

## Superposition and Standing Waves

1. คลื่นสองขบวนแทรกสอดกันแบบเสริมสร้างกัน ความต่างเฟสระหว่างคลื่นทั้งสองมีค่าเท่าใด
2. คลื่นสองขบวนแทรกสอดกันแบบหักล้างกัน ความต่างเฟสระหว่างคลื่นทั้งสองมีค่าเท่าใด
3. การแทรกสอดแบบเสริมสร้างกันของคลื่นสองคลื่นที่มาจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ณ จุดใดจุดหนึ่ง เกิดเมื่อความแตกต่างของระยะทาง (path difference) มีค่าเป็นเท่าใด
4. การแทรกสอดแบบหักล้างกันของคลื่นสองคลื่นที่มาจากแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ณ จุดใดจุดหนึ่ง เกิดเมื่อความแตกต่างของระยะทาง (path difference) มีค่าเป็นเท่าใด
5. สมการ  $y = (2A \sin kx) \cos \omega t$  แสดงถึงคลื่นชนิดใด
6. ถ้ามี node เกิดที่ตำแหน่ง  $x = 0$  ตำแหน่งที่เกิดแอมพลิจูดสูงสุดของคลื่นนิ่งความยาวคลื่น  $\lambda$  จะเกิดขึ้นที่ตำแหน่ง  $x$  น้อยสุดเท่าใด
7. ระยะระหว่าง antinodes ของคลื่นนิ่งมีค่าเท่าใด
8. จุดกำเนิด (origin) ของแกน X อยู่ที่ปลายหนึ่งของเชือกความยาว  $L$  ถ้าคลื่นนิ่งความยาวคลื่น  $\frac{L}{4}$  ทำให้เชือกสั้น ตำแหน่งที่มีแอมพลิจูดน้อยที่สุดที่ใกล้จุดกำเนิดที่สุดอยู่ที่  $x$  เท่าใด (ที่ไม่ใช่ปลายเชือก)
9. ความยาวคลื่นค่ามากที่สุดของคลื่นนิ่งบนเชือกยาว  $L$  เป็นเท่าใด
10. ถ้าคลื่นนิ่งเกิดบนเชือกยาว  $L$  โดยมีปลายทั้งสองตรึงกับที่ ความถี่ของฮาร์โมนิกที่หนึ่ง (first harmonic) เป็นเท่าใด ถ้าให้  $v$  เป็นอัตราเร็วคลื่นในเชือก
11. ถ้าคลื่นนิ่งเกิดบนเชือกยาว  $L$  โดยมีปลายทั้งสองตรึงกับที่ ความถี่ของฮาร์โมนิกที่สาม (third harmonic) เป็นเท่าใด ถ้าให้  $v$  เป็นอัตราเร็วคลื่นในเชือก
12. ถ้าคลื่นนิ่งเกิดบนเชือกยาว  $L$  โดยมีปลายทั้งสองตรึงกับที่ ความถี่ของฮาร์โมนิกที่สี่ (fourth harmonic) เป็นเท่าใด ถ้าให้  $v$  เป็นอัตราเร็วคลื่นในเชือก
13. ที่ปลายปิดของลำอากาศในท่อเป็น node หรือ antinode ของแอมพลิจูด และความดัน
14. ความยาวคลื่นสำหรับฮาร์โมนิกที่หนึ่ง ณ ขณะที่เกิด resonance จากลำอากาศในท่อยาว  $L$  ที่มีปลายเปิดทั้งสองข้างมีค่าเท่าใด
15. ความยาวคลื่นสำหรับฮาร์โมนิกที่หนึ่ง ณ ขณะที่เกิด resonance จากลำอากาศในท่อยาว  $L$  ที่มีปลายปิดข้างหนึ่งมีค่าเท่าใด
15. จงหาความถี่ของฮาร์โมนิกที่สามบนเชือกยาว 1.00 m มวลต่อความยาวเป็น  $2.00 \times 10^{-3}$  kg/m และความตึงเชือกเป็น 80 N
16. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนมีฟังก์ชันเป็น  $y_1 = 3.0 \sin[(4x - 700t) \text{ rad}]$  และ  $y_2 = 3.0 \sin[(4x - 700t - 2) \text{ rad}]$  (ในระบบหน่วย SI) จงหาแอมพลิจูดของคลื่นรวม
17. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนมีฟังก์ชันเป็น  $y_1 = 4 \sin(8x - 300t)$  และ  $y_2 = 4 \sin(8x - 300t - 2)$  (ในระบบหน่วย SI) จงหาความถี่ของคลื่นรวม
18. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนมีฟังก์ชันเป็น  $y_1 = 5 \sin(6x - 900t)$  และ  $y_2 = 5 \sin(6x - 900t - 2)$  (ในระบบหน่วย SI) จงหาความยาวคลื่นของคลื่นรวม
19. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนมีฟังก์ชันเป็น  $y_1 = 7 \sin(5x - 100t)$  และ  $y_2 = 7 \sin(5x - 100t - 2)$  (ในระบบหน่วย SI) จงหาเฟสของคลื่นรวม ขณะที่  $x = 0, t = 0$

## 2 Superposition and Standing Waves

20. ถ้าแหล่งกำเนิดสองแหล่งให้คลื่นความยาวคลื่นเดียวกันคือ 4 m ณ ตำแหน่งหนึ่งและที่ขณะหนึ่ง ถ้าความแตกต่างของระยะทางของคลื่นทั้งสองเป็น 5 m จงหาความต่างเฟสของทั้งสองคลื่นนี้
21. จงหาความถี่ของฮาร์โมนิกที่สองบนเชือกยาว 1.00 m มวลต่อความยาวเป็น  $2.00 \times 10^{-3}$  kg/m และความตึงเชือกเป็น 80 N
22. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนมีฟังก์ชันเป็น  $y_1 = 4 \sin(x + 3t)$  cm และ  $y_2 = 4 \sin(x - 3t)$  cm โดย  $x$  และ  $t$  มีหน่วย cm และ s ตามลำดับ จงหาขนาดสูงสุดของฟังก์ชันคลื่น  $y = y_1 + y_2$  ที่  $x = 1.57$  cm
23. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนมีฟังก์ชันเป็น  $y_1 = 3 \sin(8x + 2t)$  cm และ  $y_2 = 3 \sin(8x - 2t)$  cm โดย  $x$  และ  $t$  มีหน่วย cm และ s ตามลำดับ จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่กำลังเคลื่อนที่ทั้งสองนี้
24. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนมีฟังก์ชันเป็น  $y_1 = 6 \sin(\pi(2x + 3t))$  cm และ  $y_2 = 6 \sin(\pi(2x - 3t))$  cm โดย  $x$  และ  $t$  มีหน่วย cm และ s ตามลำดับ จงหาขนาดเล็กที่สุดของ  $x$  ที่สอดคล้องกับ node
25. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนเคลื่อนที่ในทิศสวนกันและทำให้เกิดคลื่นนิ่งที่บรรยายได้ด้วยสมการ  $y = 3 \sin(2x) \cos(5t)$  โดย  $x$  และ  $t$  มีหน่วย m และ s ตามลำดับ จงหาความยาวคลื่นของคลื่นรวมนี้
26. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนเคลื่อนที่ในทิศสวนกันและทำให้เกิดคลื่นนิ่งที่บรรยายได้ด้วยสมการ  $y = 4 \sin(5x) \cos(6t)$  โดย  $x$  และ  $t$  มีหน่วย m และ s ตามลำดับ จงหาความถี่คลื่นของคลื่นรวมนี้
27. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนเคลื่อนที่ในทิศสวนกันและทำให้เกิดคลื่นนิ่งที่บรรยายได้ด้วยสมการ  $y = 2 \sin(4x) \cos(3t)$  โดย  $x$  และ  $t$  มีหน่วย m และ s ตามลำดับ จงหาอัตราเร็วของคลื่นรวมนี้
28. คลื่นฮาร์โมนิกสองขบวนเคลื่อนที่ในทิศสวนกันและทำให้เกิดคลื่นนิ่งที่บรรยายได้ด้วยสมการ  $y = 2 \sin(\pi x) \cos(3\pi t)$  โดย  $x$  และ  $t$  มีหน่วย m และ s ตามลำดับ จงหาระยะระหว่าง antinodes ที่ติดกัน
29. เชือกยาว 200 cm มวลต่อความยาวเป็น 0.015 g/cm และจึงตรึงที่ปลายทั้งสองด้วยความตึง 600 N จงหาความยาวคลื่นของฮาร์โมนิกที่หนึ่ง
30. เชือกยาว 200 cm มวลต่อความยาวเป็น 0.015 g/cm และจึงตรึงที่ปลายทั้งสองด้วยความตึง 600 N จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่กำลังเคลื่อนที่นี้
31. เชือกจึงตึงกำลังสั่นโดยมีส่วนที่เหมือนกันสามส่วนบนเชือกเมื่อถูกขับด้วยความถี่ 480 Hz จงหาความถี่ธรรมชาติ (natural frequency) ของเชือกนี้
32. ลวดเหล็กสายเปียโนมีความยาว 0.70 m และมวล 4.3 g ถ้าจึงลวดนี้ให้ตึง (ด้วยความยาวนี้) และทำสั่นด้วยความถี่มูลฐาน (fundamental frequency) ของ middle C (ความถี่ 261.6 Hz) ความตึงลวดเป็นเท่าใด
33. ส้อมเสียงสองอันมีความถี่ 264 และ 262 Hz เมื่อทำให้เกิด beats จะมีความถี่ beats เท่าใด
34. เครื่องดนตรีสองชิ้นให้ความถี่ beats เป็น 5 Hz ถ้าเครื่องหนึ่งมีความถี่ 264 Hz อีกเครื่องหนึ่งจะมีความถี่เท่าใด
35. คลื่นสองขบวน ณ ตำแหน่งหนึ่งในตัวกลาง บรรยายด้วยฟังก์ชัน  $y_1 = 6 \cos 180t$  และ  $y_2 = 6 \cos 186t$  จงหาความถี่ของคลื่นรวมที่ตำแหน่งนี้
36. ถ้าต้องการทำให้เกิดคลื่นนิ่งบนลวดยาว 1.8 m ที่ถูกตรึงแน่นทั้งสองปลาย อัตราเร็วคลื่นในเชือกเป็น 540 m/s จงหาความถี่ต่ำสุดที่สามารถทำให้เกิดคลื่นนิ่งบนลวดนี้ได้
37. ระยะที่ใกล้ที่สุดระหว่าง node และ antinode เป็นเท่าใดสำหรับคลื่นนิ่งความยาวคลื่น  $\lambda$
38. จงหาความยาวคลื่นมูลฐาน (fundamental wavelength) ที่เกิดในท่อออกแกนยาว 2.5 m และปลายเปิดทั้งสองด้าน

39. ฟังก์ชันคลื่นของคลื่นสองขบวนเป็น  $y_1 = 12 \sin \left[ \pi \left( \frac{3.0}{\text{m}} x - \frac{5.0}{\text{s}} t \right) \right]$  cm และ

$y_2 = 12 \sin \left[ \pi \left( \frac{3.0}{\text{m}} x - \frac{5.0}{\text{s}} t \right) - 4.0 \text{ rad} \right]$  cm จงหาการกระจัด  $y$  ที่ตำแหน่ง  $x = 1.0$  m และเวลา  $t = 1.0$  s

40. ฟังก์ชันคลื่นของคลื่นเสียงสองขบวนเป็น  $y_1 = 6.0 \sin \left[ \pi \left( \frac{2.0}{\text{m}} x + \frac{3.0}{\text{s}} t \right) \right]$  cm และ  $y_2 = 6.0 \sin \left[ \pi \left( \frac{2.0}{\text{m}} x - \frac{3.0}{\text{s}} t \right) \right]$  cm  
จงหาระยะ  $x$  ที่น้อยที่สุดและเป็นบวกสำหรับตำแหน่ง antinode ของคลื่นนิ่ง

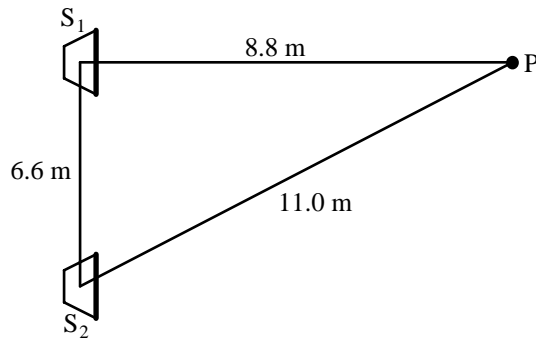
41. ฟังก์ชันคลื่นของคลื่นเสียงสองขบวนในอากาศเป็น  $y_1 = 6.0 \sin \left[ \pi \left( \frac{2.0}{\text{m}} x + \frac{3.0}{\text{s}} t \right) \right]$  nm และ

$y_2 = 6.0 \sin \left[ \pi \left( \frac{2.0}{\text{m}} x - \frac{3.0}{\text{s}} t \right) \right]$  nm จงหาการกระจัดของโมเลกุลอากาศที่มีตำแหน่งสมดุลที่  $x = 0.030$  m เมื่อเวลา  $t = 5.0$  s

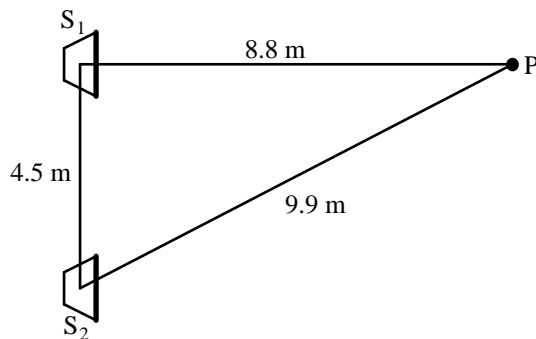
42. ฟังก์ชันคลื่นของคลื่นเสียงสองขบวนที่เคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งหนึ่งเป็น  $y_1 = 6 \cos \left( \frac{180\pi}{\text{s}} t \right)$  nm และ

$y_2 = 6 \cos \left( \frac{186\pi}{\text{s}} t \right)$  nm จงหาความถี่บีตส์ที่ได้ยิน ณ ตำแหน่งนั้น

43. ถ้าโพงสองตัวต่อกับแหล่งกำเนิดสัญญาณรูปไซน์เครื่องเดียวกันให้คลื่นออกมาด้วยเฟสตรงกัน ถ้าความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดเป็น 2.2 m ความต่างเฟสของคลื่นทั้งสองที่จุด P เป็นเท่าใด



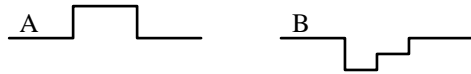
44. ถ้าโพงสองตัวต่อกับแหล่งกำเนิดสัญญาณรูปไซน์เครื่องเดียวกันให้คลื่นออกมาด้วยเฟสตรงกัน ถ้าความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดเป็น 2.2 m ความต่างเฟสของคลื่นทั้งสองที่จุด P เป็นเท่าใด



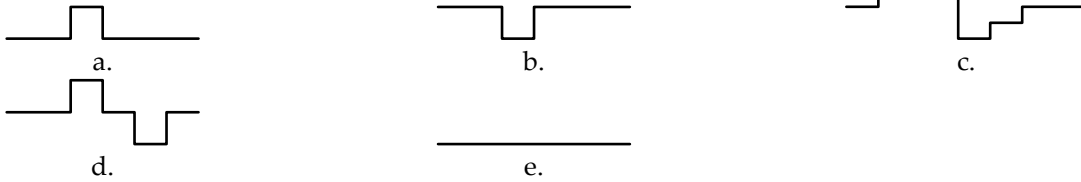
45. ถ้าโพงเล็ก ๆ อันหนึ่งวางอยู่ใกล้กับปลายเปิดของท่อทรงกระบอกที่มีอีกด้านหนึ่งเป็นปลายปิด ถ้าท่อยาว 2 m อัตราเร็วเสียงในอากาศในห้องนั้นเท่ากับ 336 m/s ความถี่จากลำโพงที่ทำให้เกิด resonance ในลำอากาศในท่อได้เป็นเท่าใดบ้าง

4 Superposition and Standing Waves

46. ลูกคลื่นสองลูก A และ B เคลื่อนที่สวนกันและไปถึงที่ตำแหน่งเดียวกันบนเชือก



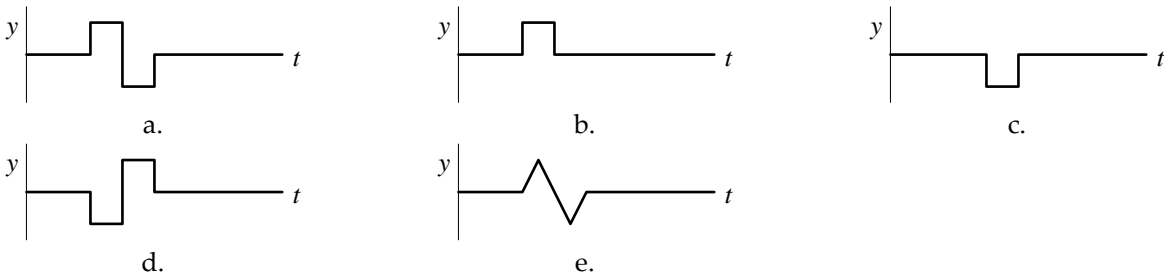
ณ ขณะที่คลื่นซ้อนทับกันอย่างสมบูรณ์ รูปร่างของเชือกเป็นตามรูปใด



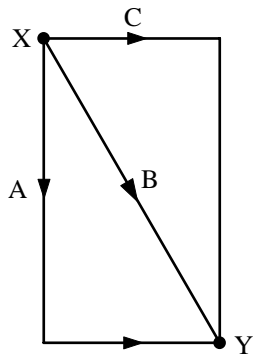
47. ลูกคลื่นลูกหนึ่งเคลื่อนที่ไปทางขวาบนเชือก



การกระจัดของจุด P ตามเวลาเป็นดังกราฟรูปใด



48. คลื่นเสียงเคลื่อนที่จาก X ไป Y ตามเส้นทางสามเส้น A, B, C ระยะที่สั้นที่สุดและยาวที่สุดเท่ากับ  $5\lambda$  และ  $12\lambda$  ตามลำดับ ถ้าให้แสงเคลื่อนที่ตามเส้นทาง B ไปสู่ Y จะมีความต่างเฟสกับคลื่นแสงที่มาตามเส้นทาง A และ C เท่าใด

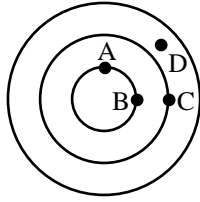


49. จากรูปในข้อ 48. ถ้าคลื่นเสียงเคลื่อนที่จาก X ไป Y ตามเส้นทางสามเส้น A, B, C ระยะที่สั้นที่สุดและยาวที่สุดเท่ากับ  $\frac{5}{2}\lambda$

และ  $6\lambda$  ตามลำดับ ถ้าให้แสงเคลื่อนที่ตามเส้นทาง B ไปสู่ Y จะมีความต่างเฟสกับคลื่นแสงที่มาตามเส้นทาง A และ C เท่าใด

50. ถ้าเสียงความถี่เดียว (pure tones) จากสามแหล่งกำเนิด มีความถี่ 360, 363, 368 Hz เมื่อทำให้เกิดทั้งสามเสียงนี้พร้อมกัน ความถี่บีตส์ที่ได้ยินมีค่าเท่าใดบ้าง

51. รูปข้างล่างนี้แสดงสันคลื่น (wave crests) หลังจากที่ยอนก้อนหินลงสู่ผิวน้ำในสระ



ความต่างเฟสระหว่างตำแหน่ง A และ B เป็นเท่าใด

52. จากรูปในข้อ 51. ความต่างเฟสระหว่างตำแหน่ง A และ C เป็นเท่าใด

53. จากรูปในข้อ 51. ความต่างเฟสระหว่างตำแหน่ง A และ D เป็นเท่าใด

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(	ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(	แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเตอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ(ไทย1) 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>การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1</b> <span style="float: right;"></span>	
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</b> <span style="float: right;"></span>	
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</b> <span style="float: right;"></span>	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

