง ทึบทึมปรากฏเป็นเส้นให้เห็น ซึ่งเป็นเส้นสนามไฟฟ้าของแผ่นโลหะที่มีประจุไฟฟ้า

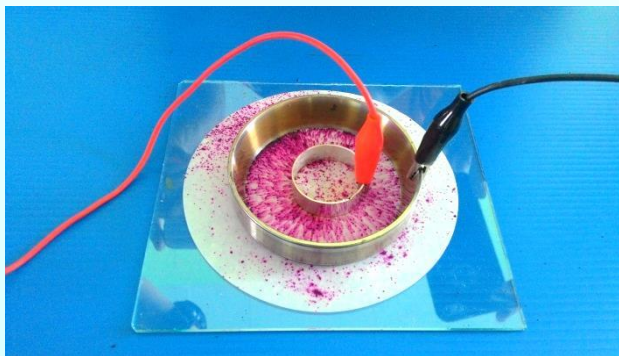


5. บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

ตอนที่ 3 เส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าตัวนำวงกลม 2 วงวางซ้อนกัน

วิธีการสาธิต

1. จัดอุปกรณ์เช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่เปลี่ยนแผ่นโลหะขนานกันเป็นวงกลมตัวนำ 2 วงซ้อนกัน
2. วางกระดาษกรองที่เปียกน้ำหมาดๆ บนแผ่นกระจกให้เรียบและแนบแผ่นกระจก
3. วางตัวนำวงกลม 2 วง ขนาดต่างกันซ้อนกันบนกระดาษกรอง จัดให้วงกลมตัวนำทั้งสองต้องแนบสนิทกับกระดาษกรอง
4. ต่อสายไฟกับวงกลมตัวนำทั้งสองกับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง โดยให้ขั้วบวกต่อกับวงกลมตัวนำด้านใน เปิดสวิตช์ให้เครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูงทำงาน
5. โรยผงต่างห่าทึบอย่างสม่ำเสมอระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง เมื่อเวลาผ่านไป 1–2 นาที ผงต่างห่าทึบปรากฏเป็นเส้นให้เห็น ซึ่งเป็นเส้นสนามไฟฟ้าของวงกลมตัวนำ 2 วงที่วางซ้อนกัน



6. บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้น

ใบรายงานผลการสังเกต
กิจกรรม 5.3 การสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า

สมาชิกกลุ่ม

หัวหน้ากลุ่ม.....

รองหัวหน้ากลุ่ม.....

1.

2.

3.

4.

จุดประสงค์

1. บอกวิธีหาเส้นสนามไฟฟ้า โดยการโรยเกล็ดต่างทับทิมลงบนกระดาษที่ขุ่นๆ และมีขั้วไฟฟ้าวางทับเพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้า

คำถามก่อนการสาธิตเส้นสนามไฟฟ้า

1. เมื่อโรยเกล็ดต่างทับทิมลงบนกระดาษที่ขุ่นๆ และมีขั้วไฟฟ้าต่างชนิดกันวางทับ เพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้าลักษณะการแผ่กระจายของผงสีม่วงเป็นอย่างไร

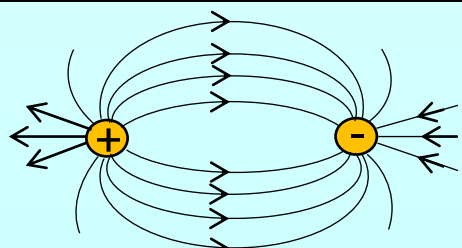
แนวคำตอบ การแผ่กระจายของผงสีม่วงมีลักษณะเป็นเส้นๆ และแผ่ออกจากขั้วลบไปยังขั้วบวก

2. ผงสีม่วงที่แผ่กระจายนี้เป็นไอออนชนิดใด

แนวคำตอบ เป็นไอออนลบ

ผลการสังเกต

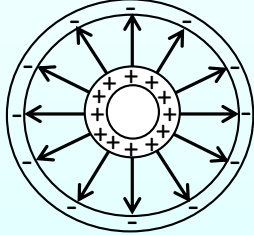
ตอนที่ 1 เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าโลหะปลายแหลม 2 ขั้ว

ลักษณะการแผ่ของผงสีม่วง	วาดเส้นสนามไฟฟ้า
แนวคำตอบ การแผ่กระจายของผงสีม่วงมีลักษณะเป็นเส้นๆ และแผ่ออกจากขั้วลบไปยังขั้วบวก	

ตอนที่ 2 เส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าแผ่นโลหะ 2 ขั้วที่วางขนานกัน

ลักษณะการแผ่ของผงสีม่วง	วาดเส้นสนามไฟฟ้า
แนวคำตอบ การแผ่กระจายของผงสีม่วงมีลักษณะเป็นเส้นตรงขนานกัน และแผ่ออกจากขั้วลบไปยังขั้วบวก	

ตอนที่ 3 เส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุต่างชนิดกันของขั้วไฟฟ้าตัวนำวงกลม 2 วงวางซ้อนกัน

ลักษณะการแผ่ของผงสีม่วง	วาดเส้นสนามไฟฟ้า
แนวคำตอบ ภายในวงกลมในไม่มีเส้นสนามไฟฟ้า เนื่องจากผงสีม่วงไม่ได้กระจายออกเป็นเส้นๆ ส่วนบริเวณระหว่างวงกลมทั้งสองจะเห็นเส้นสนามไฟฟ้าพุ่งออกตามแนวรัศมี	

คำถาม เพื่อการวิเคราะห์และสรุป

1. ลักษณะการแผ่กระจายของผงสีม่วงเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ การแผ่กระจายของผงสีม่วงมีลักษณะเป็นเส้นๆ และแผ่ออกจากขั้วลบไปยังขั้วบวก แสดงว่าผงสีม่วงเป็นไอออนลบ

2. เมื่อต่างທັບທົມລະລາຍນໍ້າຈະແຕກຕົວເປັນไอออนชนิดใดบ้าง

แนวคำตอบ เมื่อละลายต่างທັບທົມ KMnO_4 จะแตกตัวออกเป็นไอออนบวก (K^+) ไม่มีสี และไอออนลบ (MnO_4^-) ผงสีม่วง

3. ผงสีม่วงที่แผ่กระจายนี้เป็นไอออนชนิดใด

แนวคำตอบ เป็นไอออนลบ

4. เส้นสนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำขนานกันจะเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ เป็นเส้นตรงขนานกัน และมีความหนาแน่นของเส้นสม่ำเสมอ

5. ภายในของวงกลมใน (วงกลมตัวนำขนาดเล็ก) มีเส้นสนามไฟฟ้าหรือไม่
เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ภายในวงกลมไม่มีเส้นสนามไฟฟ้า เนื่องจากผนังวงไม่ได้กระจายออกเป็นเส้นๆ

6. บริเวณระหว่างวงกลมทั้งสองจะเห็นเส้นสนามไฟฟ้าเป็นอย่างไร

แนวคำตอบ จะเห็นเส้นสนามไฟฟ้าพุ่งออกตามแนวรัศมี

สรุปผลการทดลอง

1. การแผ่กระจายของผนังวงเป็นแนวจากขั้วลบไปขั้วบวก เนื่องจากเกล็ดต่างทับถม
($KMnO_4$) ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นโพแทสเซียมไอออน (K^+) ซึ่งเป็นไอออนบวกไม่มีสี
กับเปอร์แมงกาเนตไอออน (MnO_4^-) ซึ่งเป็นไอออนลบสีม่วง

2. เส้นสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำขนานเป็นเส้นขนานกันและมีความหนาแน่น
สม่ำเสมอ

3. ตัวนำวงกลม 2 วง ขนาดต่างกันซ้อนกัน ภายในวงกลมสนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์
ระหว่างวงกลมทั้งสองเส้นสนามไฟฟ้าจะอยู่ในแนวของรัศมี และมีลักษณะเช่นเดียวกับเส้น
สนามไฟฟ้าของจุดประจุ

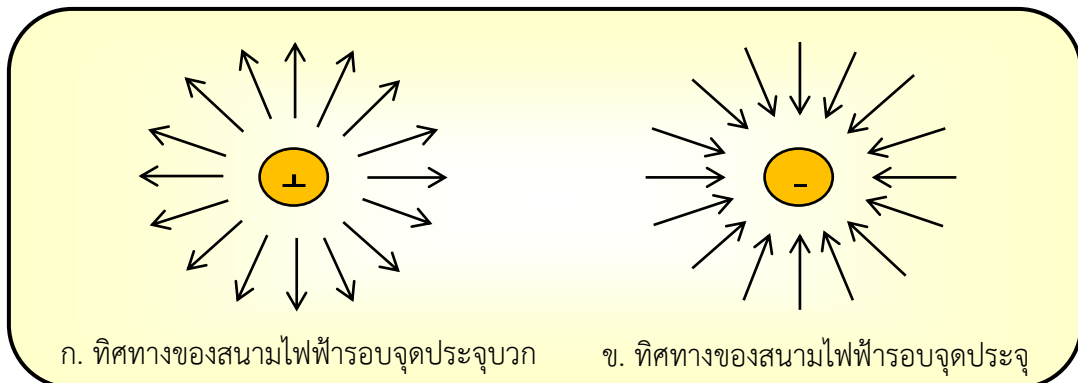
ขั้นที่ 4

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

เวลาที่ใช้ 15 นาที

ใบความรู้ที่ 1 เส้นสนามไฟฟ้า

สนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ จุดประจุ สามารถเขียนภาพแสดงทิศของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ จุดประจุได้ ดังรูป 5.1

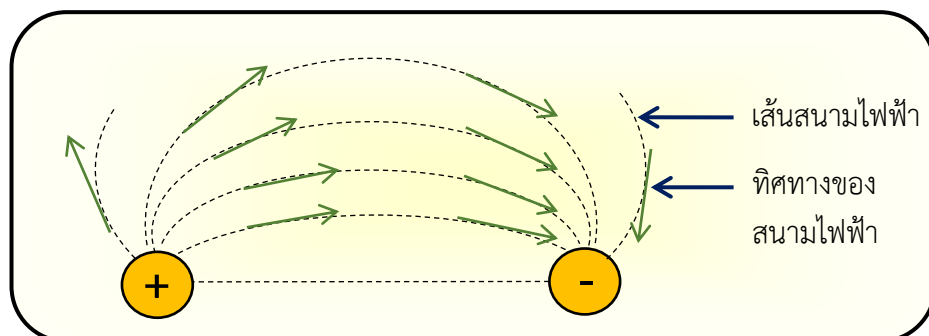


รูป 5.1 ทิศทางของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบจุดประจุ

เส้นต่างๆที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ จุดประจุ ดังรูป 5.1 เรียกว่า เส้นสนามไฟฟ้า

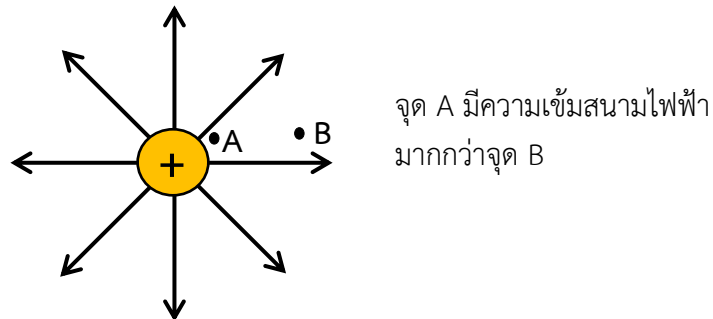
สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทั้งขนาดและทิศทาง ขนาดของสนามไฟฟ้าหาได้จากขนาดของแรงที่กระทำต่อประจุบวกทดสอบหารด้วยขนาดของประจุทดสอบ และทิศทางของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ ก็มีทิศเดียวกับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุทดสอบนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นแรงไฟฟ้าและสนามไฟฟ้ามีดังนี้

1. เส้นสนามไฟฟ้าเป็นเส้นสมมุติ ที่ลากขึ้นตามทิศการเคลื่อนที่ของประจุทดสอบที่เป็นประจุบวก โดยเส้นสัมผัสกับเส้นแรงไฟฟ้า ณ ตำแหน่งใดๆ จะแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งนั้น



รูป 5.2 ทิศทางของสนามไฟฟ้าที่สัมผัสกับเส้นแรงไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ

2. บริเวณที่มีจำนวนเส้นสนามไฟฟ้าอยู่หนาแน่นมาก สนามไฟฟ้าที่บริเวณนั้นมีค่ามาก บริเวณที่มีเส้นสนามไฟฟ้าหนาแน่นน้อย สนามไฟฟ้ามีค่าน้อย



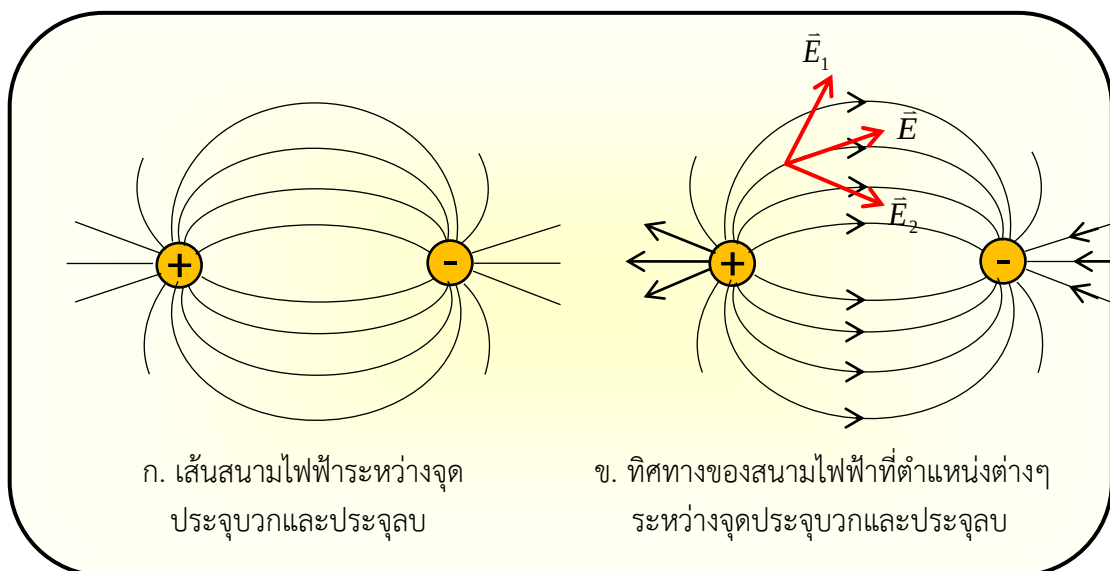
รูป 5.3 เส้นแรงไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุบวกบริเวณต่างๆ

3. เส้นสนามไฟฟ้าจะไม่ตัดกัน ดังนั้นสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ จะมีเพียงทิศทางเดียว
4. เส้นสนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากบวกและมีทิศพุ่งเข้าหาประจุลบ

ลักษณะเส้นสนามไฟฟ้าแบบต่างๆ

1. สนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุต่างชนิดกัน

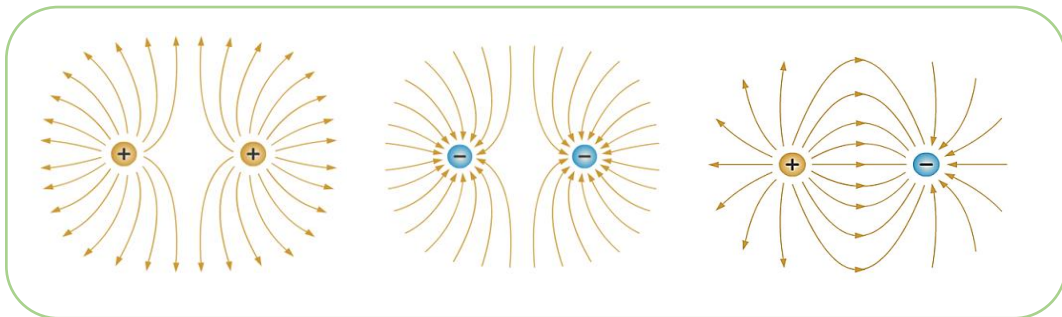
เส้นสนามไฟฟ้ามีทิศพุ่งออกจากบวกและมีทิศพุ่งเข้าหาประจุลบ ดังรูป 5.4 ข.



ก. เส้นสนามไฟฟ้าระหว่างจุดประจุบวกและประจุลบ

ข. ทิศทางของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ระหว่างจุดประจุบวกและประจุลบ

รูป 5.4 เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุต่างๆ ชนิดกัน

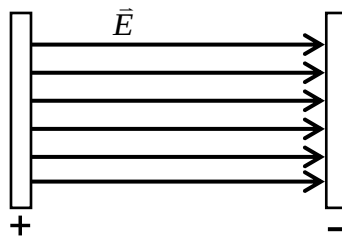


รูป 5.5 ทิศทางสนามสนามไฟฟ้าระหว่างประจุ 2 จุด

2. สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำขนานกัน สรุปได้ดังนี้

2.1 เส้นสนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำเป็นเส้นตรงขนานกัน และมีความหนาแน่นของเส้นสม่ำเสมอ ดังนั้น สนามไฟฟ้าในบริเวณดังกล่าวมีค่าเท่ากัน

2.3 สนามไฟฟ้ามีทิศจากแผ่นตัวนำบวกไปยังแผ่นตัวนำลบ



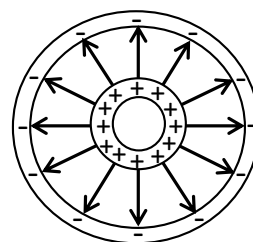
รูป 5.6 เส้นสนามสนามไฟฟ้าของแผ่นตัวนำขนานกัน

3. สนามไฟฟ้าตัวนำวงกลมที่วางซ้อนกัน สรุปได้ดังนี้

3.3 ภายในของทรงกลมในไม่มีสนามไฟฟ้า

3.4 เส้นสนามไฟฟ้ามีทิศตามแนวรัศมี

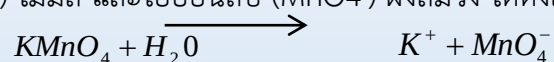
พุ่งจากประจุบวกไปยังประจุลบ



รูป 5.7 เส้นสนามไฟฟ้าของตัวนำวงกลมซ้อนกัน

สารละลายกับต่างทับทิม

ต่างทับทิม มีชื่อทางเคมีว่า โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) มีลักษณะเป็นผลึกสีม่วงเมื่อละลาย KMnO_4 ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับน้ำ KMnO_4 จะแตกตัวออกเป็นไอออนบวก (K^+) ไม่มีสี และไอออนลบ (MnO_4^-) ผงสีม่วง ได้ดังสมการ



ขั้นที่ 5

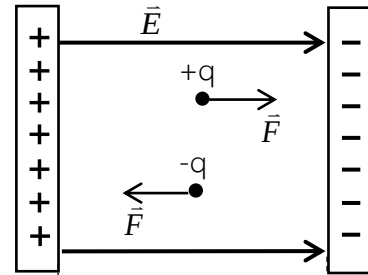
ขั้นขยายความรู้

เวลาที่ใช้ 35 นาที
(15 คะแนน)

ใบความรู้ที่ 2 สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

เวลาที่ใช้ 10 นาที

เมื่อแผ่นโลหะ 2 แผ่นวางขนานกันซึ่งแผ่นหนึ่งมีประจุบวก และอีกแผ่นหนึ่งมีประจุลบ สนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นตัวนำทั้งสองจะมีทิศออกจากประจุบวก เข้าหาประจุลบ และขนาดสนามไฟฟ้าทุกๆ จุดระหว่างแผ่นคู่ขนานมีค่าเท่ากันทุกจุด เรียกว่า



รูป 5.8 สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

แรงกระทำต่อประจุบวกจะมีทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า ส่วนแรงที่กระทำต่อประจุลบจะมีทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า สามารถหาขนาดของแรงกระทำได้จาก

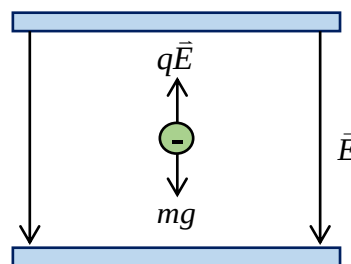
$$F = qE$$

เมื่อ F คือ แรงที่กระทำต่อประจุทดสอบ (นิวตัน)

q คือ ประจุทดสอบ (คูลอมบ์)

E คือ ความเข้มของสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (นิวตัน/คูลอมบ์)

สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอในแนวตั้ง

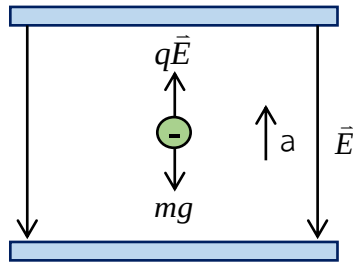


รูป 5.9 กรณีประจุหยุดนิ่ง

แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์

$$\sum F = 0 \quad (\text{แรงขึ้น} = \text{แรงลง})$$

$$qE = mg$$

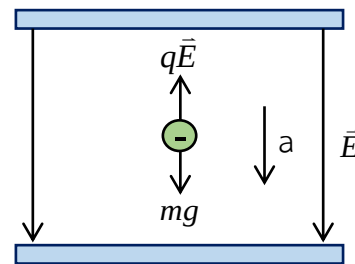


รูป 5.10 กรณีประจุเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง

แรงลัพธ์เท่ากับมวลคูณความเร่ง

$$\sum F = ma$$

$$qE - mg = ma$$



รูป 5.11 กรณีประจุเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง

แรงลัพธ์เท่ากับมวลคูณความเร่ง

$$\sum F = ma$$

$$mg - qE = ma$$

ตัวอย่างที่ 1 หยดน้ำมันมวล 2.88×10^{-14} กิโลกรัม มีประจุไฟฟ้าทำให้ลอยหยุดนิ่งในสนามไฟฟ้า 3×10^5 นิวตัน/คูลอมบ์ ที่มีทิศขึ้นในแนวดิ่ง จงหาค่าประจุบนหยดน้ำมันนี้ (กำหนดให้ ค่า $g = 10$ เมตร/วินาที²)

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากหยดน้ำมันลอยหยุดนิ่งมีแรงกระทำ 2 แรง คือ

1. น้ำหนัก (mg) มีทิศลง
 2. แรงทางไฟฟ้า ($F=qE$) ต้องมีทิศขึ้น
- เพื่อให้หยดน้ำมันให้ลอยนิ่งได้

โจทย์กำหนดให้ $m = 2.88 \times 10^{-14}$ kg , $E = 3 \times 10^5$ N/C
 $g = 10$ m/s²

โจทย์ต้องการหา ประจุไฟฟ้า $q = ?$

สมการที่ใช้ สมดุลของแรง เนื่องจากหยดน้ำมันหยุดนิ่ง

$$\sum F = 0$$

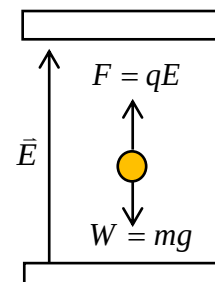
$$F_{\text{ขึ้น}} = F_{\text{ลง}}$$

$$qE = mg$$

แทนค่าในสมการ

$$q(3 \times 10^5 \text{ N/C}) = (2.88 \times 10^{-14} \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)$$

$$q = 9.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$



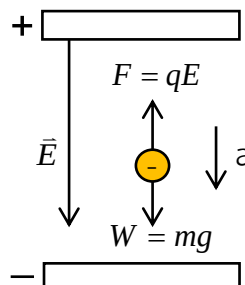
ตอบ นั่นคือหยดน้ำมันมีประจุ 9.6×10^{-19} คูลอมบ์

ตัวอย่างที่ 2 บริเวณที่มีแผ่นสนามไฟฟ้า E 160 โวลต์/เมตร มีทิศในแนวดิ่งจากบนลงล่าง
ปรากฏว่าละอองน้ำหยดหนึ่งซึ่งมีประจุ $q = -6.4 \times 10^{-18}$ คูโลมบ์ เคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งด้วย
ความเร่ง a 2 เมตร/วินาที² มวลของละอองน้ำนี้มีค่าเท่าใด $m=?$

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากหยดน้ำมันลอยหยุดนิ่งมีแรงกระทำ 2 แรง คือ

1. น้ำหนัก (mg) มีทิศลง
2. แรงทางไฟฟ้า ($F=qE$) ต้องมีทิศขึ้นเพระหากละอองน้ำตกลงอย่างอิสระ จะตกลงด้วยความเร่ง 10 เมตร/วินาที² โจทย์บอกว่าความเร่ง 2 เมตร/วินาที² แสดงว่ามีแรงไฟฟ้ากระทำในทิศขึ้น



โจทย์กำหนดให้ $q = -6.4 \times 10^{-18} \text{ C}$, $E = 160 \text{ V/m}$
 $a = 2 \text{ m/s}^2$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

โจทย์ต้องการหา มวลของละออง $m=?$

สมการที่ใช้ เนื่องจากละอองน้ำเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง จะได้ว่า

$$\sum F = ma$$

$$F_{\text{ลง}} - F_{\text{ขึ้น}} = ma$$

$$mg - qE = ma$$

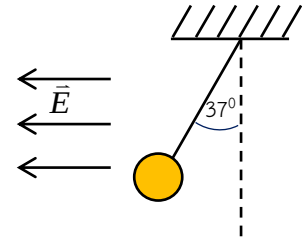
แทนค่าในสมการ

$$m(10 \text{ m/s}^2) - (6.4 \times 10^{-18} \text{ C})(160 \text{ V/m}) = m(2 \text{ m/s}^2)$$

$$m = 128 \times 10^{-18} \text{ kg}$$

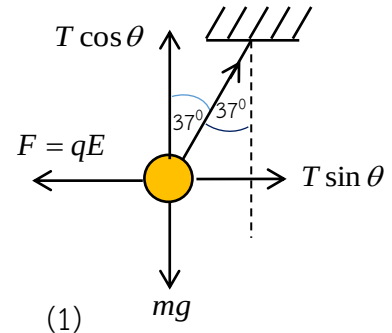
ตอบ มวลของละอองน้ำมีค่า 1.28×10^{-16} กิโลกรัม

ตัวอย่างที่ 3 โลหะทรงกลมมวล m แขวนด้วยเชือกที่เป็นฉนวน อยู่ในบริเวณสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด 600 นิวตัน/คูลอมบ์ มีทิศทางในแนวระดับดังรูป ถ้าทรงกลมมีประจุ 5 ไมโครคูลอมบ์ และถูกผลักจนเชือกทำมุม 37° องศา กับแนวตั้งแล้ว มวลของทรงกลมจะมีค่าเท่าใด



วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

แรงที่กระทำต่อทรงกลมที่หยุดนิ่งจะมีลักษณะดังรูป เนื่องจากโจทย์ไม่ได้กำหนดแรงดึงเชือก (T) มาให้ สามารถกำจัดแรงดึงเชือกได้ดังนี้



แนวแกน X

แรงซ้าย = แรงขวา

$$qE = T \sin \theta$$

(1)

แนวแกน y

แรงขึ้น = แรงลง

$$T \cos \theta = mg$$

(2)

จากนั้นนำสมการ 1 ÷ 2 จะได้ว่า

$$\frac{T \sin \theta}{T \cos \theta} = \frac{qE}{mg}$$

$$\therefore \tan \theta = \frac{qE}{mg}$$

(3)

โจทย์กำหนดให้ $E = 600 \text{ N/C}$, $q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\theta = 37^\circ$

โจทย์ต้องการหา มวลของทรงกลม $m = ?$

สมการที่ใช้

$$\tan 37^\circ = \frac{qE}{mg}$$

แทนค่าในสมการ

$$0.75 = \frac{(5 \times 10^{-6} \text{ C})(600 \text{ N/C})}{m(10 \text{ m/s}^2)}$$

$$m = \frac{(5 \times 10^{-6} \text{ C})(600 \text{ N/C})}{(0.75)(10 \text{ m/s}^2)}$$

$$m = 4 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

ตอบ มวลของทรงกลมมีค่า 0.4 กรัม

ใบกิจกรรมที่ 5.4 เรียนรู้วิเคราะห์โจทย์สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ

เวลาที่ใช้ 25 นาที
(15 คะแนน)

คำชี้แจง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์แล้ว ให้ขีดเส้นใต้ตัวแปรด้วยปากกาแดง เขียนค่าตัวแปรตามที่โจทย์กำหนดมาให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา วาดรูปตามที่โจทย์กำหนดให้ และหาคำตอบให้ถูกต้อง

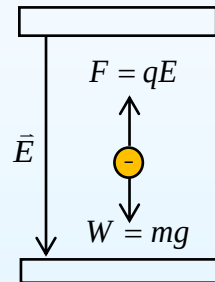
+++++

- หยดน้ำมันมวล 9.6×10^{-7} กิโลกรัม ลอยนิ่งในสนามไฟฟ้าความเข้ม 10^7 นิวตัน/คูลอมบ์ ถ้าประจุไฟฟ้าของหยดน้ำมันนี้เกิดจากอิเล็กตรอนมีมากเกินจำนวนโปรตอน จงหาประจุบนหยดน้ำมัน (กำหนดให้ ค่า $g = 10$ เมตร/วินาที²)

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากหยดน้ำมันลอยหยุดนิ่งมีแรงกระทำ 2 แรง คือ

- น้ำหนัก (mg) มีทิศลง
 - แรงทางไฟฟ้า ($F=qE$) ต้องมีทิศขึ้น
- เพื่อให้หยดน้ำมันให้ลอยนิ่งได้ และมีอิเล็กตรอนมาก
จึงเป็นประจุลบ



โจทย์กำหนดให้ $m = 9.6 \times 10^{-7}$ kg , $E = 10^7$ N/C
 $g = 10$ m/s²

โจทย์ต้องการหา ประจุไฟฟ้า $q = ?$

สมการที่ใช้ สมดุลของแรง เนื่องจากหยดน้ำมันหยุดนิ่ง

$$\sum F = 0$$

$$F_{\uparrow} = F_{\downarrow}$$

$$qE = mg$$

แทนค่าในสมการ $q(10^7 \text{ N/C}) = (9.6 \times 10^{-7} \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)$

$$q = \frac{(9.6 \times 10^{-7} \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)}{(10^7 \text{ N/C})}$$

$$q = 9.6 \times 10^{-13} \text{ คูลอมบ์}$$

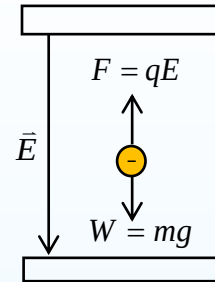
ตอบ นั่นคือหยดน้ำมันมีประจุ 9.6×10^{-13} คูลอมบ์

2. ชายคนหนึ่งมวล m 80 กิโลกรัม ยืนอยู่ในห้องที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอขนาด E 3000 นิวตัน/คูลอมบ์มีทิศทางพุ่งขึ้นสู่เพดานในแนวดิ่ง ถ้าชายคนนี้ต้องการลอยตัวขึ้นสู่เพดานด้วยอัตราเร่ง a 5 เมตร/วินาที² จะต้องสร้างประจุไฟฟ้าขนาดเท่าใดให้ตนเอง $q = ?$

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากมีแรงกระทำ 2 แรง คือ

1. น้ำหนัก (mg) มีทิศลง
 2. แรงทางไฟฟ้า ($F=qE$) ต้องมีทิศขึ้น
- เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง



โจทย์กำหนดให้ $q = -6.4 \times 10^{-18} \text{ C}$, $E = 160 \text{ V/m}$
 $a = 2 \text{ m/s}^2$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

โจทย์ต้องการหา ประจุ $q = ?$

สมการที่ใช้ เนื่องจากวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง

$$\sum F = ma$$

$$F_{\text{ขึ้น}} - F_{\text{ลง}} = ma$$

$$qE - mg = ma$$

$$q = \frac{ma + mg}{E}$$

แทนค่าในสมการ

$$q = \frac{(80\text{kg})(5\text{ m/s}^2) + (80\text{kg})(10\text{ m/s}^2)}{(3000\text{ N/C})}$$

$$q = 0.4\text{C}$$

คำตอบ เขาต้องสร้างประจุขนาด 0.4 คูลอมบ์ ให้กับตนเอง

3. ทรงกลมขนาดเล็กแขวนอยู่ในแนวตั้งด้วยเชือกเบาที่เป็นฉนวน เมื่อทรงกลมหยุดนิ่งในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ โดยมีทิศทางของแรงอยู่ในแนวระดับดังรูป ถ้าทรงกลมมีประจุ -2.5×10^{-6} คูลอมบ์ และมีมวล 0.015 กรัม จงหาขนาดและทิศทางของสนามไฟฟ้า

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

แรงที่กระทำต่อทรงกลมที่หยุดนิ่งจะมีลักษณะดังรูป เนื่องจากโจทย์ไม่ได้กำหนดแรงดึงเชือก (T) มาให้ สามารถกำจัดแรงดึงเชือกได้ดังนี้

แนวแกน X

แรงซ้าย = แรงขวา

$$T \sin \theta = qE$$

แนวแกน y

แรงขึ้น = แรงลง

$$T \cos \theta = mg$$

จากนั้นนำสมการ 1 ÷ 2 จะได้ว่า

$$\frac{T \sin \theta}{T \cos \theta} = \frac{qE}{mg}$$

$$\therefore \tan \theta = \frac{qE}{mg} \quad (3)$$

โจทย์กำหนดให้ $q = -2.5 \times 10^{-6} \text{ C}$, $m = 0.015 \text{ g} = 0.015 \times 10^{-3} \text{ kg}$
 $\theta = 45^\circ$, $g = 10 \text{ m/s}^2$

โจทย์ต้องการหา สนามไฟฟ้า $E = ?$

สมการที่ใช้

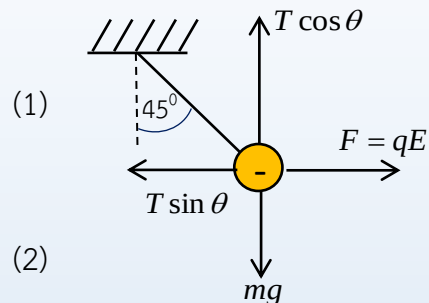
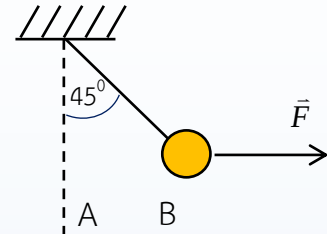
$$\tan 45^\circ = \frac{qE}{mg}$$

แทนค่าในสมการ

$$1 = \frac{(2.5 \times 10^{-6} \text{ C})E}{(0.015 \times 10^{-3})(10 \text{ m/s}^2)}$$

$$E = 60 \text{ N/C}$$

ตอบ สนามไฟฟ้ามีขนาด 60 นิวตันต่อคูลอมบ์ มีทิศทางจาก B ไป A (เนื่องจากทรงกลมมีประจุลบ)





ใบกิจกรรมที่ 5.5 ประเมินความรู้กับเส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

+++++

1. เส้นสนามไฟฟ้า หมายถึง
แนวคำตอบ เส้นต่างๆ ที่ใช้เขียนเพื่อแสดงทิศทางของสนามไฟฟ้าในบริเวณรอบๆ จุดประจุ
2. ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้าเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ พุ่งออกจากประจุบวกไปสู่ประจุลบ
3. ลักษณะการแผ่กระจายของวงสัณฐานในสนามไฟฟ้าเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ การแผ่กระจายของวงสัณฐานมีลักษณะเป็นเส้นๆ และแผ่ออกจากขั้วลบไปยังขั้วบวก เนื่องจากวงสัณฐานเป็นไอออนลบ
4. สนามไฟฟ้าระหว่างตัวนำวางขนานกันจะเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ สนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ ทุกจุดมีความเข้มสนามไฟฟ้าเท่ากันหมด
5. วงกลมตัวนำสองวงซ้อนกันในสนามไฟฟ้า เส้นสนามไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ ภายในวงกลมในไม่มีเส้นสนามไฟฟ้าเพราะสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ แต่บริเวณระหว่างวงกลมตัวนำทั้งสองเส้นสนามไฟฟ้าพุ่งออกจากประจุบวกไปสู่ประจุลบตามแนวรัศมี
6. บริเวณที่มีจำนวนเส้นสนามไฟฟ้าอยู่หนาแน่นมาก สนามไฟฟ้าที่บริเวณนั้นจะเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ สนามไฟฟ้าที่บริเวณนั้นมีความมาก

ขั้นที่ 7



ขั้นนำไปใช้ประโยชน์



เวลาที่ใช้ 10 นาที
(5 คะแนน)

ใบกิจกรรมที่ 5.6 สร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ

คนเก่งคนนี้ ชื่อชั้น ม..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบเกี่ยวกับสนามไฟฟ้า
สม่ำเสมอ 1 ตัวอย่าง

+++++

โจทย์
.....อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน.....
.....
.....

วิธีทำ โจทย์กำหนด
.....
.....
.....

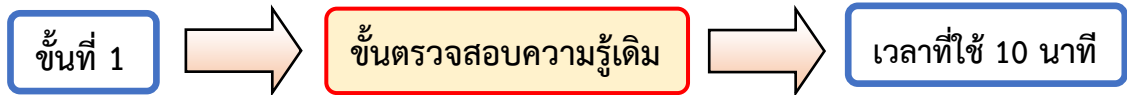
โจทย์ต้องการทราบ
.....

สมการที่ใช้
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

คำตอบ.....

เฉลย
กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E)

(ชั่วโมงที่ 3-4)



ใบกิจกรรมที่ 5.7 ทบทวนกับเส้นสนามไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

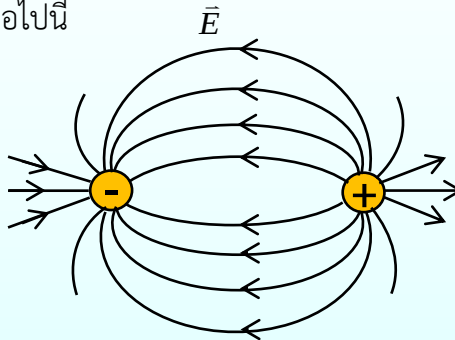
+++++

1. ทิศทางของเส้นสนามไฟฟ้าเป็นอย่างไร

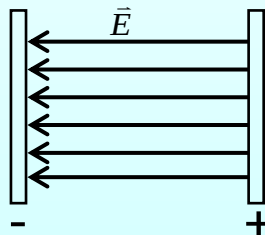
แนวคำตอบ พุ่งออกจากประจุบวกไปสู่ประจุลบ

2. เขียนทิศทางสนามไฟฟ้าต่อไปนี้

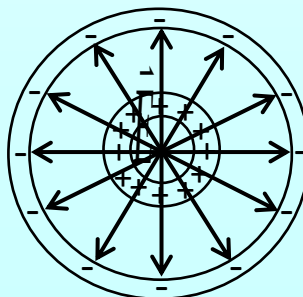
2.1



2.2



2.3



ขั้นที่ 2

ขั้นเร้าความสนใจ

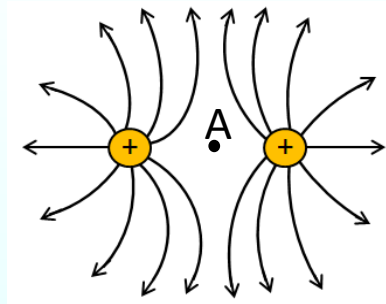
เวลาที่ใช้ 10 นาที

ใบกิจกรรมที่ 5.8 สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

+++++

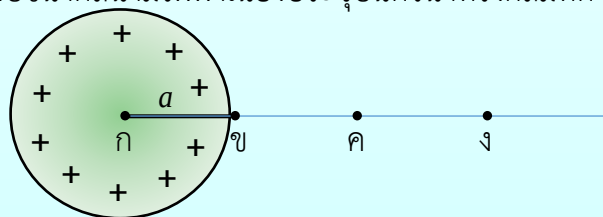
- จากรูป ถ้าประจุบวกทั้งสองจุดมีขนาดประจุเท่ากันที่ตำแหน่ง A ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางพอดี ณ ตำแหน่ง A มีสนามไฟฟ้าหรือไม่ อย่างไร



แนวคำตอบ สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่ง A มีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจากสนามไฟฟ้าหักล้างกันหมด

- จากรูป จงตอบคำถามเกี่ยวกับขนาดสนามไฟฟ้าเนื่องประจุบนตัวนำทรงกลมที่ตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

ทรงกลมรัศมี a



สนามไฟฟ้า E

- จุดใดที่มีค่าสนามไฟฟ้าสูงสุด คือ ...ข...
- จุดที่มีค่าสนามไฟฟ้าต่ำสุด คือ...ก...
- จุดที่มีระยะห่างจากผิวตัวนำทรงกลมมากขึ้น ค่าของสนามไฟฟ้าจะเป็น

อย่างไร

แนวคำตอบ สนามไฟฟ้าเนื่องจากตัวนำทรงกลมมีค่าลดลง เมื่อระยะห่างจากผิวทรงกลมมากขึ้น

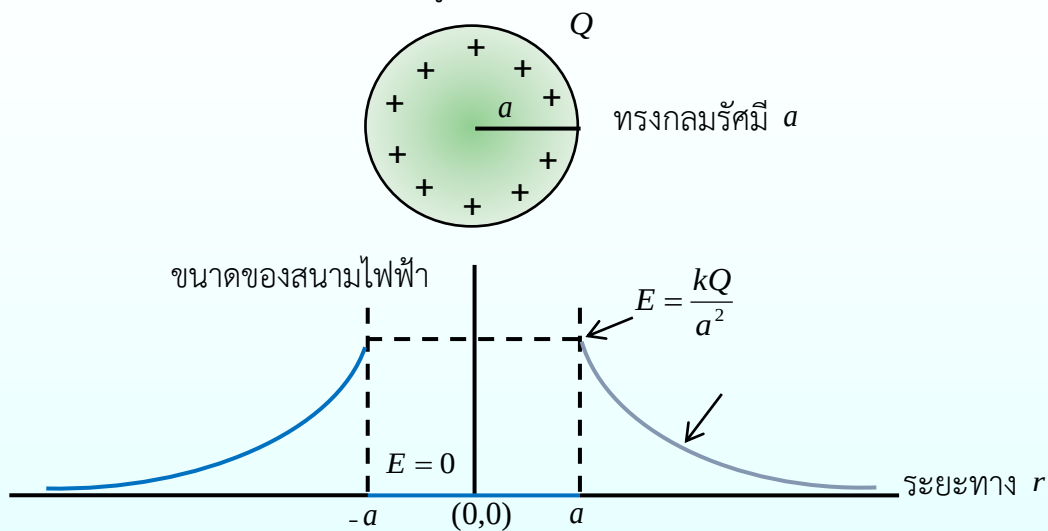
ขั้นที่ 3

ขั้นสำรวจและค้นหา

เวลาที่ใช้ 10 นาที
(4 คะแนน)

ใบกิจกรรมที่ 5.9 สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

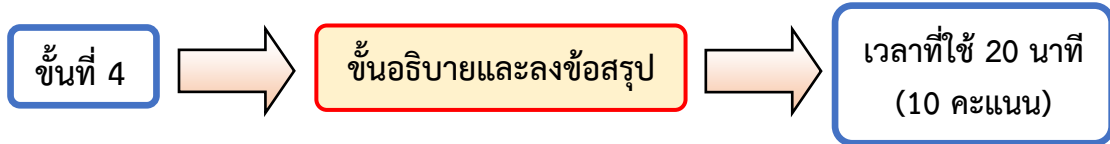
คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ เนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม แสดงได้ดังรูป



รูปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสนามไฟฟ้ากับระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลม

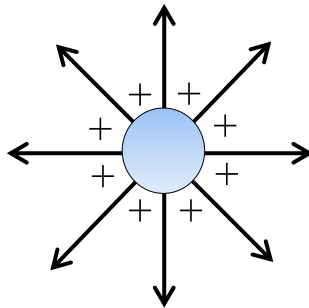
เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสนามไฟฟ้ากับระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมที่ตำแหน่งต่างๆ แล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- สนามไฟฟ้าภายในทรงกลมทุกจุดมีค่าเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ ทุกจุดภายในทรงกลมสนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์
- บริเวณผิวของทรงกลมขนาดสนามไฟฟ้าเป็นอย่างไร
แนวคำตอบ สนามไฟฟ้ามีค่ามากที่สุด
- สนามไฟฟ้าเนื่องจากตัวนำทรงกลมจะมีค่าเป็นอย่างไร เมื่อตำแหน่ง อยู่ห่างจากผิวทรงกลมมากขึ้น
แนวคำตอบ สนามไฟฟ้ามีค่าลดลง
- สรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสนามไฟฟ้ากับระยะทางจากจุดศูนย์กลางของทรงกลมที่ตำแหน่งต่างๆ ได้อย่างไร
แนวคำตอบ สนามไฟฟ้าภายในทรงกลมเป็นศูนย์ สนามไฟฟ้าที่ผิวทรงกลมมีค่ามากที่สุด และสนามไฟฟ้าจะมีค่าลดลง เมื่อระยะห่างจากผิวทรงกลมมากขึ้น



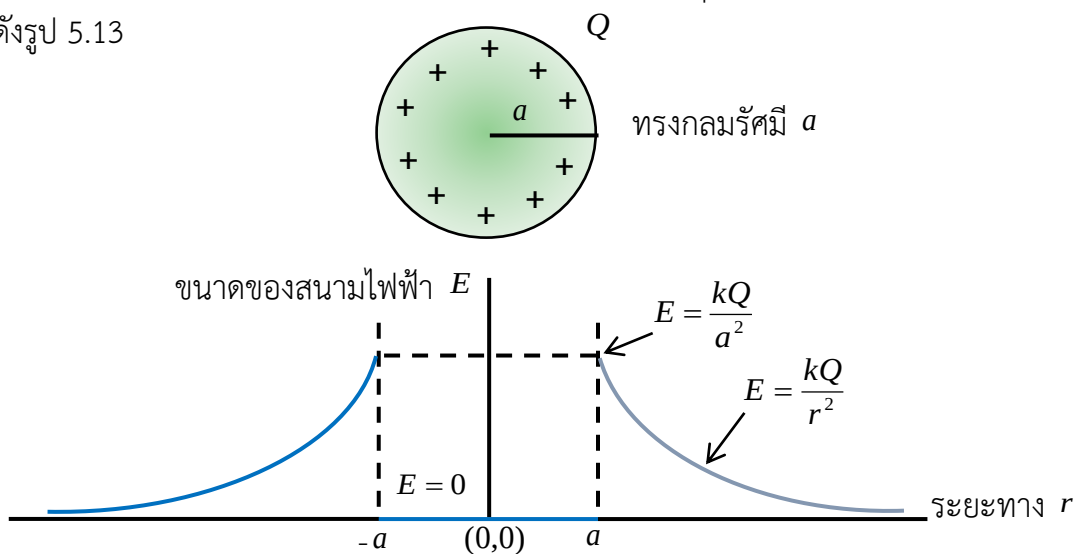
ใบความรู้ที่ 3 สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม เวลาที่ใช้ 10 นาที

เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลม เป็นดังรูป 5.12



รูป 5.12 เส้นสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุไฟฟ้าบนตัวนำทรงกลม

ประจุบนผิวตัวนำทรงกลมประพฤติตัวเสมือนว่าประจุทั้งหมดรวมกันอยู่ที่ศูนย์กลางของทรงกลมในรูปประจุ โดยทางปฏิบัติ เรานิยมใช้ตัวนำทรงกลมที่มีประจุกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ สมำเสมอ ดังนั้นเราจึงสามารถใช้สมการ $E = \frac{kQ}{r^2}$ ซึ่งเป็นสมการของจุดประจุมาใช้ในการหาค่าของประจุบนตัวนำทรงกลม เพื่อหาขนาดของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งนอกผิวของทรงกลมได้ ขนาดของสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ เนื่องจากประจุบนตัวนำ แสดงได้ดังกราฟ ดังรูป 5.13



รูป 5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสนามไฟฟ้า E เนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลมกับระยะ จากศูนย์กลางของทรงกลม

ในการนี้ทำการทดลองสนามไฟฟ้ากับตัวนำรูปทรงอื่นๆ จะสรุปได้ดังนี้

1. สนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดๆ ในที่ว่างภายในตัวนำนั้นมามีค่าเป็นศูนย์
2. เมื่อให้ประจุแก่ตัวนำที่เป็นทรงกลมตัน ประจุจะกระจายไปหยุดนิ่งที่ผิว โดยประจุจะอยู่หนาแน่นบริเวณผิวที่โค้งมากหรือปลายแหลม และสนามไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในตัวนำเป็นศูนย์
3. สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่อยู่ด้านนอกแต่ติดกับผิวของตัวนำ จะมีทิศทางตั้งฉากกับผิวเสมอ

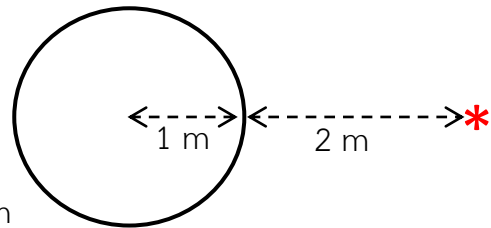
ตัวอย่างที่ 4 ทรงกลมรัศมี 1 เมตร และมีประจุ -1×10^{-9} คูอมบ์ จงหาสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งใดๆ ต่อไปนี้

- ก. สนามไฟฟ้าที่ระยะทาง 2 เมตร จากผิวทรงกลม
- ข. สนามไฟฟ้าผิวทรงกลม
- ค. สนามไฟฟ้าที่ระยะ 0.2 เมตร จากจุดศูนย์กลางทรงกลม

วิธีทำ ข้อ ก. หาสนามไฟฟ้าที่ระยะทาง 2 เมตร จากผิวทรงกลม

วิเคราะห์โจทย์

จากรูประยะห่างจากจุดที่ห่าง
จากผิวทรงกลม 2 m ถึงจุดศูนย์กลาง
ทรงกลม $r=3$ m



โจทย์กำหนดให้ $Q = -1 \times 10^{-9}$ C , $r=3$ m

โจทย์ต้องการหา สนามไฟฟ้า E ที่ระยะทาง 2 เมตร จากผิวทรงกลม

สมการที่ใช้

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

แทนค่าในสมการ

$$E = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N.m}^2)(1 \times 10^{-9} \text{ C})}{(3\text{m})^2} = 1 \text{ N/C}$$

ตอบ สนามไฟฟ้าที่ระยะทาง 2 เมตร จากผิวทรงกลม มีค่า 1 นิวตันต่อคูอมบ์

วิธีทำ ข้อ ข. หาสนามไฟฟ้าผิวทรงกลม

โจทย์กำหนดให้ $Q = -1 \times 10^{-9}$ C , $r=1$ m

สมการที่ใช้

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

แทนค่าในสมการ

$$E = \frac{(9 \times 10^9 \text{ N.m}^2)(1 \times 10^{-9} \text{ C})}{(1\text{m})^2} = 9 \text{ N/C}$$

ตอบ สนามไฟฟ้าที่ผิวทรงกลม มีค่า 9 นิวตันต่อคูอมบ์

วิธีทำ ข้อ ค. สนามไฟฟ้าที่ระยะ 0.2 เมตร จากจุดศูนย์กลางทรงกลม

จาก E ภายในทรงกลม = 0 นิวตันต่อคูอมบ์

ตอบ สนามไฟฟ้าที่ระยะ 0.2 เมตร จากจุดศูนย์กลางทรงกลมมีค่า 0 นิวตันต่อคูอมบ์

ใบกิจกรรมที่ 5.10

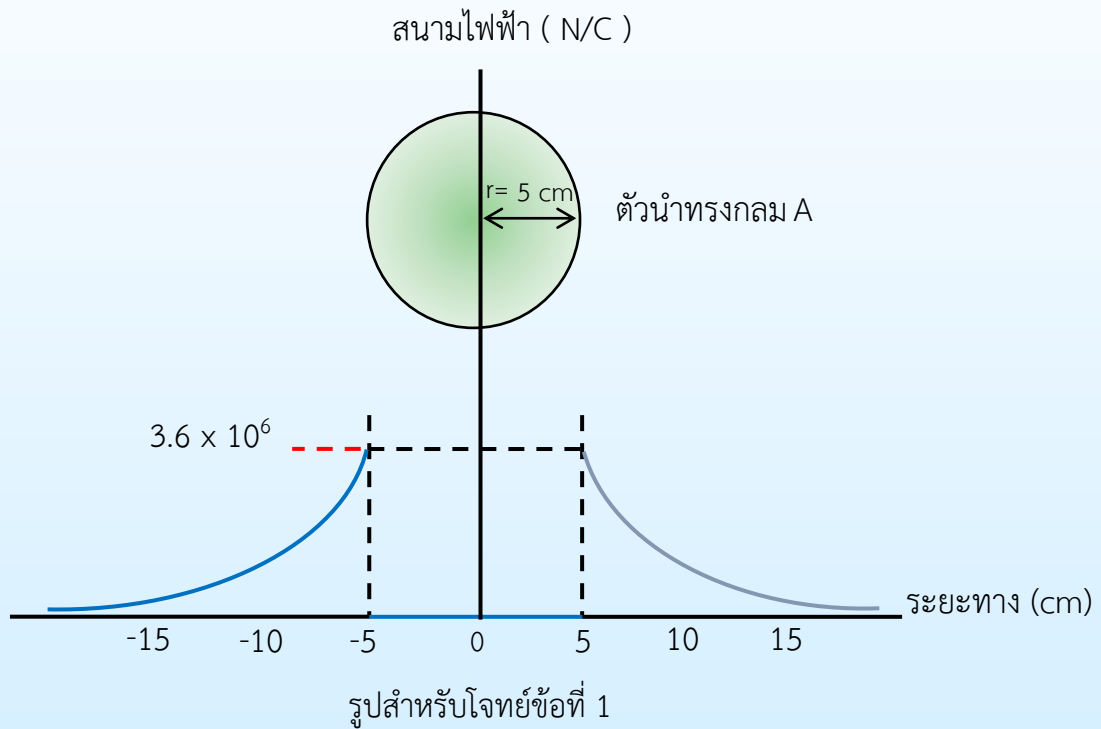
หาคำตอบกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุบนตัวนำทรงกลม

เวลาที่ใช้ 10 นาที
(10 คะแนน)

คำชี้แจง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์แล้ว ให้ขีดเส้นใต้ตัวแปรด้วยปากกาแดง พร้อมทั้งเขียนค่าตัวแปรตามที่โจทย์กำหนดให้ แล้วแสดงวิธีหาคำตอบให้ถูกต้อง

+++++

1. ตัวนำทรงกลม A รัศมี 5 เซนติเมตร มีประจุไฟฟ้าบวกและกราฟแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างสนามไฟฟ้าของตัวนำทรงกลม A กับระยะทางเป็นดังรูป



- ก. สนามไฟฟ้าที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทรงกลม 4 เซนติเมตร มีค่าเท่าใด
- ข. ประจุไฟฟ้าบนตัวนำ A มีค่าเท่าใด

วิธีทำ

- ก. **ตอบ** เนื่องจากรัศมีของทรงกลมเท่ากับ 5 เซนติเมตร ดังนั้นจุดที่อยู่ห่างจากศูนย์กลางทรงกลม 4 เซนติเมตร อยู่ภายในทรงกลม จุดนั้นจะมีสนามไฟฟ้าเท่ากับศูนย์

วิธีทำ

ข. ประจุไฟฟ้าบนตัวนำ A มีค่าเท่าใด

วิเคราะห์โจทย์

จากกราฟ สนามไฟฟ้าที่ผิวทรงกลม = $3.6 \times 10^6 \text{ N/C}$

รัศมีของทรงกลม = 5 cm สามารถหาประจุไฟฟ้าได้จากสมการ $E = \frac{kQ}{r^2}$

โจทย์กำหนดให้ E ที่ผิวทรงกลม = $3.6 \times 10^6 \text{ N/C}$, $r = 5 \text{ cm}$

โจทย์ต้องการหา ประจุไฟฟ้า

$$Q = ?$$

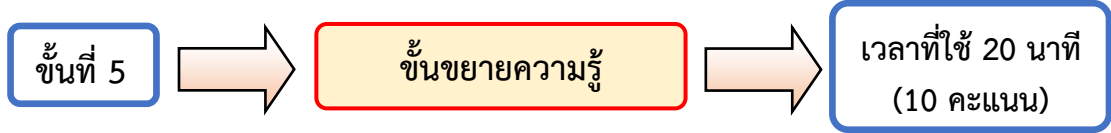
สมการที่ใช้

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

แทนค่าในสมการ $(3.6 \times 10^6 \text{ N/C}) = \frac{(9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2)Q}{(5 \times 10^{-2})^2}$

$$Q = 1 \times 10^{-6} \text{ C}$$

ตอบ ประจุไฟฟ้าบนตัวนำ A มีค่า 1 ไมโครคูลอมบ์



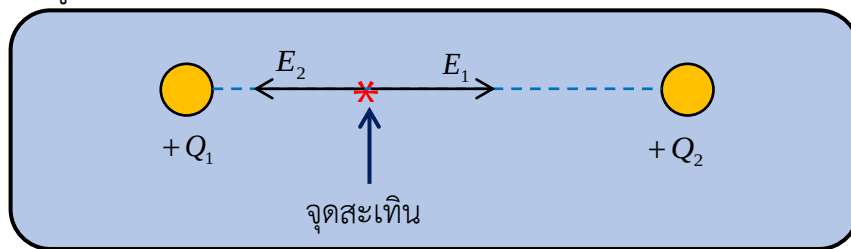
ใบความรู้ที่ 4 จุดสะเทิน

จุดสะเทิน (neutral point) ในสนามไฟฟ้า หมายถึง จุดในสนามไฟฟ้าซึ่งมีค่าสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ จุดสะเทินจะเกิดขึ้นได้ต้องมีสนามไฟฟ้าอย่างน้อยสองสนามโดยมีขนาดสนามไฟฟ้าเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม สนามไฟฟ้าจึงจะหักล้างกันหมด

จุดสะเทินซึ่งเกิดจากประจุไฟฟ้าสองประจุวางใกล้กันมีหลักพิจารณาดังนี้

1. กรณีประจุไฟฟ้าทั้งสองเป็นประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน

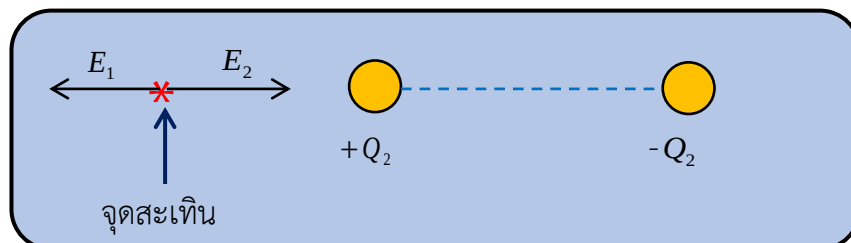
ตำแหน่งจุดสะเทินจะอยู่ระหว่างประจุทั้งสอง และจะอยู่ใกล้กับประจุไฟฟ้าที่มีค่าน้อยกว่า ดังรูป 5.14



รูป 5.14 ตำแหน่งจุดสะเทินที่เกิดจากประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน 2 ประจุ โดยที่ $Q_1 < Q_2$

2. กรณีประจุไฟฟ้าทั้งสองเป็นประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน

ถ้าประจุทั้งสองมีค่าประจุเท่ากันจุดสะเทินอยู่ที่ระยะอนันต์ แต่ถ้าประจุมีค่าประจุไม่เท่ากันตำแหน่งจุดสะเทินจะอยู่นอกระยะระหว่างประจุทั้งสอง และจะอยู่ใกล้กับประจุไฟฟ้าที่มีค่าน้อยกว่า ดังรูป 5.15

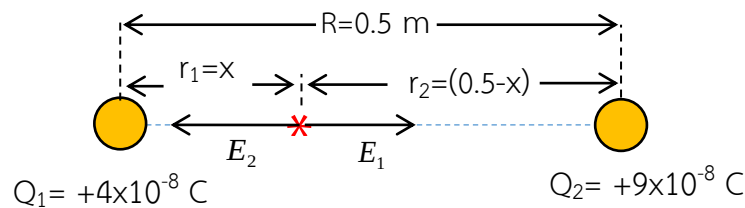


รูป 5.15 ตำแหน่งจุดสะเทินที่เกิดจากประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน 2 ประจุ โดยที่ $Q_1 < Q_2$

ตัวอย่างที่ 5 จุดประจุ Q_1 $+4 \times 10^{-8}$ คูโลมบ์ และ Q_2 $+9 \times 10^{-8}$ คูโลมบ์ อยู่ห่างกัน 0.5 เมตร
จงหาตำแหน่งตามแนวเส้นตรงระหว่างจุดประจุทั้งสองที่มีสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากประจุทั้งสองเป็นประจุชนิดเดียวกันดังนั้นตำแหน่งจุดสะเทิน
จะอยู่ระหว่างประจุทั้งสอง และอยู่ใกล้ประจุขนาดเล็กกว่ากำหนดให้เป็น Q_1 ดังรูป



โจทย์กำหนดให้ $Q_1 = +4 \times 10^{-8} \text{ C}$, $Q_2 = +9 \times 10^{-8} \text{ C}$, $\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0$

โจทย์ต้องการหา ระยะห่างจากจุดประจุที่มีสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

สมการที่ใช้

$$E_{\text{ลัพธ์}} = 0$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kQ_1}{r_1^2} = \frac{kQ_2}{r_2^2}$$

แทนค่าในสมการ

$$\frac{(4 \times 10^{-8} \text{ C})}{x^2} = \frac{(9 \times 10^{-8} \text{ C})}{(0.5 - x)^2}$$

$$\sqrt{\frac{4}{x^2}} = \sqrt{\frac{9}{(0.5 - x)^2}}$$

$$\frac{2}{x} = \frac{3}{(0.5 - x)}$$

$$2(0.5 - x) = 3x$$

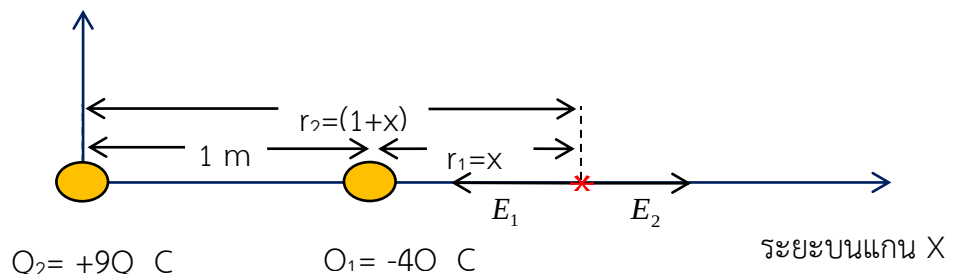
$$x = 0.2 \text{ m}$$

ตอบ ตำแหน่งบนเส้นตรงที่มีขนาดสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ อยู่ห่างจากประจุ
 $+4 \times 10^{-8}$ คูโลมบ์ เป็นระยะทาง 0.2 เมตร

ตัวอย่างที่ 6 วางประจุ $+9Q$ คูลอมบ์ ที่ตำแหน่งจุดกำเนิด $(0,0)$ และจุดประจุ $-4Q$ คูลอมบ์ ที่ตำแหน่ง $X=1$ เมตร $Y=0$ จงหาระยะบนแกน X ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากประจุทั้งสองเป็นประจุต่างชนิดกันดังนั้นตำแหน่งจุดสะเทินจะอยู่ภายนอกระหว่างประจุทั้งสอง และอยู่ใกล้ประจุขนาดเล็กกว่ากำหนดให้เป็น Q_1 ดังรูป



โจทย์กำหนดให้ $Q_1 = -4Q \text{ C}$, $Q_2 = +9Q \text{ C}$, $E_{\text{ลัพธ์}} = 0$

$$r_1 = x , r_2 = (1+x)$$

โจทย์ต้องการหา ระยะบนแกน X ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

สมการที่ใช้

$$E_{\text{ลัพธ์}} = 0$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kQ_1}{r_1^2} = \frac{kQ_2}{r_2^2} \quad (\text{ตัดทอนค่า } k)$$

แทนค่าในสมการ

$$\frac{(4Q)}{x^2} = \frac{(9Q)}{(1+x)^2}$$

$$\sqrt{\frac{4}{x^2}} = \sqrt{\frac{9}{(1+x)^2}} \quad (\text{ถอดรากที่สองทั้งข้าง})$$

$$\frac{2}{x} = \frac{3}{(1+x)}$$

$$2(1+x) = 3x$$

$$x = 2 \text{ m}$$

ดังนั้น ระยะบนแกน X ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ $= 1+2=3$ เมตร

ตอบ ระยะบนแกน X ที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์จากตำแหน่ง $(0,0)$ เท่ากับ 3 เมตร

ใบกิจกรรมที่ 5.11 หาคำตอบกับจุดสะเทิน

เวลาที่ใช้ 10 นาที
(10 คะแนน)

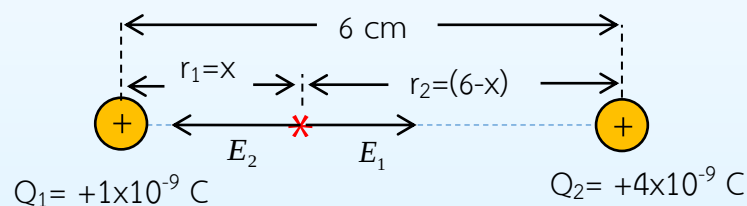
คำชี้แจง เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์แล้ว ให้เขียนค่าตัวแปร และวาดรูปตามที่โจทย์กำหนดให้ แล้วแสดงวิธีหาคำตอบให้ถูกต้อง

+++++

- จุดประจุขนาด $+1$ ไมโครคูลอมบ์ และ $+4$ ไมโครคูลอมบ์ วางไว้ห่างกันเป็นระยะ 6 เซนติเมตร ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ จะอยู่ห่างจากจุดประจุ $+1$ ไมโครคูลอมบ์ กี่เซนติเมตร

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากประจุทั้งสองเป็นประจุชนิดเดียวกันดังนั้นตำแหน่งจุดสะเทิน จะอยู่ระหว่างประจุทั้งสอง และอยู่ใกล้ประจุขนาดเล็กกว่า กำหนดให้เป็น Q_1 ระยะจากประจุ Q_1 ถึงจุดสะเทิน เป็นระยะที่ไม่ทราบค่า $r_1 = x$ ดังรูป



โจทย์กำหนดให้ $Q_1 = +1 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_2 = +4 \times 10^{-9} \text{ C}$, $E_{\text{ลัพธ์}} = 0$

โจทย์ต้องการหา ระยะห่างจากจุดประจุที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

สมการที่ใช้

$$E_{\text{ลัพธ์}} = 0$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kQ_1}{r_1^2} = \frac{kQ_2}{r_2^2} \quad (\text{ตัดทอนค่า } k)$$

แทนค่าในสมการ

$$\frac{(1 \times 10^{-9} \text{ C})}{x^2} = \frac{(4 \times 10^{-9} \text{ C})}{(6-x)^2}$$

$$\sqrt{\frac{1}{x^2}} = \sqrt{\frac{4}{(6-x)^2}} \quad (\text{ถอดรากทั้งสองข้าง})$$

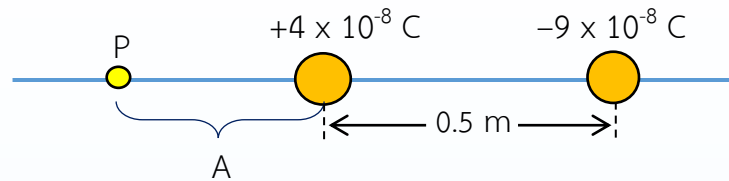
$$\frac{1}{x} = \frac{2}{(6-x)}$$

$$1(6-x) = 2x$$

$$x = 2 \text{ cm}$$

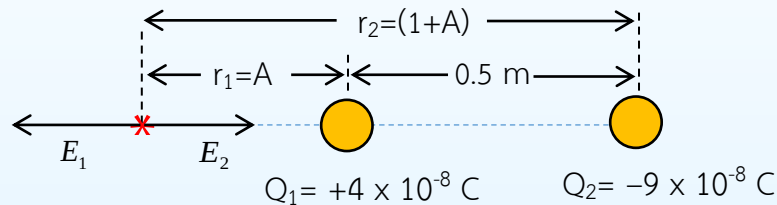
ตอบ ตำแหน่งที่สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ อยู่ห่างจากจุดประจุ $+1$ ไมโครคูลอมบ์

2. จุดประจุ $+4 \times 10^{-8}$ คูลอมบ์ และ -9×10^{-8} คูลอมบ์ วางห่างกัน 0.5 เมตร ดังรูป
จุด P เป็นจุดที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ ระยะ A มีค่ากี่เมตร



วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์

เนื่องจากประจุทั้งสองเป็นประจุต่างชนิดกันดังนั้นตำแหน่งจุดสะเทิน
จะอยู่ภายนอกระหว่างประจุทั้งสอง และอยู่ใกล้ประจุขนาดเล็กกว่า
กำหนดให้เป็น Q_1 ดังรูป



โจทย์กำหนดให้ $Q_1 = +4 \times 10^{-8} \text{ C}$, $Q_2 = -9 \times 10^{-8} \text{ C}$, $E_{\text{ลัพธ์}} = 0$
 $r_1 = A$, $r_2 = (0.5 + A)$

โจทย์ต้องการหา ระยะ A

สมการที่ใช้

$$E_{\text{ลัพธ์}} = 0$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{kQ_1}{r_1^2} = \frac{kQ_2}{r_2^2} \quad (\text{ตัดทอนค่า } k)$$

แทนค่าในสมการ

$$\frac{(4 \times 10^{-8} \text{ C})}{A^2} = \frac{(9 \times 10^{-8} \text{ C})}{(0.5 + A)^2}$$

$$\sqrt{\frac{4}{A^2}} = \sqrt{\frac{9}{(0.5 + A)^2}} \quad (\text{ถอดรากที่สองทั้งข้าง})$$

$$\frac{2}{A} = \frac{3}{(0.5 + A)}$$

$$2(1 + A) = 3A$$

$$A = 1 \text{ m}$$

ตอบ จุด P เป็นจุดที่สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ ระยะ A มีค่าเท่ากับ 1 เมตร

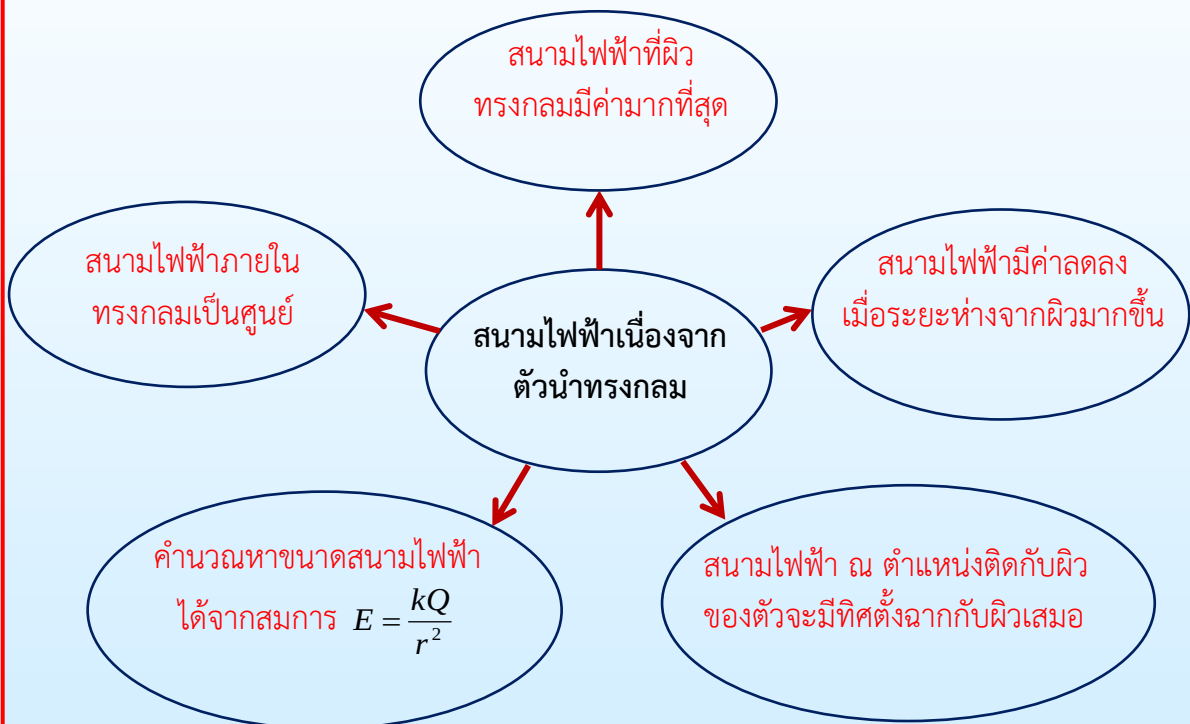


ใบกิจกรรมที่ 5.12 ความรู้กับสนามไฟฟ้าเนื่องจากตัวนำทรงกลมและจุดประจุ

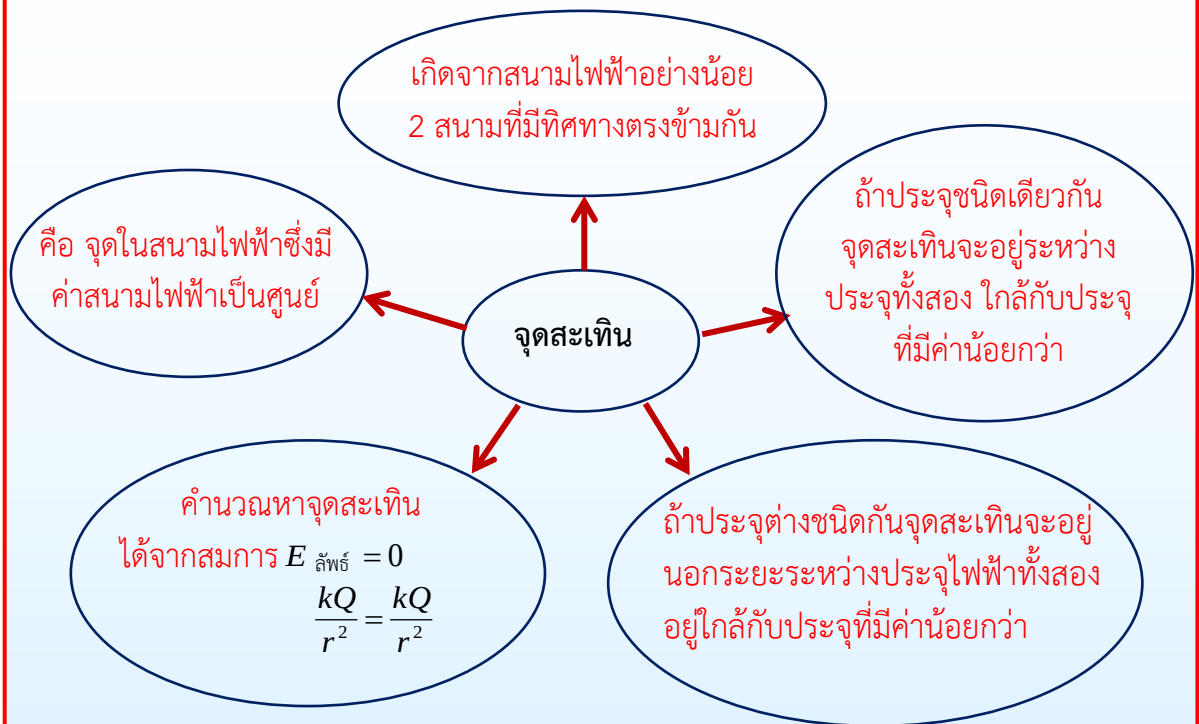
คำชี้แจง นักเรียนสรุปความรู้ในรูปผังมโนทัศน์ ตามที่กำหนด ให้กระชับ ชัดเจนและครบถ้วน

+++++

1. สนามไฟฟ้าเนื่องจากตัวนำทรงกลม



2. จุดสะเทินของสนามไฟฟ้า





ใบกิจกรรมที่ 5.13 สร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบ

คนเก่งคนนี้ ชื่อ ชั้น ม..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและวิธีการหาคำตอบเกี่ยวกับจุดสะเทิน

+++++

โจทย์
..... อยู่ในดุลยพินิจของครูผู้สอน.....
.....

วิธีทำ โจทย์กำหนด
.....
.....

โจทย์ต้องการทราบ

สมการที่ใช้

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

คำตอบ.....

บรรณานุกรม

- ธีรศานต์ ปรงจิตวิทยากรณ์. (ม.ป.ป.). **ฟิสิกส์ 4 แม่เหล็กไฟฟ้า ฉบับเตรียมสอบ ม.ปลาย**
เข้ามหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ธรรมบัณฑิต.
- นิรันดร์ สุวรรณ์. (2542). **คู่มือฟิสิกส์ ม.5 เล่ม 4 ว.028.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา
- นิรันดร์ สุวรรณ์. (ม.ป.ป.). **ตะลุยโจทย์ Entrance ฟิสิกส์ ม.4-6.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
พ.ศ. พัฒนา.
- ประกิตเฝ้า ทมิติกชงค์. (2556). **คู่มือเตรียมสอบ ฟิสิกส์ ม.4-6.** กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- ประสิทธิ์ จันตะภา. (ม.ป.ป.). **ติวสอบยสไต่ลู่โจทย์ฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 4.** กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์**
เล่ม 4. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **หนังสือรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์**
เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- <http://www.vcharkarn.com/lesson/1194>
(สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2561)
- <https://www.freegreatpicture.com/lightning-and-optical/roads-and-lightning-in-the-sky-50975>
(สืบค้นเมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2561)