

## แวนเดอร์กราฟอย่างง่าย

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ครู และนักเรียน ได้เรียนรู้ร่วมกัน และสามารถสร้างอุปกรณ์สื่อการสอนเรื่องการเกิดไฟฟ้าสถิตย์อย่างง่ายได้

### สาระการเรียนรู้

#### สาระที่ 4 แรง และการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.1

เข้าใจ แรงธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

#### มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ป.1 – ป.3

ข้อที่ 4 ตำราตรวจสอบ และบอกได้ว่า เมื่อนำวัตถุบางชนิดที่ผ่านการถูมา แล้วเข้าไปใกล้กันจะดูดกัน หรือผลักกันได้ และวัตถุแต่ละอันจะดูดวัสดุเบา ๆ ได้

#### หลักการทำงาน

เมื่อวัตถุสองชนิด มาถูกัน จะเกิดการแลกเปลี่ยนประจุ วัสดุบางชนิดจะให้อิเล็กตรอนบางชนิดจะรับอิเล็กตรอนได้ดี ตัวอย่าง เช่น เมื่อนำลูกโป่งมาถูกับเส้นผม โมเลกุลยางที่ลูกโป่งจะดึงอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของเส้นผม เมื่อนำลูกโป่งออกจากเส้นผมอิเล็กตรอนบางส่วนจะติดไปกับลูกโป่ง ทำให้เกิดประจุลบ เมื่อนำลูกโป่งไปวางบนกำแพง ลูกโป่งสามารถลอยติดอยู่กับกำแพงได้เนื่องจากประจุลบที่ผิวของลูกโป่งจะผลักประจุลบที่อยู่บนกำแพง (ที่มีอยู่จำนวนน้อย) ออกไปทำให้ประจุที่ผิวกำแพงจะมีประจุบวก จึงทำให้เกิดแรงดึงดูดขึ้นระหว่างลูกโป่งกับกำแพงมากพอที่จะต้านแรงดึงดูดจากโลกได้ ลำดับของปริมาณประจุของวัสดุแสดงลำดับข้างล่าง โดยที่ลำดับบนสุดจะมีประจุบวกมากที่สุด และลำดับล่างสุดจะมีประจุลบมากที่สุด

### Turboelectric series

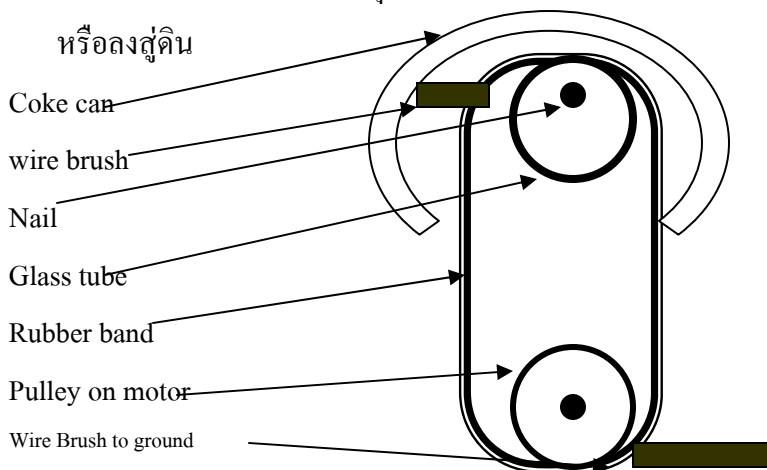
### Most positive

- ไยหิน (asbestos)
- 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)
- โพลีเอทิลีน (polyethylene)
- โพลีโพรไพลีน (polypropylene)
- โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride (PVC pipe))
- เทฟลอน (teflon)
- ยางซิลิโคน (silicone rubber)

## Most negative

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์ แบบแวนเดอร์กราฟ (Van de Graaff) อาศัยหลักการของยางกับหลอดแก้ว โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญแสดงดังรูปที่ 1 มอเตอร์ทำหน้าที่หมุนเพลาลำโพงซึ่งมีเส้นยางร้อยอยู่ระหว่างเพลาลำโพงและท่อแก้ว ซึ่งร้อยอยู่บนแกนตะปู เมื่อมอเตอร์หมุนเส้นยางจะถูกับท่อแก้ว ผิวของยางจะดึงอิเล็กตรอนจากท่อแก้ว ทำให้ผิวของท่อแก้วมีประจุบวกเป็นบวกมากพอที่จะดึงอิเล็กตรอนจากสายไฟด้านบนซึ่งต่ออยู่กับกระป๋อง เมื่ออิเล็กตรอนถูกดึงออกไปแล้วทำให้ที่ผิวด้านนอกของกระป๋องมีประจุเป็นบวก ส่วนสายไฟด้านล่างจะทำหน้าที่ดึงอิเล็กตรอนออกสู่อากาศหรือลงสู่ดิน



รูปที่ 1 แผนผังแสดงองค์ประกอบหลักของการเกิดประจุไฟฟ้า ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตย์ แวนเดอร์กราฟ

## ส่วนประกอบของอุปกรณ์

1. มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็ก 3 โวลท์	1 ตัว
2. ฟิวส์ขนาด 0.5 แอมแปร์	1 ตัว
3. ขางแถบใหญ่	1 เส้น
4. ตะปู	1 ตัว
5. สายไฟฝอย ยาว 20 เซนติเมตร	1 เส้น
6. สายไฟฝอย ยาว 15 เซนติเมตร	2 เส้น
7. แกนเพลลาพลาสติก	1 ชิ้น
8. ท่อพีวีซี ตรง 3/4 “ ยาว 3.6 เซนติเมตร	1 ชิ้น
9. ท่อพีวีซี ตรง 3/4 “ ยาว 2.5 เซนติเมตร	1 ชิ้น
10. ท่อพีวีซี ตรง 3/4 “ ยาว 2.0 เซนติเมตร	1 ชิ้น
11. ท่อพีวีซี สามทาง 3/4 “	1 ชิ้น
12. รางถ่านไฟฉายขนาดใหญ่ 2 ก้อน	1 ชิ้น
13. ครอบป้องกันน้ำดื่มเปล่า (โค้ก เบียร์)	1 ครอบ
14. ปากขวดน้ำพลาสติก	1 ชิ้น
15. แผ่นทองแดงบาง 0.4x3.6 เซนติเมตร	1 ชิ้น

เครื่องมือที่ต้องใช้งาน (อาจใช้เครื่องมืออื่นทดแทนได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม )

1. เลื่อยขนาดเล็ก (ตัดท่อพีวีซี หรือกรรไกรตัดท่อ)
2. กระดาษทราย
3. คัตเตอร์
4. ปืนกาว
5. กรรไกร
6. ตะปูชุด – ตะไบสามเหลี่ยม ตะไบแบน
7. กาวตราช้าง
8. หัวแร้ง ตะกั่ว
9. เทปกาวใส
10. เทปกาวสองหน้า แบบบาง
11. เครื่องวัดประจุไฟฟ้า
12. คีมลอกสายไฟ

### ขั้นตอนการสร้าง / การประดิษฐ์ (เสนอพอเป็นสังเขป)

1. การสร้างส่วนที่เป็นฐาน โดยนำท่อพีวีซีตรง (1) ทากาวแห้งเร็วติดกับรังถ่าน – ทำความสะอาดพื้นผิวก่อนติดกาว นำถ่านไปติดไว้บริเวณที่สำหรับใส่ถ่านด้านหลัง



(รูปที่ 2 ภาพการติดตั้งส่วนฐานเข้ากับรังถ่าน)

2. สร้างสวิทช์ โดยใช้แผ่นทองแดงที่เตรียมไว้ประกอบกับท่อพีวีซีตรง (2) – ใช้ตะปูขันต่อทั้งสองด้าน ให้มีขนาดร่องพอดีกับขนาดของแผ่นทองแดง (ประมาณ 4 มิลลิเมตร)



สร้างสวิทช์ติดแผ่นทองแดงด้าน ข้างมอเตอร์

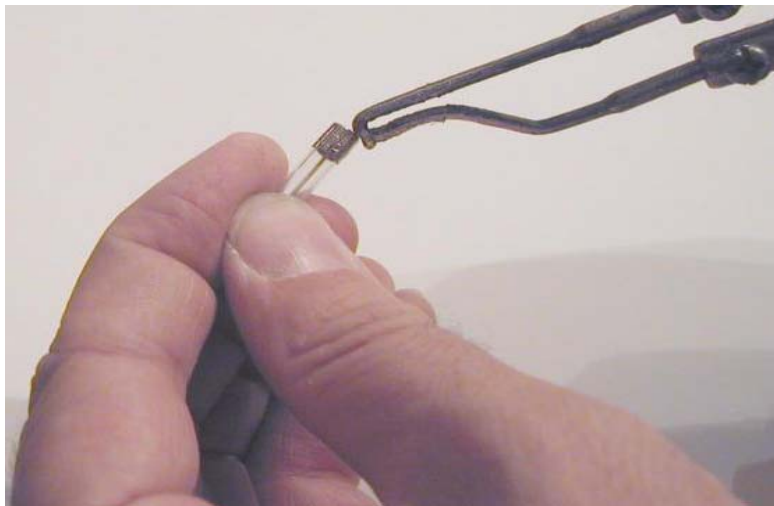
รูปที่ 3 ภาพการติดตั้งแผ่นทองแดงเข้ากับท่อพีวีซี (3)

3. สร้างส่วนยึดตะปูโดยใช้ตะไปสามเหลี่ยมขัดร่องใส่ตะปูด้านบนท่อนพีวีซีตรง (3) โดยให้ความลึกพอดีกับขนาดตะปู



รูปที่ 4 ภาพการขัดร่องใส่ตะปู

4. ทำท่อแก้วจากฟิวส์ โดยถอดขั้วฟิวส์ทั้งสองด้านออกโดยใช้ความร้อนจากหัวแร้ง – ใช้คีมจับท่อแก้วขณะให้ความร้อนกับท่อฟิวส์



รูปที่ 5 ภาพการทำท่อแก้วจากการถอดขั้วฟิวส์ด้วยหัวแร้ง

5. นำเพลลา พลาสติกต่อเข้ากับมอเตอร์ นำไปไว้ที่ช่องต่อตรงกลางของท่อนพีวีซี สามทาง

6. ต่อสายไฟคู่ยาว 20 เซนติเมตร เส้นหนึ่งเข้ากับขั้วด้านหนึ่งของมอเตอร์ ส่วนอีกเส้นหนึ่งต่อเข้ากับแผ่นทองแดงที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ (จากข้อ 2)



รูปที่ 6 ภาพการต่อสายไฟเข้ากับมอเตอร์ และสวิตช์

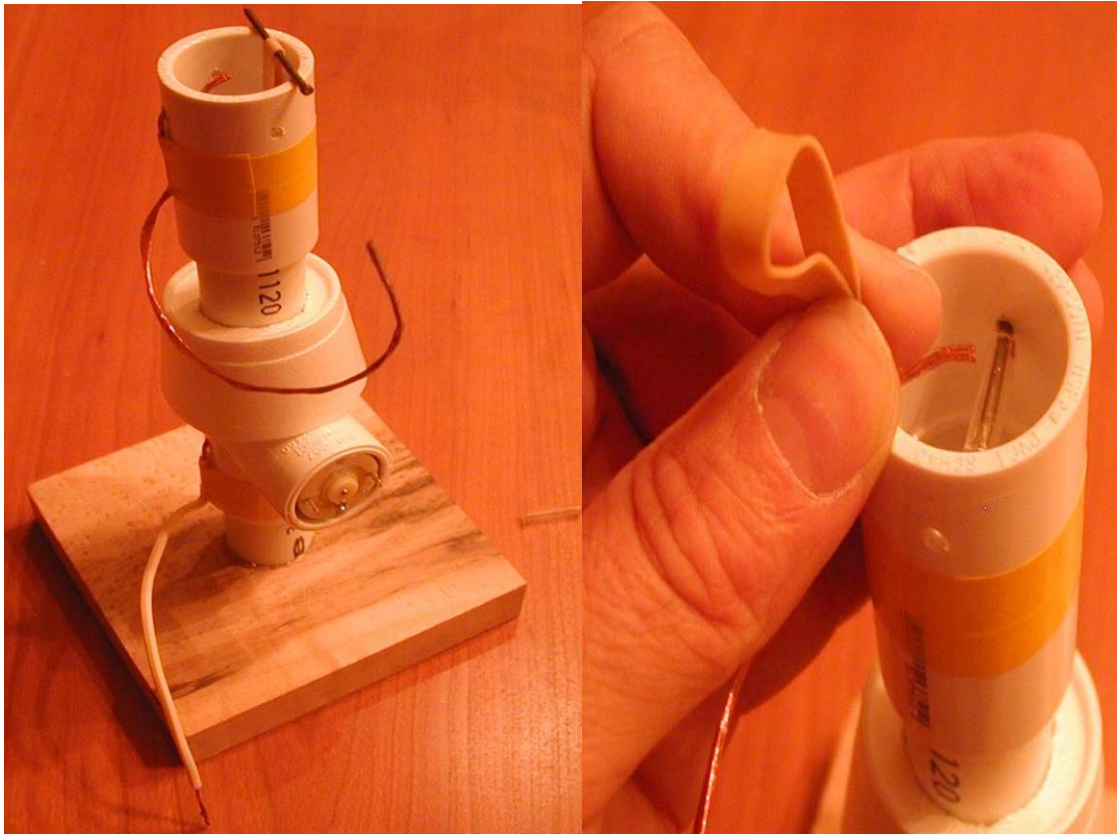
7. ประกอบมอเตอร์เข้ากับท่อสามทางด้านที่ตั้งฉากกับแนวท่อ – ใช้เทปกาวยึดรอบตัวมอเตอร์ เพื่อให้กระชับกับขนาดของท่อ



รูปที่ 7 ภาพการประกอบมอเตอร์เข้ากับท่อพีวีซีสามทาง



8. นำท่อพีวีซี (3) ต่อเข้ากับท่อสามทางด้านแนวตรง แล้วนำตะปูร้อยเข้ากับท่อแก้ววางบนร่องที่ตะไบไว้
9. นำยางเส้นร้อยเข้ากับเพลลาของมอเตอร์และท่อแก้วที่วางอยู่บนร่องของท่อพีวีซี (3) แล้วปรับท่อพีวีซี(3) ให้ระยะความตึง ของเส้นยางพอดีที่ทำให้มอเตอร์หมุนได้สะดวก
10. สร้างแทนร่องกระป๋อง นำปากขวดพลาสติกที่เตรียมไว้มาตัดปากขวดออก โดยให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องพอดีกับท่อพีวีซี (3) แล้วนำมาใส่ลงในท่อพีวีซี(3)



รูปที่ 8 ภาพการวางตะปูบนท่อพีวีซี (3) พร้อมกับแทนร่องกระป๋อง(ปากขวดน้ำ และการร้อยเส้นยาง เข้ากับแกนมอเตอร์ และท่อแก้ว

11. ติดตั้งสายไฟ ประจุบวก และประจุลบ

**สายไฟประจุลบ** – นำสายไฟคู่ยาว 15 เซนติเมตร ตัดฉนวนพลาสติกออกประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำสายไฟใส่เข้าไปในช่องที่ท่อพีวีซีสามทางให้ปลายสายเกือบสัมผัสกับเส้นยางใช้เทปกาวติดสายไฟกับท่อพีวีซี

**สายไฟประจุบวก** – นำสายไฟคู่ยาว 15 เซนติเมตร ตัดฉนวนพลาสติกออกประมาณ 0.5 เซนติเมตร ส่วนอีกด้านหนึ่งตัดฉนวนออกประมาณ 10 เซนติเมตร นำสายไฟด้านที่ตัดฉนวนออก 0.5 ซม. มาติดไว้กับปากท่อพีวีซี (3) ให้แนวการวางตั้งฉากกับท่อแก้วจัดปลาย

เส้นลวดทองแดง ให้เกือบสัมผัสกับเส้นยาง ติดสายไฟไว้กับปากท่อพีวีซีด้วยเทปกาว ส่วน  
ปลายอีกด้านหนึ่งนำมาติดไว้กับปากขวดพลาสติก แล้วทำการทดลองหมูนมอเตอร์สังเกตุว่า  
สายไฟทั้งประจุบวก และประจุลบ จะต้องไม่เสียดสีกับยางจนทำให้มอเตอร์หยุดหมุน



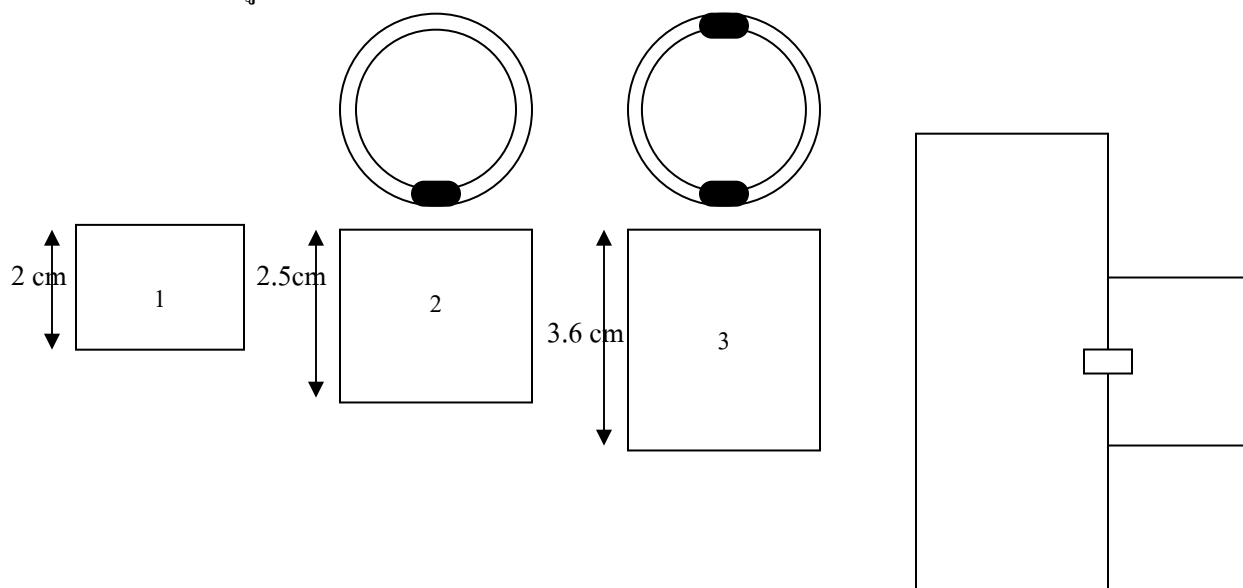
รูปที่ 9 ภาพการติดแท่นรองกระป๋อง สายไฟประจุบวก และสายไฟประจุลบ

12. นำกระป๋องน้ำอัดลมที่เปิดฝาแล้วมาวางบนแท่นรองกระป๋อง (ปากขวดน้ำ) โดยให้กระป๋องสัมผัสกับลวดทองแดง (สายไฟประจุบวก) ติดกระป๋องไว้บนแท่นรองกระป๋องด้วยเทปกาว
13. นำส่วนประกอบทั้งหมดมาวางลงบนส่วนฐานรังถ่านที่เตรียมไว้ (จากข้อ 1 ) แล้วต่อสายไฟ (ด้านที่เหลือจากการต่อเข้ากับมอเตอร์ และสวิตช์) เข้ากับรังถ่าน
14. ทดสอบการทำงานโดยตัดกระดาศให้เป็นเส้น ๆ แล้วนำมาติดไว้ที่ด้านบนของกระป๋องด้วยเทปกาว หมุนสวิตช์ ให้มอเตอร์ทำงานสังเกตุว่ากระดาศจะค่อย ๆ ชีขึ้น





รูปที่ 10 ภาพการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมด และการทดลองการทำงาน



รูปที่ 11 ขนาดของท่อ พีวีซี ตรง และตำแหน่งรองบนท่อพีวีซี (2) และ (3) และตำแหน่งของช่องที่เจาะบนท่อพีวีซีสามทาง

เอกสารอ้างอิง <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(	คดีปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

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

