

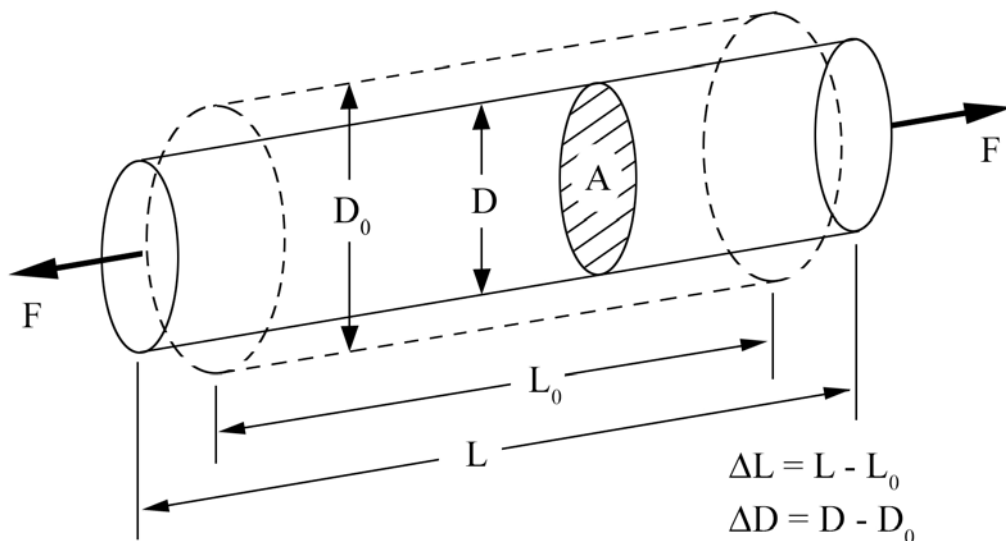
การทดลองที่ 11 ยังโมดูลัส

วัตถุประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาหาค่ายังโมดูลัส (Young's Modulus) และ อัตราส่วนของปัวซอง (Poisson Ratio) ของแท่งยางรูปทรงกระบอก

ทฤษฎี

“ภายใต้ขอบเขตการยืดหยุ่น (Elastic Limit) ปริมาณความเครียด (Strain) ของวัตถุเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณความเค้น (Stress) ที่กระทำบนวัตถุ” เป็นคำกล่าวของฮุกส์ หรือที่เรียกว่า กฎของฮุกส์



รูปที่ 1 วัตถุทรงกระบอกถูกแรง F มีขนาดเท่ากันกระทำให้ทิศตรงข้ามกัน

จากรูป วัตถุทรงกระบอกมีความยาวเริ่มต้น L_0 และมีเส้นผ่าศูนย์กลางเริ่มต้น D_0 เมื่อมีแรง F มากกระทำกับวัตถุตามรูป จะทำให้วัตถุมีความยาวเปลี่ยนไป ΔL และมีเส้นผ่าศูนย์กลางเปลี่ยนไป ΔD

ความเค้นตามยาว (Longitudinal Stress) คือ แรงดึงหรือแรงอัดตามยาวต่อหน่วยพื้นที่ เขียนสัญลักษณ์เป็น σ

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

ความเครียดตามยาว (Longitudinal Strain) คือ อัตราส่วนของความยาวที่เปลี่ยนไปกับความยาวเดิม เขียนสัญลักษณ์เป็น ϵ_{long}

$$\epsilon_{long} = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

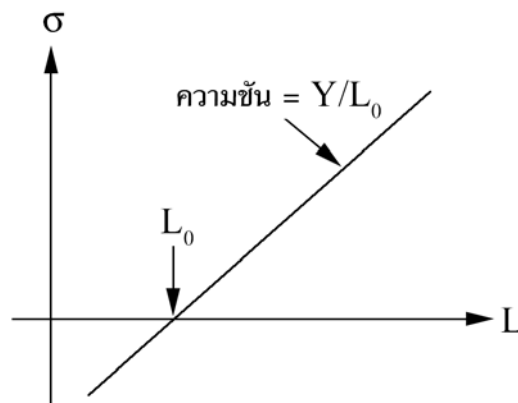
เมื่อออกแรงดึง F ไปตามความยาวของวัตถุ และมีทิศตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวาง (A) ก็จะทำให้เกิดความเค้นและความเครียดบนวัตถุนั้นอันเนื่องมาจากวัตถุนั้นเปลี่ยนแปลงความยาว ซึ่งในวัตถุหนึ่ง อัตราส่วนระหว่างความเค้นและความเครียดจะมีค่าคงที่เสมอ เรียกว่า ยังโมดูลัส (Young's Modulus) เขียนสัญลักษณ์เป็น Y จะได้ว่า

$$Y = \frac{\sigma}{\epsilon_{long}} \quad (3)$$

$$Y = \sigma \frac{L_0}{L - L_0}$$

$$\sigma = \frac{Y}{L_0} L - Y \quad (4)$$

ดังนั้นเมื่อเขียนกราฟระหว่างความเค้น (σ) กับความยาว (L) ความชันของกราฟคือ $\frac{Y}{L_0}$ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น (σ) กับความยาว (L)

ความเครียดตามยาว (Lateral Strain) คืออัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางที่เปลี่ยนไปกับเส้นผ่าศูนย์กลางเดิม เขียนสัญลักษณ์เป็น ϵ_{lat}

$$\epsilon_{lat} = \frac{\Delta D}{D_0} \quad (5)$$

อัตราส่วนปัวซอง (Poisson's Ratio) คืออัตราส่วนของความเครียดตามขวางกับความเครียดตามยาว เขียนสัญลักษณ์เป็น μ

$$\mu = -\frac{\epsilon_{lat}}{\epsilon_{long}} = -\frac{\left(\frac{\Delta D}{D_0}\right)}{\left(\frac{\Delta L}{L_0}\right)} = -\frac{\Delta D \times L_0}{\Delta L \times D_0} \quad (6)$$

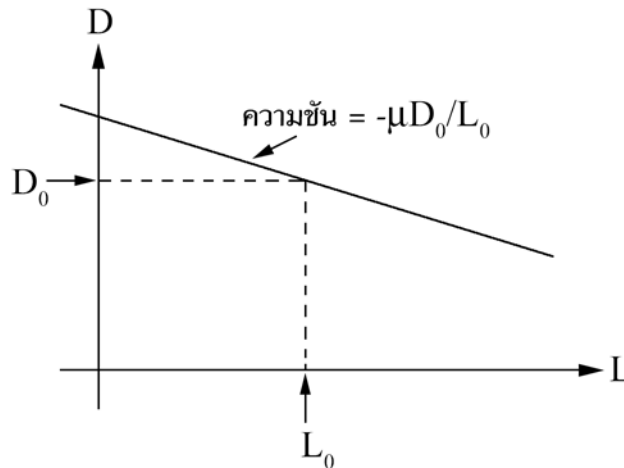
เครื่องหมายลบจะทำให้อัตราส่วนของปัวซองมีค่าเป็นบวกเสมอ เนื่องจาก ϵ_{lat} และ ϵ_{long} จะมีเครื่องหมายตรงข้ามกัน โดยทั่วไปอัตราส่วนของปัวซองของยางจะมีค่าประมาณ 0.3 ถึง 0.4

จากสมการที่ (6)

$$\mu = -\frac{D - D_0}{D_0} \times \frac{L_0}{L - L_0} \quad (7)$$

$$D = -\mu \frac{D_0}{L_0} L + D_0(1 + \mu) \quad (8)$$

ดังนั้นเมื่อเขียนกราฟระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลาง (D) กับความยาว (L) ความชันของกราฟคือ $-\mu \frac{D_0}{L_0}$ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลาง (D) กับความยาว (L)

อุปกรณ์การทดลอง

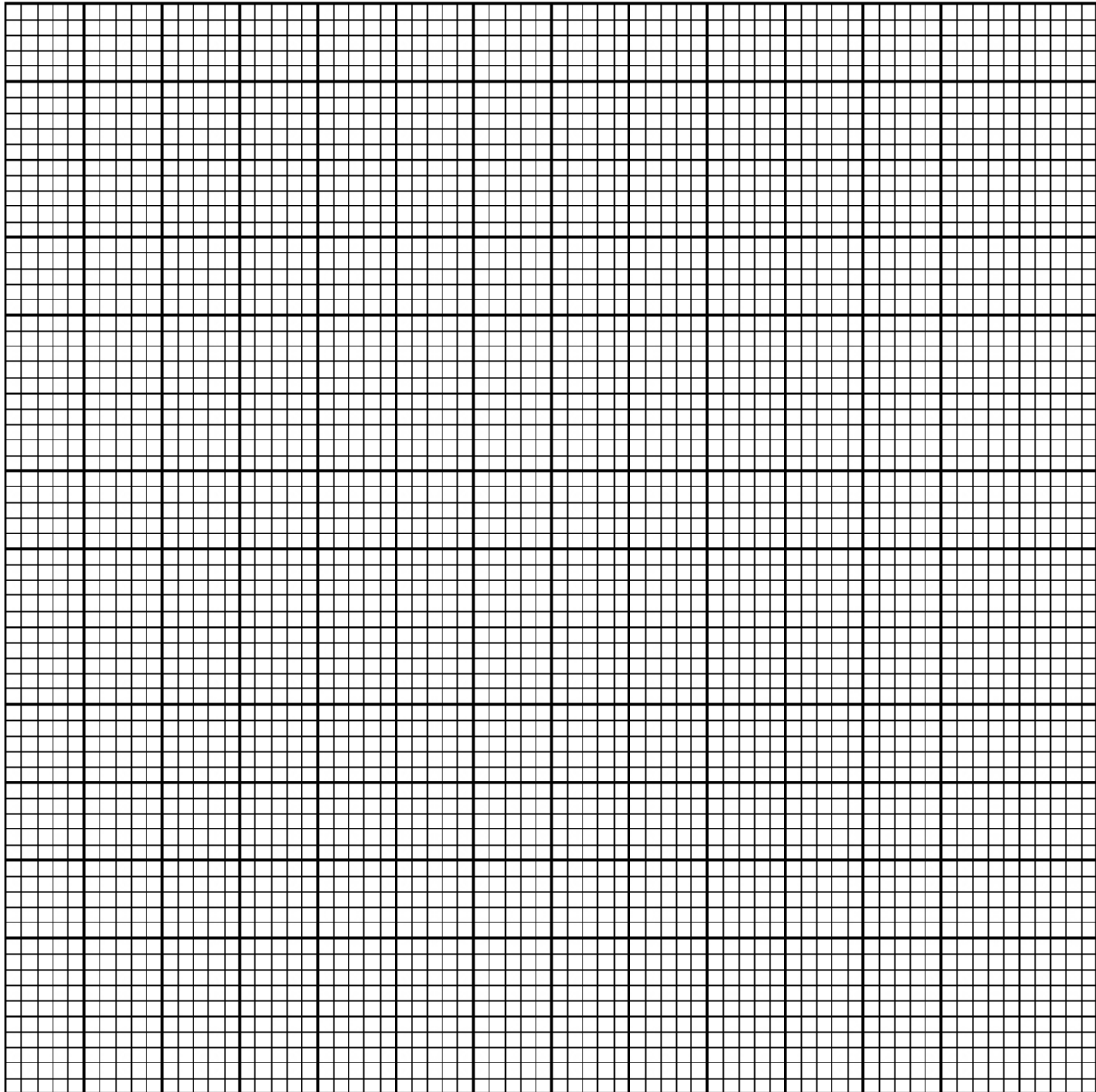
1. ชุดทดลองโมดูลัสของยัง
2. ยางรูปทรงกระบอก
3. ก้อนมวล
4. ไมโครมิเตอร์ และเทปวัดระยะ

วิธีการทดลอง

1. วางก้อนมวล (M) ขนาด 1 กิโลกรัม ลงในจานรอง รอให้ระบบเข้าสู่สมดุล ใช้เทปวัดระยะวัดความยาว (L) ของยาง และวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง (D) ของยางโดยใช้ไมโครมิเตอร์ บันทึกค่าลงตารางบันทึกผล
2. ทำซ้ำในข้อที่ 1 โดยเพิ่มก้อนมวลทีละ 1 กิโลกรัมจนครบ 5 กิโลกรัม
3. เขียนกราฟระหว่างความเค้น (σ) กับความยาว (L) และหาความชันของกราฟ อ่านค่า L_0 จากกราฟ แล้วบันทึกค่า และคำนวณหาค่ายังโมดูลัส
4. เขียนกราฟระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลาง (D) กับความยาว (L) และหาความชันของกราฟ อ่านค่า D_0 แล้วบันทึกค่า และคำนวณหาค่าอัตราส่วนของปัวซอง

วิเคราะห์ผลการทดลอง

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น (σ) กับความยาว (L)



- ความชันของกราฟ =
- สมการเส้นตรง y =
- ค่ายั้งโมดูลัส (Y) =
- ความยาวเริ่มต้นของยาง (L_0) =

ตัวอย่างการคำนวณ

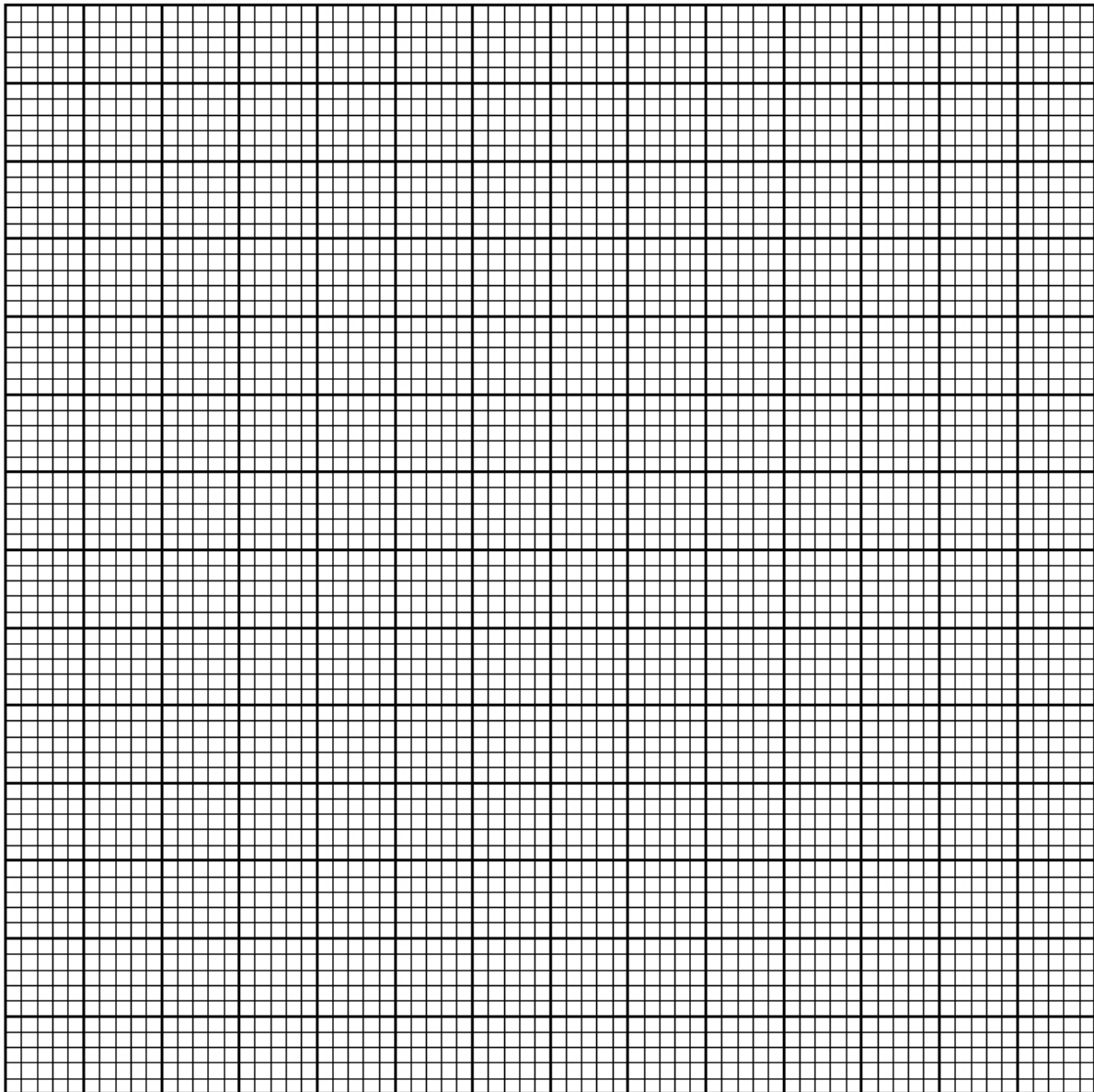
.....

.....

.....

.....

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลาง (D) และความยาว (L)



ความชันของกราฟ =

สมการเส้นตรง y =

ค่าอัตราส่วนของปัวซอง =

เส้นผ่าศูนย์กลางเริ่มต้นของยาง (D_0) =

ตัวอย่างการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ในการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติการยืดหยุ่นของแท่งเหล็กทรงกระบอกยาว 1 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร จากกราฟระหว่างความเค้นตามยาว (σ) กับความยาว (L) มีค่าความชัน 197 N/mm^3 จงคำนวณหาค่าโมดูลัสของยัง ของแท่งเหล็กนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากการทดลองในข้อ 1 อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางที่เปลี่ยนไปต่อความยาวที่เปลี่ยนไปเท่ากับ 0.015 ($\Delta D / \Delta L$) จงคำนวณหาอัตราส่วนของปริมาตรของแท่งเหล็ก

.....

.....

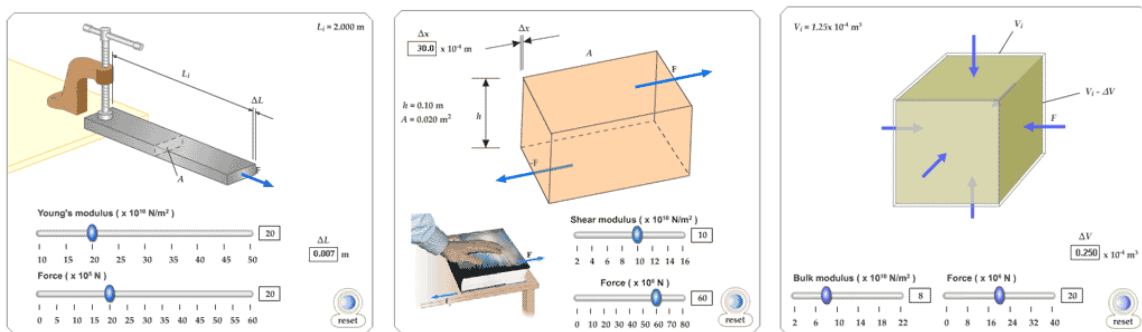
.....

.....

.....

ค้นคว้าเพิ่มเติมที่

<http://203.158.100.140/labphysics1>



ความยืดหยุ่น เป็นคุณสมบัติอันสำคัญของวัสดุ ในห้องทดลอง ท่านจะสามารถเข้าใจ ความหมายของโมดูลัสความยืดหยุ่นแบบต่างๆ ในลักษณะการทดลองเสมือนจริง

.....

.....

.....

.....

.....

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	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
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
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
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
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

