



# แผนการสอน Physics Cyber Lab

## เรื่อง ประจุไฟฟ้า

เอกสารชุดนี้ประกอบด้วย

1. แผนการสอน เรื่องประจุไฟฟ้า
2. ใบความรู้ที่ 5.1-5.3 เรื่องประจุไฟฟ้า
3. ใบงานที่ 5.1 เรื่องประจุไฟฟ้า

จัดทำโดย

อาจารย์ณัฐภัสสร เหล่าเนตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย พิษณุโลก



## แผนการสอน Physics Cyber Lab

เรื่อง ประจุไฟฟ้า  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิชาฟิสิกส์ (ว 422)  
เวลา 2 คาบ

### สาระสำคัญ

วัตถุทุกชนิดประกอบด้วยอะตอม แต่ละอะตอมมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับจำนวนโปรตอน ถ้าเรานำวัตถุต่าง ๆ มาถูกัน ทำให้มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนโดยวัตถุที่รับอิเล็กตรอนเพิ่มจะแสดงอำนาจทางไฟฟ้าเป็นลบ(มีประจุลบ) วัตถุที่ สูญเสียอิเล็กตรอนไปจะแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นบวก(มีประจุบวก) แต่ผลรวมของประจุก่อนและหลังการถ่ายโอนยังคงเท่าเดิมซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า และวัตถุที่มีประจุชนิดเดียวกันจะเกิดการผลักกับเรียกว่าเกิดแรงผลัก วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะเกิดการดูดกันเรียกว่าเกิดแรงดูด เราสามารถแบ่งวัตถุตามลักษณะการนำไฟฟ้าได้เป็นสองประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ วัตถุที่ยอมให้ประจุหรือไฟฟ้าไหลผ่านเรียกว่าตัวนำ ส่วนวัตถุที่ไม่ยอมให้ประจุหรือไฟฟ้าไหลผ่านเรียกว่า ฉนวน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

#### จุดประสงค์ปลายทาง

1. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุ กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ตัวนำ ฉนวน และทำการทดลองเพื่อศึกษาชนิดของประจุไฟฟ้า แรงระหว่างประจุไฟฟ้า ได้

#### จุดประสงค์นำทาง

1. บอกวิธีการทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบนวัตถุที่เป็นกลางได้
2. ทำกิจกรรมเพื่อสังเกตผลของแรงไฟฟ้า และสรุปชนิดของประจุไฟฟ้าได้
3. เขียนทิศของแรงกระทำระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าได้
4. ใช้แบบจำลองอะตอม อธิบายการเกิดประจุบวกหรือประจุลบบนวัตถุได้
5. จำแนกประเภทวัตถุต่าง ๆ ออกเป็น ตัวนำและฉนวน โดยใช้สมบัติของการยอมและไม่ยอมให้ประจุเคลื่อนที่ผ่านได้เป็นเกณฑ์

### เนื้อหา

- ประจุไฟฟ้า
- กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า
- ตัวนำและฉนวน



## กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

### ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยการที่ครูทำการสาธิตโดยใช้ พลาสติกหรือหวีถูกกับผ้าแห้ง แล้วถือไว้ใกล้กับกระดาษชิ้นเล็ก ให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น พร้อมตั้งคำถามว่า
  - ☞ ทำไมหวีจึงสามารถดูดเศษกระดาษชิ้นเล็ก ๆ นั้นได้ และแรงที่เกิดขึ้นนี้ใช้แรงดึงดูดระหว่างมวลตามกฎของนิวตันหรือไม่ เพราะเหตุใด
  - ☞ ถ้านักเรียนเปลี่ยนจากการใช้หวีหรือพลาสติกไปเป็นวัตถุที่เป็นโลหะถูกกับกระดาษ มันจะยังสามารถดูดเศษกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ได้อีกหรือไม่ อย่างไร
2. ครูนำอภิปรายสรุปเกี่ยวกับคำถามที่ถามเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าแรงที่เกิดขึ้นไม่ใช่แรงดึงดูดระหว่างมวล เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างมวลมีค่าน้อยมาก แต่แรงที่เกิดขึ้นเป็นแรงทางไฟฟ้า และตั้งคำถามในลักษณะของการยังไม่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนว่า แรงทางไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร และกับคำถามที่ว่าถ้าเปลี่ยนจากหวีหรือพลาสติกไปเป็นโลหะมันจะไม่สามารถดูดกระดาษชิ้นเล็กได้ ตั้งคำถามต่อไปว่า เพราะเหตุใดถ้าเปลี่ยนจากพลาสติกไปเป็นโลหะแล้วมันไม่สามารถดูดเศษกระดาษเล็กได้

### ขั้นสอน

3. จัดนักเรียนออกเป็นทีม ๆ ละ 4 คน แต่ละทีมประกอบด้วยคนเก่ง ปานกลางค่อนข้างเก่ง ปานกลางค่อนข้างอ่อน และอ่อนคละกัน(ซึ่งครูได้จัดไว้แล้ว)
4. ครูชี้แจงวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มทราบ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ประกอบศูนย์แต่ละศูนย์พร้อมเอกสารใบความรู้และใบงานประจำแต่ละศูนย์สมาชิกในแต่ละกลุ่มให้ช่วยเหลือกันในการทำใบงาน ดังต่อไปนี้
  - โต๊ะที่ 1 คือ ศูนย์ที่ 1 ประกอบด้วย ใบงานที่ 5.1 และใบคำถามที่ 5.1 พร้อมอุปกรณ์ทดลอง
  - โต๊ะที่ 2 คือ ศูนย์ที่ 2 ประกอบด้วย ใบงานที่ 5.2 และใบคำถามที่ 5.2
  - โต๊ะที่ 3 คือ ศูนย์ที่ 3 ประกอบด้วย ใบงานที่ 5.3 และใบคำถามที่ 5.3 พร้อมอุปกรณ์ทดลอง
  - โต๊ะที่ 4 คือ ศูนย์ที่ 1 ประกอบด้วย ใบงานที่ 5.1 และใบคำถามที่ 5.1 พร้อมอุปกรณ์ทดลอง
  - โต๊ะที่ 5 คือ ศูนย์ที่ 2 ประกอบด้วย ใบงานที่ 5.2 และใบคำถามที่ 5.2
  - โต๊ะที่ 6 คือ ศูนย์ที่ 3 ประกอบด้วย ใบงานที่ 5.3 และใบคำถามที่ 5.3 พร้อมอุปกรณ์ทดลอง
  - โต๊ะที่ 7 คือ ศูนย์ที่ 1 ประกอบด้วย ใบงานที่ 5.1 และใบคำถามที่ 5.1 พร้อมอุปกรณ์ทดลอง



- โต๊ะที่ 8 คือ ศูนย์ที่ 2 ประกอบด้วย ใบงานที่ 5.2 และใบคำถามที่ 5.2
  - โต๊ะที่ 9 คือ ศูนย์ที่ 3 ประกอบด้วย ใบงานที่ 5.3 และใบคำถามที่ 5.3 พร้อมอุปกรณ์ทดลอง
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าศึกษาตามศูนย์การเรียนรู้ที่ครูจัดไว้ตามเวลาที่ครูกำหนด พร้อมตอบคำถามในใบคำถามประจำแต่ละศูนย์ เมื่อหมดเวลาที่กำหนด นักเรียนแต่ละกลุ่มเปลี่ยนศูนย์การเรียนรู้จนครบทุกศูนย์โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุด ชุดที่ 1 กลุ่มที่ 1-3 เข้าศูนย์โต๊ะ 1-3 ชุดที่ 2 กลุ่มที่ 4-6 เข้าศูนย์โต๊ะ 4-6 และชุดที่ 3 กลุ่มที่ 7-8 เข้าศูนย์โต๊ะที่ 7-9 แล้วผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกัน
  6. เมื่อนักเรียนเข้าศูนย์การเรียนรู้ครบหมดแล้ว ครูจับฉลากสุ่มตัวแทนนักเรียน ประกอบด้วย 2-3 กลุ่ม สรุปทเรียนในวันนี้
  7. นักเรียนส่งใบงานของทุกคนที่ครูเพื่อตรวจให้คะแนนทั้งรายกลุ่มและรายบุคคลต่อไป
- ขั้นสรุป**
1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปทเรียนอีกครั้ง โดยครูนำสื่อการเรียนการสอน physics Cyber Lab มาประกอบการอภิปรายสรุปร่วมกับนักเรียน
  2. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบเดี่ยว และเก็บคะแนนรายบุคคล
  3. ครูชมเชยนักเรียนที่ร่วมกันทำงานเป็นอย่างดี

### สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 5.1 – 5.3
2. ใบงานที่ 5.1
3. คำถามที่ 5.1 – 5.3
4. แบบเรียน
5. ชุดสาธิตการเกิดประจุไฟฟ้าโดยการขัดสี
6. ชุดการทดลองตัวนำและฉนวน
7. ชุดแสดงการเกิดประจุไฟฟ้า(ไฟฟ้าสถิต)
8. ชุดการทดลองชนิดของประจุไฟฟ้า
9. สื่อการเรียนการสอน physics Cyber Lab



### การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. ดูจากการอภิปรายร่วมของนักเรียน และการซักถามปัญหา การแสดงออกถึงการมีคุณธรรมและจริยธรรมของนักเรียน	1. นักเรียนส่วนใหญ่ร่วมอภิปรายและแสดงความคิดเห็น แสดงพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงการมีคุณธรรมและจริยธรรมอยู่ในเกณฑ์ดี
2. สังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีม	2. สมาชิกกลุ่มมีความร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรมร่วมกัน
3. การตอบคำถามที่ 5.1 –5.3	3. นักเรียนความร่วมมือร่วมใจกันตอบคำถามที่ 5.1-5.3 ได้ไม่ต่ำกว่า 50 %
4. การทำใบงานที่ 5.1	4. นักเรียนทำใบงานที่ 2.4 ได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่า 60 %
5. การตอบแบบประเมิน	5. นักเรียนมีระดับความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์เห็นด้วย

### 8. กิจกรรมเสนอแนะ

ก่อนสอนครูควรเตรียมอุปกรณ์การทดลองให้พร้อม และครูควรชี้แจงเกี่ยวกับการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นทีม มีความร่วมมือร่วมใจในการแสดงความคิดเห็น การแสดงบทบาทหน้าที่ที่กลุ่มกำหนด การช่วยเหลือในด้านความรู้และการอธิบายหรืออภิปราย การยอมรับความคิดเห็นของกลุ่ม มีความรับผิดชอบ และการยอมรับความคิดเห็นของกลุ่มมีความรับผิดชอบและรักษาเวลา



## ใบความรู้ที่ 5.1 เรื่อง ประจุไฟฟ้า

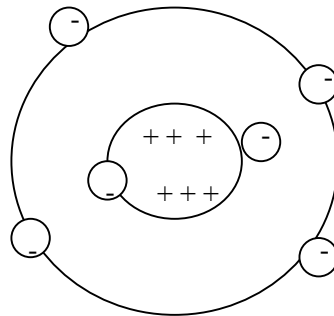
โดย ญัฐภัสสร เหล่าเนตร์

➡ คำถาม... ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นมาได้อย่างไร มีคุณสมบัติอย่างไร

☞ ประจุไฟฟ้า คือ การทำให้วัตถุเดิมซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้าแสดงอำนาจไฟฟ้า มี 2 ชนิด คือประจุไฟฟ้าบวก (+) และประจุไฟฟ้าลบ (-)

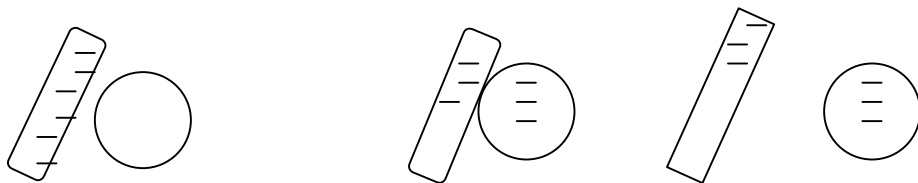
➡ คำถาม... โครงสร้างของอะตอมมีลักษณะเป็นอย่างไร วัตถุที่แสดงอำนาจทางไฟฟ้า จะมีลักษณะของโครงสร้างของอะตอมเป็นอย่างไร

☞ โครงสร้างของอะตอม อะตอมเป็นแหล่งให้ประจุ อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียส ซึ่งมีประจุบวกเรียกว่า โปรตอนและอนุภาคเป็นกลางทางไฟฟ้าเรียกว่านิวตรอนรวมอยู่ด้วยกัน ในนิวเคลียส รอบ ๆ นิวเคลียสจะมีอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบเรียกว่าอิเล็กตรอนโคจรอยู่รอบ ๆ นิวเคลียส โดยปกติอะตอมจะเป็นกลางคือมีประจุบวกและประจุลบเท่ากัน ดังเช่น อะตอมของคาร์บอนดังรูป



ลักษณะอะตอมของคาร์บอน

เราสามารถดึงเอาอิเล็กตรอนออกจากอะตอมได้โดยไม่ยากนัก เช่นการถูแท่งอำพันหรือแท่งพลาสติกกับผ้าขนสัตว์ จะทำให้อิเล็กตรอนบางตัวหลุดออกจากผ้าขนสัตว์ไปอยู่ที่แท่งอำพันหรือแท่งพลาสติก ดังนั้นแท่งอำพันหรือแท่งพลาสติกก็จะมีอิเล็กตรอนเกินกว่าปกติจึงมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ และเมื่อเอาแท่งประจุนี้ไปแตะโลหะจะมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนไปสู่โลหะทำให้โลหะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบด้วย ดังรูป



ก่อนถ่ายเท

ระหว่างถ่ายเท

หลังการถ่ายเท

ในทำนองเดียวกัน ถ้าเอาแท่งแก้วมาถูกับผ้าไหมจะมีอิเล็กตรอนบางตัวหลุดออกจากอะตอมของแท่งแก้วไปอยู่ที่ผ้าไหม ดังนั้นแท่งแก้วก็จะมีประจุบวกและถ้าเอาแท่งแก้วไปแตะลูก



บอลที่เป็นโลหะซึ่งเป็นกลางจะมีการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากโลหะไปสู่แท่งแก้ว ทำให้โลหะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก

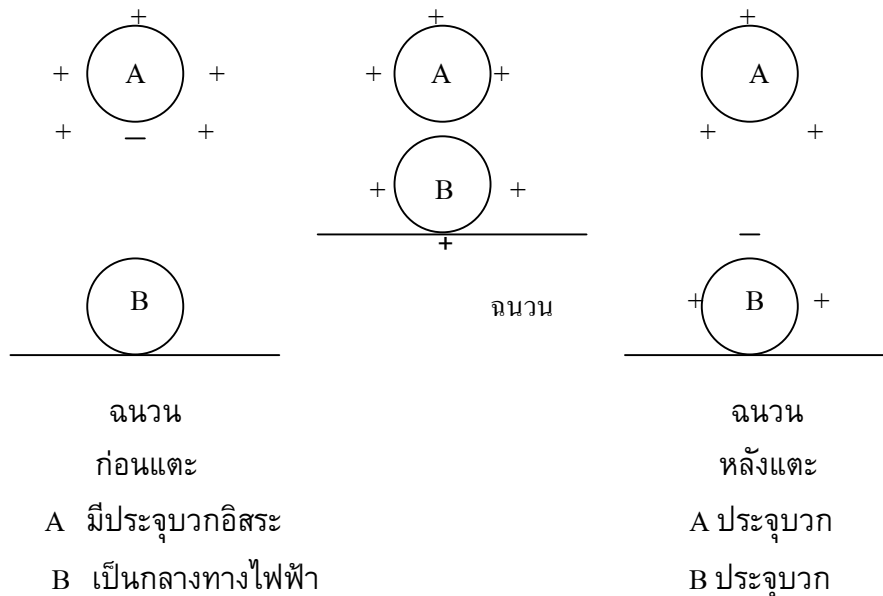
จากการศึกษาโครงสร้างอะตอมเราพบว่าภายในอะตอมหนึ่ง ๆ ของธาตุประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญ 3 อย่างคือ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน ซึ่งมีมวลและประจุไฟฟ้าดังนี้

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

จากข้อมูลในตารางพบว่าอิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีมวลสารน้อยที่สุด จึงเคลื่อนที่ได้ง่าย ซึ่งอิเล็กตรอนมากกว่าโปรตอนถึง 1836 เท่า ดังนั้นการที่วัตถุใดแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นบวกแสดงว่าวัตถุนั้นสูญเสียอิเล็กตรอนไป วัตถุใดแสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นลบแสดงว่าวัตถุนั้นรับอิเล็กตรอนเข้ามานั่นเอง

☞ วิธีทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า แสดงอำนาจไฟฟ้า สามารถทำได้ดังนี้

1. การขัดสีระหว่างวัตถุสองชนิด จะทำให้เกิดประจุต่างชนิดกันบนวัตถุทั้งคู่ปริมาณเท่ากัน
2. การสัมผัส (แตะ) คือการนำวัตถุที่มีประจุอิสระและทราบชนิดประจุแล้วมาแตะกับวัตถุที่เป็นกลาง จะเกิดการถ่ายเทประจุตั้งรูป

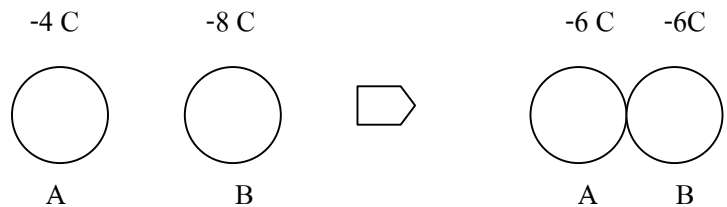
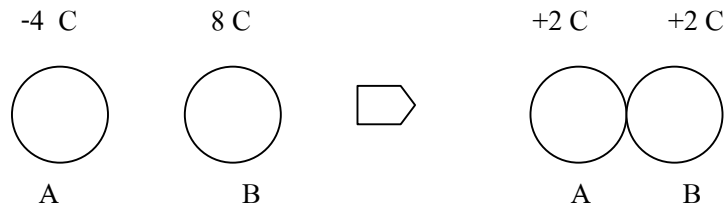




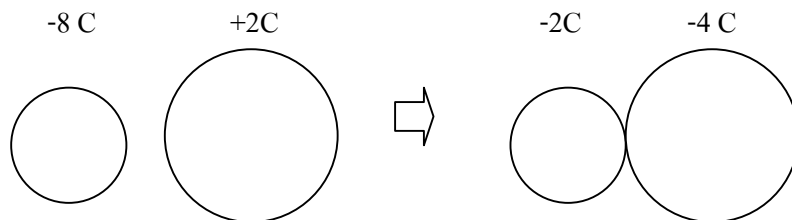
### กฎเกณฑ์การถ่ายเทประจุ

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

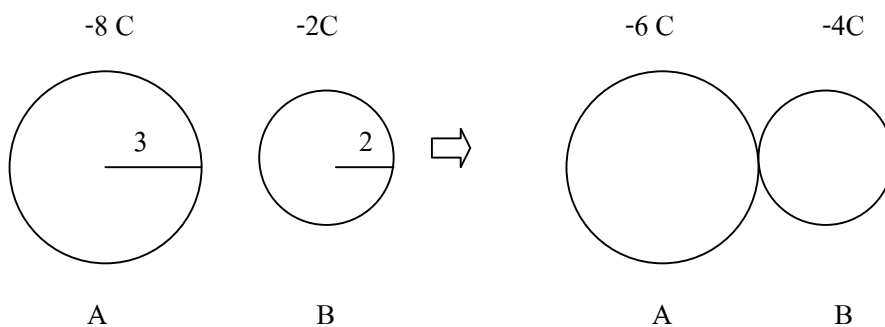
**หมายเหตุ** การถ่ายเทประจุไฟฟ้า ถ้าทรงกลมมีขนาดเท่ากันจะเก็บประจุเท่ากัน ถ้าทรงกลมมีขนาดไม่เท่ากันจะเก็บประจุได้ไม่เท่ากัน เช่น



กรณีที่ทรงกลม A มีขนาดเป็นสองเท่าของทรงกลม B ทรงกลม A จะเก็บประจุได้เป็นสองเท่าของทรงกลม B เช่น



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







โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

$$A \text{ จะเก็บประจุได้} = \frac{\text{รัศมี A คูณ ผลรวมของประจุทั้งหมด}}{\text{รัศมี A} + \text{รัศมี B}}$$

$$B \text{ จะเก็บประจุได้} = \frac{\text{รัศมี B คูณ ผลรวมของประจุทั้งหมด}}{\text{รัศมี A} + \text{รัศมี B}}$$

3. การเหนี่ยวนำ เมื่อนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้ามาจ่อใกล้ ๆ วัตถุตัวนำที่เป็นกลาง มีผลให้เกิดประจุชนิดตรงข้ามบนผิวที่อยู่ใกล้และเกิดประจุชนิดเดียวกันกับวัตถุที่นำมาจ่อบนผิวที่อยู่ไกลของตัวนำที่เป็นกลาง ซึ่งจะได้ศึกษารายละเอียดในหัวข้อต่อไป



ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

## คำถามที่ 5.1

### เรื่อง...ประจุไฟฟ้า

#### คำถามที่ 1

“ ถ้านักเรียนใช้วัตถุ A ถูกับผ้าขนสัตว์ ปรากฏว่าเมื่อนำไปใกล้เศษกระดาษเล็ก ๆ วัตถุ A สามารถดูดกระดาษขึ้นเล็กได้ ๆ จงอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้วัตถุ A สามารถดูดเศษกระดาษขึ้นเล็กได้”

#### แนวคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### คำถามที่ 2

“ ถ้าทรงกลม A และ B มีขนาดเท่ากัน ทรงกลม A มีประจุ  $-5\text{ C}$  ทรงกลม B มีประจุ  $-15\text{ C}$  เมื่อนำทรงกลม A และ B มาแตะกันสุดท้ายทรงกลม A และ B จะมีประจุสุทธิเท่าใด”

#### แนวคำตอบ

.....

.....

#### คำถามที่ 3

ถ้าทรงกลม A มีรัศมี 6 หน่วย ทรงกลม B มีรัศมี 10 โดยทรงกลม A มีประจุ  $-8\text{ C}$  วัตถุ B มีประจุ  $+48\text{ C}$  เมื่อนำทรงกลม A และ B มาแตะกันสุดท้ายทรงกลม A และ B จะมีประจุสุทธิเท่าใด

#### แนวคำตอบ

.....

.....



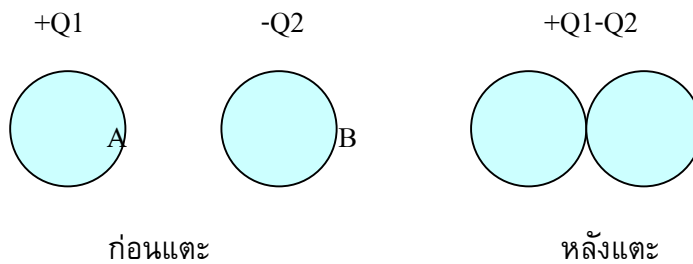
## ใบความรู้ที่ 5.2

### เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

โดย ณิชฐภัสสร เหล่าเนตร์

➤ คำถาม... การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าอิสระขึ้น สามารถทำได้อย่างไร การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าดังกล่าวเป็นการสร้างประจุขึ้นมาใหม่หรือไม่ อย่างไร

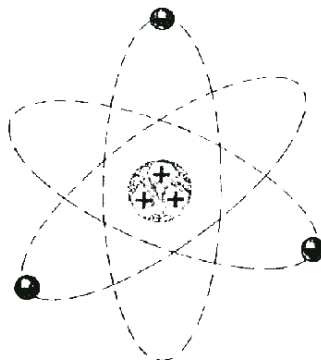
ในการเรียนกลศาสตร์ นักเรียนได้พบกับกฎการอนุรักษ์พลังงานหรือกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม สำหรับในวิชาไฟฟ้าสถิตก็มีกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า กล่าวว่ “ผลรวมของประจุไฟฟ้าในระบบโดดเดี่ยวย่อมมีค่าคงที่” ตัวอย่างเช่น ทรงกลม A มีประจุ +Q1 และทรงกลม B มีประจุ -Q2 เมื่อนำมาแตะกันจะเกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าขึ้น แต่ผลรวมของประจุในทรงกลมทั้งสองยังคงมีค่าเท่าเดิมตามกฎการอนุรักษ์ประจุ ดังรูป



$$\text{ประจรรวมก่อนแตะ} = +Q1-Q2$$

$$\text{ประจรรวมหลังแตะ} = +Q1-Q2$$

ตามปกติวัตถุชนิดหนึ่งจะประกอบด้วยอะตอมขนาดเล็กๆ จำนวนมากมาย อะตอมเหล่านั้นมีลักษณะอย่างง่าย ดังรูป





ซึ่งประกอบด้วย อิเล็กตรอนซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็กมากมีประจุลบโคจรรอบนิวเคลียสที่อยู่ใจกลางอะตอม ภายในนิวเคลียสจะประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน ซึ่งต่างก็เป็นอนุภาคที่มีขนาดโตกว่าอิเล็กตรอนเกือบ 2,000 เท่า แต่โปรตอนจะมีประจุไฟฟ้าบวกและมีขนาดของประจุไฟฟ้าเท่ากับอิเล็กตรอน ส่วนนิวตรอนไม่มีประจุไฟฟ้า อะตอมของวัตถุโดยทั่วไปจะมีจำนวนโปรตอนเท่ากับอิเล็กตรอน คือเป็นกลางทางไฟฟ้า ไม่แสดงประจุไฟฟ้าชนิดบวกหรือชนิดลบให้เห็น เนื่องจากอิเล็กตรอนมีขนาดเล็กมากจึงเคลื่อนที่ได้คล่องตัว สามารถเคลื่อนย้ายจากอะตอมหนึ่งไปอะตอมหนึ่งได้ ถ้าได้รับพลังงานมากพอ

การขัดสีกันระหว่างวัตถุสองชนิดทำให้อิเล็กตรอนได้รับพลังงานมากพอ จึงสามารถเคลื่อนย้ายจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งได้แม้ว่าจะเป็นวัตถุคนละชนิด เป็นเหตุให้เมื่อวัตถุขัดสีกันแล้วทำให้วัตถุหนึ่งมีประจุบวกถ้าอิเล็กตรอนเคลื่อนย้ายออกไป และทำให้วัตถุอีกอันหนึ่งมีประจุลบถ้าได้รับอิเล็กตรอนจากวัตถุอันก่อนนั้นเข้ามา รวมแล้วประจุไฟฟ้าไม่มีการสูญหายหรือทำให้เพิ่มเติมขึ้นมาได้ เรียกว่า “กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า”  
กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าได้ว่า...

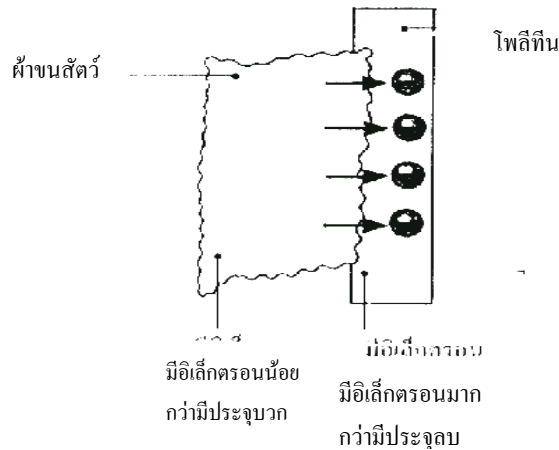
การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าไม่ว่าจะโดยวิธีใดก็ตาม ไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นมาใหม่ แต่เป็นการย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเท่านั้น โดยผลรวมของจำนวนประจุทั้งหมดของระบบที่พิจารณายังคงเท่าเดิม”



ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

### คำถามที่ 5.2 เรื่อง กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

- เหตุใดเราจึงสรุปได้ว่าการทำให้เกิดประจุไฟฟ้าโดยวิธีการใดก็ตาม เช่นการขัดสีกันของวัตถุสองชนิด ไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นมาใหม่ ดังภาพ ให้นักเรียนอธิบาย



คำอธิบาย

.....

.....

.....

.....

- การที่อิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมหนึ่งไปสู่อีกอะตอมหนึ่ง ทำให้อะตอมทั้งสองมีประจุไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

- การถ่ายเทประจุไฟฟ้าระหว่างวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ากับวัตถุตัวนำที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย

.....

.....

.....



## ใบความรู้ที่ 5.3 เรื่อง ตัวนำและฉนวน

โดย ณิชฎภัตสร เหล่าเนตร์

➡ คำถาม... \* ตัวนำและฉนวนคืออะไร มีสมบัติแตกต่างกันอย่างไร นักเรียนคิดว่า อิเล็กตรอนของตัวนำและฉนวนจะวางตัวแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

\* เราสามารถใช้คุณสมบัติทางไฟฟ้าในการจำแนกสารในชีวิตประจำวันของเราได้หรือไม่ อย่างไร

ถ้าจะแบ่งประเภทของสารโดยอาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้า เราสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ “สารที่เป็นตัวนำ” (Conductors) กับ “สารที่เป็นฉนวน” (Insulators) นอกจากนี้แล้วยังมีสารพวกที่อยู่ระหว่างสารที่เป็นตัวนำกับสารที่เป็นฉนวน คือ “สารกึ่งตัวนำ” (Semiconductors) ซึ่งบางครั้งเราจะจัดแยกไว้อีกประเภทหนึ่งต่างหาก

สารที่เป็นฉนวนอิเล็กตรอนจะยึดแน่นกับอะตอม ถ้ามีประจุมาวางใกล้ ๆ ตรงปลายแท่งฉนวนจะไม่มี การถ่ายเทอิเล็กตรอน และจะไม่มี การเคลื่อนที่ของประจุในแท่งฉนวน เช่น แก้ว กระจก ไม้ก้ำ เป็นต้น

สารที่เป็นตัวนำจะประพฤติต่างออกไป คืออิเล็กตรอนที่อยู่ไกลที่สุดจากนิวเคลียส ซึ่งเรียกว่า “วาเลนซ์อิเล็กตรอน” (Valence electron) จะอยู่ใกล้อะตอมข้างเคียง ซึ่งยากที่จะบ่งบอกได้ว่าเป็นอิเล็กตรอนของอะตอมใด นั่นคือวาเลนซ์อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ไปได้ทั่วโลหะ ถึงแม้ว่าอิเล็กตรอนส่วนมากจะยึดแน่นอยู่ในอะตอม แต่จะมีเฉพาะอิเล็กตรอนที่อยู่วงนอก ๆ เท่านั้น ที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระโดยปกติจะมีวาเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ 2 หรือ 3 ตัวเท่านั้นที่ยึดกับแต่ละอะตอม เช่น เงิน ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว คาร์บอน เป็นต้น

หลักที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของประจุในของแข็งเป็นปัญหาที่ยุ้งยากต้องใช้กลศาสตร์ควอนตัม อธิบายซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในการเรียนโครงสร้างอะตอม

สารกึ่งตัวนำเป็นสารที่มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างตัวนำและฉนวน โดยทั่วไปเราพบว่าสารกึ่งตัวนำจะทำหน้าที่เป็นตัวนำเมื่อมันร้อน และเมื่อมันเย็นจะทำหน้าที่เป็นฉนวน เช่น เยอรมันเนียม และ ซิลิกอน เป็นต้น

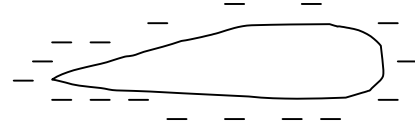
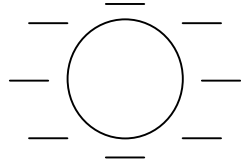
### สรุปได้ว่า...

**ตัวนำ** หมายถึง วัตถุที่ยอมให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านหรือกระจายไปตามผิวของมันได้อย่างง่ายดาย เช่น โลหะชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุดคือ เงิน

**ฉนวน** หมายถึง วัตถุที่ไม่ยอมให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านได้ เช่น ยาง เป็นต้น



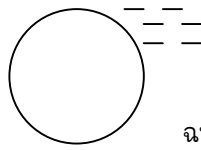
ลักษณะการกระจายของอิเล็กตรอนในตัวนำและฉนวนจะต่างกัน ถ้าเราใส่อิเล็กตรอนให้ตัวนำ อิเล็กตรอนจะกระจายไปตามผิวของตัวนำและจะออกันมากที่สุดตรงปลายแหลมของตัวนำ ดังรูป



ตัวนำทรงกลมมีอิเล็กตรอนกระจายสม่ำเสมอ

อิเล็กตรอนชอบออกันที่ปลายแหลมของตัวนำ

แต่ถ้าเป็นฉนวนเราใส่อิเล็กตรอนเข้าไปตรงส่วนใดอิเล็กตรอนก็จะออกันอยู่ตรงนั้นไม่กระจายไปที่ใด ดังรูป



ใส่อิเล็กตรอน

ฉนวนทรงกลมมีอิเล็กตรอนจะกระจุกอยู่ตรงบริเวณที่ใส่



ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

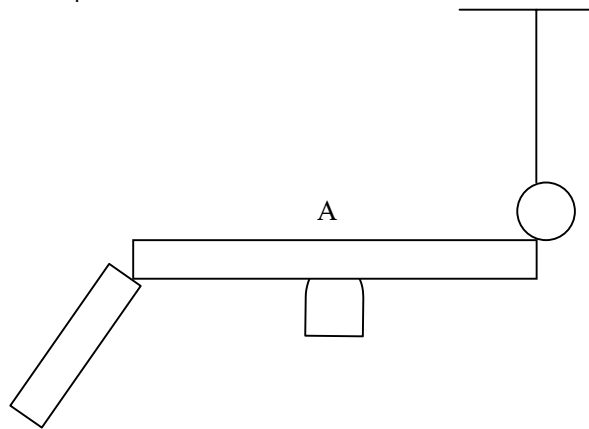
คำถามที่ 5.3  
เรื่อง ตัวนำและฉนวน

1. เหตุใดตัวนำจึงสามารถยอมให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านหรือกระจายไปทั่วตัวนำนั้นได้ง่ายกว่าฉนวน จงอธิบาย

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

2. นำโพลีที่ทำเป็นทรงกลมเล็ก ๆ ฉาบด้วยโลหะไปแขวนกับด้ายห้อยอยู่ในแนวตั้ง โดยผิวของทรงกลมเล็ก ๆ นั้น สัมผัสกับแท่งวัตถุ A ที่วางบนผิวขวดพลาสติก แล้วนำแท่งวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาแตะอีกปลายหนึ่งของแท่งวัตถุ A ดังรูป ทรงกลมจะวางตัวอย่างไร ถ้า

- 2.1 วัตถุ A เป็นตัวนำ  
2.2 วัตถุ A เป็นฉนวน



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

3. ในการทำกิจกรรม ภูแผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์ด้วยผ้าสักหลาดจะเกิดประจุไฟฟ้าบริเวณที่ถูกโดยบริเวณอื่นยังคงเป็นกลางไฟฟ้า แผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์จัดเป็นตัวนำหรือฉนวนเพราะเหตุใด

.....  
.....





### แบบทดสอบย่อยที่ 5.1

#### เรื่อง ประจุไฟฟ้า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ตัวนำ และฉนวน

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุด ให้นักเรียนทำลงบนข้อสอบ

1. แท่งแก้วจะมีประจุไฟฟ้าบวกเมื่อแท่งแก้วถูกับผ้าไหม การที่แท่งแก้วเกิดประจุไฟฟ้าเป็นบวกมีสาเหตุจากอะไร
  - ก. ได้รับโปรตอน
  - ข. ได้รับอิเล็กตรอน
  - ค. สูญเสียอิเล็กตรอน
  - ง. ได้รับทั้งโปรตอนและอิเล็กตรอน
2. ตัวนำรูปทรงกลม A และ B มีรัศมีของทรงกลมเป็น  $r$  และ  $2r$  ตามลำดับ ถ้าตัวนำ A มีประจุ  $Q$  และตัวนำ B มีประจุ  $-2Q$  เมื่อเอามาแตะกันแล้วแยกออก จงหาประจุของตัวนำ A
  - ก.  $-Q$
  - ข.  $-Q/2$
  - ค.  $-2Q/3$
  - ง.  $-Q/3$
3. ตัวนำทรงกลม A และ B มีขนาดเท่ากัน ถ้า A มีประจุ  $+Q$  และ B เป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อนำ A, B แตะกัน อิเล็กตรอนจะถ่ายเทอย่างไร
  - ก. อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก A ไป B
  - ข. อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก B ไป A
  - ค. อิเล็กตรอนจาก A จะเคลื่อนที่ไปยัง B และอิเล็กตรอนจาก B จะเคลื่อนที่ไป A
  - ง. ไม่สามารถสรุปได้
4. ทรงกลมตัวนำสองลูก ลูกหนึ่งมีรัศมี 10 เซนติเมตร มีประจุไฟฟ้า  $Q$  ส่วนลูกที่สองมีรัศมี 5 เซนติเมตร มีประจุเป็นกลาง เมื่อนำทรงกลมทั้งสองมาแตะกันแล้วแยกออก อัตราส่วนของประจุลูกที่หนึ่งต่อประจุลูกที่สองจะเป็นเท่าใด
  - ก. 1
  - ข. 2
  - ค. 3
  - ง. 4
5. แรงกระทำระหว่างประจุ 2 ก้อน ที่มีจำนวนประจุไฟฟ้าต่างกันเป็นอย่างไร
  - ก. วัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาก จะมีแรงกระทำมากกว่า
  - ข. วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าน้อยกว่า จะวิ่งเข้าหาวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ามาก
  - ค. ต่างมีแรงกระทำระหว่างกันเท่ากัน
  - ง. บอกไม่ได้ ถ้าไม่ทราบน้ำหนักของวัตถุ
6. ถ้านำแท่งตัวนำที่มีประจุบวกมาแตะกับโลหะทรงกลมที่ไม่มีประจุ จำนวนอิเล็กตรอนบนแท่งตัวนำจะเป็นอย่างไร
  - ก. บอกไม่ได้ว่าเพิ่มหรือลด
  - ข. ลดลง
  - ค. คงเดิม
  - ง. เพิ่มขึ้น



7. แท่งแก้วมีประจุบวกได้ด้วยการนำไปถูกับผ้าไหม ในขณะที่เดียวกันผ้าไหมก็มีประจุด้วย เพราะเหตุใด

ก. อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น

ข. อิเล็กตรอนหายไป

ค. โปรตอนเพิ่มขึ้น

ง. โปรตอนหายไป

8. ถ้าจับแท่งโลหะถูกับผ้าขนสัตว์ ผลที่เกิดขึ้นคือข้อใด (ถือว่าคนเป็นตัวนำและยื่นเท้าเปล่าบนพื้น)

ก. จะเกิดประจุอิสระบนแท่งโลหะและผ้าขนสัตว์

ข. จะเกิดประจุอิสระบนแท่งโลหะแต่จะไม่เกิดประจุอิสระบนผ้าขนสัตว์

ค. จะไม่มีประจุอิสระบนแท่งโลหะแต่จะเกิดประจุอิสระบนผ้าขนสัตว์

ง. จะไม่เกิดประจุอิสระทั้งบนแท่งโลหะและบนผ้าขนสัตว์

9. เหตุใดในการสร้างสายล่อฟ้า จึงทำให้ปลายบนสุดเป็นปลายแหลม

.....  
.....

10. เราจับวัตถุ A ถูกับผ้าไหม สักครู่พบว่าผ้าไหมมีประจุบวกแต่วัตถุ A ไม่มีประจุ จงอธิบายว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

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



### เฉลยแบบทดสอบย่อยที่ 5.1

1. ค.
  2. ง.
  3. ข.
  4. ข.
  5. ค.
  6. ง.
  7. ก.
  8. ค.
9. เพราะปลายแหลมสามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้มาก เมื่อก่อนเมฆมีประจุลบสะสมอยู่มากจะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้ามากเป็นผลทำให้อากาศเกิดการแตกตัวเป็นไอออนบวกไอออนลบ ไอออนบวกจะวิ่งเข้าหาก้อนเมฆและไอออนลบจะวิ่งเข้าหาปลายแหลมและลงดินอย่างรวดเร็ว ทำให้บ้านเรือนและสิ่งมีชีวิตไม่ได้รับอันตรายจากฟ้าผ่าได้
10. แสดงว่า A จะต้องเป็นตัวนำ เพราะขณะถูกันอิเล็กตรอนจากผ้าไหมเคลื่อนย้ายไปอยู่ที่วัตถุ A แล้วเคลื่อนต่อไปยังมือที่จับอยู่ได้ ทำให้ไม่มีอิเล็กตรอนตกค้างที่ A เลย เมื่อจับแยกออกจากกันจึงทำให้ผ้าไหมมีประจุบวก แต่ A ไม่มีประจุ



กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....ห้อง.....

สมาชิกกลุ่ม

1. ....เลขที่.....ทำหน้าที่.....
2. ....เลขที่.....ทำหน้าที่.....
3. ....เลขที่.....ทำหน้าที่.....
4. ....เลขที่.....ทำหน้าที่.....
5. ....เลขที่.....ทำหน้าที่.....

### ใบงานที่ 5.1

#### เรื่อง...ชนิดของประจุไฟฟ้า

---

##### จุดประสงค์

1. บอกได้ว่า ในการใช้วัตถุคู่หนึ่งด้วยกันจะเกิดประจุไฟฟ้า และทุกครั้งที่วัตถุคู่หนึ่งประจุที่เกิดขึ้นบนวัตถุหนึ่งจะเป็นประจุชนิดเดิมเสมอ
2. บอกได้ว่าแรงระหว่างประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเป็นแรงผลัก
3. บอกได้ว่าแรงระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันเป็นแรงดึงดูด
4. บอกได้ว่าแรงระหว่างประจุไฟฟ้ามีสองชนิดคือ แรงดูดและแรงผลัก

- 
1. ให้นักเรียนทำการทดลองเกี่ยวกับการเกิดประจุไฟฟ้าโดยการถูกันของวัตถุสองชนิด ศึกษาถึงชนิดของประจุที่เกิดขึ้น แรงระหว่างประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้น วาดภาพแสดงการทดลอง และบันทึกผลที่ได้จากการทดลองให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถสื่อความหมายได้เข้าใจง่าย ภาพแสดงการทดลอง



ตอบคำถามต่อไปนี้

ตัวแปรต้นคือ.....

ตัวแปรตามคือ .....

ตัวแปรควบคุมคือ .....

สมมุติฐานการทดลองน่าจะเป็น.....

.....

ผลการทดลอง(ให้นักเรียนทำเป็นตารางโดยให้ออกแบบตารางเอง)

2. ประจุที่เกิดบนแผ่นพีวีซีทั้งสองแผ่นเมื่อถูด้วยผ้าสักหลาดเป็นประจุชนิดเดียวกันหรือไม่  
อย่างไร

.....

.....

แผ่นพีวีซีที่มีประจุสองแผ่นวางใกล้กัน จะเกิดแรงกระทำต่อกันหรือไม่ อย่างไร สังเกตได้จากอะไร

.....

.....

ประจุที่เกิดขึ้นบนแผ่นเปอร์สเปกซ์เมื่อถูด้วยผ้าสักหลาด เป็นชนิดเดียวกับประจุที่เกิดขึ้นบนแผ่นพีวีซีหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

.....

3. จากการทดลองนี้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

.....

.....

.....