

### คำแนะนำสำหรับครู

เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจและปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. แบบฝึกเสริมทักษะการเรียนรู้เล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว 32204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ครูควรศึกษาแบบฝึกเสริมทักษะการเรียนรู้เล่มนี้ ให้เข้าใจตลอดทั้งเล่มอย่างรอบคอบ
3. ครูต้องเตรียมสื่อ อุปกรณ์ ให้พร้อมสำหรับนักเรียนทุกคนในการจัดการเรียนรู้
4. ก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ครูต้องให้นักเรียนรับทราบ และเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้
5. ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ และให้นักเรียนอ่านคำแนะนำสำหรับนักเรียนในการใช้แบบฝึกเสริมทักษะการเรียนรู้และปฏิบัติตามขั้นตอนทุกกิจกรรม
6. ทดสอบนักเรียนก่อนเรียน
7. เมื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ครบถ้วนแล้วให้ทำการทดสอบหลังเรียน
8. ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูต้องดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด แนะนำ ช่วยเหลือเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม การแก้โจทย์ปัญหาให้สำเร็จด้วยดี
9. ครูควรสรุปบทเรียนโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมให้มากที่สุด



### คำแนะนำสำหรับนักเรียน

แบบฝึกเสริมทักษะการเรียนรู้เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและฝึกทักษะการเรียนรู้ เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ให้นักเรียนปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ ด้วยความตั้งใจ เมื่อทำเสร็จแล้วให้ครูตรวจให้คะแนนหรือเปลี่ยนกันตรวจกับเพื่อน
3. นักเรียนศึกษาใบความรู้พร้อมตัวอย่างในแต่ละกิจกรรม
4. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมเสริมทักษะการเรียนรู้ โดยสามารถตรวจคำตอบได้จากเฉลยที่อยู่ด้านหลังของแบบฝึก
5. นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยความสามารถของตนเองอย่างเต็มความสามารถ โดยไม่รบกวนคนอื่น สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนได้เพื่อเสริมความเข้าใจ
6. กิจกรรมหรือเนื้อหาใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจควรปรึกษาครูให้เข้าใจก่อนทำกิจกรรมต่อไป
7. เมื่อศึกษาจนครบบทเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน ตรวจให้คะแนนแล้วเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียน
8. ศึกษาบทเรียนอีกครั้งหากคะแนนยังไม่ดีขึ้น โดยอาจปรึกษาครูหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนจนสามารถทำคะแนนให้ดีขึ้นได้



### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดประจุไฟฟ้าได้
2. อธิบายและทำกิจกรรมเกี่ยวกับแรงทางไฟฟ้า แสดงทิศทางของแรงระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าได้
3. อธิบายกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้าได้
4. อธิบายความหมายของตัวนำและฉนวน และการเกิดประจุไฟฟ้าบนตัวนำและฉนวนได้



## แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

## 1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. เมื่อนำสาร ก มาถูกับสาร ข พบว่า สาร ก มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น สาร ก ต้องเป็นตัวนำ
2. ไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากการหวีผม เกิดขึ้นเนื่องจากหัวและเส้นผมมีการสร้างประจุไฟฟ้าขึ้นใหม่
3. ถ้าจับแท่งโลหะถูกับผ้าขนสัตว์ ผลที่เกิดขึ้นคือจะไม่มีประจุอิสระทั้งบนแท่งโลหะและผ้าขนสัตว์

ข้อความใดถูก

- ก. ข้อ 1 , 2 และ 3
- ข. ข้อ 1 และ 3
- ค. ข้อ 2 และ 3
- ง. ข้อ 3 เท่านั้น

## 2. วัตถุ A และ วัตถุ B เป็นฉนวนไฟฟ้า โดยวัตถุ A มีความสามารถในการยึดเหนี่ยวอิเล็กตรอนได้มากกว่าวัตถุ B

เมื่อนำวัตถุ A และวัตถุ B มาขัดสีกันจนสามารถเกิดไฟฟ้าสถิตได้ ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวได้ถูกต้อง

- ก. A จะมีประจุเป็นบวก B จะมีประจุเป็นลบ เนื่องจากอิเล็กตรอนถ่ายเทจาก A ไปยัง B
- ข. A จะมีประจุเป็นลบ B จะมีประจุเป็นบวก เนื่องจากอิเล็กตรอนถ่ายเทจาก B ไปยัง A
- ค. A จะมีประจุเป็นบวก B จะมีประจุเป็นลบ เนื่องจาก B สร้างอิเล็กตรอนได้มากกว่า A
- ง. A จะมีประจุเป็นลบ B จะมีประจุเป็นบวก เนื่องจาก A สร้างอิเล็กตรอนได้มากกว่า B

## 3. ตัวนำทรงกลม A และ B มีขนาดเท่ากัน ถ้า A มีประจุบวก และ B เป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อนำ A , B แต่

กัน อิเล็กตรอนจะถ่ายเทอย่างไร

- ก. อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก A ไป B
- ข. อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก B ไป A
- ค. อิเล็กตรอนจาก A จะเคลื่อนที่ไปยัง B และอิเล็กตรอนจาก B จะเคลื่อนที่ไป A
- ง. ไม่มีการถ่ายเทอิเล็กตรอนเกิดขึ้น

## 4. ตัวนำที่มีขนาดเท่ากัน 3 อัน คือ A , B และ C โดยที่ A มีประจุ -8 ส่วน B มีประจุ +2 และ C เป็นกลาง

ทางไฟฟ้า เมื่อนำทั้ง 3 มาสัมผัสกัน หลังแยกจากกันตัวนำทั้ง 3 จะมีประจุไฟฟ้าอย่างไรเรียงตามลำดับ

- ก. -2 , +2 , -2
- ข. +2 , +2 , +2
- ค. -2 , -2 , -2
- ง. -3 , 0 , -3

5. ตัวนำทรงกลมรัศมี  $3x$  ที่มีประจุ  $-12$  คูลอมป์ ไปแตะกับตัวนำทรงกลมรัศมี  $5x$  ที่มีประจุ  $-12$  คูลอมป์หลังจากแยกออกจากกันแล้ว ตัวนำทรงกลมรัศมี  $5x$  จะมีประจุเท่าใด

- ก. -15 คูลอมป์
- ข. -12 คูลอมป์
- ค. -9 คูลอมป์
- ง. 0 คูลอมป์

6. ตัวนำทรงกลมรัศมี  $a$  ที่มีประจุ  $-Q$  ไปแตะกับตัวนำทรงกลมรัศมี  $3a$  ที่มีประจุ  $+9Q$  หลังจากแยกออกจากกันแล้ว ตัวนำทรงกลมรัศมี  $a$  จะมีประจุเท่าใด

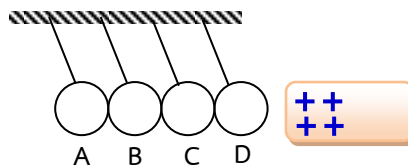
- ก.  $\frac{Q}{2}$
- ข.  $Q$
- ค.  $\frac{3Q}{2}$
- ง.  $2Q$

7. เมื่อนำแผ่น PVC ที่มีประจุไฟฟ้าลบไปเข้าใกล้ลูกพิทของอิเล็กโทรสโคป ปรากฏว่าลูกพิทเคลื่อนที่เข้าหาแผ่น PVC แสดงว่าลูกพิทมีประจุชนิดใด

- ก. มีประจุบวกเท่านั้น
- ข. มีประจุลบเท่านั้น
- ค. มีประจุบวกหรือประจุลบก็ได้
- ง. มีประจุหรือไม่มีประจุก็ได้

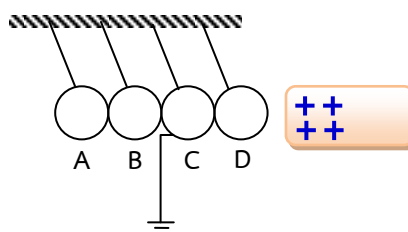
8. จากรูป ตัวนำ A B C และ D แขนงชิดกันด้วยเชือกที่เป็นฉนวน นำแท่งประจุบวกเข้ามาใกล้ทำให้ตัวนำ A B C และ D เอียงไปดังรูป ประจุบนตัวนำ A B C และ D เรียงตามลำดับจะเป็นอย่างไร

- ก. บวก บวก ลบ ลบ
- ข. บวก ลบ บวก ลบ
- ค. บวก กลาง กลาง ลบ
- ง. ลบ กลาง กลาง บวก



9. จากรูป ตัวนำ A B C และ D แขนงชิดกันด้วยเชือกที่เป็นฉนวน นำแท่งประจุบวกเข้ามาใกล้ทำให้ตัวนำ A B C และ D เอียงไปดังรูป และถ้าต่อสายดินที่ตัวนำ C ประจุบนตัวนำ A B C และ D เรียงตามลำดับจะเป็นอย่างไร

- ก. บวก บวก กลาง ลบ
- ข. กลาง กลาง กลาง ลบ
- ค. กลาง กลาง กลาง บวก
- ง. กลาง กลาง กลาง กลาง



10. ข้อใดไม่ใช่วิธีการทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้า

- ก. การต่อสายดิน
- ข. การขัดสี
- ค. การเหนี่ยวนำ
- ง. การนำวัตถุที่มีประจุมาแตะกับวัตถุที่เป็นกลาง

กระดาษคำตอบ

ชื่อ - สกุล ..... ชั้น.....เลขที่.....

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

คะแนนที่ได้.....



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า



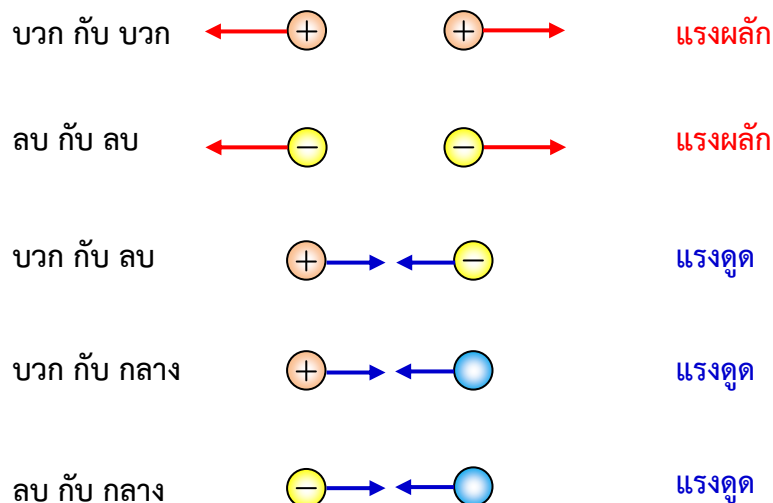
ข้อ	เฉลย
1	ง
2	ข
3	ข
4	ค
5	ก
6	ง
7	ง
8	ค
9	ข
10	ก

ใบความรู้

เรื่อง ประจุไฟฟ้า ( Electric charge ) กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ( Conservation of charge )

ประจุไฟฟ้า

จากการนำเอาแผ่นพีวีซีถูด้วยผ้าสักหลาดและแผ่นเปอร์สเปกซ์ถูด้วยผ้าสักหลาดแล้วนำมาเข้าใกล้กัน จะเกิดแรงดึงดูดกัน แต่ถ้าเรานำเอาแผ่นพีวีซี 2 แผ่นมาถูด้วยผ้าสักหลาดแล้วนำแผ่นทั้งสองเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลักรังกันและกัน หรือแผ่นเปอร์สเปกซ์ 2 แผ่นมาถูด้วยผ้าสักหลาด แล้วนำแผ่นทั้งสองเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลักรังกันและกัน แสดงว่ามีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นกับวัตถุ 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าที่เกิดกับแผ่นพีวีซี และที่เกิดกับแผ่นเปอร์สเปกซ์ โดยประจุไฟฟ้าที่เกิดกับวัตถุ 2 ชนิดคือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟาลบ หรือ เรียกสั้นๆ ว่า **ประจุบวก** และ**ประจุลบ** โดยแรงระหว่างประจุมี 2 ชนิดคือ **แรงดูด** และ **แรงผลัก** โดยประจุชนิดเดียวกันจะผลักรังกัน ส่วนประจุต่างชนิดกันจะดูดกัน อาจเขียนทิศของแรงกระทำระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้



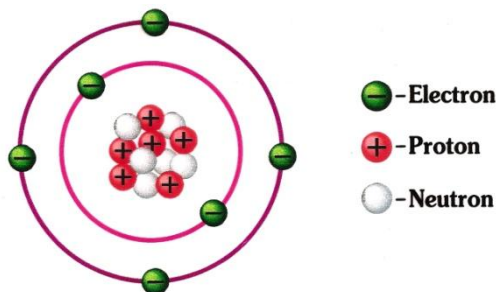


### กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

วัตถุชิ้นหนึ่งๆ ประกอบด้วย อะตอมจำนวนมาก แต่ละอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุบวกเรียกว่า โปรตอน และอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้า เรียกว่า นิวตรอน นอกนิวเคลียสมีอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน เคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ด้วยพลังงานในการเคลื่อนที่ค่าหนึ่ง อะตอมที่มีจำนวนโปรตอนและจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากันจะไม่แสดงอำนาจไฟฟ้า ซึ่งเราเรียกว่าอยู่ในสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ส่วนอะตอมที่มีจำนวนโปรตอนและจำนวนอิเล็กตรอนไม่เท่ากันจะอยู่ในสภาพวัตถุมีประจุไฟฟ้าและจะแสดงอำนาจไฟฟ้า โดย

มี **ประจุบวก** ถ้ามีจำนวนโปรตอนมากกว่าจำนวนอิเล็กตรอน

และมี **ประจุลบ** ถ้าจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน



จากความรู้นี้เราจะพิจารณาต่อไปได้ว่า

อิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมโดยยอมทำให้อะตอมนั้นมีประจุลบลดลง **จะกลายเป็นอะตอมที่มีประจุบวก**  
อะตอมที่ได้รับอิเล็กตรอนจะทำให้มีประจุลบเพิ่มขึ้น **จะกลายเป็นอะตอมมีประจุลบ**

ดังนั้นในการนำวัตถุมาถูกันแล้วมีผลทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าขึ้นนั้น เป็นเพราะงานหรือพลังงานกล เนื่องจากการถูถูกถ่ายโอนให้กับอิเล็กตรอนของอะตอมบริเวณที่ถูกกันทำให้พลังงานของอิเล็กตรอนสูงขึ้นจนสามารถหลุดเป็นอิสระออกจากอะตอมของวัตถุหนึ่งไปสู่อะตอมของอีกวัตถุหนึ่ง เราจึงสรุปได้ว่าการทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นใหม่ แต่เป็นเพียงการย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเท่านั้น โดยที่ **ผลรวมของจำนวนประจุทั้งหมดของระบบยังคงเท่าเดิม** ซึ่งข้อสรุปนี้ก็คือ **กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า**

### ตัวนำไฟฟ้า และฉนวนไฟฟ้า ( Conductor and Insulator )

**ฉนวนไฟฟ้า** หรือเรียกสั้นๆว่า **ฉนวน** คือ วัตถุที่เมื่อได้รับการถ่ายเทอิเล็กตรอนแล้วอิเล็กตรอนนั้นยังคงอยู่ ณ บริเวณเดิมต่อไป นั่นคืออิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทให้แก่วัตถุที่เป็นฉนวนจะไม่เคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งในเนื้อวัตถุ กล่าวได้ว่า ในฉนวนประจุไฟฟ้าจะถ่ายเทจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้ยาก

**ตัวนำไฟฟ้า** หรือเรียกสั้นๆว่า **ตัวนำ** คือ วัตถุที่เมื่อได้รับอิเล็กตรอนแล้ว อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่กระจายไปได้ตลอดเนื้อวัตถุโดยง่าย หรืออาจกล่าวได้ว่าอิเล็กตรอนมีอิสระในการเคลื่อนที่ในวัตถุนั้น

ตัวนำไฟฟ้า (เรียงลำดับจากตัวนำไฟฟ้าที่ดีที่สุด)	กึ่งตัวนำไฟฟ้า (เรียงลำดับจากความเป็นตัวนำไฟฟ้ามากไปหาน้อย)	ฉนวนไฟฟ้า (เรียงลำดับจากฉนวนไฟฟ้าที่ดีที่สุด)
1. เงิน 2. ทองแดง 3. ทองคำ 4. อะลูมิเนียม 5. สังกะสี 6. แพลทินัม 7. เหล็ก 8. พรอท 9. แท่งถ่าน 10. สารละลายของกรด ด่างและเกลือ 11. น้ำธรรมดา 12. ร่างกาย	1. ผ้าลินิน 2. ผ้าฝ้ายหรือสำลี 3. ไม้ 4. หินอ่อน 5. กระจก 6. แก้ว	1. น้ำบริสุทธิ์ 2. น้ำมันต่างๆ 3. กระจกเคลือบ 4. ขนสัตว์ 5. ไหม 6. กำมะถัน 7. ยาง Gutta-percha 8. เซลแลค 9. ครั่ง 10. อีโนไนต์ 11. เทียนไข 12. แก้ว 13. อากาศแห้ง

### การทำให้วัตถุที่เป็นกลางเกิดประจุ

#### 1. การขัดสี ( ถู )

เป็นการนำเอาวัตถุที่เป็นกลางมาถูกัน ( วัตถุที่นำมาถูกันต้องเป็นฉนวนเช่นผ้าไหมกับแท่งแก้ว ) จะทำให้อิเล็กตรอนในวัตถุได้รับพลังงานความร้อนจากการถู ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานเพิ่มขึ้นสามารถเคลื่อนที่จากวัตถุอันหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่งได้ ทำให้วัตถุมีสภาพเป็นประจุไฟฟ้า ประจุที่เกิดขึ้นกับวัตถุทั้งสองชนิดเป็นประจุชนิดตรงข้ามกัน

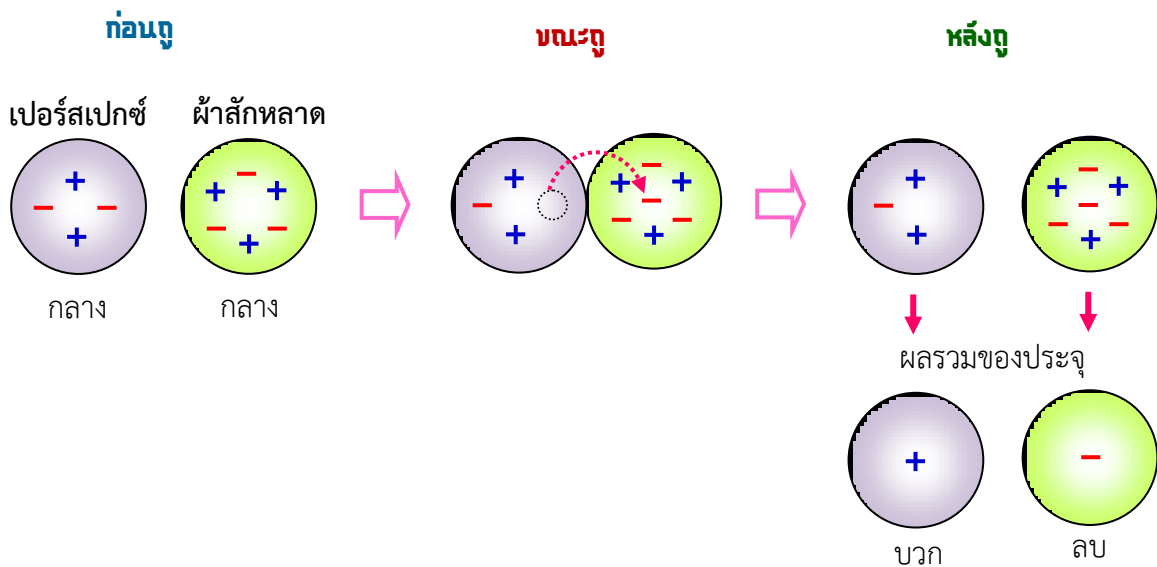
กรณีที่น่าวัตถุที่เป็นตัวนำมาถูกันเพื่อให้เกิดประจุนั้นจะต้องมีด้ามจับเป็นฉนวนไฟฟ้า หรือวางอยู่บนฉนวนไฟฟ้า เพื่อป้องกันการถ่ายเทประจุระหว่างวัตถุตัวนำนั้นกับร่างกาย

ผลที่ปรากฏจากการนำวัตถุต่างชนิดมาทำการถูกัน จะทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตบนผิวของวัตถุ และประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนผิวของวัตถุคู่หนึ่งๆ จะเป็นประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันเสมอ ได้มีการทำบัญชีของวัตถุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตโดยการขัดสีไว้ โดยจัดเรียงตามลำดับของการขัดสีไว้ (frictional order) ดังนี้

- |                |            |
|----------------|------------|
| 1. แก้ว        | 6. ผ้าไหม  |
| 2. เส้นผมคน    | 7. ผ้าฝ้าย |
| 3. เปอร์สเปกซ์ | 8. อำพัน   |
| 4. ไนลอน       | 9. พีวีซี  |
| 5. ผ้าสักหลาด  | 10. เทฟลอน |

เมื่อนำวัตถุคู่ใดคู่หนึ่งดับปรากฏในบัญชีมาถูกัน วัตถุที่มีเลขลำดับน้อยกว่า จะปรากฏมีประจุไฟฟ้าบวก ส่วนวัตถุที่มีเลขลำดับมากกว่าจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าลบ เช่น นำเปอร์สเปกซ์ หมายเลข 3 ถูกับผ้าสักหลาด หมายเลข 5 แล้ว ปรากฏว่า เปอร์สเปกซ์จะปรากฏมีประจุไฟฟ้าบวก ผ้าสักหลาดจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าลบ แต่ถ้านำผ้าสักหลาดหมายเลข 5 ไปถูกับพีวีซี หมายเลข 9 แล้ว ผ้าสักหลาดจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าบวก ส่วนพีวีซีจะปรากฏมีประจุไฟฟ้าลบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 การเกิดประจระหว่างวัตถุโดยการถู ระหว่าง เปอร์สเปกซ์ กับ ผ้าสักหลาด



**ก่อนถู**

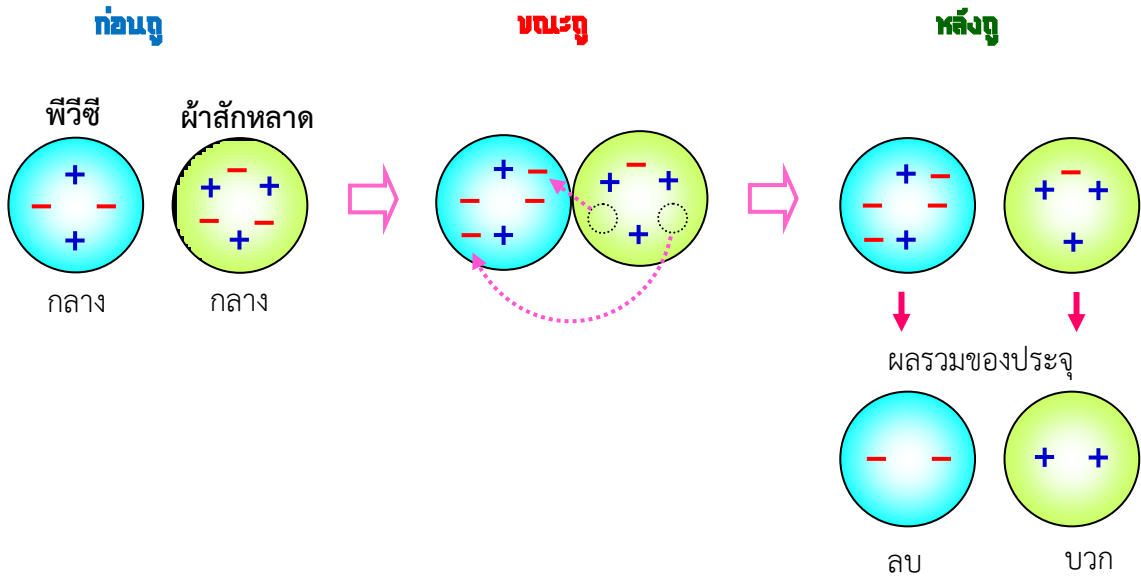
เปอร์สเปกซ์ และ ผ้าสักหลาด เป็นกลางทางไฟฟ้า โดยมี จำนวนประจุบวก = จำนวนประจุลบ

**ขณะถู**

อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก เปอร์สเปกซ์ ไปยัง ผ้าสักหลาด ทำให้ ผ้าสักหลาด มีประจุลบเพิ่มขึ้น ส่วน เปอร์สเปกซ์ มีประจุลบลดลง

**หลังถู**

ผ้าสักหลาด มีประจุ **ลบ** มากกว่าประจุบวก ผ้าสักหลาด จึงมีประจุไฟฟ้ารวมเป็น **ลบ**  
 เฟอร์สเปกซ์ ประจุ **บวก** มากกว่าประจุลบ เฟอร์สเปกซ์ จึงมีประจุไฟฟ้ารวมเป็น **บวก**  
 ตัวอย่างที่ 2 การเกิดประจุระหว่างวัตถุโดยการถูระหว่าง พีวีซี กับ ผ้าสักหลาด



**ก่อนถู**

พีวีซี และ ผ้าสักหลาด เป็นกลางทางไฟฟ้า โดยมี จำนวนประจุบวก = จำนวนประจุลบ

**ขณะถู**

อิเล็กตรอนถ่ายเทจาก ผ้าสักหลาด ไปยัง พีวีซี ทำให้ พีวีซี มีประจุลบเพิ่มขึ้น ส่วน ผ้าสักหลาด มีประจุลบลดลง

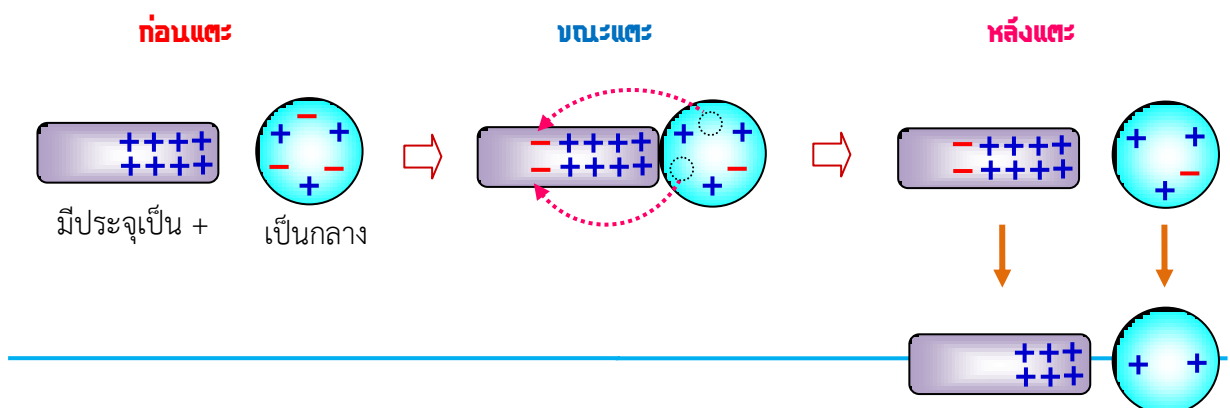
**หลังถู**

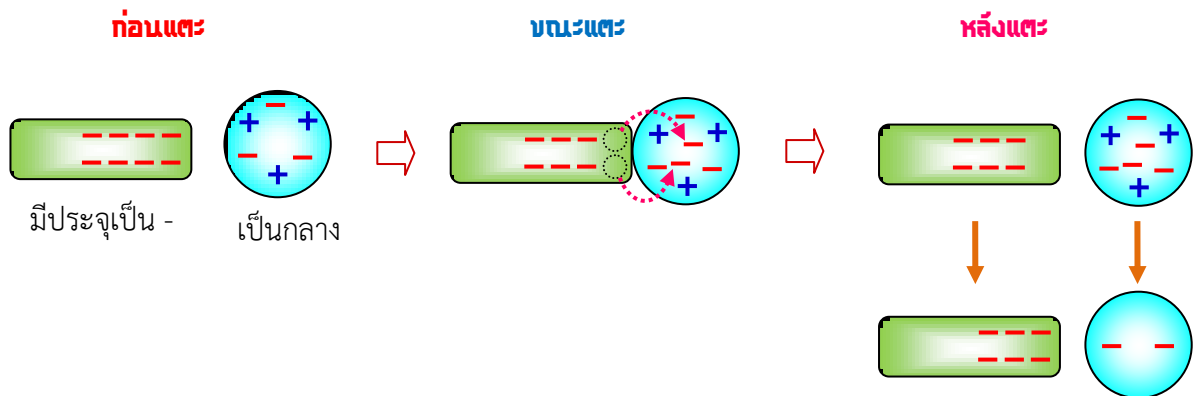
พีวีซี มีประจุ **ลบ** มากกว่าประจุบวก พีวีซี จึงมีประจุไฟฟ้ารวมเป็น **ลบ**

ผ้าสักหลาด ประจุ **บวก** มากกว่าประจุลบ ผ้าสักหลาด จึงมีประจุไฟฟ้ารวมเป็น **บวก**

**2. การสัมผัส (แตะ)**

คือการนำวัตถุที่มีประจุอยู่แล้วมาสัมผัสหรือแตะโดยตรงกับวัตถุที่เป็นกลาง จะทำให้วัตถุที่เป็นกลางนี้มีประจุไฟฟ้า ดั่งขั้นตอนในรูป



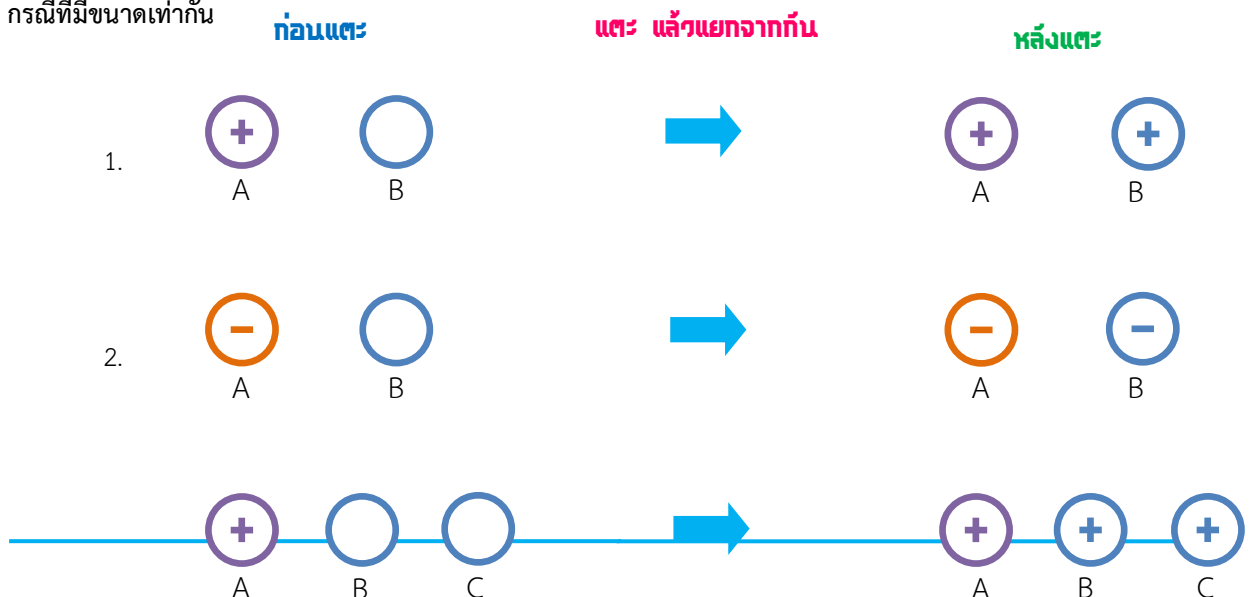


**ข้อสังเกต**

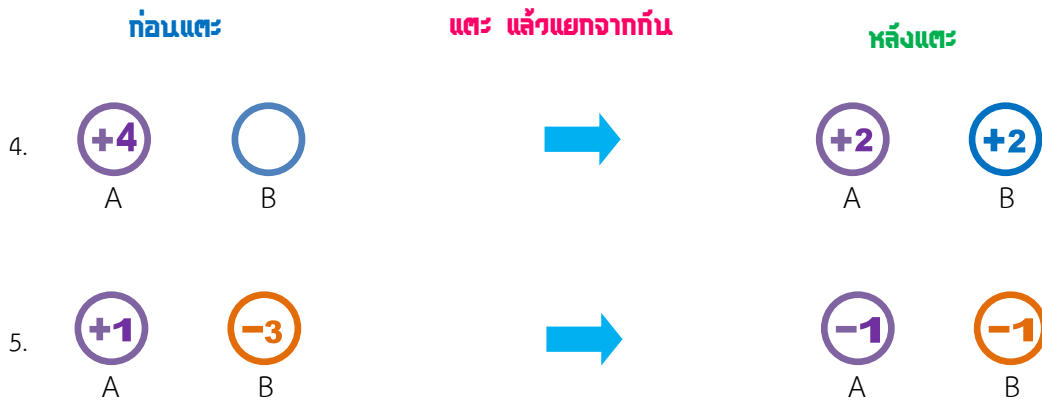
- เมื่อแตะกันแล้ววัตถุทั้งสองจะมีประจุชนิดเดียวกันเสมอ
- เป็นการถ่ายเทเฉพาะอิเล็กตรอนเท่านั้น และจะหยุดถ่ายเทเมื่อศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน
- ภายหลังการแตะจำนวนประจุอาจเท่ากันหรือไม่ก็ได้ กรณีที่มีวัตถุมากกว่า 2 อันมาสัมผัสกัน ประจุไฟฟ้าจะถ่ายเทไปยังวัตถุอันที่อยู่ปลายสุดทั้งสองด้าน โดยวัตถุที่อยู่ด้านในถัดเข้ามาจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า
- ภายหลังการแตะประจุรวมทั้งหมด จะเท่ากับประจุรวมทั้งหมดก่อนแตะ

ตัวอย่างที่ 3 การถ่ายเทประจุเมื่อสัมผัสกัน (แตะกัน)

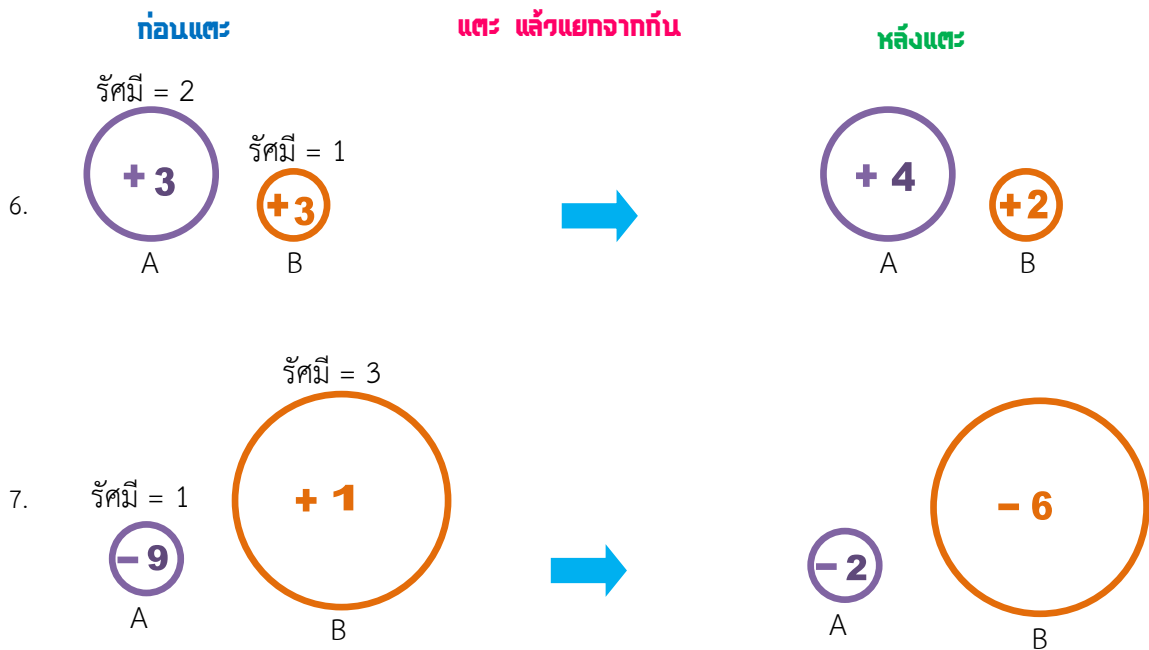
กรณีที่มีขนาดเท่ากัน



3.



กรณีที่มีขนาดไม่เท่ากัน วัตถุขนาดใหญ่จะมีจำนวนประจุมากกว่าวัตถุขนาดเล็ก โดยถ้ารัศมีมากกว่า 2 เท่า จะมีจำนวนประจุมากกว่า 2 เท่า เป็นต้น







กรณีที่วัตถุ A และ B ที่มีขนาดใดๆ มาสัมผัสกันจำนวนประจุที่เก็บไว้ได้สามารถคำนวณได้ตามสมการต่อไปนี้

$$\text{จำนวนประจุที่ } A \text{ เก็บได้} = \frac{\text{รัศมี } A \text{ คูณผลรวมของประจุทั้งหมด}}{\text{รัศมี } A + \text{รัศมี } B}$$

$$\text{จำนวนประจุที่ } B \text{ เก็บได้} = \frac{\text{รัศมี } B \text{ คูณผลรวมของประจุทั้งหมด}}{\text{รัศมี } A + \text{รัศมี } B}$$

**ก่อนแตะ**
**แตะ แล้วแยกจากกัน**
**หลังแตะ**

8.

รัศมี = 2 
รัศมี = 3 
→



จำนวนประจุที่  $A$  เก็บได้ =  $\frac{2 \times (-15)}{2+3} = -6$

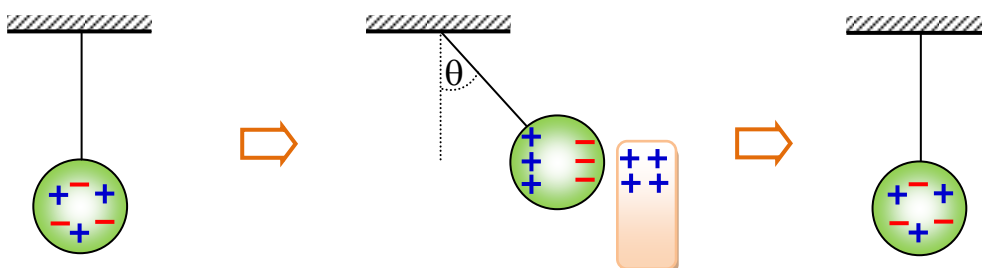
จำนวนประจุที่  $B$  เก็บได้ =  $\frac{3 \times (-15)}{2+3} = -9$

### 3. การเหนี่ยวนำ ( Induction )

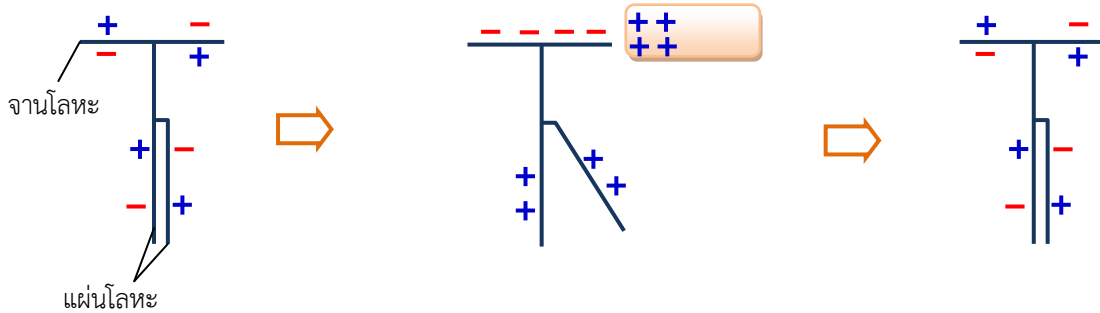
เป็นการนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้ามาใกล้วัตถุที่เป็นกลาง มีผลให้อิเล็กตรอนเกิดการถ่ายเท

- ◆ บริเวณผิวที่อยู่ใกล้ จะเกิดประจุชนิดตรงข้าม
- ◆ บริเวณผิวที่อยู่ไกลจะเกิดประจุชนิดเดียวกันกับประจุบนวัตถุที่นำมาเหนี่ยวนำ
- ◆ บริเวณตรงกลางจะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า

อิเล็กโตรสโคปลูกพิทซึ่งเป็นกลางแขวนด้วยเส้นด้ายอยู่หนึ่งๆ แล้วนำวัตถุที่มีประจุ + ( บวก ) มาวางใกล้ๆ ประจุบนลูกพิทจะถูกเหนี่ยวนำให้แยกออกจากกัน ทำให้เกิดแรงระหว่างประจุที่วัตถุกับลูกพิทกระทำซึ่งกันและกัน แล้วทำให้ลูกพิทเบนออกจากแนวเดิม ถ้านำเอาแท่งประจุ + ออก ลูกพิทก็จะกลับมีสภาพเป็นกลางตามเดิม ดังรูป

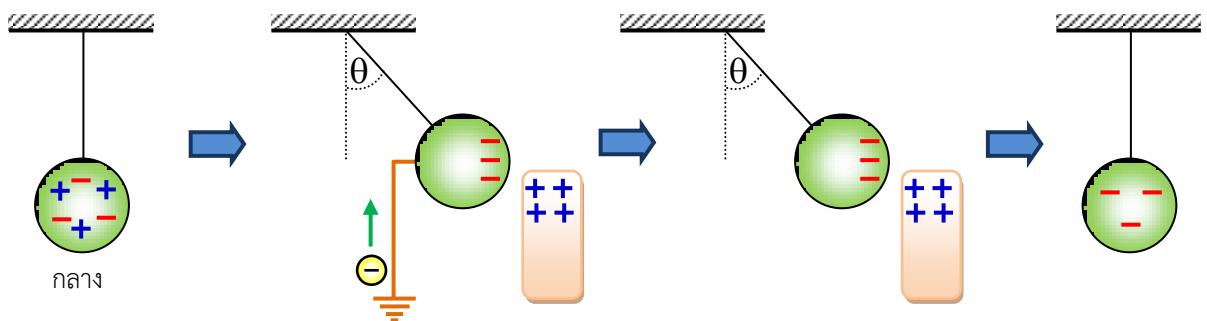


อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะซึ่งเดิมเป็นกลาง เมื่อนำวัตถุที่มีประจุ + (บวก) มาวางใกล้ๆ จานโลหะจะเกิดการเหนี่ยวนำ ดังรูป ถ้านำเอาแท่งประจุ+ ออก อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะก็จะกลับมีสภาพเป็นกลางตามเดิม ดังรูป

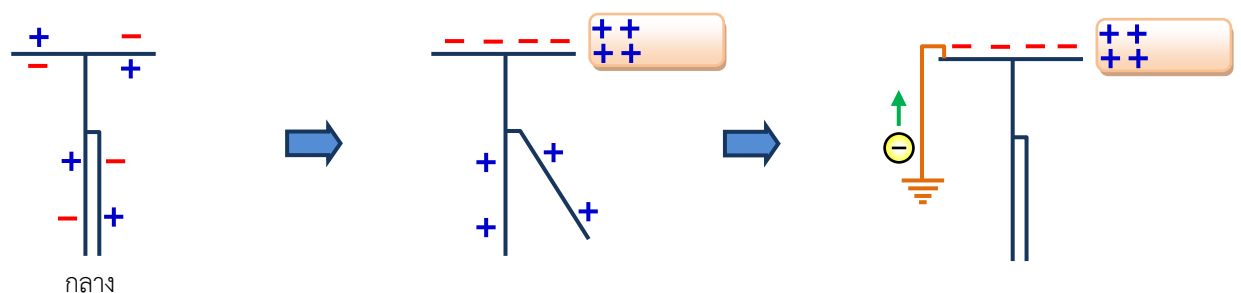


**การทำให้ลูกพิท และ อิเล็กโทรสโคปให้มีประจุ โดยการต่อลงดิน**

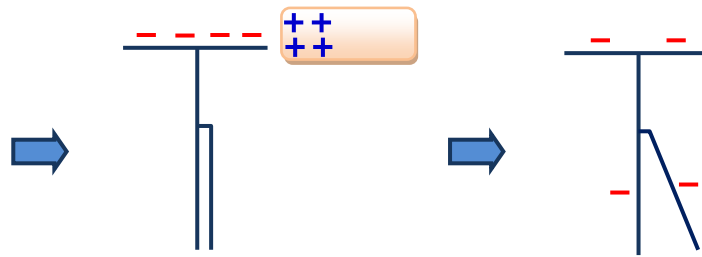
ลูกพิทซึ่งเป็นกลางแขวนด้วยเส้นด้ายอยู่หนึ่งๆ เมื่อนำวัตถุที่มีประจุ + (บวก) มาวางใกล้ ประจุบนลูกพิทจะถูกเหนี่ยวนำให้แยกออกจากกัน ทำให้เกิดแรงระหว่างประจุที่วัตถุกับลูกพิทกระทำซึ่งกันและกัน แล้วทำให้ลูกพิทเบนออกจากแนวเดิม เมื่อใช้มือสัมผัสกับลูกพิท (ต่อสายดิน) จะมีการถ่ายเทประจุ ปล่อยมือที่สัมผัสลูกพิท แล้วนำเอาแท่งประจุบวก+ ออก ลูกพิทก็จะมีประจุเป็นลบ (-)



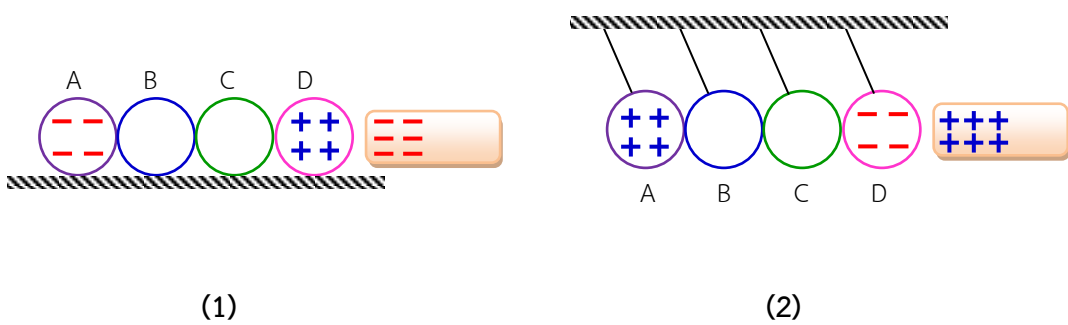
อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะซึ่งเดิมเป็นกลาง เมื่อนำวัตถุที่มีประจุ + (บวก) มาวางใกล้ๆ จานโลหะจะเกิดการเหนี่ยวนำ ดังรูป เมื่อสัมผัสกับจานโลหะ (ต่อสายดิน) จะมีการถ่ายเทประจุ เมื่อปล่อยมือที่สัมผัสจานโลหะ แล้วเอาแท่งประจุ+ ออก อิเล็กโทรสโคปแผ่นโลหะก็จะมีประจุ - (ลบ)







การเหนี่ยวนำตัวนำที่เป็นกลางที่สัมผัสกันที่วางบนพื้นหรือห้อยด้วยเชือกที่เป็นฉนวน



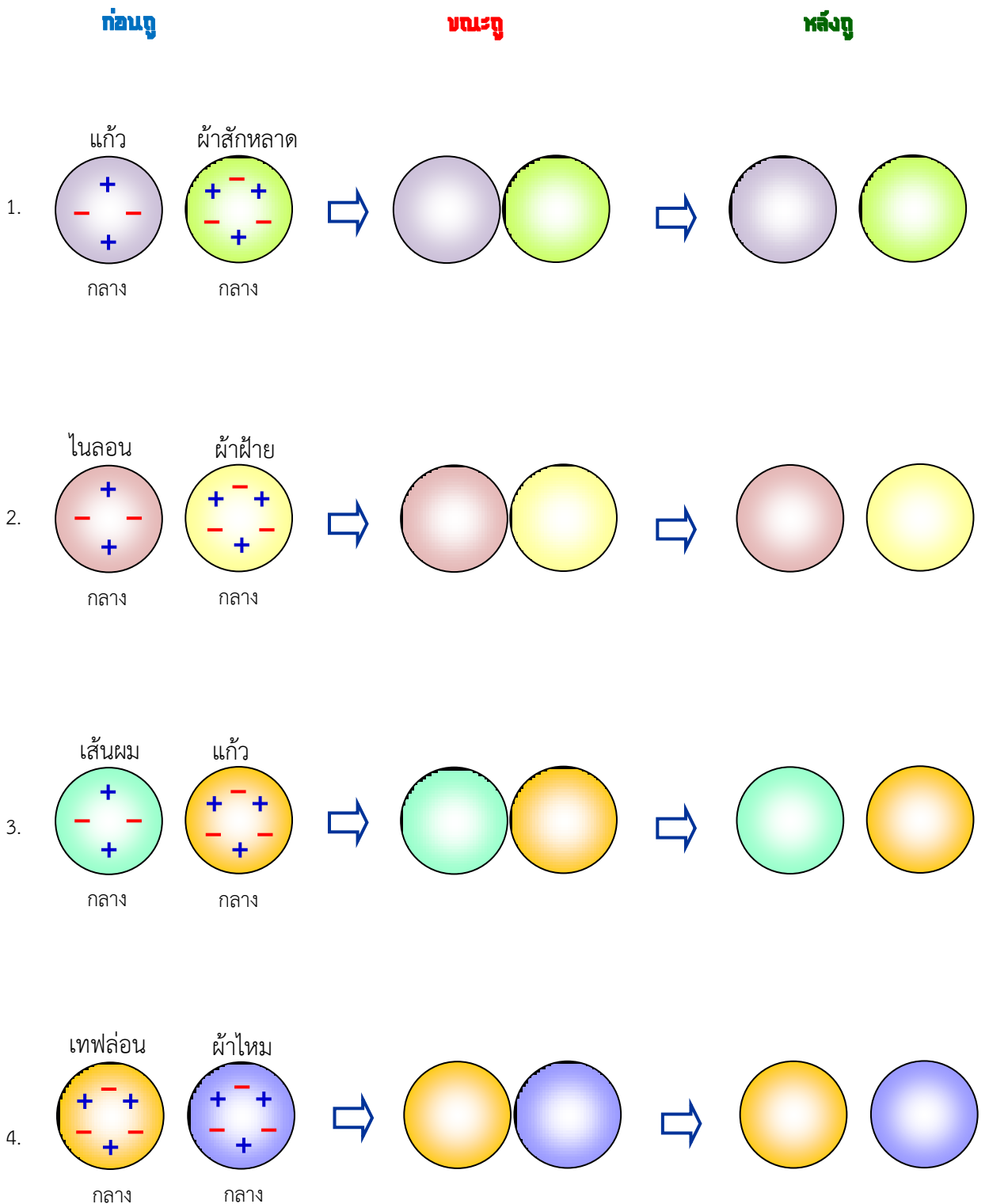
ประจุในตัวนำจะเกิดการกระจายตัว ดังนี้

1. ถ้านำแท่งประจุลบมาจ่อ ประจุลบในตัวนำ A B C และ D จะเคลื่อนที่หนีไปยังด้านไกลสุด ( A ) ส่งผลให้ด้านใกล้แท่งประจุมีประจุเป็นบวก ( D ) ส่วนบริเวณด้านในถัดจากปลายทั้งสองด้านเข้ามา ( B และ C ) จะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า

2. ถ้านำแท่งประจุบวกมาจ่อ ประจุลบในตัวนำ A B C และ D จะเคลื่อนที่เข้ามาหาแท่งประจุบวกนี้ให้ได้ใกล้ที่สุด ( D ) ทำให้บริเวณนี้มีประจุเป็นลบ และส่งผลให้ด้านไกลสุดมีประจุเป็นบวก ( A ) ส่วนบริเวณด้านในถัดจากปลายทั้งสองด้านเข้ามา ( B และ C ) จะมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า

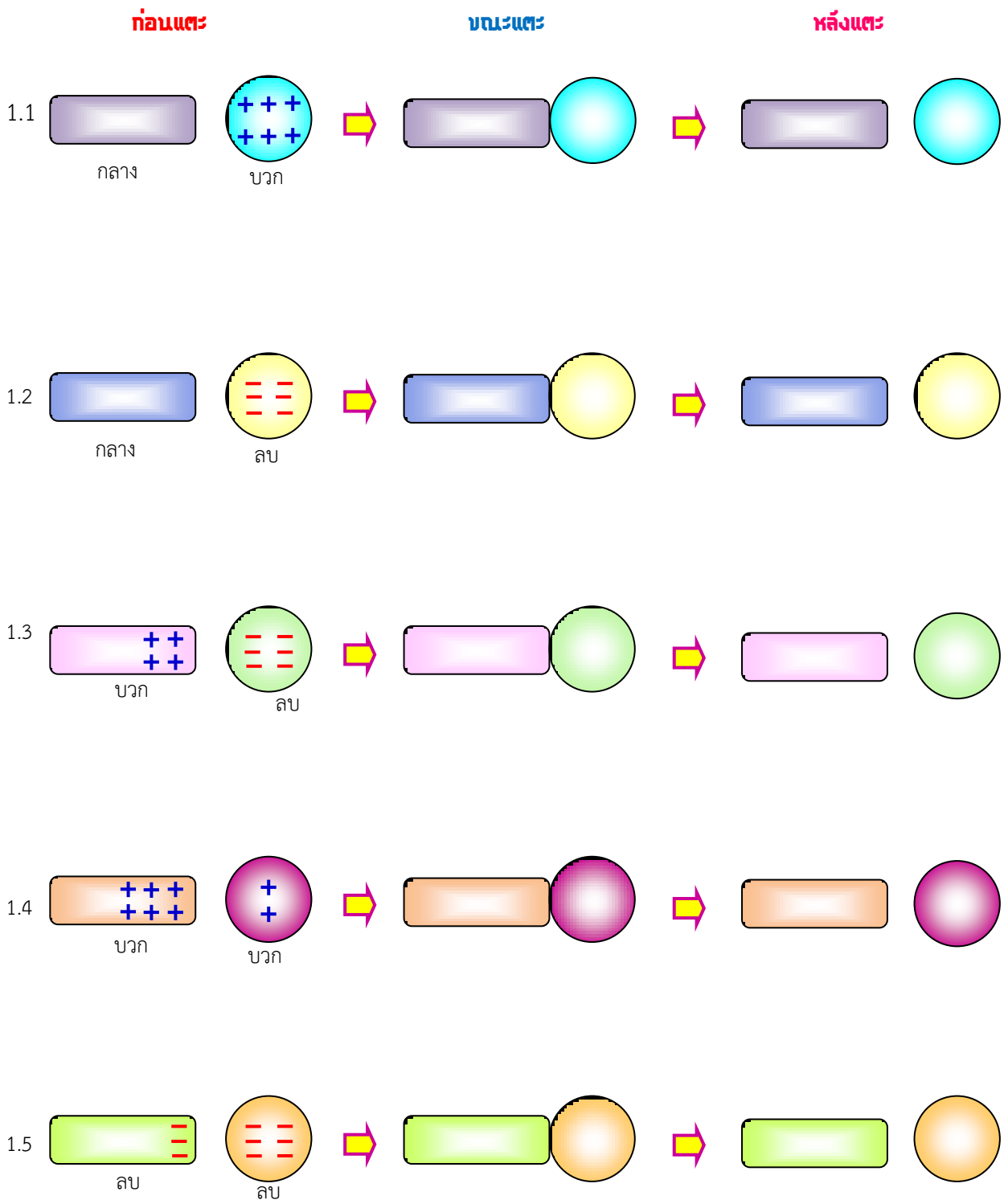
กิจกรรมเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 1 การทำให้วัตถุมีประจุด้วยการขัดสี

จงเขียนแสดงการถ่ายเทประจุที่เกิดจากการถูระหว่างวัตถุต่อไปนี้ในขณะที่ขัดสีกัน และเขียนแสดงประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายหลังการขัดสีกันแล้ว



กิจกรรมเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 2 การทำให้วัตถุมีประจุด้วยการสัมผัส

1. จงแสดงการถ่ายเทประจุของวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าต่างๆ ดังรูป ขณะที่สัมผัสกัน และเขียนแสดงประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายหลังการสัมผัสกันแล้ว



2. จงเขียนจำนวนประจุไฟฟ้าลัทธิที่เกิดขึ้นภายหลังจากการที่วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าสัมผัสกัน

**ก่อนแตะ**

**หลังแตะ**

2.1

ประจุรวม = .....

ประจุของ A = .....

ประจุของ B = .....

2.2

ประจุรวม = .....

ประจุของ A = .....

ประจุของ B = .....

2.3

ประจุรวม = .....

ประจุของ A = .....

ประจุของ B = .....

2.4

ประจุรวม = .....

ประจุของ A = .....

ประจุของ B = .....

2.5

A รัศมี 2 เท่าของ B

ประจุรวม = .....

ประจุของ A = .....

ประจุของ B = .....

2.6

A รัศมี 2 เท่าของ B

ประจุรวม = .....

ประจุของ A = .....

ประจุของ B = .....

2.7

A รัศมี 3 เท่าของ B

ประจุรวม = .....

ประจุของ A = .....

ประจุของ B = .....

2.8

รัศมี = 2 cm      รัศมี = 5 cm

ประจุรวม = .....

ประจุของ A = .....

ประจุของ B = .....

2.9

รัศมี = 3 cm      รัศมี = 4 cm

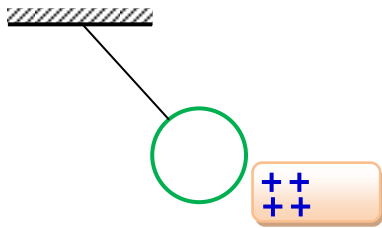
ประจุรวม = .....

ประจุของ A = .....

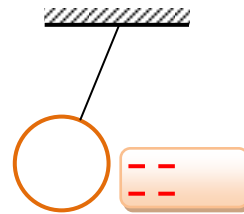
ประจุของ B = .....

กิจกรรมเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 การทำให้วัตถุมีประจุด้วยการเหนี่ยวนำ

1. จากรูป จงเขียนแสดงการเรียงตัวของประจุในทรงกลมที่เป็นกลาง



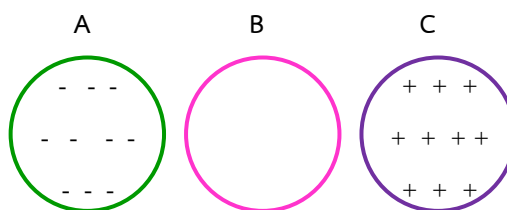
2. แผ่นที่มีประจุลบเข้ามาใกล้ทรงกลม ทำให้ทรงกลมเบนหนินดังรูป จงเขียนแสดงประจุบนทรงกลม



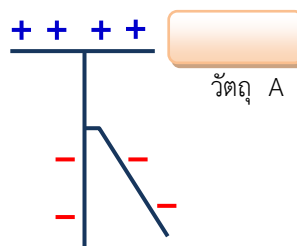
3. จงเติมประจุลงในแต่ละส่วนของแท่งวัตถุ A เมื่อมีวัตถุที่มีประจุบวกมาจ่อ



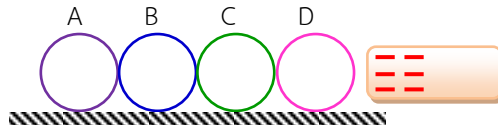
4. จากรูปจงเขียนแสดงการกระจายตัวของประจุบน B



5. อิเล็กโทรสโคปแบบแผ่นโลหะมีประจุเนื่องจากนำแท่งวัตถุ A มาเหนี่ยวนำ ดังรูป จงเติมประจุลงบนแท่งวัตถุ A



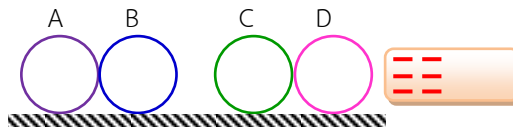
6. ตัวนำทรงกลม A, B, C และ D มีขนาดเท่ากันและเป็นกลางทางไฟฟ้าวางติดกันบนพื้นที่เป็นฉนวนไฟฟ้า นำแท่งประจุลบเข้าใกล้ทรงกลม D ดังรูป จงตอบคำถามต่อไปนี้



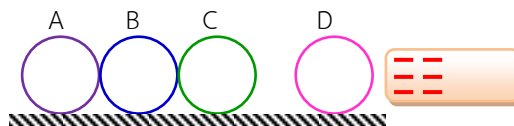
6.1 ประจุบนตัวนำ A B C และ D เรียงตามลำดับได้ดังนี้ .....

6.2 ถ้านำตัวนำ A ออกมาก่อน ตามด้วย B C และ D ตามลำดับ โดยแท่งประจุลบยังเหนี่ยวนำอยู่ ประจุบนตัวนำ A B C และ D เรียงตามลำดับได้ดังนี้ .....

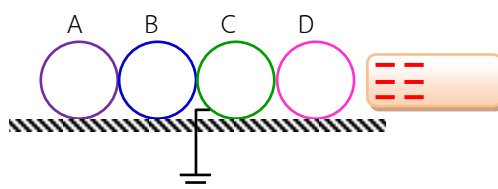
6.3 ถ้าแยก A กับ B ออกมาพร้อมกันโดยแท่งประจุลบยังเหนี่ยวนำอยู่ดังรูป ประจุบนตัวนำ A B C และ D เรียงตามลำดับได้ดังนี้ .....



6.4 ถ้าแยก A B และ C ออกมาพร้อมกันโดยแท่งประจุลบยังเหนี่ยวนำอยู่ดังรูป ประจุบนตัวนำ A B C และ D เรียงตามลำดับได้ดังนี้ .....



6.5 ถ้าต่อสายดินที่วัตถุ C โดยแท่งประจุลบยังเหนี่ยวนำอยู่ดังรูป ประจุบนตัวนำ A B C และ D เรียงตามลำดับได้ดังนี้ .....



**เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1**

- ข้อ 1. แก้วเป็นบวก ผ้าสักหลาดเป็นลบ  
ข้อ 2. ไนลอนเป็นบวก ผ้าฝ้ายเป็นลบ  
ข้อ 3. แก้วเป็นบวก เส้นผมเป็นลบ  
ข้อ 4. เทฟลอนเป็นลบ ผ้าไหมเป็นบวก

**เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2**

- |         |         |         |              |
|---------|---------|---------|--------------|
| ข้อ 1.1 | บวก บวก | ข้อ 2.3 | +2 , +2 , +2 |
| ข้อ 1.2 | ลบ ลบ   | ข้อ 2.4 | -4 , -4 , -4 |
| ข้อ 1.3 | ลบ ลบ   | ข้อ 2.5 | -8 , -4      |
| ข้อ 1.4 | บวก บวก | ข้อ 2.6 | -6 , -3      |
| ข้อ 1.5 | ลบ ลบ   | ข้อ 2.7 | +6 , +2      |
| ข้อ 2.1 | -4 , -4 | ข้อ 2.8 | +4 , +10     |
| ข้อ 2.2 | +2 , +2 | ข้อ 2.9 | -12 , -16    |

**เฉลยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2**

- |        |                  |         |                    |
|--------|------------------|---------|--------------------|
| ข้อ 1. | บวก ลบ           | ข้อ 6.1 | ลบ กลาง กลาง บวก   |
| ข้อ 2. | ลบ               | ข้อ 6.2 | ลบ กลาง กลาง บวก   |
| ข้อ 3. | บวก กลาง กลาง ลบ | ข้อ 6.3 | ลบ ลบ กลาง บวก     |
| ข้อ 4. | บวก ลบ           | ข้อ 6.4 | ลบ ลบ ลบ บวก       |
| ข้อ 5. | ลบ               | ข้อ 6.5 | กลาง กลาง กลาง บวก |



### แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

- เมื่อนำแผ่น PVC ที่มีประจุไฟฟ้าลบไปเข้าใกล้ลูกพิทของอิเล็กโทรสโคป ปรากฏว่าลูกพิทเคลื่อนที่เข้าหาแผ่น PVC แสดงว่าลูกพิทมีประจุชนิดใด
    - มีประจุบวกเท่านั้น
    - มีประจุลบเท่านั้น
    - มีประจุบวกหรือประจุลบก็ได้
    - มีประจุหรือไม่มีประจุก็ได้
  - จากรูป ให้นำ A B C และ D แขนงขีดกันด้วยเชือกที่เป็นฉนวน นำแท่งประจุบวกเข้ามาใกล้ทำให้ตัวนำ A B C และ D เอียงไปดังรูป และถ้าต่อสายดินที่ตัวนำ C ประจุบนตัวนำ A B C และ D เรียงตามลำดับจะเป็นอย่างไร
    - บวก บวก กลาง ลบ
    - กลาง กลาง กลาง ลบ
    - กลาง กลาง กลาง บวก
    - กลาง กลาง กลาง กลาง
- 
- วัตถุ A และ วัตถุ B เป็นฉนวนไฟฟ้า โดยวัตถุ A มีความสามารถในการยึดเหนี่ยวอิเล็กตรอนได้มากกว่าวัตถุ B เมื่อนำวัตถุ A และวัตถุ B มาขัดสีกันจนสามารถเกิดไฟฟ้าสถิตได้ ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวได้ถูกต้อง
    - A จะมีประจุเป็นบวก B จะมีประจุเป็นลบ เนื่องจากอิเล็กตรอนถ่ายเทจาก A ไปยัง B
    - A จะมีประจุเป็นลบ B จะมีประจุเป็นบวก เนื่องจากอิเล็กตรอนถ่ายเทจาก B ไปยัง A
    - A จะมีประจุเป็นบวก B จะมีประจุเป็นลบ เนื่องจาก B สร้างอิเล็กตรอนได้มากกว่า A
    - A จะมีประจุเป็นลบ B จะมีประจุเป็นบวก เนื่องจาก A สร้างอิเล็กตรอนได้มากกว่า B
  - ตัวนำที่มีขนาดเท่ากัน 3 อัน คือ A , B และ C โดยที่ A มีประจุ -8 ส่วน B มีประจุ +2 และ C เป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อนำทั้ง 3 มาสัมผัสกัน หลังแยกจากกันตัวนำทั้ง 3 จะมีประจุไฟฟ้าอย่างไรเรียงตามลำดับ
    - 2 , +2 , -2
    - +2 , +2 , +2
    - 2 , -2 , -2
    - 3 , 0 , -3
  - ข้อใดไม่ใช่วิธีการทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้า
    - การต่อสายดิน
    - การขัดสี
    - การเหนี่ยวนำ
    - การนำวัตถุที่มีประจุมาแตะกับวัตถุที่เป็นกลาง

## 6. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. เมื่อนำสาร ก มาถูกับสาร ข พบว่า สาร ก มีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น สาร ก ต้องเป็นตัวนำ
2. ไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากการหิวผม เกิดขึ้นเนื่องจากหิวและเส้นผมมีการสร้างประจุไฟฟ้าขึ้นใหม่
3. ถ้าจับแท่งโลหะถูกับผ้าขนสัตว์ ผลที่เกิดขึ้นคือจะไม่มีประจุอิสระทั้งบนแท่งโลหะและผ้าขนสัตว์

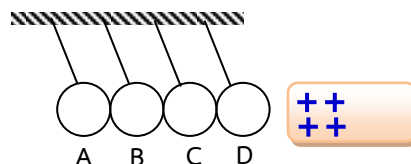
ข้อความใดถูก

- ก. ข้อ 1 , 2 และ 3
  - ข. ข้อ 1 และ 3
  - ค. ข้อ 2 และ 3
  - ง. ข้อ 3 เท่านั้น
7. ตัวนำทรงกลมรัศมี  $a$  ที่มีประจุ  $-Q$  ไปแตะกับตัวนำทรงกลมรัศมี  $3a$  ที่มีประจุ  $+9Q$  หลังจากแยกออกจากกันแล้ว ตัวนำทรงกลมรัศมี  $a$  จะมีประจุเท่าใด

- ก.  $\frac{3Q}{2}$
- ข.  $\frac{Q}{2}$
- ค.  $2Q$
- ง.  $Q$

8. จากรูป ตัวนำ A B C และ D แขนงชิดกันด้วยเชือกที่เป็นฉนวน นำแท่งประจุบวกเข้ามาใกล้ทำให้ตัวนำ A B C และ D เอียงไปดังรูป ประจุบนตัวนำ A B C และ D เรียงตามลำดับจะเป็นอย่างไร

- ก. บวก กลาง กลาง ลบ
- ข. ลบ กลาง กลาง บวก
- ค. บวก ลบ บวก ลบ
- ง. บวก บวก ลบ ลบ



9. ตัวนำทรงกลม A และ B มีขนาดเท่ากัน ถ้า A มีประจุบวก 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. ไม่มีการถ่ายเทอิเล็กตรอนเกิดขึ้น

10. ตัวนำทรงกลมรัศมี  $3x$  ที่มีประจุ  $-12$  คูลอมป์ ไปแตะกับตัวนำทรงกลมรัศมี  $5x$  ที่มีประจุ  $-12$  คูลอมป์ หลังจากแยกออกจากกันแล้ว ตัวนำทรงกลมรัศมี  $5x$  จะมีประจุเท่าใด

- ก.  $-15$  คูลอมป์
- ข.  $-12$  คูลอมป์
- ค.  $-9$  คูลอมป์
- ง.  $0$  คูลอมป์

กระดาษคำตอบ

ชื่อ - สกุล ..... ชั้น.....เลขที่.....

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

คะแนนที่ได้.....



เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า



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

### บรรณานุกรม

ช่วง ทมทิตชงค์ และคณะ. **ฟิสิกส์ ม.6 เทอม 1**. กรุงเทพฯ: เจริญดีมั่นคงการพิมพ์, 2537.

โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

นิรันทร สุวรรณ์. **ฟิสิกส์ ม.6 เทอม 1**. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนาจำกัด, 2549.

นิรันทร สุวรรณ์. **ติวเข้มข้อสอบ Entrance PAT-2 วิชาฟิสิกส์**. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนาจำกัด, 2552.

ยี่งศ์ศักดิ์ นิตยฤกษ์. **ฟิสิกส์และเคมี Essential Atlas of Physics and Chemistry**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2549.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2554.

Halliday, David. **Fundamentals of Physics**. 6<sup>th</sup> ed. New York : John Wiley & Sons, Inc, 2001.

<http://www.pec9.com/new/pdf/153.pdf>. สืบค้นเมื่อ 16 พ.ค. 2557

<http://www.thaistudyfocus.com/วิทยาศาสตร์/ตัวนำไฟฟ้า/>. สืบค้นเมื่อ 14 ส.ค. 2558

<http://www.vcharkarn.com/lesson/1192>. สืบค้นเมื่อ 14 ส.ค. 2558