แบบฝึกทักษะการคำนวณ
เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายวิชา ฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว 30204

เล่มที่ 1
แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

นายชลนที อักษรประดิษฐ์

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 10

คำนำ

แบบฝึกทักษะการคำนวณ เรื่องไฟฟ้าสถิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที 6 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่เน้นวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะทักษะด้านการ คำนวณเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้และเพื่อเป็นนวตักรรมสำหรับครู นำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต แบบฝึกทักษะการคำนวณนี้ได้พัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้ม ถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยแบ่งออกเป็น 6 เล่ม ดังนี้

เล่มที่ 1 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์
เล่มที่ 2 เรื่อง สนามไฟฟ้า
เล่มที่ 3 เรือง ศักย์ไฟฟ้า
เล่มที่ 4 เรื่อง ศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุ
เล่มที่ 5 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ
เล่มที 6 เรื่อง ตัวเก็บประจุและความจุ

แบบฝึกทักษะการคำนวณ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มนี้ เป็นแบบฝึกทักษะการคำนวณ เล่มที่ 1 แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ แบบฝึกทักษะการคำนวณ และแบบทดสอบหลังเรียน ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแบบฝึกทักษะการคำนวณเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้ผู้สนใจหรือผู้ศึกษาบรรลุจุดมุ่งหมาย ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องนำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนหรือกิจกรรมเสริมในบทเรียนได้เป็นอย่างดี

นายชลนที อักษรประดิษฐ์

สารบัญ

เรื่อง	**หน้า**
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
คำชี้แจง	ค
แบบทดสอบก่อนเรียน	4
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	6
สาระสำคัญ	7
สาระการเรียนรู้	7
ใบความรู้ที่ 1	8
แบบฝึกทักษะที่ 1.1	19
แบบฝึกทักษะที่ 1.2	20
แบบฝึกทักษะที่ 1.3	21
แบบทดสอบหลังเรียน	23
บรรณานุกรม	25
ภาคผนวก	26
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	27
กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	28
แบบบันทึกผลการเรียน	29
เฉลยแบบฝึกทักษะ 1.1 – 1.3	30
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	34

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน 34
ประวัติผู้ศึกษา 35

คำชี้แจง

1. แบบฝึกทักษะการคำนวณ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที 6 แบ่งออกเป็น 6 เล่ม แต่ละเล่มมีส่วนประกอบดังนี้

1.1 ส่วนหน้า ประกอบด้วย ปก คำนำ สารบัญ คำชี้แจง

1.2 ส่วนเนื้อหา ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ ใบความรู้ แบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบหลังเรียน

1.3 ส่วนท้าย ประกอบด้วย บรรณานุกรม ภาคผนวก กระดาษคำตอบ เฉลยแบบฝึกทักษะ เฉลย แบบทดสอบก่อนเรียนและเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

2. แบบฝึกทักษะการคำนวณเล่มนี้ เป็นเล่มที่ 1 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

3. คำแนะนำในการใช้แบบฝึกทักษะการคำนวณแต่ละเล่ม ให้ปฏิบัติดังนี้

3.1 ศึกษาผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนทราบเป้าหมายในการเรียนรู้

3.2 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน พร้อมตรวจคำตอบในภาคผนวก เพื่อให้รู้ว่ามีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องทีจะศึกษามากหรือน้อยเพียงใด

3.3 ศึกษาใบความรู้และทำแบบฝึกทักษะแต่ละเล่มด้วยตัวเอง โดยเขียนคำตอบลงในแบบฝึกทักษะ ห้ามเปิดดูเฉลยก่อนทำแบบฝึกทักษะ

3.4 ตรวจคำตอบของแบบฝึกทักษะ

3.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจอีกครั้ง

4. นักเรียนจะต้องทำถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไปของจำนวนข้อทั้งหมดของแต่ละแบบฝึกทักษะจึงถือว่าผ่าน เกณฑ์การประเมินของแต่ละแบบฝึกทักษะ และคะแนนทดสอบหลังเรียนจะต้องมากกว่าคะแนน ทดสอบก่อนเรียน จึงถือว่านักเรียนมีความเข้าใจและมีการพัฒนาในการเรียนรู้

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (แบบทดสอบมี 10 ข้อ 10 คะแนน)

1. ข้อใดกล่าวถึงแรงระหว่างประจุไฟฟ้าได้ถูกต้องที่สุด
   - ก. ประจุชนิดเดียวกันจะทำให้เกิดแรงดูด
   - ข. จำนวนประจุไฟฟ้ามากจะทำให้เกิดแรงระหว่างประจุน้อย
   - ค. แรงระหว่างประจุจะน้อยเมื่อระยะห่างระหว่างประจุมาก
   - ง. ชนิดของแรงไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของประจุ
   - จ. แรงระหว่างประจุมีผลทำให้เกิดประจุขึ้นมาใหม่
2. ข้อใดบอกมวลและประจุของโปรตอนได้ถูกต้อง

ก. 1.67 X 10^{-27} Kg และ - 1.6 X 10^{-19} C

ข. 9.1 X 10^{-31} Kg และ - 1.6 X 10^{-19} C

ค. 1.67 X 10^{-27} Kg และ - 1.6 X 10^{-19} μ C

ง. 1.67 X 10^{-27} Kg และ + 1.6 X 10^{-19} C

จ. 1.67 X 10^{-27} Kg และ + 1.6 X 10^{-19} μC

3. ข้อใดบอกมวลและประจุของอิเล็กตรอนได้ถูกต้อง

ก. 1.67 X 10^{-27} Kg และ - 1.6 X 10^{-19} C

ข. 9.1 X 10^{-31} Kg และ - 1.6 X 10^{-19} C

ค. 1.67 X 10^{-27} Kg และ - 1.6 X 10^{-19} μ C

ง. 1.67 X 10^{-27} Kg และ + 1.6 X 10^{-19} C

จ. 1.67 X 10^{-27} Kg และ + 1.6 X 10^{-19} μC

4. สมมุติมีลูกพิทสองลูกแต่ละลูกมีประจุ 1.0 คูลอมบ์ เมื่อศูนย์กลางของลูกพิทอยู่ห่างกัน 1.0 เมตร แรงระหว่างประจุมีค่าเท่าใด

ก. 9.0 X 10^{9} N

ข. 9.0 X 10^{-9} N

ค. 9.0 X 10^{-19} N

ง. 1.6 X 10^{9} N

จ. 1.6 X 10^{-19} N

5. แรงระหว่างประจุของอิเล็กตรอนและโปรตอนอย่างละหนึ่งตัวมีค่าเท่าใดถ้าระยะห่างระหว่างอิเล็กตรอนและ โปรตอนเท่ากับ 5.3 X 10^{-11} เมตร

ก. 8.2 X 10^{9} N

ข. 8.2 X 10^{-9} N

ค. 8.2 X 10^{-19} N

ง. 8.2 X 10^{8} N

จ. 8.2 X 10^{-8} N

6. ตัวนำทรงกลมขนาดเท่ากัน 2 อันแต่ละอันมีรัศมี 1 cm ทรงกลมอันแรกมีประจุ 3×10^{-5} C อันหลังมีประจุ -1×10^{-5} C เมื่อให้ทรงกลมทั้งสองอันแตะกัน แล้วแยกออกจากกันโดยที่ผิวทรงกลมห่างกัน 8 cm. ขนาดของ แรงระหว่างทรงกลมเป็นเท่าใด

ก. 75 N ข. 90 N ค. 85 N ง. 80 N จ. 95 N

7. ประจุบนวัตถุ A มีขนาดเป็น 2 เท่าของประจุวัตถุ B วางห่างกัน 1.8 cm. เกิดแรงกระทำ 1 N จงหาประจุบนวัตถุ B

ก.1 X 10^{-7} คูลอมบ์

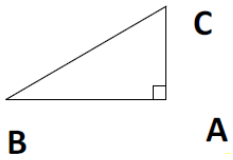
ข. 1 X 10^{-8} คูลอมบ์

ค.1 X 10^{-9} คูลอมบ์

ง. 1 X 10^{-10} คูลอมบ์

จ.1 X 10^{-11} คูลอมบ์

8. ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก A = 90 องศา ด้าน AB = 4 cm., AC = 3 cm ทีจุด A ,B ,C มีประจุ – 4 μC,-32 μC ,13.5 μC ตามลำดับ จงหาแรงที่กระทำต่อประจุที่จุด A



ก. 600 N ข. 700 N ค. 900 N ง. 800 N จ. 1000 N

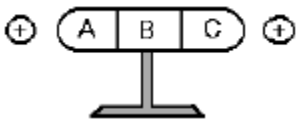
9. จากข้อ 8 ทิศของแรงที่กระทำต่อประจุที่ตำแหน่ง A มีค่าตามข้อใด

ก. $\tan^{-1}(0.55)$ ข. $\tan^{-1}(0.60)$

ค. $\tan^{-1}(0.65)$ ง. $\tan^{-1}(0.70)$

จ. $\tan^{-1}(0.75)$

10. จากรูป เมื่อนำประจุบวกไปวางไว้ที่ปลายทั้งสองข้างของวัตถุที่มีขาตั้งเป็นฉนวน ข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. A และ C เป็นลบแต่ B เป็นกลาง ข. A และ C เป็นกลาง แต่ B เป็นบวก

ค. A และ C เป็นบวก แต่ B เป็นลบ ง. A และ C เป็นลบแต่ B เป็นบวก

จ. A , B และ C เป็นกลาง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิงแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

แรงที่เกิดระหว่างประจุไฟฟ้า มีทั้งแรงดูดและแรงผลัก และเป็นแรงต่างร่วม คือ ทั้ง 2 ฝ่าย จะออกแรง กระทำซึ่งกันและกันด้วยแรงเท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้าม ประจุชนิดเดียวกันจะผลักกัน และประจุต่างชนิดกัน จะดูดกัน Charles Augustin de Coulomb ได้ ทำการทดลองและสรุปผลเป็นกฎไว้ดังนี้ "แรงระหว่างประจุไฟฟ้าคู่หนึ่ง จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของประจุแต่สัดส่วนผกผันกับกำลังสองของระยะทาง ระหว่างประจุคู่นั้น" การคำนวณแรงระหว่างประจุ

$$F \alpha \frac{Q_1 Q_2}{R^2}$$

$$F = \frac{K Q_1 Q_2}{R^2}$$

$K = 8.98747 \times 10^9 \ N.m^2/C^2$

$\approx 9 \times 10^9 \ N.m^2/C^2$

ตัวชี้วัด

1. สำรวจตรวจสอบ อภิปราย เกี่ยวกับหลักการเกิดไฟฟ้าสถิต ประจุไฟฟ้า ตัวนำและฉนวน การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้า

2. สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับแรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายความสัมพันธ์ของของปริมาณต่างๆตามกฎของคูลอมบ์ได้
2. สามารถนำกฎของคูลอมบ์ไปคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้

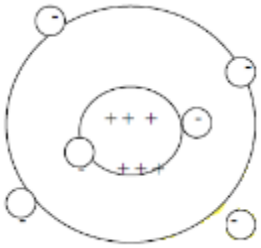
สาระการเรียนรู้

ความรู้

1. ชนิดของประจุไฟฟ้า
2. การเหนี่ยวนำ
3. แรงระหว่างประจุไฟฟ้า
4. กฎของคูลอมบ์
5. การคำนวณเกี่ยวกับปริมาณต่างๆตามกฎของคูลอมบ์

ใบความรู้ที่ 1

ประจุไฟฟ้า คือ การทำให้วัตถุเดิมซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าแสดงอำนาจไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือประจุไฟฟ้า บวก (+) และประจุไฟฟ้าลบ (-) โครงสร้างของอะตอม อะตอมเป็นแหล่งให้ประจุ อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสซึงมีประจุบวกเรียกว่า โปรตอนและอนุภาคเป็นกลางทางไฟฟ้าเรียกว่านิวตรอนรวมอยู่ด้วยกันในนิวเคลียส รอบ ๆ นิวเคลียสจะมี อนุภาคทีมีประจุไฟฟ้าเป็นลบเรียกว่าอิเล็กตรอนโคจรอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส โดยปกติอะตอมจะเป็นกลางคือมี ประจุบวกและประจุลบเท่ากัน ดังเช่นอะตอมของคาร์บอนดังรูป



รูปที่ 1 ลักษณะอะตอมของคาร์บอน

เราสามารถดึงเอาอิเล็กตรอนออกจากอะตอมได้โดยไม่ยากนัก เช่น การถูแท่งอำพันหรือแท่งพลาสติก กับผ้าขนสัตว์ จะทำให้อิเล็กตรอนบางตัวหลุดออกจากผ้าขนสัตว์ไปอยู่ที่แท่งอำพันหรือแท่งพลาสติก

ดังนั้น แท่งอำพันหรือแท่งพลาสติกก็จะมีอิเล็กตรอนเกินกว่าปกติจึงมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ และเมื่อเอาแท่งประจุนี้ไป แตะโลหะจะมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนไปสู่โลหะทำให้โลหะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบด้วย ดังรูป

รูปที่ 2 การถ่ายเทประจุไฟฟ้าบนผิวของวัสดุ 2 ชนิดที่แตกต่างกัน

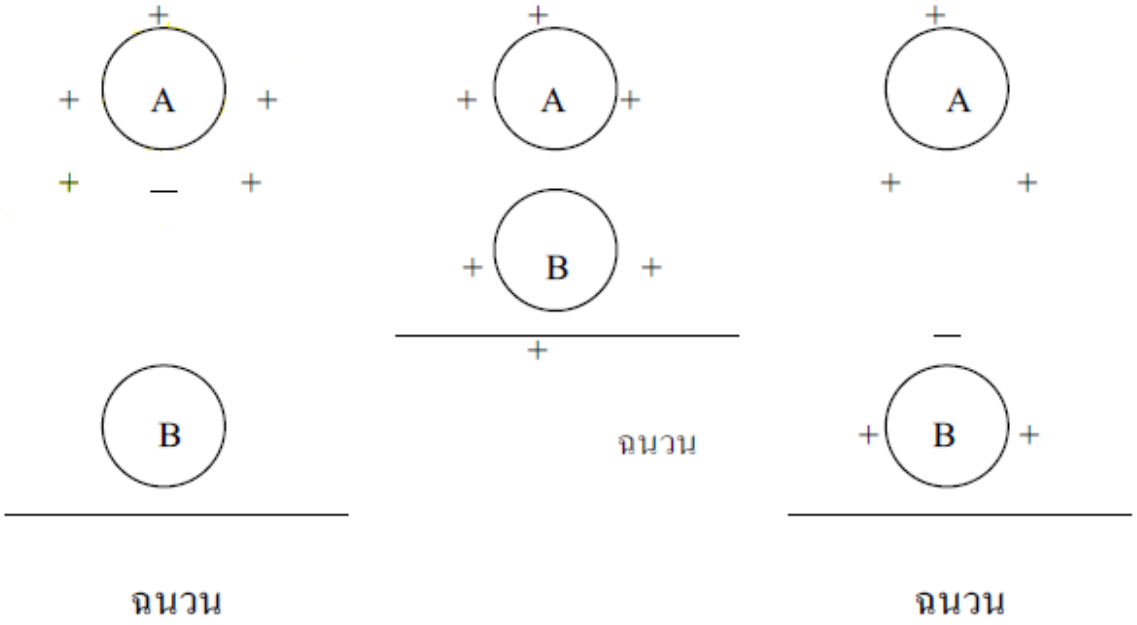
ในทำนองเดียวกัน ถ้าเอาแท่งแก้วมาถูกับผ้าไหมจะมีอิเล็กตรอนบางตัวหลุดออกจากอะตอมของแท่งแก้วไปอยู่ที่ผ้าไหม ดังนี้แท่งแก้วก็จะมีประจุบวกและถ้าเอาแท่งแก้วไปแตะลูกบอลที่เป็นโลหะซึ่งเป็นกลางจะมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากโลหะไปสู่แท่งแก้ว ทำให้โลหะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก จากการศึกษาโครงสร้างอะตอมเราพบว่าภายในอะตอมหนึ่งๆ ของธาตุประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญ 3 อย่าง คือ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน ซึ่งมีมวลและประจุไฟฟ้าดังนี้

อนุภาค	มวลสาร(กิโลกรัม)	ประจุไฟฟ้า (C)	ชนิดประจุ
อิเล็กตรอน	9.1×10^{-31}	1.6×10^{-19}	ลบ
โปรตอน	1.67×10^{-27}	1.6×10^{-19}	บวก
นิวตรอน	1.67×10^{-27}	เป็นกลาง	ไม่ปรากฏ

จากข้อมูล ในตารางพบว่าอิเล็กตรอนเป็นอนุภาคทีมีมวลสารน้อยที่สุด จึงเคลื่อนที่ได้ง่าย ซึ่งอิเล็กตรอนเบากว่าโปรตอนถึง 1,836 เท่า ดังนั้นการที่วัตถุใดแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นบวกแสดงว่าวัตถุนั้นสูญเสียอิเล็กตรอนไป วัตถุใดแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นลบแสดงว่าวัตถุนั้นรับอิเล็กตรอนเข้ามานั้นเอง

วิธีทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า แสดงอำนาจไฟฟ้า สามารถทำได้ดังนี้

1. การขัดสีระหว่างวัตถุสองชนิด จะทำให้เกิดประจุต่างชนิดกันบนวัตถุทั้งคู่ปริมาณเท่ากัน
2. การสัมผัส (แตะ) คือการนำวัตถุที่มีประจุอิสระและทราบชนิดประจุแล้วมาแตะกับวัตถุที่เป็นกลาง จะ เกิดการถ่ายเทประจุดังรูป

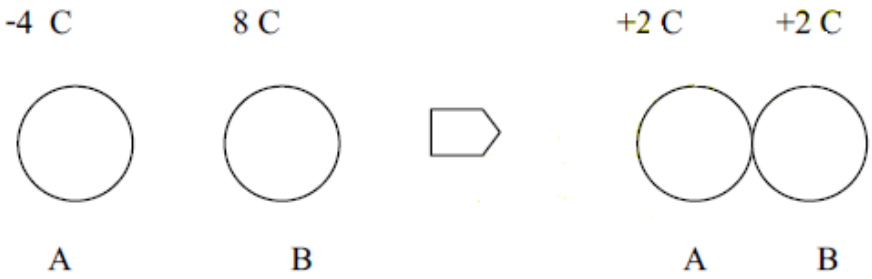


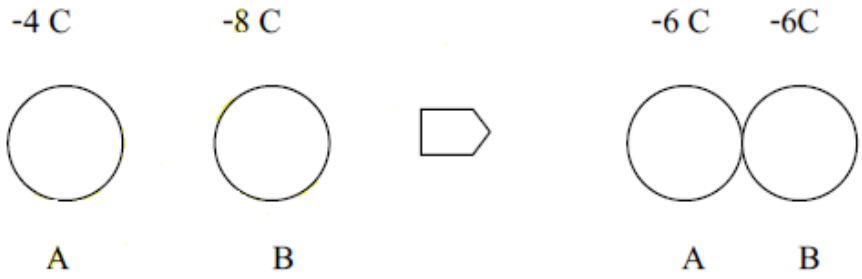
ก่อนแตะ	หลังแตะ
A มีประจุบวกอิสระ	A ประจุบวก
B เป็นกลางทางไฟฟ้า	B ประจุบวก

กฎเกณฑ์การถ่ายเทประจุ

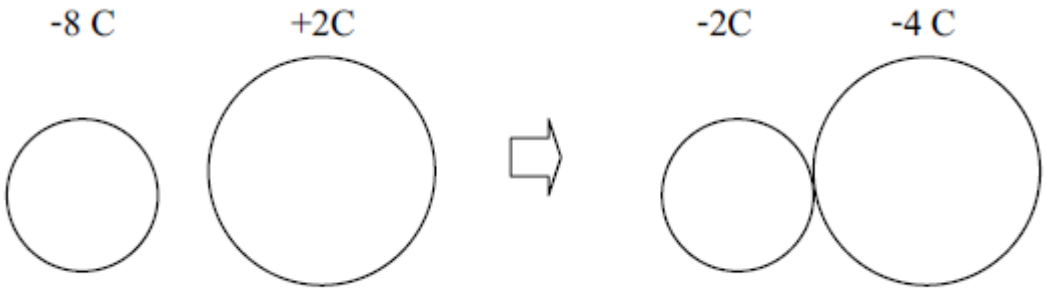
1. ประจุบนวัตถุที่ได้รับจะเป็นประจุชนิดเดียวกันกับประจุที่นำมาสัมผัส
2. ประจุรวมก่อนสัมผัส = ประจุรวมหลังสัมผัส
3. เมื่อสัมผัสแล้ววัตถุทั้งสองจะมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
4. ในการถ่ายเทประจุ ประจุลบเท่านั้นเป็นตัวเคลื่อนที่

หมายเหตุ การถ่ายเทประจุไฟฟ้า ถ้าทรงกลมมีขนาดเท่ากันจะเก็บประจุเท่ากัน ถ้าทรงกลมมีขนาดไม่เท่ากัน จะเก็บประจุได้ไม่เท่ากัน เช่น

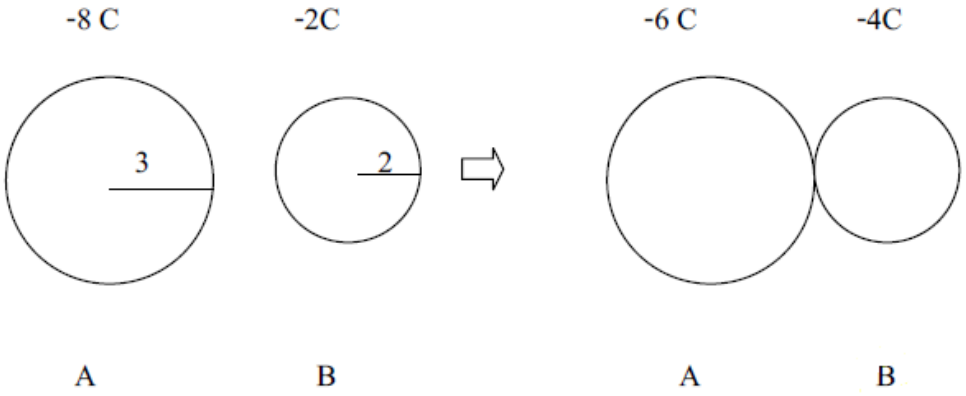




กรณีที่ทรงกลม A มีขนาดเป็นสองเท่าของทรงกลม B ทรงกลม A จะเก็บประจุได้เป็นสองเท่าของทรงกลม B เช่น



กรณีที่ A และ B มีขนาดไม่เท่ากัน เช่น A มีรัศมีเป็น 3 หน่วย B มีรัศมีเป็น 2 หน่วย ดังรูป



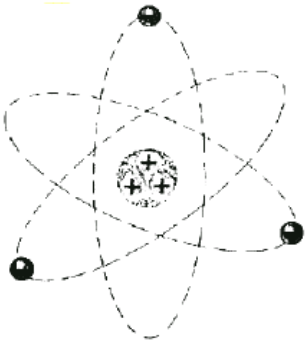
$$Q_A^{'} = \frac{R_A \sum Q}{\sum R}$$

$$Q_B^{'} = \frac{R_B \sum Q}{\sum R}$$

3. การเหนี่ยวนำ จะได้ศึกษารายละเอียดในหัวข้อต่อไป

กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

ตามปกติวัตถุชนิดหนึ่งจะประกอบด้วยอะตอมขนาดเล็กๆ จำนวนมากมาย อะตอมเหล่านั้นมีลักษณะอย่างง่าย ดังรูป



ซึ่งประกอบด้วย อิเล็กตรอนซึงเป็นอนุภาคขนาดเล็กมากมีประจุลบโคจรรอบนิวเคลียสที่อยู่ใจกลางอะตอม ภายในนิวเคลียสจะประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน ซึงต่างก็เป็นอนุภาคที่มีขนาดโตกว่าอิเล็กตรอนเกือบ 2,000 เท่า แต่โปรตอนจะมีประจุไฟฟ้าบวกและมีขนาดของประจุไฟฟ้าเท่ากับอิเล็กตรอน ส่วนนิวตรอนไม่มีประจุไฟฟ้า อะตอมของวัตถุโดยทั่วไปจะมีจำนวนโปรตอนเท่ากับอิเล็กตรอน คือเป็นกลางทางไฟฟ้า ไม่แสดงประจุไฟฟ้าชนิดบวกหรือชนิดลบให้เห็น เนืองจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กมากจึงเคลื่อนที่ได้คล่องตัว สามารถเคลื่อนย้ายจากอะตอมหนึ่งไปอะตอมหนึ่งได้ ถ้าได้รับพลังงานมากพอ การขัดสีกันระหว่างวัตถุสองชนิดทำให้อิเล็กตรอนได้รับพลังงานมากพอ จึงสามารถเคลื่อนย้ายจาก อะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งได้แม้ว่าจะเป็นวัตถุคนละชนิด เป็นเหตุให้เมื่อวัตถุขัดสีกันแล้วทำให้วัตถุหนึ่ง มีประจุบวกถ้าอิเล็กตรอนเคลื่อนย้ายออกไป และทำให้วัตถุอีกอันหนึ่งมีประจุลบ ถ้าได้รับอิเล็กตรอนจากวัตถุ อันก่อนนั้นเข้ามา รวมแล้วประจุไฟฟ้าไม่มีการสูญหายหรือทำให้เพิ่มเติมขึ้นมาได้ เรียกว่า “กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า” กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าได้ว่า...

“การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าไม่ว่าจะโดยวิธีใดก็ตาม ไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นมาใหม่ แต่เป็นการย้าย ประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเท่านั้น โดยผลรวมของจำนวนประจุทั้งหมดของระบบที่พิจารณายังคงเท่าเดิม”

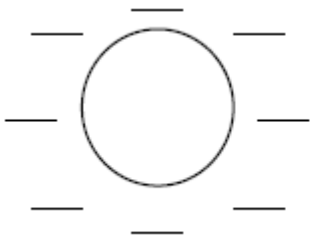
ตัวนำและฉนวน

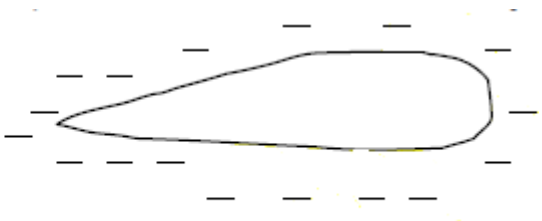
ถ้าจะแบ่งประเภทของสารโดยอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้า เราสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ “สารที่เป็นตัวนำ” (Conductors) กับ “สารที่เป็นฉนวน” (Insulators) นอกจากนี้แล้วยังมีสารพวกที่อยู่ระหว่างสารที่เป็นตัวนำกับสารที่เป็นฉนวน คือ “สารกึ่งตัวนำ” (Semiconductors) สารที่เป็นฉนวนอิเล็กตรอนจะยึดแน่นกับอะตอม ถ้ามีประจุมาวางใกล้ๆ ตรงปลายแท่งฉนวนจะไม่มี การถ่ายเทอิเล็กตรอน และจะไม่มีการเคลื่อนที่ของประจุในแท่งฉนวน เช่น แก้ว กระดาษ ไมก้า เป็นต้น สารที่เป็นตัว นำอิเล็กตรอนที่อยู่ไกลที่สุดจากนิวเคลียส ซึ่งเรียกว่า “วาเลนซ์อิเล็กตรอน” จะอยู่ใกล้ อะตอมข้างเคียง ซึ่งยากที่จะบ่งบอกได้ว่าเป็นอิเล็กตรอนของอะตอมใด นั้นคือวาเลนซ์อิเล็กตรอนสามารถ เคลื่อนที่ไปได้ทั่วโลหะ แม้ว่าอิเล็กตรอนจะยึดแน่นอยู่ในอะตอม แต่จะมีเฉพาะอิเล็กตรอนที่อยู่วงนอก ๆ เท่านั้น ที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระโดยปกติจะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ 2 หรือ 3 ตัว เท่านั้นที่ยึดกับแต่อะตอม เช่น เงิน ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว เป็นต้น

สารกึ่งตัวนำเป็นสารที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างตัวนำและฉนวน สารกึ่งตัวนำจะทำหน้าที่เป็นตัวนำเมื่อมันร้อน และเมื่อมันเย็นจะทำหน้าที่เป็นฉนวน เช่น เจอร์มีเนียม และ ซิลิกอน

ตัวนำ หมายถึง วัตถุที่ยอมให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านหรือกระจายไปตามผิวของมันได้อย่างง่ายดาย เช่น โลหะชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุดคือ เงิน

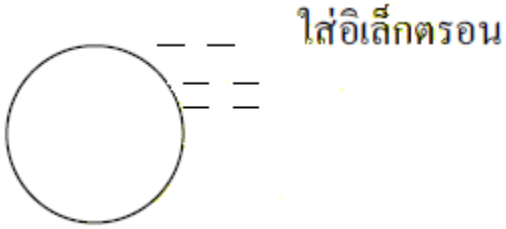
ฉนวน หมายถึง วัตถุที่ไม่ยอมให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านได้ เช่น ยาง เป็นต้น ลักษณะการกระจายของอิเล็กตรอนในตัวนำ และฉนวนจะต่างกัน ถ้าเราใส่อิเล็กตรอนให้ตัวนำ อิเล็กตรอนจะกระจายไปตามผิวของตัวนำและจะออกันมากที่สุดตรงปลายแหลมของตัวนำ ดังรูป



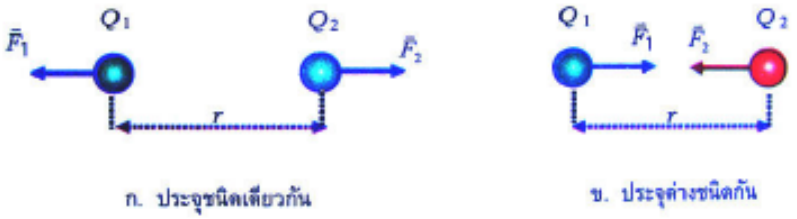


ตัวนำทรงกลมอิเล็กตรอนกระจายสม่ำเสมอ อิเล็กตรอนชอบออกันที่ปลายแหลมของตัวนำ

แต่ถ้าเป็นฉนวนเราใส่อิเล็กตรอนเข้าไปตรงส่วนใดอิเล็กตรอนก็จะออกันอยู่ตรงนั้นไม่กระจายไปที่ผิว ดังรูป



แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์



คูลอมบ์ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาแรงระหว่างประจุไฟฟ้า และได้พบว่า

1. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างประจุไฟฟ้าทั้งสอง
2. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุไฟฟ้า

หลักการ ถ้านำประจุไฟฟ้า 2 ประจุวางใกล้กันในตัวกลางใดๆแล้วจะเกิดแรงกระทำต่อกัน จากการทดลองของ คูลอมบ์ พบว่า

1. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุไฟฟ้า

$$F \alpha \frac{1}{R^2} \qquad \text{.....(a)}$$

2. แรงระหว่างประจุไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างประจุไฟฟ้า

$$F \alpha Q_A Q_B \qquad \text{.....(b)}$$

จาก (a) และ (b) จะได้ $F \alpha \frac{Q_A Q_B}{R^2}$

แสดงว่า $F = K \frac{Q_A Q_B}{R^2}$

เมื่อ K คือค่าคงที่โดยในระบบ SI: K = 9×10^9 Nm^2/C^2 แรงทางไฟฟ้ามีทิศขนาน และวางทับกับเส้นตรงที่ลากเชื่อมระหว่างจุดประจุทั้งสอง ชนิดของประจุทั้งสองเป็นตัวกำหนดว่าแรงดังกล่าว เป็นแรงผลักหรือแรงดูด ในทางปฏิบัติเราสามารถเขียนค่าคงตัว K ให้อยู่ในรูป $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ เมื่อ ε_0 คือ permittivity of free space มีค่าเท่ากับ 8.85×10^{-12} C^2/Nm^2

สิ่งที่ควรเน้นเวลาคำนวณ

1. ไม่ต้องแทนเครื่องหมายของ Q_A และ Q_B

2. แรง F เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น นิวตัน ดังนั้นจึงรวมแรง F แบบเวกเตอร์ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$F = K\frac{Q_A Q_B}{R^2} \text{ .....(1)}$$

เมื่อ F แทนขนาดของแรงระหว่างประจุทั้งสอง หน่วยเป็น นิวตัน

Q_A , Q_B แทนขนาดของจุดประจุทั้งสอง หน่วยเป็นคูลอมบ์

R แทนระยะห่างระหว่างประจุทั้งสอง หน่วยเป็น เมตร

ค่า K เท่ากับ 9×10^9 Nm^2/C^2 สำหรับตัวกลางที่เป็น สุญญากาศหรืออากาศ

สมการที่ (1) เรียกว่า กฎของคูลอมบ์ ซึ่งกล่าวว่า แรงระหว่างจุดประจุจะแปรผันตามผลคูณระหว่างประจุทั้งสองและแปรผกผันกับระยะห่างระหว่างประจุยกกำลังสอง

แรง F เป็นปริมาณเวกเตอร์ การแทนค่าในสมการไม่ต้องแทนเครื่องหมายของประจุ เพราะเครื่องหมาย ใช้ในการกำหนดทิศทางของแรง

การคำนวณหาค่าแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

1. เขียนรูปแสดงตำแหน่งต่างๆของประจุ
2. ต้องการหาแรงกระทำที่ประจุตัวไหน ให้เขียนแรงที่กระทำต่อประจุตัวนั้นในแนวเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างประจุ
3. หาขนาดของแรงต่างๆจากสมการ (1)
4. รวมแรงแบบเวกเตอร์

ตัวอย่างที่ 1.1 สมมติว่าลูกพิท 2 ลูก แต่ละลูกมีประจุ 1.0 คูลอมบ์ เมื่อจุดศูนย์กลางอยู่ห่างกันเป็น 1.0 เมตร แรง ระหว่างประจุที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่าใด

วิธีทำ จากกฎของคูลอมบ์ $F = K\frac{Q_A Q_B}{R^2}$

ดังนั้น จะได้ $F = \frac{(9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2})(1\mathrm{C})(1\mathrm{C})}{(1m)(1m)}$

$F = 9x10^9 N$

ตอบ ขนาดของแรงระหว่างประจุมีค่าเป็น $F = 9x10^9 N$

ตัวอย่างที่ 1.2 จากแบบจำลองอะตอมของโบว์ อะตอมของไฮโดรเจนประกอบด้วยโปรตอน (ซึ่งมีมวล

1.67× 10^{-27} กิโลกรัมและประจุขนาด 1.6× 10^{-19} คูลอมบ์ จำนวนหนึ่งตัว และอิเล็กตรอนมีค่า 9.11 x 10^{-31} กิโลกรัม และมีประจุเท่ากับโปรตอน) เมื่อระยะห่างระหว่างอิเล็กตรอนและโปรตอนเท่ากับ 5.3 × 10^{-11} เมตร จงหา

ก. แรงระหว่างประจุไฟฟ้า ข. แรงดึงดูดระหว่างมวล

<u>วิธีทำ</u> ก. แรงระหว่างประจุไฟฟ้า

จากกฎของคูลอมบ์ $F = K\frac{Q_A Q_B}{R^2}$

ดังนั้น จะได้ $F = \frac{(9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2})(1.6x10^{-19}\,\mathrm{C})(1.6x10^{-19}\,\mathrm{C})}{(5.3\mathrm{x}10^{-11}m)(5.3\mathrm{x}10^{-11}m)}$

$F = 8.1x10^{-8}\,N$

<u>ตอบ</u> แรงดึงดูดเนื่องจากประจุไฟฟ้า มีขนาดเท่ากับ 8.1 × 10^{-8} N

ข. แรงดึงดูดระหว่างมวล

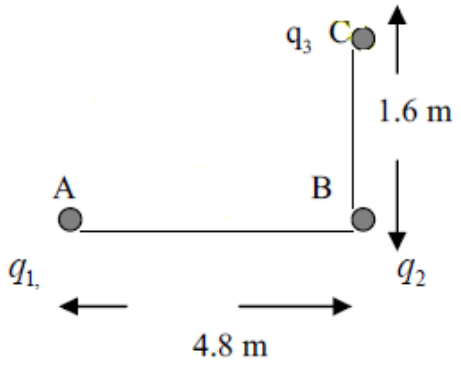
จากกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล $F = G\frac{m_A m_B}{R^2}$

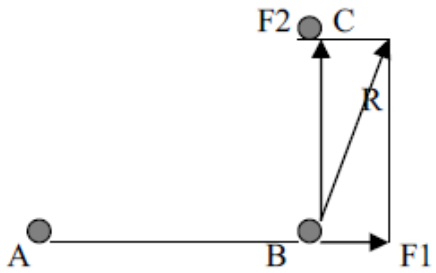
ดังนั้น จะได้ $F = \frac{(6.7x10^{-11} \frac{Nm^2}{Kg^2})(1.6x10^{-27}\,\mathrm{Kg})(9.11x10^{-31}\,\mathrm{Kg})}{(5.3\mathrm{x}10^{-11}m)(5.3\mathrm{x}10^{-11}m)}$

$F = 3.7x10^{-47}\,N$

<u>ตอบ</u> แรงดึงดูดระหว่างมวลของโปรตอนและอิเล็กตรอน มีขนาดเป็น 3.7 x 10^{-47} N

ตัวอย่างที่ 1.3 จากรูป ที่ตำแหน่ง A, B และ C มีประจุ q_1,q_2 และ q_3 ซึ่งมีขนาด 3.2 ×10^{-3} , 1.6 ×10^{-3} และ 1.6×10^{-3} คูลอมบ์ ตามลำดับ เมื่อระยะ AB เท่ากับ 4.8 เมตร BC เท่ากับ 1.6 เมตร จงหาขนาดและทิศของแรงที่ กระทำต่อประจุที่ตำแหน่ง B





<u>วิธีทำ</u> ให้ ประจุ q_1,q_2 และ q_3 เป็นประจุ ที่ตำแหน่ง A, B และ C ตามลำดับ แรงระหว่างประจุที่กระทำต่อ ประจุ q_2 มี 2 แรง คือ แรง F_1 และ F_2 โดยที่แรงที่ F_1 เป็นแรงที่ q_1 ผลัก q_2 และ F_2 เป็นแรงที่ q_3 ดึงดูด q_2 ขนาด ของ F_1 และ F_2 หาได้จากสมการ

$$F = K\frac{Q_A Q_B}{R^2}$$

$$F_1 = \frac{(9x10^9\ \frac{Nm^2}{C^2})(3.2\,x10^{-3}\,C)(1.6x10^{-3}\,C)}{(4.8m)(4.8m)} = 2.0 \times 10^3\ N$$

และ $$F_2 = \frac{(9x10^9\ \frac{Nm^2}{C^2})(1.6\,x10^{-3}\,C)(1.6x10^{-3}\,C)}{(1.6m)(1.6m)} = 9.0 \times 10^3\ N$$

<u>ตอบ</u> ขนาดของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประจุที่ B หาได้จากสมการ

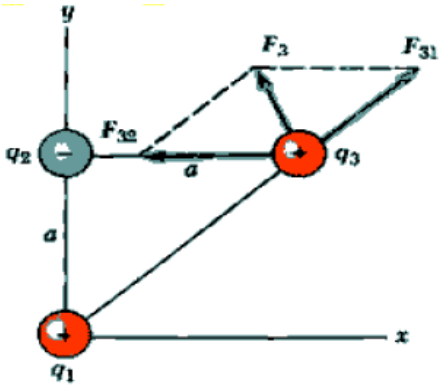
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{(2.0x10^3)^2 + (9.0x10^3)^2} = 9.2 \times 10^3\ N$$

ทิศของแรงลัพธ์เทียบกับแนว AB หาได้จาก

$$\tan\theta = \frac{F_2}{F_1} = \frac{9.0x10^3}{2.0x10^3} = 4.5$$

<u>ตอบ</u> จะได้ $$\theta = \tan^{-1}(4.5) = 77.5^0$$

ตัวอย่างที่ 1.4 จุดประจุดังรูป เมื่อ q_1=q_2=5 ไมโครคูลอมบ์ q_3=2 ไมโครคูลอมบ์ และ a = 0.1 เมตร จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำบน q_3



แสดงประจุในตัวอย่าง 1.4

<u>วิธีทำ</u> ต้องการหาแรงไฟฟ้าทีเกิดขึ้นที่ q_3 ให้คิดว่า q_3 เป็นฝ่ายถูกประจุ q_1 และ q_2 ส่งแรงมากระทำ แผนภาพของ แรงแสดงไว้ดังรูปสมการ

$$F = K\frac{Q_A Q_B}{R^2}$$

ให้ F_A เป็นแรงที่เกิดจากประจุ q_1กระทำบนประจุ q_3 และ $R_A = \sqrt{a^2 + a^2}$

$$F_A = \frac{(9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2})(5\,x10^{-6}\,\mathrm{C})(5x10^{-6}\,\mathrm{C})}{\sqrt{2}(0.1m)(0.1m)} = 11.25\ \mathrm{N}$$

ให้ F_B เป็นแรงที่เกิดจากประจุ q_2กระทำบนประจุ q_3

$$F_B = \frac{(9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2})(5\,x10^{-6}\,\mathrm{C})(5x10^{-6}\,\mathrm{C})}{\sqrt{2}(0.1m)(0.1m)} = 9.0\ \mathrm{N}$$

ปรับ F_A เข้ากับระนาบพิกัดฉากแกน X และ Y จะได้

$$F_{Ax} = F_{AY} = F\cos 45^0 = 11x\frac{\sqrt{2}}{2} = 7.9N$$

ดังนั้น ผลรวม $F_x = F_{Ax}+F_B = 7.9 + (-9.0) = -1.1$ N

<u>ตอบ</u> แรงลัพธ์ที่กระทำกับ q_3 คือ $\vec{F}_3 = (-1.1)\hat{i} + 7.9\,\hat{j}$ N

แบบฝึกทักษะ 1.1

ตัวนำทรงกลมขนาดเท่ากัน 2 อันแต่ละอันมีรัศมี 1cm ทรงกลมอันแรกมีประจุ 3 $\times 10^{-5}$ C อันหลังมีประจุ -1 $\times$ 10^{-5} C เมื่อให้ทรงกลมทั้งสองอันแตะกัน แล้วแยกออกจากกันโดยที่ผิวทรงกลมห่างกัน 8 cm. ขนาดของ แรงระหว่างทรงกลมเป็นเท่าใด

<u>วิธีทำ</u> จากโจทย์ ทรงกลม 2 อันมีประจุ 3 $\times$ 10^{-5} C และ -1 $\times$ 10^{-5} C นำมาแตะกันแสดงว่ามีการถ่ายเท ประจุ ระหว่างทรงกลมทั้งสอง

$$Q = \frac{(3x10^{-3}) + (-1x10^{-3})}{2} =$$.....C

ดังนั้น ทรงกลมทั้ง 2 มีประจุ Q = ...C

วางประจุห่างกัน 8 cm และทรงกลมแต่ละอันมีรัศมี 1 cm

แสดงว่าประจุทั้งสองอยู่ห่างกัน ..... cm หรือ ..... m

แรงระหว่างทรงกลม $F = K\frac{Q_A Q_B}{R^2}$

F=.....

<u>ตอบ</u> F=.....N

แบบฝึกทักษะที่ 1.2

ประจุบนวัตถุ A มีขนาดเป็น 2 เท่าของประจุวัตถุ B วางห่างกัน 1.8 cm. เกิดแรงกระทำ 1 N จงหาประจุบนวัตถุ B

<u>วิธีทำ</u> ประจุบนวัตถุ A มีขนาดเป็น Q_A ประจุบนวัตถุ B มีขนาดเป็น Q_B

จะได้ว่า $Q_A = 2Q_B$ วางห่างกัน R = ...m.

เกิดแรงกระทำ F = 1 N

$$F = K\frac{Q_A Q_B}{R^2}$$

..... = ...

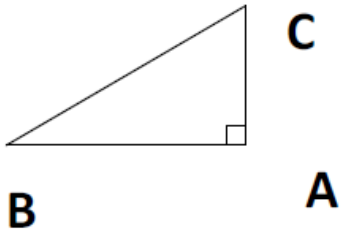
Q_B =.....

Q_B =.....C

<u>ตอบ</u> ดังนั้น ประจุบนวัตถุ B มีค่าเป็น.....C

แบบฝึกทักษะ 1.3

ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก A = 90 องศา ด้าน AB = 4 cm., BC = 3 cm ที่จุด A ,B ,C มีประจุ – 4 μC ,-32μC ,13.5 μC ตามลำดับ จงหาแรงที่กระทำต่อประจุที่จุด A



<u>วิธีทำ</u> จากโจทย์ Q_A =..... C

Q_B =..... C

Q_C =..... C

R_{AB} =..... m

R_{AC} =..... m

แรงที่กระทำต่อประจุที่จุด A มี 2 แรง คือ แรงเนื่องจากประจุ B และแรงเนื่องจากประจุ C

แรงเนื่องจากประจุ B

สูตร F_{AB} =.....

แทนค่า F_{AB} =.....

ดังนั้น F_{AB} =.....N

แรงเนื่องจากจุด C

สูตร F_{AC} =.....

แทนค่า F_{AC} =.....

ดังนั้น F_{AC} =.....N

แรงที่กระทำทั้ง 2 แรงตั้งฉากกัน หาแรงลัพธ์จาก

สูตร F_A = ...

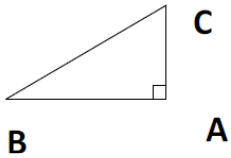
แทนค่า F_A = ...

ตอบ ดังนั้น F_A = ... N

แบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (แบบทดสอบมี 10 ข้อ 10 คะแนน)

1. ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก A = 90 องศา ด้าน AB = 4 cm., AC = 3 cm ทีจุด A ,B ,C มีประจุ – 4 μC,-32 μC ,13.5 μC ตามลำดับ จงหาแรงที่กระทำต่อประจุที่จุด A



ก. 600 N ข. 700 N ค. 900 N ง. 800 N จ. 1000 N

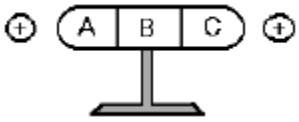
2. จากข้อ 1 ทิศของแรงที่กระทำต่อประจุที่ตำแหน่ง A มีค่าตามข้อใด

ก. $\tan^{-1}(0.55)$ ข. $\tan^{-1}(0.60)$

ค. $\tan^{-1}(0.65)$ ง. $\tan^{-1}(0.70)$

จ. $\tan^{-1}(0.75)$

3. จากรูป เมื่อนำประจุบวกไปวางไว้ที่ปลายทั้งสองข้างของวัตถุที่มีขาตั้งเป็นฉนวน ข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. A และ C เป็นลบแต่ B เป็นกลาง ข. A และ C เป็นกลาง แต่ B เป็นบวก

ค. A และ C เป็นบวก แต่ B เป็นลบ ง. A และ C เป็นลบแต่ B เป็นบวก

จ. A , B และ C เป็นกลาง

4. สมมุติมีลูกพิทสองลูกแต่ละลูกมีประจุ 1.0 คูลอมบ์ เมือศูนย์กลางของลูกพิทอยู่ห่างกัน 1.0 เมตร แรงระหว่างประจุมีค่าเท่าใด

ก. 9.0×10^{9} N ข. 9.0×10^{-9} N

ค. 9.0×10^{-19} N

ง. 1.6×10^{9} N

จ. 1.6×10^{-19} N

5. ตัวนำทรงกลมขนาดเท่ากัน 2 อันแต่ละอันมีรัศมี 1 cm ทรงกลมอันแรกมีประจุ 3×10^{-5} C อันหลังมีประจุ -1×10^{-5} C เมื่อให้ทรงกลมทั้งสองอันแตะกัน แล้วแยกออกจากกันโดยที่ผิวทรงกลมห่างกัน 8 cm. ขนาดของ แรงระหว่างทรงกลมเป็นเท่าใด

ก. 75 N ข. 90 N ค. 85 N ง. 80 N จ. 95 N

6. ประจุบนวัตถุ A มีขนาดเป็น 2 เท่าของประจุวัตถุ B วางห่างกัน 1.8 cm. เกิดแรงกระทำ 1 N จงหาประจุบนวัตถุ B

ก. 1×10^{-7} คูลอมบ์

ข. 1×10^{-8} คูลอมบ์

ค. 1×10^{-9} คูลอมบ์

ง. 1×10^{-10} คูลอมบ์

จ. 1×10^{-11} คูลอมบ์

7. ข้อใดกล่าวถึงแรงระหว่างประจุไฟฟ้าได้ถูกต้องที่สุด

ก. ประจุชนิดเดียวกันจะทำให้เกิดแรงดูด

ข. จำนวนประจุไฟฟ้ามากจะทำให้เกิดแรงระหว่างประจุน้อย

ค. แรงระหว่างประจุจะน้อยเมื่อระยะห่างระหว่างประจุมาก

ง. ชนิดของแรงไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของประจุ

จ. แรงระหว่างประจุมีผลทำให้เกิดประจุขึ้นมาใหม่

8. ข้อใดบอกมวลและประจุของโปรตอนได้ถูกต้อง

ก. 1.67×10^{-27} Kg และ -1.6×10^{-19} C

ข. 9.1×10^{-31} Kg และ -1.6×10^{-19} C

ค. 1.67×10^{-27} Kg และ -1.6×10^{-19} μ C

ง. 1.67×10^{-27} Kg และ $+1.6 \times 10^{-19}$ C

จ. 1.67×10^{-27} Kg และ $+1.6 \times 10^{-19}$ μC

9. ข้อใดบอกมวลและประจุของอิเล็กตรอนได้ถูกต้อง

ก. 1.67×10^{-27} Kg และ -1.6×10^{-19} C

ข. 9.1×10^{-31} Kg และ -1.6×10^{-19} C

ค. 1.67×10^{-27} Kg และ -1.6×10^{-19} μ C

ง. 1.67×10^{-27} Kg และ $+1.6 \times 10^{-19}$ C

จ. 1.67×10^{-27} Kg และ $+1.6 \times 10^{-19}$ μC

10. แรงระหว่างประจุของอิเล็กตรอนและโปรตอนอย่างละหนึ่งตัวมีค่าเท่าใดถ้าระยะห่างระหว่างอิเล็กตรอนและ โปรตอนเท่ากับ 5.3×10^{-11} เมตร

ก. 8.2×10^{9} N

ข. 8.2×10^{-9} N

ค. 8.2×10^{-19} N

ง. 8.2×10^{8} N

จ. 8.2×10^{-8} N

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ.ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม หลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์ชุมนุม สหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด,2551.

_____.หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที 4-6.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค ,2555.

_____.คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที 4-6.กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์

สกสค ,2555.

กฤตนัย จันทรจตุรงค์ คู่มือฟิสิกส์ ม.4-5-6.กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพภ์มูบณัฑิต,2538

ช่วง ทมทิตชงค์ และคนอื่นๆ.Hi-Ed'sPhysics ฟิสิกส์ ม.4-6(รายวิชาพื้นฐาน).กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์ ไฮ

เอ็ดพบั ลิชชิง,2554.

ภาคผนวก

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

แบบฝึกทักษะการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรือง ไฟฟ้าสถิต เล่มที 1

แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

ชื่อ.....ชั้น .....เลขที .....

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

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

แบบฝึกทักษะการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรือง ไฟฟ้าสถิต เล่มที 1

แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

ชื่อ.....ชั้น .....เลขที .....

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

แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบฝึกทักษะการคำนวณ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต เล่มที่ 1

แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. แบบทดสอบ

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ก่อนเรียน	10		
หลังเรียน	10		
ผลการพัฒนา			

2. แบบฝึกทักษะ

แบบฝึกทักษะ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
แบบึกทักษะที่ 1.1	10		
แบบึกทักษะที่ 1.2	10		
แบบึกทักษะที่ 1.3	10		
รวม	30		
เฉลี่ย	10		
ร้อยละ	100		

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

*หมายเหตุ : ผลการพัฒนา หมายถึง คะแนนทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน

เฉลยแบบฝึกทักษะ 1.1

ตัวนำทรงกลมขนาดเท่ากัน 2 อันแต่ละอันมีรัศมี 1cm ทรงกลมอันแรกมีประจุ 3 ×10^{-5} C อันหลังมีประจุ -1 × 10^{-5} C เมื่อให้ทรงกลมทั้งสองอันแตะกัน แล้วแยกออกจากกันโดยที่ผิวทรงกลมห่างกัน 8 cm. ขนาดของ แรงระหว่างทรงกลมเป็นเท่าใด

วิธีทำ จากโจทย์ ทรงกลม 2 อันมีประจุ 3 × 10^{-5} C และ -1 × 10^{-5} C นำมาแตะกันแสดงว่ามีการถ่ายเท ประจุ ระหว่างทรงกลมทั้งสอง

$$Q = \frac{(3x10^{-3}) + (-1x10^{-3})}{2}$$ =.....1 x 10^{-5}.....C

ดังนั้น ทรงกลมทั้ง 2 มีประจุ Q = ...$(1 \times 10^{-5})^2$.....C

วางประจุห่างกัน 8 cm และทรงกลมแต่ละอันมีรัศมี 1 cm

แสดงว่าประจุทั้งสองอยู่ห่างกัน ...10..... cm หรือ .....0.1..... m

แรงระหว่างทรงกลม $F = K\frac{Q_A Q_B}{R^2}$

$$F = \frac{(9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2})(1x10^{-5}\,\mathrm{C})(1x10^{-5}\,\mathrm{C})}{(0.1m)(0.1m)}$$

ตอบ F=.....90.....N

เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 1.2

ประจุบนวัตถุ A มีขนาดเป็น 2 เท่าของประจุวัตถุ B วางห่างกัน $\sqrt{1.8}$ cm. เกิดแรงกระทำ 1 N จงหาประจุบนวัตถุ B

วิธีทำ ประจุบนวัตถุ A มีขนาดเป็น Q_A ประจุบนวัตถุ B มีขนาดเป็น Q_B

จะได้ว่า $Q_A = 2Q_B$ วางห่างกัน R = ... $\sqrt{1.8}x10^{-2}$ .....m.

เกิดแรงกระทำ F = 1 N

$$F = K\frac{Q_A Q_B}{R^2}$$

$$1 = \frac{(9x10^9)(2Q_B)(Q_B)}{(\sqrt{1.8}x10^{-2})(\sqrt{1.8}x10^{-2})}$$

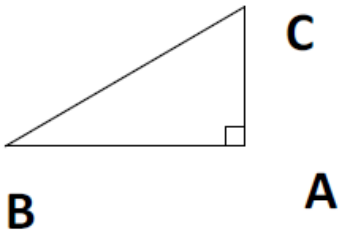
$$Q_B^2 = 1x10^{-14}$$

Q_B =.....$1x10^{-7}$.....C

ตอบ ดังนั้น ประจุบนวัตถุ B มีค่าเป็น..... $1x10^{-7}$.....C

เฉลยแบบฝึกทักษะ 1.3

ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก A = 90 องศา ด้าน AB = 4 cm., BC = 3 cm ที่จุด A ,B ,C มีประจุ – 4 μC ,-32μC ,13.5 μC ตามลำดับ จงหาแรงที่กระทำต่อประจุที่จุด A



<u>วิธีทำ</u> จากโจทย์ Q_A =.....-4 x 10^{-6}..... C

Q_B =.....-32x10^{-6}..... C

Q_C =.....13.5x10^{-6}..... C

R_{AB} =.....$4x10^{-2}$..... m

R_{AC} =.....$3x10^{-2}$..... m

แรงที่กระทำต่อประจุที่จุด A มี 2 แรง คือ แรงเนื่องจากประจุ B และแรงเนื่องจากประจุ C

แรงเนื่องจากประจุ B

สูตร F_{AB} =..... $K\frac{Q_AQ_B}{R_{AB}^2}$ .....

แทนค่า $F_{AB}=\frac{(9x10^9)(4x10^{-6})(32x10^{-6})}{(4x10^{-2})(4x10^{-2})}$

ดังนั้น F_{AB} =.....720.....N

แรงเนื่องจากจุด C

สูตร F_{AC} =..... $K\frac{Q_AQ_C}{R_{AC}^2}$ .....

แทนค่า $F_{AC}=\frac{(9x10^9)(4x10^{-6})(13.5x10^{-6})}{(3x10^{-2})(3x10^{-2})}$

ดังนั้น F_{AC} =.....540.....N

แรงที่กระทำทั้ง 2 แรงตั้งฉากกัน หาแรงลัพธ์จาก

สูตร F_A = ... $\sqrt{F_{AB}^2+F_{AC}^2}$ .....

แทนค่า F_A = ... $\sqrt{720^2+540^2}$ .....

<u>ตอบ</u> ดังนั้น F_A = ...900..... N

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

เล่มที่ 1 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

ข้อ 1 = ค	ข้อ 2 = ง
ข้อ 3 = ข	ข้อ 4 = ก
ข้อ 5 = จ	ข้อ 6 = ข

ข้อ 7 = ก	ข้อ 8 = ค
ข้อ 9 = จ	ข้อ 10 = ง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

เล่มที่ 1 เรื่อง แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์

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

ประวัติผู้ศึกษา

1. ชื่อ –สกุล นายชลนที อักษรประดิษฐ์

2. วัน เดือน ปีเกิด 1 เมษายน 2526

3. สถานทีอยู่ปัจจุบัน 53/4 หมู่ 3 ต.บางหญ้าแพรก อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000

4. ประวัติการศึกษา

- จบชั้นประถมศึกษา โรงเรียนสมฤดีสมุทรสาคร ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

- มัธยมศึกษาตอนต้น – ปลาย โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

- ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วทบ.) วิชาเอกฟิสิกส์ ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางมด) เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร

- ปริญญาโท ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คม.) วิชาเอก บริหารการศึกษา ม.ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

5. ประวัติการรับราชการ

- 1 มิถุนายน 2549 ครูผู้ช่วย โรงเรียนวัดนางสาว ต.ท่าไม้ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร

- 1 มิถุนายน 2554 – ปัจจุบัน ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

6. สถานที่ทำงานปัจจุบันที่สามารถติดต่อได้

โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ต.มหาชัย อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000

Web site : http://www.sksc.ac.th

เบอร์สำนักงาน : 034 - 411885

เบอร์มือถือ : 089 - 7905359 E-mail : aksornpradit.cholnatee@gmail.com