

## การอบรมการสร้างสื่ออุปกรณ์การสอน เรื่อง “แวนเดอกราฟอย่างง่าย”

### วัตถุประสงค์

เพื่อให้ครูมีความรู้และสามารถสร้างอุปกรณ์สื่อการสอนเรื่องการเกิดไฟฟ้าสถิตย์อย่างง่ายได้

### สาระการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.1

เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่ถ่วง แรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

### มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ป1-ป3

ข้อที่ 4 สสำรวจตรวจสอบ และบอกได้ว่า เมื่อนำวัตถุบางชนิดที่ผ่านการถูมาแล้วเข้าใกล้กันจะดูดกันหรือผลักกันได้ และวัตถุแต่ละอันจะดูดวัสดุเบาๆได้

### หลักการทำงาน

เมื่อวัตถุสองชนิดมาถูกันจะเกิดการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอน วัสดุบางชนิดจะให้อิเล็กตรอน บางชนิดจะรับอิเล็กตรอนได้ดี ตัวอย่างเช่นเมื่อนำลูกโป่งมาถูกับเส้นผมโมเลกุลยางที่ลูกโป่งจะดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของเส้นผม เมื่อนำลูกโป่งออกจากเส้นผมอิเล็กตรอนบางส่วนจะติดไปกับลูกโป่งทำให้เกิดเป็นประจุลบ เมื่อนำลูกโป่งไปวางบนกำแพงลูกโป่งสามารถลอยติดอยู่กับกำแพงได้เนื่องจากประจุลบที่ผิวของลูกโป่งจะผลักประจุลบที่อยู่บนผิวกำแพง(ที่มีอยู่จำนวนน้อย)ออกไปทำให้ประจุที่ผิวกำแพงจะมีประจุบวก จึงทำให้เกิดแรงดึงดูดขึ้นระหว่างลูกโป่งกับกำแพงมากพอที่จะต้านแรงดึงดูดจากโลกได้ ลำดับของปริมาณประจุของวัสดุแสดงดังลำดับข้างล่าง โดยที่ลำดับบนสุดจะมีประจุบวกมากที่สุดและลำดับล่างสุดจะประจุลบมากที่สุด

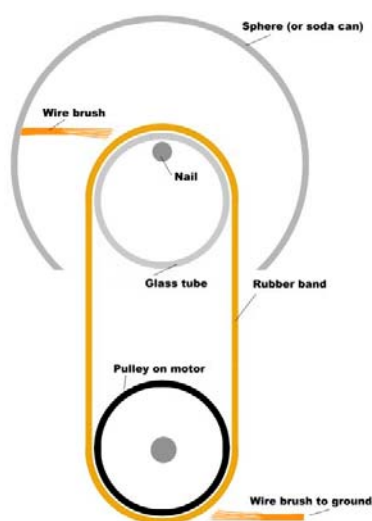
### The Triboelectric series

- ไยหิน (asbestos) Most positive
- ขนกระต่าย (rabbit fur)
- แก้ว (glass)
- เส้นผม (hair)
- ไนลอน (nylon)
- ขนแกะ (wool)
- ผ้าไหม (silk)
- กระดาษ (paper)

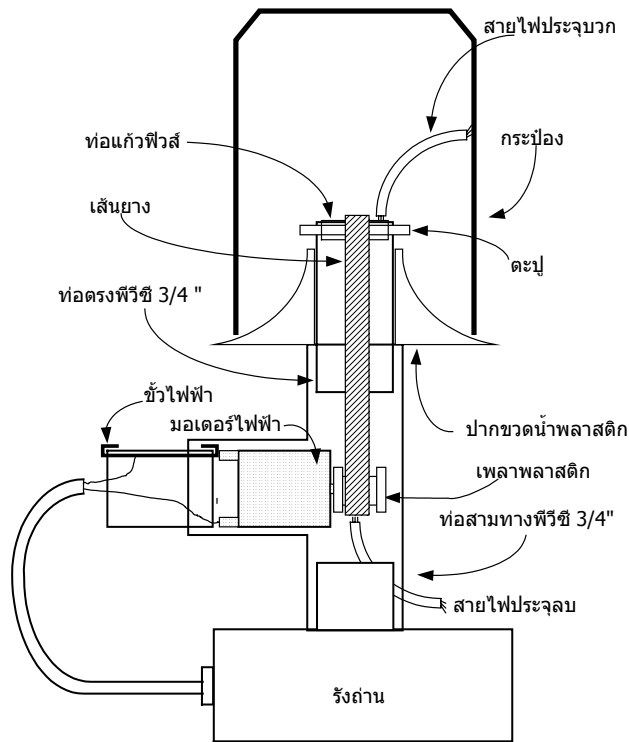
- ผ้าฝ้าย (cotton)
- ยางแข็ง (hard rubber )
- ยางสังเคราะห์ (synthetic rubber )
- โพลีเอสเตอร์ (polyester )
- สไตโรโฟม (styrofoam )
- ออลอน (orlon)
- ซาแรน (saran)
- โพลียูรีเทน (polyurethane)
- โพลีเอทีลีน (polyethylene)
- โพลีโพรไพลีน (polypropylene)
- โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride (PVC pipe) )
- เทฟลอน (teflon)
- ยางซิลิโคน (silicone rubber)

#### Most negative

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์แบบแวนเดอกราฟ (Van de Graaff) อาศัยการถูของยางกับหลอดแก้วโดยมีองค์ประกอบที่สำคัญแสดงดังรูปที่ 1 มอเตอร์ทำหน้าที่หมุนเพลลาซึ่งมีเส้นยางร้อยอยู่ระหว่างเพลลาและท่อแก้วซึ่งร้อยอยู่บนแกนตะปู เมื่อมอเตอร์หมุนเส้นยางจะถูกับท่อแก้ว ผิวของยางจะดึงอิเล็คตรอนจากท่อแก้ว ทำให้ผิวของท่อแก้วมีประจุเป็นบวกมากพอที่จะดึงอิเล็คตรอนจากสายไฟด้านบนซึ่งต่ออยู่กับกระป๋อง เมื่ออิเล็คตรอนถูกดึงออกไปแล้วทำให้ที่ผิวด้านนอกของกระป๋องมีประจุเป็นบวก ส่วนสายไฟด้านล่างจะทำหน้าที่ดึงอิเล็คตรอนออกสู่อากาศหรือลงสู่ดิน



รูปที่ 1 แผนผังแสดงองค์ประกอบหลักของการเกิดประจุไฟฟ้า  
ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์แวนเดอกราฟ



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ แวนเดอกราฟอย่างง่าย

### ส่วนประกอบของอุปกรณ์

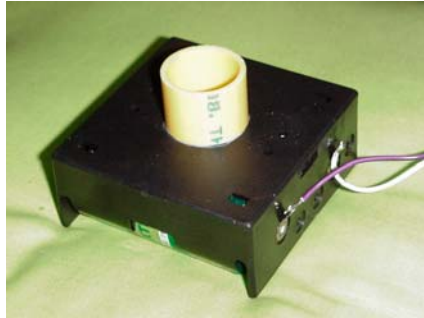
1. มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็ก 3 โวลท์	1	ตัว
2. ฟิวส์ขนาด 0.5 แอมป์	1	ตัว
3. ยางแถบใหญ่	1	เส้น
4. ตะปูล	1	ตัว
5. สายไฟฝอย ยาว 20 ซม.	1	เส้น
6. สายไฟฝอย ยาว 15 ซม.	2	เส้น
7. แกนเพลลาพลาสติก	1	ชิ้น
8. ท่อพีวีซีตรง 3/4" ยาว 3.6 เซนติเมตร	1	ชิ้น
9. ท่อพีวีซีตรง 3/4" ยาว 2.5 เซนติเมตร	1	ชิ้น
10. ท่อพีวีซีตรง 3/4" ยาว 2.0 เซนติเมตร	1	ชิ้น
11. ท่อพีวีซีสามทาง 3/4"	1	ชิ้น
12. ริงถ่านไฟฉายขนาดใหญ่ 2 ก้อน	1	ชิ้น
13. กระป๋องน้ำดื่มเปล่า(ได้กแคน)	1	กระป๋อง
14. ปากขวดพลาสติก	1	ชิ้น
15. แผ่นทองแดงบาง 0.4 x 3.6 เซนติเมตร		

### เครื่องมือที่ต้องใช้งาน

1. เลื่อยขนาดเล็ก(ตัดท่อพีวีซีหรือกรรไกรตัดท่อ)
2. กระดาษทราย
3. คัทเตอร์
4. ปืนกาว
5. กรรไกร
6. ตะไบชุด – ตะไบสามเหลี่ยม ตะไบแบน
7. กาวตราช้าง
8. หัวแร้ง
9. ตะกั่ว
10. เทปกาวใส
11. เทปกาวสองหน้าแบบบาง
12. เครื่องวัดประจุไฟฟ้า
13. คีมปากสายไฟ

## การสร้าง

1. สร้างส่วนฐานโดยนำท่อพีวีซีตรง(1) ทากาวแห้งเร็วติดกับรังถ่าน – ทำความสะอาดพื้นผิวก่อนติดกาว



รูปที่ 3 ภาพการติดตั้งส่วนฐานเข้ากับรังถ่าน

2. สร้างสวิตช์โดยใช้แผ่นทองแดงที่เตรียมไว้ประกอปกกับท่อพีวีซีตรง(2) - ใช้ตะไบขัดท่อทั้งสองด้านให้มีขนาดร่องพอดีกับขนาดของแผ่นทองแดง(ประมาณ 4 มม.)



รูปที่ 4 ภาพการติดตั้งแผ่นทองแดงเข้ากับท่อพีวีซี(3)

3. สร้างส่วนยึดตะปูโดยใช้ตะไบสามเหลี่ยมขัดร่องใส่ตะปูด้านบนท่อพีวีซีตรง(3) โดยให้ความลึกพอดีกับขนาดตะปู



รูปที่ 5 ภาพการขัดร่องใส่ตะปู

- ทำท่อแก้วจากฟิวส์ โดยถอดขั้วฟิวส์ทั้งสองด้านออกโดยใช้ความร้อนจากหัวแร้ง – ใช้คีมจับท่อแก้วขณะให้ความร้อนกับท่อฟิวส์



รูปที่ 6 ภาพการทำท่อแก้วจากการถอดขั้วฟิวส์ด้วยหัวแร้ง

- นำพลาสติกติดต่อเข้ากับมอเตอร์
- ต่อสายไฟคู่ยาว 20 ซม.เส้นหนึ่งเข้ากับขั้วด้านหนึ่งของมอเตอร์ ส่วนอีกเส้นหนึ่งต่อเข้ากับแผ่นทองแดงที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์(จากข้อ 2)



รูปที่ 7 ภาพการต่อสายไฟเข้ากับมอเตอร์และสวิตช์

- ประกอบมอเตอร์เข้ากับท่อสามทางด้านที่ตั้งฉากกับแนวท่อ – ใช้เทปกาวยพันรอบตัวมอเตอร์เพื่อให้กระชับกับขนาดของท่อ



รูปที่ 8 ภาพการประกอบมอเตอร์เข้ากับท่อฟิวส์สามทาง

8. นำท่อพีวีซี(3)ต่อเข้ากับท่อสามทางด้านแนวตรงแล้วนำตะปูร้อยเข้ากับท่อแก้ววางบนร่องที่ตะไบไว้
9. นำยางเส้นร้อยเข้ากับเพลลาของมอเตอร์และท่อแก้วที่วางอยู่บนร่องของท่อพีวีซี(3) แล้วปรับท่อพีวีซี(3)ให้ได้ความตึงของยางเหมาะสม(โดยการทดลองจ่ายไฟเข้ากับมอเตอร์ แล้วปรับท่อพีวีซี(3)ให้ระยะความตึงของเส้นยางพอดีที่ทำให้มอเตอร์หมุนได้สะดวก)
10. สร้างแท่นรองกระป๋อง นำปากขวดพลาสติกที่เตรียมไว้มาตัดปากขวดออก โดยให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องพอดีกับท่อพีวีซี(3) แล้วนำมาใส่ลงในท่อพีวีซี(3)



รูปที่ 9 ภาพการวางตะปูบนท่อพีวีซี(3)พร้อมกับแท่นรองกระป๋อง(ปากขวดน้ำ) และการร้อยเส้นยางเข้ากับแกนมอเตอร์และท่อแก้ว

#### 11. ติดตั้งสายไฟประจุบวกและลบ

สายไฟประจุลบ – นำสายไฟคู่ยาว 15 ซม. ตัดฉนวนพลาสติกออกประมาณ 0.5 ซม. นำสายไฟใส่เข้าไปในช่องที่ท่อพีวีซีสามทางให้ปลายสายเกือบสัมผัสผิวด้านในของท่อพีวีซี

สายไฟประจุบวก – นำสายไฟคู่ยาว 15 ซม. ตัดฉนวนพลาสติกออกประมาณ 0.5 ซม. ส่วนอีกด้านหนึ่งตัดฉนวนออกประมาณ 10 ซม. นำสายไฟด้านที่ตัดฉนวนออก 0.5 ซม. มาติดไว้กับปากท่อพีวีซี(3)ให้แนวการวางตั้งฉากกับท่อแก้วจัดปลายเส้นลวดทองแดง ให้เกือบสัมผัสผิวด้านในของท่อพีวีซีด้วยเทปกาว ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งนำมาติดไว้กับปากขวดพลาสติก

ทดลองหมุนมอเตอร์สังเกตว่าสายไฟทั้งประจุบวกและลบจะต้องไม่เสียดสีกับยางจนทำให้มอเตอร์หยุดหมุน



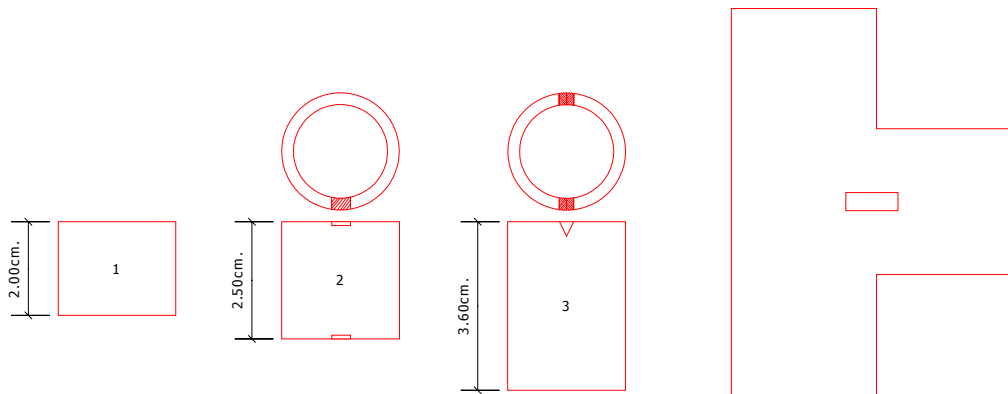
รูปที่ 10 ภาพการติดแทนร่องกระป๋อง สายไฟประจุบวกและสายไฟประจุลบ

12. นำกระป๋องน้ำอัดลมที่เปิดฝาแล้วมาวางบนแทนร่องกระป๋อง(ปากขวดน้ำ) โดยให้กระป๋องสัมผัสกับลวดทองแดง(สายไฟประจุบวก) ติดกระป๋องไว้บนแทนร่องกระป๋องด้วยเทปกาว
13. นำส่วนประกอบทั้งหมดมาวางลงบนส่วนฐานรังถ่านที่เตรียมไว้(จากข้อ 1)แล้วต่อสายไฟ(ด้านที่เหลือจากการต่อเข้ากับมอเตอร์และสวิทช์) เข้ากับรังถ่าน
14. ทดสอบการทำงานโดยตัดกระดาษให้เป็นเส้นๆ แล้วนำมาติดไว้ที่ด้านบนของกระป๋องด้วยเทปกาวหมุนสวิทช์ให้มอเตอร์ทำงานสังเกตว่ากระดาษจะค่อยๆ ี่ขึ้น



รูปที่ 11 ภาพการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดและการทดลองการทำงาน





รูปที่ 12 ขนาดของท่อพีวีซีตรงและตำแหน่งร่องบนท่อพีวีซี(2)และ(3)  
และตำแหน่งของช่องที่เจาะบนท่อพีวีซีสามทาง

**เอกสารอ้างอิง**

1. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. มกราคม 2546.
2. <http://www.scitoys.com/scitoys/scitoys/electro/electro6.html>

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(	ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(	แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(	คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

<b>● การเรียนการสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ●</b>	
<b>1. การวัด</b>	<b>2. เวกเตอร์</b>
<b>3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ</b>	<b>4. การเคลื่อนที่บนระนาบ</b>
<b>5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน</b>	<b>6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน</b>
<b>7. งานและพลังงาน</b>	<b>8. การดลและโมเมนตัม</b>
<b>9. การหมุน</b>	<b>10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง</b>
<b>11. การเคลื่อนที่แบบคาบ</b>	<b>12. ความยืดหยุ่น</b>
<b>13. กลศาสตร์ของไหล</b>	<b>14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน</b>
<b>15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก</b>	<b>16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร</b>
<b>17. คลื่น</b>	<b>18. การสั่น และคลื่นเสียง</b>
<b>● การเรียนการสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ●</b>	
<b>1. ไฟฟ้าสถิต</b>	<b>2. สนามไฟฟ้า</b>
<b>3. ความกว้างของสายฟ้า</b>	<b>4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน</b>
<b>5. ศักย์ไฟฟ้า</b>	<b>6. กระแสไฟฟ้า</b>
<b>7. สนามแม่เหล็ก</b>	<b>8. การเหนี่ยวนำ</b>
<b>9. ไฟฟ้ากระแสสลับ</b>	<b>10. ทรานซิสเตอร์</b>
<b>11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ</b>	<b>12. แสงและการมองเห็น</b>
<b>13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ</b>	<b>14. กลศาสตร์ควอนตัม</b>
<b>15. โครงสร้างของอะตอม</b>	<b>16. นิวเคลียร์</b>
<b>● การเรียนการสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ●</b>	
<b>1. จลศาสตร์ (kinematic)</b>	<b>2. จลพลศาสตร์ (kinetics)</b>
<b>3. งานและโมเมนตัม</b>	<b>4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง</b>
<b>5. ของไหลกับความร้อน</b>	<b>6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า</b>
<b>7. แม่เหล็กไฟฟ้า</b>	<b>8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง</b>
<b>9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์</b>	

