

# ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์

## เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

รายวิชาฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว30204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น  
และเสริมทักษะการแก้ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคของเพลยา



นางสาววิรุฬห์ สุขสำราญ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนบ้านปล่องเหล็ก

อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร

องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร

**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์**

**โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น  
และเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา**

**รายวิชาฟิสิกส์ 4 รหัสวิชา ว30204**

**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

**ชุดที่ 1**

**ประจุไฟฟ้า**

**นางสาววินุรักษ์ สุขสำราญ**

**ครู วิทยฐานะชำนาญการ**

**โรงเรียนบ้านปล่องเหลียม อำเภอกะทู้มแบน จ.สมุทรสาคร**

**องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร**

## คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา รายวิชาฟิสิกส์ 4 ว30204 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ประจุไฟฟ้า จัดทำขึ้นตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสาระที่ 5 พลังงาน เล่มนี้ จัดทำขึ้น เพื่อเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน อีกทั้งชุดกิจกรรมนี้ยังมีลักษณะเด่น เสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยประยุกต์มาจากกระบวนการการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา รู้ปัญหา พาคความ สู้คำตอบ และตรวจสอบความถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาโจทย์ได้เป็นลำดับขั้นตอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ใช้ประกอบการสอน หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ได้แบ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 7 ชุด ได้แก่

1. ชุดที่ 1 ประจุไฟฟ้า
2. ชุดที่ 2 แรงระหว่างประจุและกฎของคูลอมบ์
3. ชุดที่ 3 สนามไฟฟ้า
4. ชุดที่ 4 ศักย์ไฟฟ้า
5. ชุดที่ 5 สนามไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้ารอบตัวนำ
6. ชุดที่ 6 งานในการเลื่อนประจุไฟฟ้า
7. ชุดที่ 7 ตัวเก็บประจุและความจุไฟฟ้า
8. ชุดที่ 8 การต่อตัวเก็บประจุ

ข้าพเจ้าหวังว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

วินุรักษ์ สุขสำราญ  
ผู้จัดทำ



## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ.....	ก
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	1
คำแนะนำสำหรับนักเรียน.....	2
ลำดับขั้นการเรียนรู้.....	3
จุดประสงค์การเรียนรู้.....	4
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	5
ใบความรู้ที่ 1.....	8
กิจกรรมการทดลองที่ 1.....	20
กิจกรรมที่ 1.....	24
ใบความรู้ที่ 2.....	26
กิจกรรมที่ 2.....	32
แบบทดสอบหลังเรียน.....	37
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน.....	40
เฉลยคำถามหลังการทดลอง.....	41
เฉลยกิจกรรมที่ 1.....	43
เฉลยกิจกรรมที่ 2.....	44
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน.....	47
บรรณานุกรม.....	48

## คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง ประจุไฟฟ้า

### ชุดที่ 1 เรื่องประจุไฟฟ้า

1. เอกสารฉบับนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1 เรื่อง ประจุไฟฟ้า  
รายวิชาฟิสิกส์ 4 ว30204 ใช้สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ประกอบด้วย
  - 2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.2 แบบทดสอบก่อนเรียน
  - 2.3 ใบความรู้ที่ 1
  - 2.4 กิจกรรมที่ 1
  - 2.5 ใบความรู้ที่ 2
  - 2.6 กิจกรรมที่ 2
  - 2.7 แบบทดสอบหลังเรียน
  - 2.8 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
  - 2.9 เฉลยกิจกรรมที่ 1
  - 2.10 เฉลยกิจกรรมที่ 2
  - 2.11 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ประจุไฟฟ้า ใช้เวลาในการศึกษา 2 ชั่วโมง





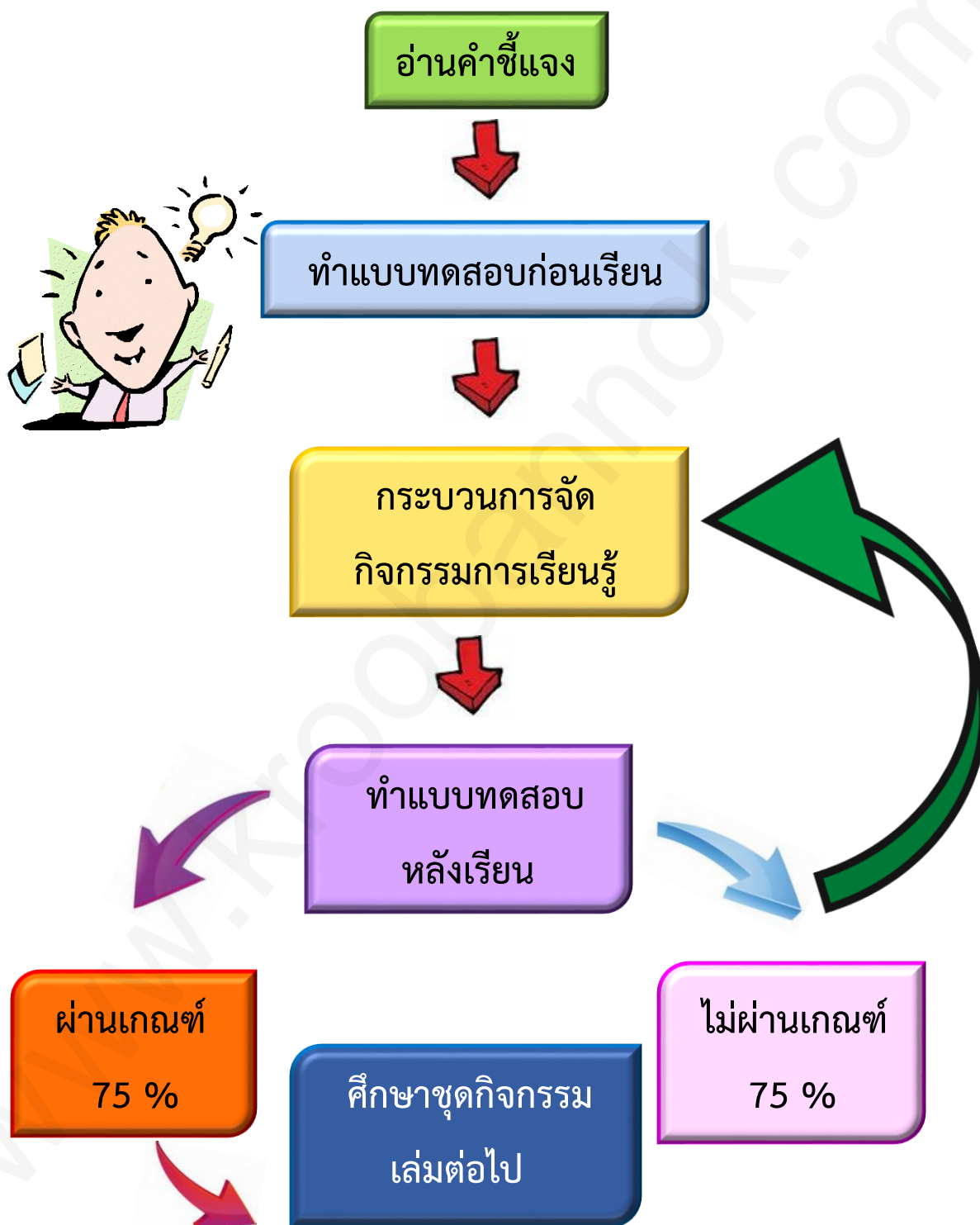
## คำแนะนำ สำหรับนักเรียน

1. อ่านคำชี้แจงและคำแนะนำ สำหรับนักเรียนให้เข้าใจก่อนที่จะลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เวลา 10 นาที เพื่อประเมินความรู้เดิมของนักเรียน
3. ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากใบความรู้ที่ครูจัดเตรียมไว้ ด้วยความตั้งใจ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในลำดับขั้นการเรียนรู้
4. เมื่อนักเรียนศึกษาใบความรู้เสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ หากนักเรียนยังไม่เข้าใจในใบความรู้ใดก็ให้กลับไปศึกษาอีกครั้ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน ในการทำกิจกรรม แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน





## ลำดับขั้นการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้



### จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

เสริมด้วยทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

ชุดที่ 1 เรื่อง ประจุไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายชนิดของประจุไฟฟ้าได้
2. อธิบายการเกิดประจุบนตัวนำและฉนวนได้
3. สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้  
กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาได้







## แบบทดสอบก่อนเรียน

**คำชี้แจง** จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ  
แบบทดสอบมี จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

1. สิ่งใดต่อไปนี้นำทำให้วัตถุมีอำนาจไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้นได้
  - ก. โพรตอน
  - ข. นิวตรอน
  - ค. ประจุไฟฟ้า
  - ง. อิเล็กตรอน
2. ข้อใดเป็นลักษณะของวัตถุที่เกิดประจุไฟฟ้าได้
  - ก. อะตอมของวัตถุขาดจำนวนนิวตรอน
  - ข. อะตอมของวัตถุได้รับหรือขาดอิเล็กตรอน
  - ค. อะตอมของวัตถุได้รับอนุภาคนิวตรอนจากวัตถุ
  - ง. อะตอมของวัตถุมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับโปรตอน
3. สาเหตุใดที่ทำให้วัตถุมีสถานะเป็นกลางทางไฟฟ้าได้
  - ก. เมื่ออะตอมขาดอิเล็กตรอน
  - ข. เมื่ออะตอมได้รับอิเล็กตรอน
  - ค. เมื่ออะตอมมีจำนวนนิวตรอนเท่ากับโปรตอน
  - ง. เมื่ออะตอมมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับโปรตอน
4. ข้อใดต่อไปนีสามารถที่จะทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกได้
  - ก. ขณะที่วัตถุมีจำนวนนิวตรอนและโปรตอน
  - ข. ขณะที่วัตถุมีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน
  - ค. ขณะที่วัตถุที่มีจำนวนโปรตอนมากกว่าจำนวนอิเล็กตรอน
  - ง. ขณะที่วัตถุขาดอิเล็กตรอนและโปรตอนแต่มีจำนวนโปรตอน

5. วิธีการใดที่จะทำให้ฉนวนลูกฟิรมีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าได้
- ใช้โลหะหุ้มที่ลูกฟิร
  - คลุมด้วยผ้าขนสัตว์
  - คลุกละล่ำกับผงกำมะถัน
  - ใช้พลาสติกขุ่นหนาๆ หุ้มให้มิดชิด
6. เมื่อนำแท่งแก้วถูด้วยผ้าแพรแล้วเกิดประจุไฟฟ้า เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
- ประจุไฟฟ้าเกิดจากแรงเสียดทาน
  - การถูทำให้เกิดประจุไฟฟ้าชนิดหนึ่งขึ้นมา
  - ประจุไฟฟ้าเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างมวล
  - ประจุไฟฟ้าถ่ายเทจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งได้
7. ชายคนหนึ่งใช้นิ้วแตะกับทรงกลมโลหะ ขณะที่แท่งโลหะมีประจุเป็นบวกวางใกล้กับทรงกลมโลหะ หลังจากแตะแล้วชายคนดังกล่าวนำแท่งประจุบวกออกจากทรงกลมโลหะ จะเกิดประจุชนิดใดขึ้นที่โลหะ และทรงกลมโลหะ ตามลำดับ
- ประจุบวก ประจุลบ
  - ประจุบวก ประจุบวก
  - ประจุบวก เป็นกลาง
  - เป็นกลาง ประจุบวก
8. เมื่อนำวัตถุชิ้นหนึ่งถูกับผ้าขนสัตว์แล้วนำมาจ่อเศษกระดาษที่เป็นกลางทางไฟฟ้า ปรากฏว่าเศษกระดาษถูกวัตถุชิ้นนั้นดูดเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
- วัตถุมีประจุไฟฟ้าบวก
  - วัตถุขาดอิเล็กตรอนหรือรับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจากเดิม
  - วัตถุขาดโปรตอนไปหรือได้รับโปรตอนเพิ่มขึ้นจากผ้าขนสัตว์
  - วัตถุมีการถ่ายเทประจุบวกจากผ้าขนสัตว์ไปยังเศษกระดาษ



9. ข้อใดต่อไปนี้เป็นคุณสมบัติของประจุไฟฟ้า

1. ประจุไฟฟ้าลบมีแรงผลักวัตถุที่เป็นกลาง
2. ประจุไฟฟ้าบวกมีแรงดึงดูดประจุไฟฟ้าลบ
3. ประจุไฟฟ้าบวกมีแรงดึงดูดประจุไฟฟ้าบวก
4. ประจุไฟฟ้าบวกมีแรงดึงดูดวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า

ข้อใดถูกต้อง

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

10. วิธีการใดที่ทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้า และปริมาณประจุยังคงเหลือเท่าเดิม อีกทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่อีกครั้ง

- ก. การถูกัน
- ข. การแตะกัน
- ค. การเหนี่ยวนำ
- ง. การเคลื่อนย้ายประจุไฟฟ้า



## กระดาษคำตอบ

### ชุดที่ 1 เรื่อง ประจุไฟฟ้า

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

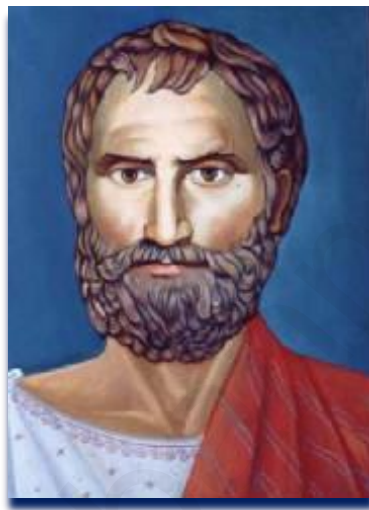
แบบทดสอบก่อนเรียน				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

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



สรุปผลการทดสอบ				คะแนนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ
คะแนน	ก่อนเรียน	คะแนน	หลังเรียน	
เต็ม	10	เต็ม	10	
ได้	.....	ได้	.....	

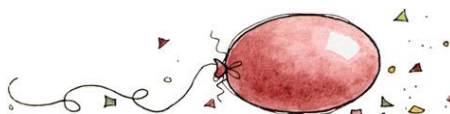




ภาพที่ 1.1 ภาพนักปราชญ์ชาวกรีก ชื่อธาลีส

ที่มา <http://greekaphrodite.weebly.com/thales-of-miletus.html>

600 ปีก่อนคริสตกาล นักปราชญ์ชาวกรีกชื่อธาลีสแห่งเมืองไมล์ตุส(Thales of Miletus) ซึ่งอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของตุรกี สังเกตว่าเมื่อเขาหยิบแท่งอำพันบนโต๊ะมากลึงกับเสื่อคลุมซึ่งทำด้วยขนสัตว์ของเขา แท่งอำพันมีประกายวาวกว่าเดิม แต่เมื่อเขาวางแท่งอำพันไว้บนโต๊ะดังเดิมเศษวัสดุต่างๆ เช่น เศษไม้เล็กๆ ก็วิ่งเข้ามาเกาะแท่งอำพันได้เอง เขาการทดลองดูอีกหลายครั้งจึงแน่ใจว่าเป็นเรื่องจริงไม่ใช่ภาพลวงตา ธาลีสเรียนรู้ว่า ถ้าเอาอำพันถูกับผ้าขนสัตว์แล้วแท่งอำพันจะดูดวัตถุเบาๆได้



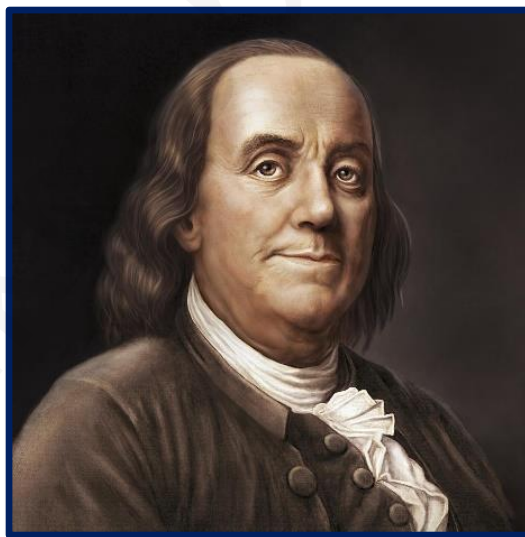




ภาพที่ 1.2 ภาพ ดร.วิลเลียม กิลเบิร์ต

ที่มา [https://en.wikipedia.org/wiki/William\\_Gilbert\\_\(astronomer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/William_Gilbert_(astronomer))

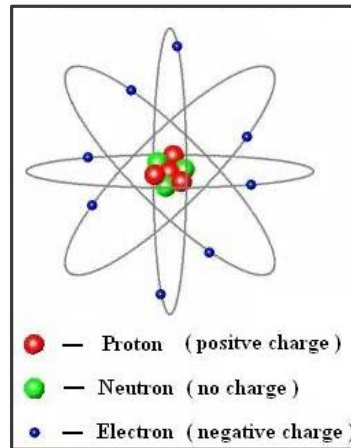
ต่อมา ดร. กิลเบิร์ต (Dr. William Gilbert) เป็นคนแรกที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ให้กว้างขวางออกไปและพบว่ามิ้วตฤอีกมากมายชนิดที่เมื่อนำมาถูกันแล้วให้ผลเช่นเดียวกัน กิลเบิร์ต เรียกอำนาจที่ได้จากการขัดสีวัตถุดังกล่าวว่า “electricity” โดยมาจากคำว่า electron ที่ชาวกรีกเรียกอำพันนั่นเอง ซึ่งคำว่า electricity นี้ใช้กันมาจนถึงปัจจุบัน



ภาพที่ 1.3 ภาพเบนจามิน แฟรงคลิน

ที่มา <http://www.vcharkarn.com/varticle/44325>

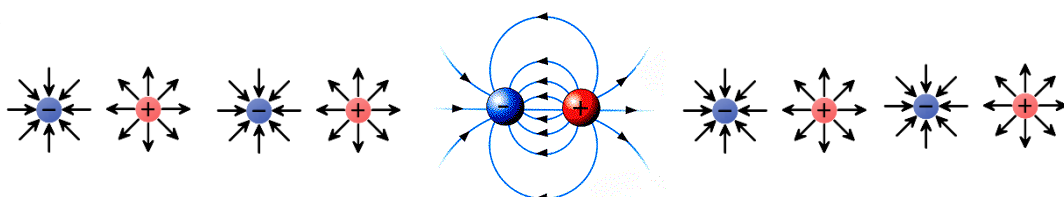
เบนจามิน แฟรงคลิน(ค.ศ.1706–ค.ศ.1790) นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน เป็นบุคคลแรกที่จำแนกชนิดของประจุไฟฟ้า เป็น ประจุบวก และ ประจุลบ



ภาพที่ 1.4 ภาพโครงสร้างอะตอม

ที่มา <http://www.pbj.ac.th/web/studentProjects/physics/physics1/atom%20structure.html>

วัตถุชิ้นหนึ่งๆ ประกอบด้วยอะตอมจำนวนมากมายแต่ละอะตอมประกอบด้วย นิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุบวก เรียกว่าโปรตอน และอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเรียกว่า นิวตรอน และมีอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน เคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ซึ่งโดยทั่วไปแล้ววัตถุจะอยู่ในสภาพที่เป็นกลางทางไฟฟ้าคือมีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน ถ้าวัตถุมีจำนวนอนุภาคทั้งสองไม่เท่ากันจะทำให้วัตถุนั้นมีประจุไฟฟ้าสุทธิไม่เป็นศูนย์ ซึ่งอะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้าคือมีจำนวนโปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน ถ้าวัตถุมีจำนวนอนุภาคทั้งสองไม่เท่ากันจะทำให้วัตถุนั้นมีประจุไฟฟ้าสุทธิไม่เป็นศูนย์ ซึ่งอะตอมที่เป็นกลางทางไฟฟ้าเมื่อเสียอิเล็กตรอนจะกลายเป็นอะตอมที่มีประจุบวก ในทางตรงกันข้ามอะตอมใดที่ได้รับอิเล็กตรอนเข้ามาจะกลายเป็นอะตอมที่มีประจุลบ





การที่วัตถุเสียดสีกันแล้วสามารถดูดวัตถุเล็กๆ ได้เนื่องมาจากเกิด ประจุไฟฟ้า ขึ้นบนวัตถุนั้นเรียกว่าเกิด ไฟฟ้าสถิต (Static Electric) ขึ้นบนวัตถุนั้น ฉะนั้น ไฟฟ้าสถิต ก็คือ ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวัตถุใดๆ ที่มีประจุไฟฟ้าอยู่

- วัตถุทุกชนิดมีประจุไฟฟ้า
- อนุภาคที่สำคัญ 3 อย่างของอะตอมหนึ่งๆ ของธาตุ คือ อิเล็กตรอน โปรตอน และ นิวตรอน มีมวล และประจุไฟฟ้างดังนี้

อนุภาค	สัญลักษณ์	มวลสาร(กิโลกรัม)	ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์)	ชนิดประจุ
อิเล็กตรอน	e	$9.1 \times 10^{-31}$	$1.6 \times 10^{-19}$	ลบ
โปรตอน	p	$1.67 \times 10^{-21}$	$1.6 \times 10^{-19}$	บวก
นิวตรอน	n	$1.67 \times 10^{-27}$	เป็นกลาง	ไม่ปรากฏ

### การแบ่งชนิดของวัตถุตามลักษณะของประจุไฟฟ้า

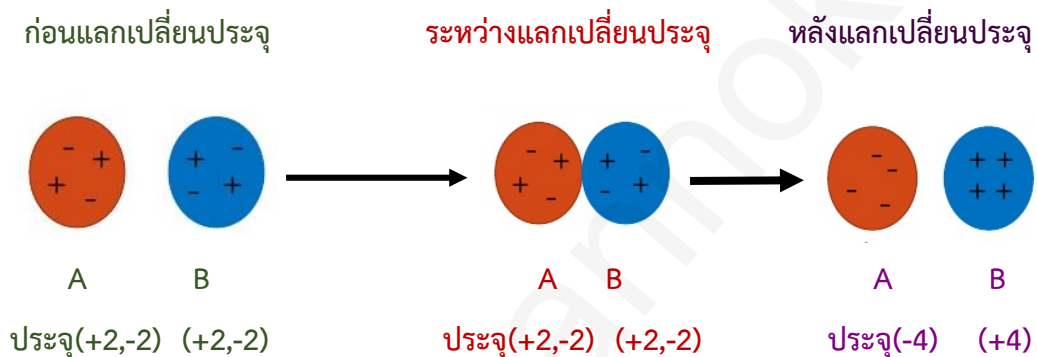
1. วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า คือ วัตถุที่ไม่แสดงอำนาจไฟฟ้า เพราะวัตถุเหล่านั้นมีประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบเท่ากัน
2. วัตถุที่มีอำนาจไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ชนิด
  - 2.1 วัตถุที่แสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นบวก คือ วัตถุนั้นสูญเสียอิเล็กตรอนไป หรือ เป็นวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวก(+) มากกว่าประจุไฟฟ้าลบ(-) นั่นเอง
  - 2.2 วัตถุที่แสดงอำนาจไฟฟ้าเป็นลบ คือ วัตถุนั้นรับอิเล็กตรอนเข้ามา หรือ เป็นวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า (-) มากกว่าประจุไฟฟ้าบวก (+) นั่นเอง

### คุณสมบัติของประจุไฟฟ้า

- ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิดคือ ประจุบวก (proton) และประจุลบ (electron)
- แรงกระทำที่เกิดขึ้นระหว่างประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ แรงดูดกับแรงผลัก
- ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะผลักรัน ประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะดูดกัน
- วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าบวกหรือลบจะดึงดูดวัตถุที่เป็นกลางเสมอ
- แรงกระทำบนวัตถุ เป็นแรงต่างร่วม คือ เป็นแรงที่กระทำซึ่งกันและกัน และมีค่าเท่ากันโดยไม่คำนึงถึงประจุไฟฟ้าทั้งสองว่าจะเท่ากันหรือไม่ก็ตาม



ทรงกลม A ทรงกลม B มีประจุ  $+Q_1$  และ  $-Q_2$  ดังรูป เมื่อนำมาแตะกันจะเกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าขึ้น แต่ผลรวมของประจุในทรงกลมทั้งสองยังคงมีค่าเท่าเดิม ตามกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า



ภาพที่ 1.5 ภาพการทำให้วัตถุมีประจุโดยการสัมผัส

การสัมผัสกันระหว่างวัตถุทั้งสองชนิดทำให้อิเล็กตรอนได้รับพลังงานมากพอ จึงสามารถเคลื่อนย้ายจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งได้แม้ว่าจะเป็นวัตถุคนละชนิด เป็นเหตุให้เมื่อวัตถุสัมผัสกันแล้วทำให้วัตถุหนึ่งมีประจุบวก ถ้าอิเล็กตรอนเคลื่อนย้ายออกไป และทำให้วัตถุอีกอันหนึ่งมีประจุลบ ถ้าได้รับอิเล็กตรอนจากวัตถุก่อนนั้นเข้ามา รวมแล้วประจุไฟฟ้าไม่มีการสูญหายหรือทำให้เพิ่มขึ้นมาได้ เรียกว่า กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า

การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าไม่ใช่เป็นการสร้างประจุขึ้นมาใหม่ แต่เป็นการย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เท่านั้น โดยที่ผลรวมของประจุทั้งหมดของระบบที่พิจารณาจะเท่าเดิม นะคะ



## การทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า มีประจุไฟฟ้าอิสระ

ทำได้หลายวิธี เช่น เกิดแรงปฏิกิริยาเคมี เกิดจากความร้อน เกิดจากความร้อน เกิดจากสนามแม่เหล็ก เป็นต้น แต่เราสามารถทำได้ด้วยวิธีง่ายๆ 3 วิธี

### วิธีที่ 1 ประจุไฟฟ้าเกิดจากการถูหรือขัดสี

☞ ทำได้โดยการนำวัตถุ 2 ชนิดมาถูกัน

วัตถุที่สูญเสียอิเล็กตรอน ก็จะแสดงอำนาจไฟฟ้าบวก

ส่วนวัตถุที่ได้รับอิเล็กตรอนก็จะแสดงอำนาจไฟฟ้าลบ

☞ จำนวนประจุไฟฟ้าบนวัตถุทั้งสอง

ก่อนและหลังการถูของแต่ละชนิดจะไม่เท่าเดิม

☞ แต่ถ้าพิจารณาทั้งสองระบบ

ประจุไฟฟ้ารวมก่อนการถูของวัตถุทั้งสองจะเท่ากับประจุไฟฟ้ารวม

หลังการถูของวัตถุทั้งสอง ตามกฎอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า ดังนี้

$$\sum Q \text{ ก่อนถู} = \sum Q \text{ หลังถู}$$

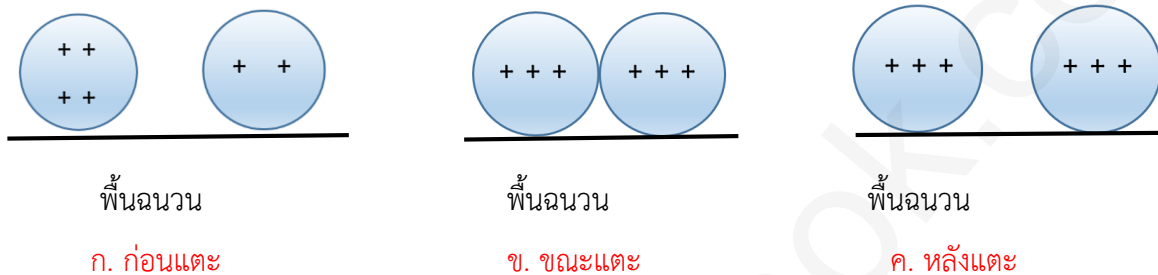


ภาพที่ 1.6 ภาพประจุลบจากผ้าขนสัตว์ติดบนแท่งอำพัน ทำให้แท่งอำพันมีประจุลบ  
และผ้าขนสัตว์มีประจุบวก

ที่มา <http://weerajit14.blogspot.com/2011/09/electrostatic.html>

## วิธีที่ 2 ประจุไฟฟ้าเกิดจากการแตะหรือสัมผัส

- ☞ ทำได้โดยนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าไปแตะวัตถุที่เป็นกลาง หรือมีประจุไฟฟ้าก็ได้
- ☞ เมื่อแตะกันก็จะเกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าจนมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน จึงจะหยุดการถ่ายเทและวัตถุทั้งสองจะมีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน ดังรูป ก, ข และ ค



ภาพที่ 1.6 ภาพการทำให้วัตถุมีประจุโดยการสัมผัส (แตะ)

- ☞ ก่อนแตะ    A มีประจุบวกอิสระ B มีประจุบวกอิสระ
- ☞ หลังแตะ    A และ B แสดงประจุบวกเหมือนกัน

ผลหลังจากการนำวัตถุมาแตะกัน คือ จะเกิดการถ่ายเทประจุ แล้วถ้าแยกวัตถุออกจากกันด้วยฉนวน จะได้วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าอิสระชนิดเดียวกันทั้งสองก้อน และเป็นไปตามกฎการถ่ายเทประจุ

### กฎเกณฑ์การถ่ายเทประจุ

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

$$\Sigma q_{\text{ก่อนแตะ}} = \Sigma q_{\text{หลังแตะ}}$$





### การเก็บประจุไฟฟ้าของทรงกลมตัวนำหลังการแตะ

การถ่ายเทประจุไฟฟ้า

ถ้าทรงกลมมีขนาดเท่ากันจะเก็บประจุเท่ากัน

ถ้าทรงกลมมีขนาดไม่เท่ากันจะเก็บประจุได้ไม่เท่ากัน ดังนี้

#### 1. ทรงกลม A มี ขนาดเท่ากับทรงกลม B

หลังแตะ  $Q_A = Q_B$  และเป็นประจุชนิดเดียวกัน

(ทรงกลม A จะเก็บประจุได้เท่ากับทรงกลม B และเป็นประจุชนิดเดียวกัน)

วิธีคิด ใช้วิธีรวมประจุ แล้วแบ่งประจุปริมาณเท่าๆกัน นั่นเอง

#### 2. ทรงกลม A และ B มีขนาดไม่เท่ากัน

##### 2.1 กรณีที่ทรงกลม A และ B มีขนาดไม่เท่ากัน

หลังแตะ  $Q_A \neq Q_B$  แต่เป็นประจุชนิดเดียวกัน

➤ สามารถหาปริมาณประจุบนทรงกลมแต่ละลูกได้จาก

$$A \text{ จะเก็บประจุได้} = \frac{\text{ผลรวมของประจุทั้งหมด} \times \text{รัศมี} B}{(\text{รัศมี} A + \text{รัศมี} B)}$$

หรือ

$$Q_A = \frac{\sum Q}{\sum R} \times R_A$$

$$B \text{ จะเก็บประจุได้} = \frac{\text{ผลรวมของประจุทั้งหมด} \times \text{รัศมี} A}{(\text{รัศมี} A + \text{รัศมี} B)}$$

หรือ

$$Q_B = \frac{\sum Q}{\sum R} \times R_B$$

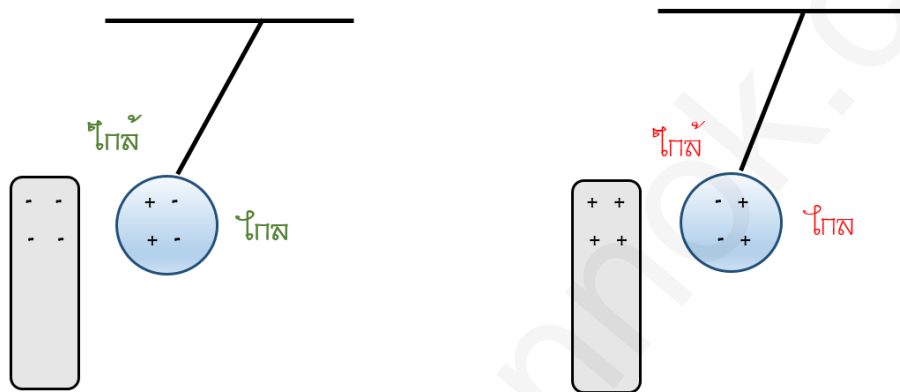
##### 2.2 กรณีที่ทรงกลม A มีขนาดเป็นสองเท่าของทรงกลม B

หลังแตะ  $Q_A = 2Q_B$  และเป็นประจุชนิดเดียวกัน

(ทรงกลม A จะเก็บประจุได้เป็นสองเท่าของทรงกลม B หรือใช้สมการในการหาประจุหลังแตะได้เดียวกับกรณีข้อ 2.1)

### วิธีที่ 3 การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้า

การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้า (Electric Induction) คือ การนำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้ามาจ่อใกล้ๆ วัตถุตัวนำที่เป็นกลาง แล้วมีผลทำให้วัตถุที่เป็นกลางเกิดประจุชนิดตรงข้ามบนผิวที่อยู่ใกล้และเกิดประจุชนิดเดียวกันวัตถุที่นำมาจ่อบนผิวที่อยู่ไกล ดังรูป



ภาพที่ 1.6 ภาพการเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้า

#### ข้อสังเกต

- ถ้านำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ออกห่างจากวัตถุที่เคยเป็นกลางทางไฟฟ้าแล้ววัตถุที่เคยเป็นกลางทางไฟฟ้าก็จะกลับมาเป็นกลางทางไฟฟ้าเช่นเดิม
- การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าจะไม่ทำให้เกิดการสูญเสียประจุไฟฟ้า

#### ขั้นตอนการเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าเพื่อทำให้วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้ามีประจุ

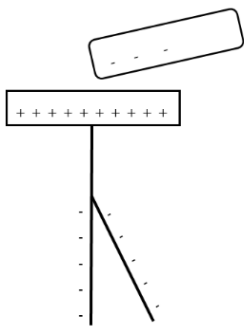
มี 4 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. นำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า (ตัวเหนี่ยวนำ) เข้าใกล้วัตถุ
2. ต่อสายดิน ที่วัตถุ
3. นำสายดินออก
4. ดึงตัวเหนี่ยวนำออก

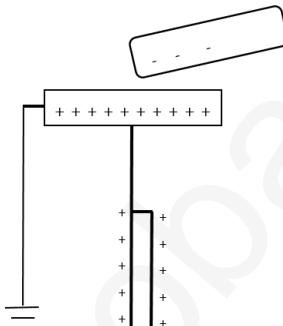
## การเหนี่ยวนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กโทรสโคปแบบแผ่นโลหะ

### แล้วต่อสายดิน

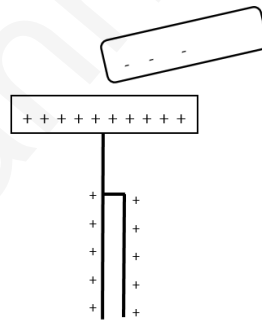
1. เมื่อนำวัตถุที่มีประจุลบ เข้าใกล้จานอิเล็กโทรสโคปซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า ทำให้อิเล็กตรอนถูกผลักลงด้านล่างก้านโลหะ ก้านโลหะจึงกางออก เพราะมีประจุลบเหมือนกัน **ดังรูปที่ ก**
2. เมื่อเอานิ้วมือแตะ (ต่อสายดิน) อิเล็กตรอนจะวิ่งลงสู่พื้นโลก จะทำให้ก้านด้านล่างของอิเล็กโทรสโคปหุบลง เพราะประจุลบที่อยู่ก้านด้านล่างของอิเล็กโทรสโคปเคลื่อนที่ไปหานิ้วมือ (สายดิน) **ดังรูป ข**
3. เมื่อนำนิ้วมือออก (ตัดสายดิน) ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง **ดังรูป ค**
4. นำวัตถุที่มีประจุลบออก ทำให้ก้านด้านล่างของอิเล็กโทรสโคปกางออก เพราะอิเล็กโทรสโคปเหลือประจุบวกเหมือนกันจึงผลักกัน **ดังรูป ง**



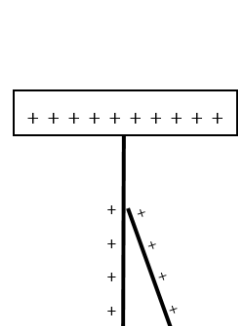
รูปที่ ก



รูปที่ ข



รูปที่ ค



รูปที่ ง

ภาพที่ 1.6 ภาพการเหนี่ยวนำอิเล็กโทรสโคปมีประจุบวก

ถ้าน้องๆ ต้องการให้อิเล็กโทรสโคปแสดงประจุลบ น้องๆก็เปลี่ยนวัตถุที่ใช้เหนี่ยวนำจากประจุลบมาเป็นประจุบวก..  
นะจ๊ะ!





กิจกรรมการทดลองที่ 1  
เรื่อง ชนิดของแรงระหว่างประจุ  
และการเกิดประจุบนตัวนำและฉนวน

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1.....ชั้น.....เลขที่.....  
2.....ชั้น.....เลขที่.....  
3.....ชั้น.....เลขที่.....  
4.....ชั้น.....เลขที่.....  
5.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านวิธีทำกิจกรรมการทดลองให้เข้าใจ
2. ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม
3. ทำกิจกรรมและบันทึกผล
4. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

**จุดประสงค์ของกิจกรรม**

1. เพื่อศึกษาชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้าและชนิดของประจุไฟฟ้า
2. เพื่อศึกษาการเกิดประจุบนตัวนำและฉนวน

**อุปกรณ์**

1. ชุดการทดลองชนิดของประจุไฟฟ้า ประกอบด้วย แผ่นพีวีซี แผ่นเปอร์สเปกซ์  
ผ้าสักหลาด ขาตั้ง เส้นด้าย
2. ชุดการทดลองตัวนำและฉนวน ประกอบด้วย แผ่นพีวีซี แผ่นเปอร์สเปกซ์  
ไม้บรรทัดเหล็ก ผ้าสักหลาด

**ตอนที่ 1 ศึกษาชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า**

**วิธีทดลอง**

- ใช้เส้นด้ายยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร ผูกแผ่นพีวีซีหรือแผ่นเปอร์สเปกซ์กับขาตั้ง โดยจัด  
ให้แผ่นพีวีซีแขวนให้อยู่นิ่งในแนวนอน



- ทำเครื่องหมายไว้ที่ปลายข้างหนึ่งบนแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ ทั้งบนแผ่นที่แขวนกับเส้นด้ายและบนแผ่นที่ไม่ได้แขวน
- นำผ้าสักหลาดมาถูบนแผ่นพีวีซีและแผ่นเปอร์สเปกซ์ ในบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้ ทั้งบนแผ่นที่แขวนกับเส้นด้ายและบนแผ่นที่ไม่ได้แขวน แล้วนำแผ่นทั้งสองในบริเวณที่ถูกผ้าสักหลาดมาใกล้ ๆ กัน สังเกตชนิดของแรงที่เกิดขึ้น แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตาราง

#### ตอนที่ 2 การเกิดประจุบนตัวนำและฉนวน

- นำแผ่นพีวีซี แผ่นเปอร์สเปกซ์ และไม้บรรทัดเหล็ก มาถูกับผ้าสักหลาด
- จากนั้นนำวัตถุเหล่านั้นไปดูดกระดาษชิ้นเล็ก แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตาราง

#### ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1 ชนิดของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า

ชนิดของวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า	ชนิดของแรง
พีวีซีกับพีวีซี	
เปอร์สเปกซ์กับเปอร์สเปกซ์	
เปอร์สเปกซ์กับพีวีซี	

#### ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 2 การเกิดประจุบนตัวนำและฉนวน

รายการ	ผลการทดลอง
แผ่นพีวีซี	
แผ่นเปอร์สเปกซ์	
ไม้บรรทัดเหล็ก	

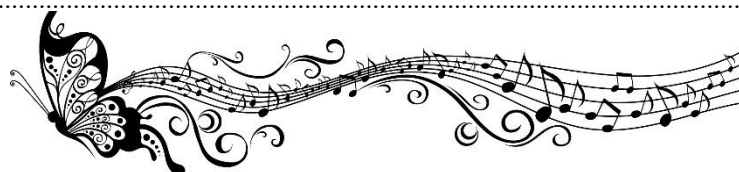
ต่อด้วยคำถามหลังกิจกรรม  
การทดลองกันเลยครั้น!





ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร.....  
.....
2. แรงระหว่างประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด อะไรบ้าง.....  
.....  
.....
3. ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด และมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง.....  
.....  
.....
4. กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า กล่าวอย่างไร.....  
.....
5. การนำแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ มาถูกับผ้าสักหลาด ทำไมจึงสามารถดึงดูดกระดาษ  
ชิ้นเล็ก ๆ ได้.....  
.....  
.....
6. เมื่อนักเรียนใช้ไม้บรรทัดเหล็กถูกับผ้าสักหลาด เหตุใดไม้บรรทัดเหล็กจึงไม่สามารถดึงดูด  
กระดาษชิ้นเล็กๆได้.....  
.....  
.....
7. ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า มีความแตกต่างกันอย่างไร เมื่อตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้ามี  
ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น.....  
.....  
.....
8. ประจุไฟฟ้าบนตัวนำและฉนวนมีความแตกต่างกันอย่างไร.....  
.....  
.....





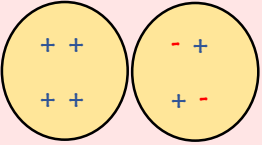
จบไปความรู้ที่ 1 แล้วครับ  
ได้เวลาทบทวนความเข้าใจด้วย  
การทำกิจกรรมที่ 1  
ถ้าพร้อมแล้วเปิดหน้าต่อไป  
ได้เลยครับ! →



## กิจกรรมที่ 1



**คำชี้แจง** 1. จงเติมคำตอบลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้องมีทั้งหมด 10 ข้อ ใช้เวลา 5 นาที

1. สิ่งที่ทำให้วัตถุมีอำนาจทางไฟคือ.....
2. ประจุไฟฟ้าบวกจะดึงดูดประจุไฟฟ้า.....และวัตถุที่เป็น.....
3. วัตถุที่มีคุณสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้าเนื่องจากมีจำนวน.....เท่ากับ.....
4. ประจุไฟฟ้าเหมือนกันจะเกิดแรง.....  
ประจุไฟฟ้าต่างกันจะเกิดแรง.....
5. เมื่อนำวัตถุสองชนิดมาถูกัน วัตถุเกิดการถ่ายเทประจุ อนุภาคที่เกิดการเคลื่อนที่แล้ว  
ทำให้วัตถุทั้งสองชนิดแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าคือ.....
6.  เมื่อนำวัตถุที่เป็นบวกมาวางใกล้ๆ กับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า  
แรงที่เกิดระหว่างวัตถุทั้งสองคือ.....  
.....
7. นักวิทยาศาสตร์ท่านที่ เป็นผู้จำแนกชนิดของประจุไฟฟ้าคือ.....
8. เมื่อนำไม้บรรทัดถูกับผ้าสักหลาดแล้วทำให้เกิดประจุไฟฟ้าเนื่องจาก.....  
.....
9. เมื่ออะตอมหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป จะส่งผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าคือ.....  
.....
10. เมื่ออะตอมหนึ่งได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มจากภายนอก จะส่งผลต่อสมบัติทางไฟฟ้า  
คือ.....



เกณฑ์การตัดสิน.....นะค่ะ!

- 9-10 คะแนน หมายถึง พหุไม่มากที่สุด
- 7-8 คะแนน หมายถึง พหุไม่มาก
- 5-6 คะแนน หมายถึง พหุไม่น้อย
- 1-4 คะแนน หมายถึง ไม่พหุไม

คะแนนที่ได้.....

ความพึงพอใจต่อคะแนน

- ☐ พึงพอใจมากที่สุด 😊😊😊
- ☐ พหุไม่มาก 😊😊
- ☐ พหุไม่น้อย 😊
- ☐ ไม่พหุไม 😞😞😞

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการเขียนครั้งต่อไป

.....



เสร็จแล้วเราก็ไปลุยกันต่อ  
ไปใบความรู้อีก 2  
ได้เลยครั้น!





## ใบความรู้ที่ 2

### กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา



โพลยา คือ ใครครับ?



ภาพที่ 2.1 ภาพ ฮอชัว โพลยา นักคณิตศาสตร์ชาวฮังการี  
ที่มา <http://www.learnmath.info/thai/historyDetail.htm?id=Polya>

George Polya เป็นชาวฮังการีและมีผลงานชิ้นแรกคือการสอนลูกชายคนเล็ก  
ของศพบติในปี 1995 ได้มีการพัฒนาทฤษฎีการแก้ปัญห ซึ่งเป็งานที่เขได้แก้ปัญห  
ในสถานการณ่ต่าง ๆ ในปี 1996 ได้ว่าทักษะ บางอย่างก็ไม่ได้มีตั้งแต่เกิด  
แต่เราสามารถเรียนรู้ได้ ผลงานของ Polya ในปี ค.ศ. 1887-1985 คือ  
กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งเขียนในหนังสือ How to solve it  
กระบวนการแก้ปัญหของโพลยามี 4 ขั้นตอน ดังนี้





### ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา

เป็นขั้นพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะต่างๆ เช่น ทักษะการอ่าน ทักษะการแปลความหมาย ในการนำ ปัญหาที่มีนั้น แยกออกเป็น ส่วน อย่างชัดเจน โดยมีการพิจารณา ดังนี้

#### 1. โจทย์ให้อะไร

- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ทั้งรูปธรรม(ตัวเลข) และนามธรรม (สถานการณ์)
- ปัญหาที่ทำความเข้าใจได้ยาก (นามธรรม) จะต้อง

วาดรูปและนำสิ่งที่ เป็นประสบการณ์เก่า มาใช้ตามหลักความจริง

#### 2. โจทย์ถามอะไร

- สิ่งที่โจทย์ต้องการ

รู้ปัญหา



การใช้กระบวนการแก้ปัญหา

ของ

สู่คำตอบ



โพลยา

พาความรู้

ตรวจสอบ  
ความถูกต้อง

### ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นขั้นที่อาศัยทักษะการคิดคำนวณ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การพิสูจน์ การอธิบาย รวมถึงการให้เหตุผลประกอบในกระบวนการแก้ปัญหา

### ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนปัญหา

เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาต้องนำความรู้ กฎ ทฤษฎี สูตร และหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและได้เรียนรู้ มาแล้ว มาวางแผนการแก้ปัญหาแบบเป็นขั้นตอนและลำดับที่เหมาะสม ข้อแนะนำ ไม่ควรนำ ความรู้ กฎ ทฤษฎี สูตร และหลักการต่างๆ ที่เป็นข้อมูลพื้นฐาน หรือเป็นสิ่งที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา เช่น สมบัติของการใช้เลขยกกำลัง ซึ่งได้ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา แต่เป็นสูตรพื้นฐานที่ผู้เรียนควรรู้อยู่แล้ว เพราะถ้ากำหนดสิ่งเหล่านี้ลงไปด้วยจะทำให้กระบวนการแก้ปัญหาเสียเวลาขึ้น

### ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา

เป็นขั้นที่ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาว่าถูกต้องและมีความสมเหตุสมผล สอดคล้องกับปัญหา และตรงกับกระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 1 หรือไม่



**ตัวอย่างที่ 1** ทรงกลมตัวนำ A มีประจุ  $-4$  คูลอมป์ และทรงกลมตัวนำ B มีประจุ  $6$  คูลอมป์ นำทรงกลม A และ B ซึ่งมีขนาดเท่ากันมาแตะกัน แล้วแยกออกจากกัน A และ B จะเก็บประจุได้ทรงกลมละเท่าไร

## วิธีทำ

### 1 รู้ปัญหา

โจทย์ให้อะไร

ก่อนแตะ  $Q_A = -4 \text{ C}$ ,  $Q_B = 6 \text{ C}$

$R_A = R_B$

โจทย์ถามอะไร

$Q_A$  และ  $Q_B$  หลังแตะ = ?

### 2 พาคความรู้

ความรู้ที่ใช้

เมื่อนำทรงกลมมาแตะกัน จะมีการถ่ายเท ประจุ จนกระทั่งทรงกลม A และ B มีประจุ

ไฟฟ้าเท่ากัน ประจุจึงหยุดถ่ายเท

สมการที่ใช้

$$Q_A = \frac{\sum Q}{\sum R} x R_A$$

$$Q_B = \frac{\sum Q}{\sum R} x R_B$$

### 3 สู่คำตอบ

จาก

$$Q_A = \frac{\sum Q}{\sum R} x R_A = Q_B = \frac{\sum Q}{\sum R} x R_B$$

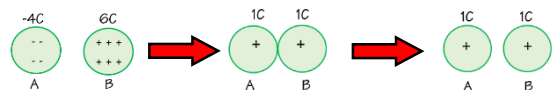
$$Q_A = \frac{(Q_A + Q_B)}{(R_A + R_B)} x R_A$$

หลังแตะ

$$\begin{aligned} Q_A &= Q_B \frac{(-4 + 6)}{(1 + 1)} x 1 \\ &= \frac{+2}{2} x 1 \\ &= +1\text{C} \end{aligned}$$

### 4 ตรวจสอบความถูกต้อง

เขียนแผนภาพประกอบ



ก่อนแตะ

แตะ

หลัง

หลังการถ่ายเททรงกลม A และ B มี

ประจุชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน คือ  $1$

คูลอมป์ (เป็นจริง)



**ตัวอย่างที่ 2** ทรงกลม A,B และ C มีรัศมี 1 , 2 และ 3 เซนติเมตร มีประจุไฟฟ้า

4 ไมโครคูลอมบ์ , -6 ไมโครคูลอมบ์ และ 5 ไมโครคูลอมบ์ ตามลำดับ เมื่อนำทรงกลม  
ทั้งสามมาสัมผัสพร้อมกัน แล้วแยกออกพร้อมกัน จงหาค่าประจุบนทรงกลม A  
ในหน่วยไมโครคูลอมบ์

## วิธีทำ

### 1 รู้ปัญหา

โจทย์ให้อะไร

ก่อนสัมผัส  $Q_A = 4\mu C$  ,  $Q_B = -6\mu C$  ,  $Q_C = 5\mu C$

$R_A = 1\text{ cm}$  ,  $R_B = 2\text{ cm}$  ,  $R_C = 1\text{ cm}$

โจทย์ถามอะไร

$Q_A$  หลังสัมผัส = ?

### 2 พาคความรู้

**ความรู้ที่ใช้** เมื่อนำทรงกลมมาสัมผัสกัน  
จะมีการถ่ายเท ประจุจนกระทั่ง A,B,C มีประจุ  
ไฟฟ้าเท่ากัน ประจุจึงหยุดถ่ายเท เมื่อแยกวัตถุ  
ออกจากกัน วัตถุจะมีประจุชนิดเดียวกัน  
ปริมาณตามขนาดของวัตถุ

**สมการที่ใช้**

$$Q_A = \frac{\sum Q}{\sum R} \times R_A$$

### 3 สู้คำตอบ

หา  $Q_A$  หลังสัมผัส

จาก 
$$Q_A = \frac{\sum Q}{\sum R} \times R_A$$

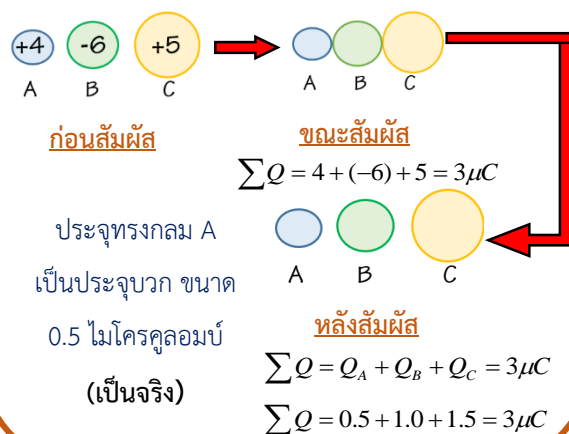
$$Q_A = \frac{(4 + (-6) + 5)}{(1 + 2 + 3)} \times 1$$

$$Q_A = \frac{3}{6} \times 1$$

$$Q_A = 0.5\mu C$$

### 4 ตรวจสอบความถูกต้อง

เขียนแผนภาพประกอบ





## กิจกรรมที่ 2

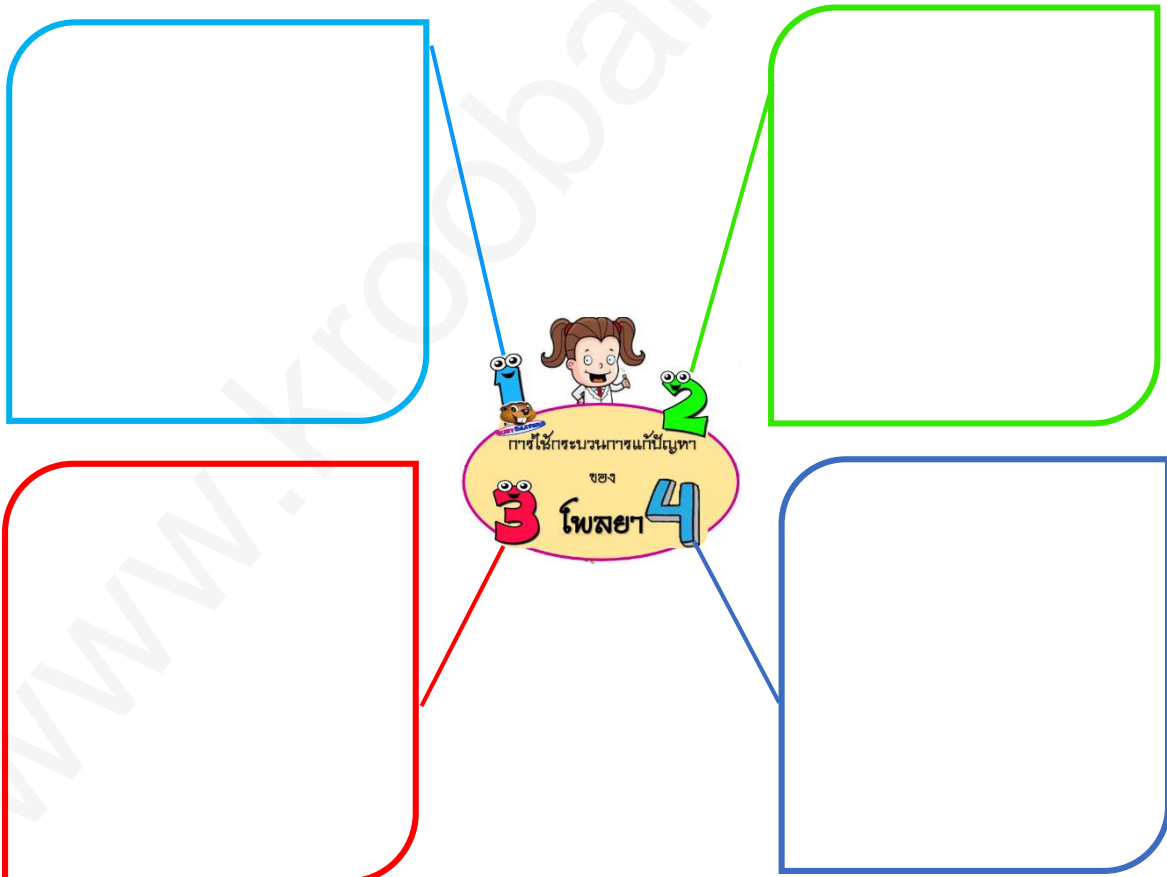


### ตอนที่ 1

คำชี้แจง จงเติมพยัญชนะลงในช่องว่างหน้าข้อต่อไปนี้อย่างถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

- |                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| .....1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา       | ก. ตรวจสอบความถูกต้อง |
| .....2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา       | ข. พาคความรู้         |
| .....3. George Polya             | ค. รู้ปัญหา           |
| .....4. ขั้นตอนในการแก้ปัญหา     | ง. นักคณิตศาสตร์      |
| .....5. ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา | จ. สู้คำตอบ           |

ตอนที่ 2 คำชี้แจง จงสรุปผังมโนทัศน์ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)



### ตอนที่ 3

คำชี้แจง จงแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา (ข้อละ 10 คะแนน)

1. วัตถุ A,B มีขนาดเท่ากัน โดย A มีประจุ  $-10$  คูลอมป์ และ B มีประจุ  $4$  คูลอมป์  
เมื่อนำ A และ B มาแตะกัน แล้วแยกออกจากกัน A และ B จะมีประจุไฟฟ้าเท่าไร

### วิธีทำ

#### 1 รู้ปัญหา

โจทย์ให้อะไร (1 คะแนน)

โจทย์ถามอะไร (1 คะแนน)

#### 2 พาคความรู้

ความรู้ที่ใช้ (2 คะแนน)

#### 3 สรุปคำตอบ

(4 คะแนน)

#### 4 ตรวจสอบความถูกต้อง

(2 คะแนน)



2. วัตถุหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป 500 ตัว แสดงว่าวัตถุนี้มีประจุไฟฟ้าชนิดใด  
และมีขนาดกี่คูลอมบ์

### วิธีทำ



#### รู้ปัญหา

โจทย์ให้อะไร (1 คะแนน)

โจทย์ถามอะไร (1 คะแนน)



#### พาความรู้

ความรู้ที่ใช้ (2 คะแนน)



#### สู่คำตอบ

(4 คะแนน)



#### ตรวจสอบความถูกต้อง

(2 คะแนน)





เกณฑ์การตัดสิน.....นะคะ!

- 9-10 คะแนน หมายถึง พอใจมากที่สุด
- 7-8 คะแนน หมายถึง พอใจมาก
- 5-6 คะแนน หมายถึง พอใจน้อย
- 1-4 คะแนน หมายถึง ไม่พอใจ

### ตอนที่1และตอนที่2

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้.....

ความพึงพอใจต่อคะแนน

☐ พึงพอใจมากที่สุด 😊😊😊

☐ พอใจมาก 😊😊

☐ พอใจน้อย 😊

☐ ไม่พอใจ 😞😞😞

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการเขียนครั้งต่อไป

.....

### ตอนที่3 ข้อ1

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้.....

ความพึงพอใจต่อคะแนน

☐ พึงพอใจมากที่สุด 😊😊😊

☐ พอใจมาก 😊😊

☐ พอใจน้อย 😊

☐ ไม่พอใจ 😞😞😞

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการเขียนครั้งต่อไป

.....

### ตอนที่3 ข้อ2

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้.....

ความพึงพอใจต่อคะแนน

☐ พึงพอใจมากที่สุด 😊😊😊

☐ พอใจมาก 😊😊

☐ พอใจน้อย 😊

☐ ไม่พอใจ 😞😞😞

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการเขียนครั้งต่อไป

.....







ชุดที่ 1 ไม่ยากเลยใช่ไหมครับ  
ลุยกันต่อด้วยแบบทดสอบ  
หลังเรียนเลยครับ!





### แบบทดสอบหลังเรียน

**คำชี้แจง** จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วเขียนเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ  
แบบทดสอบมี จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เวลา 10 นาที

1. ข้อใดเป็นลักษณะของวัตถุที่เกิดประจุไฟฟ้าได้

- ก. อะตอมของวัตถุขาดจำนวนนิวตรอน
- ข. อะตอมของวัตถุได้รับหรือขาดอิเล็กตรอน
- ค. อะตอมของวัตถุได้รับอนุภาคนิวตรอนจากวัตถุ
- ง. อะตอมของวัตถุมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับโปรตอน

2. สิ่งใดต่อไปนี้จะทำให้วัตถุมีอำนาจไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้นได้

- ก. โปรตอน
- ข. นิวตรอน
- ค. ประจุไฟฟ้า
- ง. อิเล็กตรอน

3. ชายคนหนึ่งใช้นิ้วแตะกับทรงกลมโลหะ ขณะที่แท่งโลหะมีประจุเป็นบวกวางใกล้กับทรงกลมโลหะ  
หลังจากแตะแล้วชายคนดังกล่าวนำแท่งประจุบวกออกจากทรงกลมโลหะ จะเกิดประจุชนิดใดขึ้นที่  
โลหะ และทรงกลมโลหะ ตามลำดับ

- ก. ประจุบวก ประจุลบ
- ข. ประจุบวก ประจุบวก
- ค. ประจุบวก เป็นกลาง
- ง. เป็นกลาง ประจุบวก

4. สาเหตุใดที่ทำให้วัตถุมีสถานะเป็นกลางทางไฟฟ้าได้
  - ก. เมื่ออะตอมขาดอิเล็กตรอน
  - ข. เมื่ออะตอมได้รับอิเล็กตรอน
  - ค. เมื่ออะตอมมีจำนวนนิวตรอนเท่ากับโปรตอน
  - ง. เมื่ออะตอมมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับโปรตอน
5. เมื่อนำแท่งแก้วด้วยผ้าแพรแล้วเกิดประจุไฟฟ้า เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
  - ก. ประจุไฟฟ้าเกิดจากแรงเสียดทาน
  - ข. การถูทำให้เกิดประจุไฟฟ้าชนิดหนึ่งขึ้นมา
  - ค. ประจุไฟฟ้าเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างมวล
  - ง. ประจุไฟฟ้าถ่ายเทจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งได้
6. วิธีการใดที่จะทำให้ฉนวนกักรมีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าได้
  - ก. ใช้โลหะหุ้มที่ฉนวน
  - ข. คลุมด้วยผ้าขนสัตว์
  - ค. คลุกเคล้ากับผงกำมะถัน
  - ง. ใช้พลาสติกขุ่นหนาๆ หุ้มให้มิดชิด
7. ข้อใดต่อไปนี้สามารถที่จะทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกได้
  - ก. ขณะที่วัตถุมีจำนวนนิวตรอนและโปรตอน
  - ข. ขณะที่วัตถุมีจำนวนอิเล็กตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน
  - ค. ขณะที่วัตถุที่มีจำนวนโปรตอนมากกว่าจำนวนอิเล็กตรอน
  - ง. ขณะที่วัตถุขาดอิเล็กตรอนและโปรตอนแต่มีจำนวนโปรตอน
8. วิธีการใดที่ทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้า และปริมาณประจุยังคงเหลือเท่าเดิม อีกทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่อีกครั้ง
  - ก. การถูกัน
  - ข. การแตะกัน
  - ค. การเหนี่ยวนำ
  - ง. การเคลื่อนย้ายประจุไฟฟ้า



9. เมื่อนำวัตถุชิ้นหนึ่งถูกับผ้าขนสัตว์แล้วนำมาจ่อเศษกระดาษที่เป็นกลางทางไฟฟ้า ปรากฏว่าเศษกระดาษถูกวัตถุชิ้นนั้นดูดเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- ก. วัตถุมีประจุไฟฟ้าบวก
- ข. วัตถุขาดอิเล็กตรอนหรือรับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นจากเดิม
- ค. วัตถุขาดโปรตอนไปหรือได้รับโปรตอนเพิ่มขึ้นจากผ้าขนสัตว์
- ง. วัตถุมีการถ่ายเทประจุบวกจากผ้าขนสัตว์ไปยังเศษกระดาษ

10. ข้อใดต่อไปนี้เป็นคุณสมบัติของประจุไฟฟ้า

- 1. ประจุไฟฟ้าลบมีแรงผลักวัตถุที่เป็นกลาง
- 2. ประจุไฟฟ้าบวกมีแรงดึงดูดประจุไฟฟ้าลบ
- 3. ประจุไฟฟ้าบวกมีแรงดึงดูดประจุไฟฟ้าบวก
- 4. ประจุไฟฟ้าบวกมีแรงดึงดูดวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า

ข้อใดถูกต้อง

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



### เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

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



### ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ ประจุไฟฟ้าไม่สามารถสร้างขึ้นได้ แต่จะทำให้มีการถ่ายเทของประจุไฟฟ้า(อิเล็กตรอน)ระหว่างวัตถุทั้งสอง วัตถุใดสูญเสียอิเล็กตรอนไปวัตถุนั้นจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนวัตถุที่ได้รับอิเล็กตรอนมา จะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ

2. แรงระหว่างประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด อะไรบ้าง

ตอบ มีทั้งแรงดูดและผลัก และเป็น แรงต่างร่วม คือ ทั้ง 2 ประจุจะออกแรงกระทำซึ่งกันและกัน ด้วยแรงเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม โดยประจุชนิดเดียวกันจะผลักกัน ต่างชนิดกันจะดูด

3. ประจุไฟฟ้ามีกี่ชนิด และมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง

ตอบ มี 2 ชนิด ได้แก่ ประจุไฟฟ้าบวก และ ประจุไฟฟ้าลบ โดยประจุไฟฟ้าเหมือนกันจะเกิดแรงผลักกัน ประจุไฟฟ้าต่างกันจะเกิดแรงดึงดูดกัน

4. กฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า กล่าวได้อย่างไร

ตอบ การทำให้วัตถุมีประจุไฟฟ้า ไม่ใช่การสร้างประจุขึ้นใหม่ แต่เป็นเพียงการย้ายประจุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเท่านั้น โดยที่ผลรวมของประจุทั้งหมดของระบบที่พิจารณา ยังคงเท่าเดิม

5. การนำแผ่นพีวีซี และแผ่นเปอร์สเปกซ์ มาถูกับผ้าสักหลาด ทำไมจึงสามารถดึงดูดกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ได้

ตอบ เกิดแรง ประจุไฟฟ้า (electric charge) หรือเรียกสั้นๆ ว่าประจุ (charge) แรงที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่าแรงระหว่างประจุ จึงสามารถดึงดูดกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ได้



6. เมื่อนักเรียนใช้ไม้บรรทัดเหล็กถูกับผ้าสักหลาด เหตุใดไม้บรรทัดเหล็กจึงไม่สามารถดึงดูดกระดาษชิ้นเล็กๆได้

ตอบ เมื่อนำวัตถุที่เป็นตัวนำไปทำการขัดสี จะไม่หลงเหลือประจุไฟฟ้าอยู่บนตัวนำเลย ถึงแม้จะเกิดการถ่ายเททางประจุไฟฟ้าระหว่างวัตถุที่นำมาขัดสี กับ ตัวนำก็ตาม เพราะประจุไฟฟ้าอิสระจะเคลื่อนที่จากตัวนำไหลผ่านมือผู้ถือและไหลลงดิน (พื้นโลก) จนหมด

7. ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า มีความแตกต่างกันอย่างไร เมื่อตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้ามีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น

ตอบ ในการเกิดประจุไฟฟ้าบนฉนวนนั้นอิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเท จะไม่เคลื่อนที่ไปไหน จึงสามารถแสดงอำนาจของประจุไฟฟ้าออกมาได้ แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นตัวนำไฟฟ้าอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ตลอดเวลา โดยอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่สู่มือขณะที่เราใช้มือจับวัตถุตัวนำจนในที่สุดตัวนำจะกลายเป็นกลางทางไฟฟ้า

8. ประจุไฟฟ้าบนตัวนำและฉนวนมีความแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ ตัวนำ คือ วัตถุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่านได้ง่าย ฉนวน คือ วัตถุที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าผ่านได้ยากหรือผ่านได้น้อย

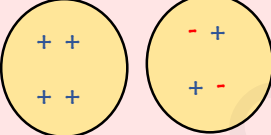




## เฉลยใบกิจกรรมที่ 1



**คำชี้แจง** 1. จงเติมคำตอบลงในช่องว่างต่อไปนี้ให้ถูกต้อง มีทั้งหมด 10 ข้อ ใช้เวลา 5 นาที

1. สิ่งที่ทำให้วัตถุมีอำนาจทางไฟคือ.....**ประจุไฟฟ้า**.....
2. ประจุไฟฟ้าบวกจะดึงดูดประจุไฟฟ้า.....**ลบ**.....และวัตถุที่เป็น.....**กลาง**.....
3. วัตถุที่มีคุณสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้าเนื่องจากมีจำนวน.....**อิเล็กตรอน**.....เท่ากับ **โปรตอน**.....
4. ประจุไฟฟ้าเหมือนกันจะเกิดแรง.....**แรงผลักกันระหว่างประจุ**.....  
ประจุไฟฟ้าต่างกันจะเกิดแรง.....**แรงดูดกันระหว่างประจุ**.....
5. เมื่อนำวัตถุสองชนิดมาถูกัน วัตถุเกิดการถ่ายเทประจุ อนุภาคที่เกิดการเคลื่อนที่แล้วทำให้วัตถุทั้งสองชนิดแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าคือ.....**อิเล็กตรอน**.....
6.  เมื่อนำวัตถุที่เป็นบวกมาวางใกล้ๆ กับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าแรงที่เกิดระหว่างวัตถุทั้งสองคือ.....**เกิดแรงดึงดูดระหว่างประจุ**.....
7. นักวิทยาศาสตร์ท่านที่ เป็นผู้จำแนกชนิดของประจุไฟฟ้าคือ...**เบนจามิน แฟลคลิน**.....
8. เมื่อนำไม้บรรทัดถูกับผ้าสักหลาดแล้วทำให้เกิดประจุไฟฟ้าเนื่องจาก.....**เกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้า**.....
9. เมื่ออะตอมหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป จะส่งผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าคือ.....**อะตอมจะมีประจุบวกมากกว่าประจุลบ จึงแสดงสมบัติทางไฟฟ้าเป็นบวก**.....
10. เมื่ออะตอมหนึ่งได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มจากภายนอก จะส่งผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าคือ.....**อะตอมจะมีประจุลบมากกว่าประจุบวก จึงแสดงสมบัติทางไฟฟ้าเป็นลบ**.....



### ตอนที่ 1

คำชี้แจง จงเติมพยัญชนะลงในช่องว่างหน้าข้อต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| .....ค.....1. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา       | ก. ตรวจสอบความถูกต้อง      |
| .....ข.....2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา       | ข. พาคำความรู้             |
| .....ง.....3. George Polya             | ค. รู้ปัญหา                |
| .....จ.....4. ขั้นตอนการแก้ปัญหา       | ง. นักคณิตศาสตร์ชาวฮังการี |
| .....ก.....5. ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา | จ. สู้คำตอบ                |

### ตอนที่ 2 คำชี้แจง จงสรุปผังมโนทัศน์ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)



### ตอนที่ 3

คำชี้แจง จงแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (ข้อละ 10 คะแนน)

1. วัตถุ A,B มีขนาดเท่ากัน โดย A มีประจุ  $-10C$  และ B มีประจุ  $4C$  เมื่อนำ A และ B มาแตะกัน แล้วแยกออกจากกัน A และ B จะมีประจุไฟฟ้าเท่าไร

## วิธีทำ

### 1 รู้ปัญหา

โจทย์ให้อะไร (1 คะแนน)

วัตถุ A,B มีขนาดเท่ากัน นั่นคือ  $R_A = R_B$

$Q_A$  ก่อนแตะ  $= -10 C$ ,  $Q_B$  ก่อนแตะ  $= 4C$

โจทย์ถามอะไร (1 คะแนน)

$Q_A$  และ  $Q_B$  หลังแตะ

### 2 พาคความรู้

ความรู้ที่ใช้ (2 คะแนน)

เมื่อนำทรงกลมมาแตะกัน จะมีการถ่ายเทประจุ จนกระทั่งทรงกลม A และ B มีประจุไฟฟ้าเท่ากัน ประจุจึงหยุดถ่ายเท

สมการที่ใช้

$$Q_A = Q_B = \frac{\sum Q}{\sum R} \times R_A$$

### 3 สู้คำตอบ

(4 คะแนน)

$$Q_A = Q_B = \frac{\sum Q}{\sum R} \times R_A \rightarrow Q_A = Q_B = \frac{(Q_A + Q_B)}{(R_A + R_B)} \times R_A$$

สมมติรัศมีของ A และ B เป็น 1 หน่วย เท่ากับ

$$Q_A = Q_B = \frac{(-10 + 4)}{(1 + 1)} \times 1$$

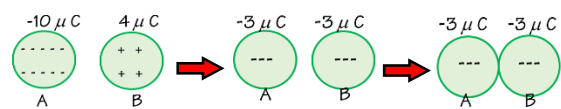
$$= \frac{-6}{2}$$

$$= -3$$

$$Q_A = Q_B = -3 \mu C$$

### 4 ตรวจสอบความถูกต้อง

(2 คะแนน)



ก่อนแตะ                      แตะ                      หลังแตะ

หลังการถ่ายเททรงกลม A และ B มีประจุลบเหมือนกัน ขนาดเท่ากัน คือ  $-3$  ไมโครคูลอมบ์ (เป็นจริง)

ตอบ A และ B มีประจุชนิดลบเหมือนกัน และ มีขนาดเท่ากับ  $3 \mu C$  เท่ากัน

2. วัตถุหนึ่งสูญเสียอิเล็กตรอนไป 500 ตัว แสดงว่าวัตถุนี้นี้มีประจุไฟฟ้าชนิดใด  
และมีขนาดกี่คูลอมบ์

## วิธีทำ



### รู้ปัญหา

โจทย์ให้อะไร (1 คะแนน)

สูญเสียอิเล็กตรอนไป 500 ตัว ( $n=500$ )

โจทย์ถามอะไร (1 คะแนน)

ชนิดและขนาดของประจุไฟฟ้า  $Q$



### พาความรู้

ความรู้ที่ใช้ (2 คะแนน)

- วัตถุสูญเสียอิเล็กตรอนไป 500 ตัว ทำให้มีประจุไฟฟ้าบวกมากกว่า ดังนั้นวัตถุนี้นี้จึงมีประจุไฟฟ้าเหลือเป็นชนิดบวก 500 ตัว
- หาปริมาณประจุชนิดขนาดได้จากสมการจากสมการ  $Q=ne$



### สู่คำตอบ

(4 คะแนน)

จาก  $Q = ne$

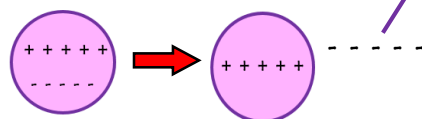
$$Q = (500)(1.6 \times 10^{-19})$$

$$= 8 \times 10^{-17} \text{ C}$$



### ตรวจสอบความถูกต้อง

(2 คะแนน) ประจุลบหลุดออกไป



$$Q = 8 \times 10^{-17} \text{ C}$$

จาก  $Q = ne$

$$8 \times 10^{-17} \text{ C} = (500)(1.6 \times 10^{-19})$$

$$8 \times 10^{-17} \text{ C} = 8 \times 10^{-17} \text{ C} \text{ เป็นจริง}$$

**ตอบ** วัตถุมีประจุไฟฟ้าบวก

และมีขนาด  $8 \times 10^{-17}$  คูลอมบ์

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

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

## บรรณานุกรม

- กิริติ ลีวัจนกุลและ วลัยรัตน์ ลีจนกุล (2548). ตะลุยโจทย์ใหม่ ฟิสิกส์ ม.6. กรุงเทพฯ : เอ.พี.ดีไซน์และการพิมพ์  
จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. คู่มือเตรียมสอบ O-NET และ A-NET กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์เพิ่มเติม  
กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนาจำกัด, 2548
- นิรันดร์ สุวรรณ์. คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ ม.6 เทอม1.  
กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนาจำกัด, 2549
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน.หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ฟิสิกส์  
เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว,  
2549.
- การเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้า.[online].[http://www.cpn1.go.th/media/thonburi/lesson/14\\_Electrostatic/lesson2.html](http://www.cpn1.go.th/media/thonburi/lesson/14_Electrostatic/lesson2.html),  
21 มกราคม 2558
- ชนิดของประจุไฟฟ้า. [online]. <http://www.mwit.ac.th/~kitipong/images/electrostatics/electric%20charge.htm>,  
2 กุมภาพันธ์ 2558

# ชุดกิจกรรมการเขียนรัฐธรรมนูญวิชาฟิสิกส์

## เรื่อง ไฟฟ้าสถิต

รายวิชาฟิสิกส์4 รหัสวิชา ว30204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

โดยใช้กระบวนการเขียนรัฐธรรมนูญวิชาการเขียน 7 ขั้นตอน

และเสริมทักษะการแก้ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคของเพลยา

โรงเรียนบ้านปล่องเหล็ยม

อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร

องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร