

As the pulse is sent into the ground, it interacts with conductive objects underground, causing them to weakly emit their own...



เครื่องตรวจหาโลหะ

โดย พศ.จรัส บุญยธรรมา สาขาวิชาฟิสิกส์

ท่านผู้อ่านคงเคยเห็นตำรวจใช้เครื่องสแกนหาวัตถุและอาวุธของพวกวัยรุ่นที่เข้าไปดูงานตามคอนเสิร์ตต่าง ๆ หรือเห็นคนใช้เครื่องกำลังตรวจหาอะไรบางอย่างตามชายหาด หรือท่านอาจจะเคยถูกตรวจสอบวัตถุระเบิดก่อนเข้าบริเวณในท้องของสนามบิน และถ้าท่านทำงานเกี่ยวกับการก่อสร้าง บางครั้งต้องการทราบว่าบริเวณใดมีสายเคเบิลหรือท่อฝังอยู่ เครื่องที่ท่านประสมมานี้เรียกว่าเครื่องตรวจหาโลหะ



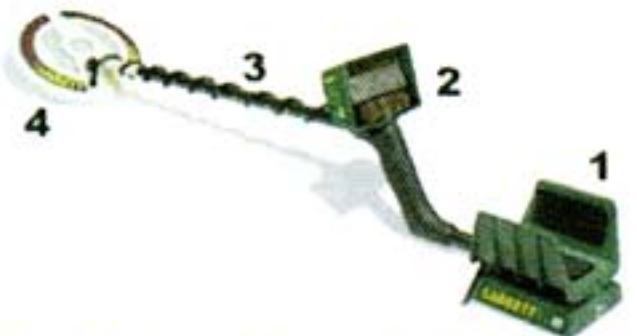
รูปที่ 1 เครื่องตรวจหาโลหะที่มีขายอยู่ทั่วไป

เครื่องตรวจหาโลหะใช้ในงานประยุกต์ได้อีกหลากหลายอาทิเช่น ตรวจหาอาวุธในโรงเรียน หรือผู้เข้าเยี่ยมชมนักโทษ เพื่อไม่ให้นำอาวุธติดเข้าไปให้ผู้ต้องขัง หรือแม้แต่การค้นหาสมบัติใต้ดิน และได้นำ ก็สามารคนนำไปใช้ได้เช่นเดียวกัน

กายวิภาคของเครื่องตรวจหาโลหะ

เครื่องตรวจหาโลหะทั่วไป ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (ดูรูปที่ 2 ประกอบ)

1. สเตบิลไลเซอร์ (อุปกรณ์เสริม) ใช้ควบคุมการทรงตัวของอุปกรณ์ทั้งหมดให้คงที่ขณะถือเครื่องมือไปมา
2. กล่องควบคุม ประกอบด้วยวงจรไฟฟ้า ตัวควบคุม ลำโพง แบตเตอรี่ และ ไมโครโพรเซสเซอร์
3. แท่งเพลลา ลักษณะเป็นแท่งยาวต่อกล่องควบคุมกับคอยล์ ทำจากท่อก็ได้ สามารถปรับให้ยาวหรือสั้นตามสรีระของผู้ใช้งาน
4. คอยล์ค้นหา เป็นหัวค้นหา ลักษณะเป็นวง ทำหน้าที่เป็นเสาอากาศ



รูปที่ 2 เครื่องตรวจหาโลหะส่วนใหญ่มีที่เสียบหูฟัง กล่องควบคุม และหน้าจอบอกสถานะขณะค้นหาให้ทราบ

การใช้เครื่องตรวจหาโลหะทำได้ง่ายมาก เมื่อเปิดสวิตซ์การใช้งานให้ท่านใช้คอยล์กวาดไปพื้นที่ที่จะค้นหา เมื่อคอยล์อยู่เหนือเป้าหมาย สัญญาณจะดังขึ้น ว่ามีโลหะอยู่ใต้พื้นนั้น เครื่องตรวจหาโลหะราคาแพง สามารถบอกชนิดของวัตถุ และตำแหน่งว่าอยู่ลึกลงไปเท่าไรได้

เครื่องตรวจหาโลหะมีเทคโนโลยีพื้นฐานอยู่ 3 แบบคือ

- * very low frequency (VLF)
- * Pulse induction (PI)
- * Beat frequency oscillation (BFO)

รสนาดของโลหะ

เทคโนโลยีที่มีความดีด้า ดังรูปที่ 3 ประกอบขึ้นจากคอยล์ 2 ชนิดคือ คอยล์ส่ง (transmitter coil) เป็นขดลวดอยู่รอบนอก ไฟฟ้าสลับถูกส่งผ่านคอยล์ด้านนอกนี้ การสลับของกระแสไฟฟ้ามีความถี่เป็นพันครั้งต่อวินาที ยกตัวอย่าง เครื่องค้นหาบางรุ่น ใช้ความถี่กระแสสลับที่ 6.6 กิโลเฮิร์ตซ์ (KHz) มีความหมายว่า กระแสไฟฟ้ากลับทิศทางเป็นจำนวน 6,600 ครั้งต่อวินาที

* คอยล์รับ (Receiver coil) เป็นขดลวดอยู่ด้านใน ทำหน้าที่เหมือนเสาอากาศ มีวงจรไฟฟ้าขยายสัญญาณที่ได้จากคอยล์รับ และส่งสัญญาณออกทางลำโพง

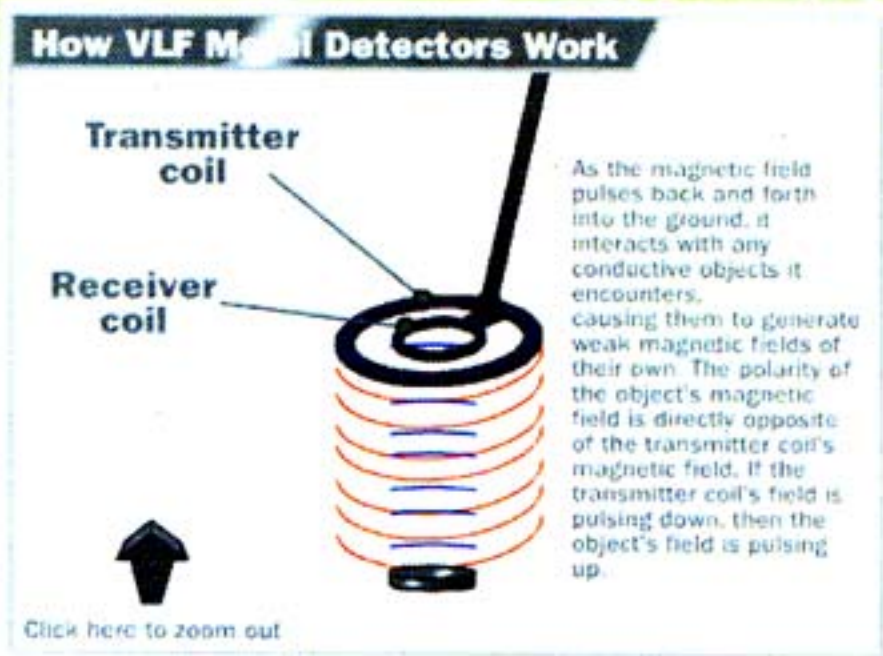


รูปที่ 3 เครื่องตรวจหาโลหะแบบ VLF

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้าไปในคอยล์ส่ง จะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นรอบคอยล์ หลักการเหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้า ขั้วของแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีทิศตั้งฉากกับทิศทางของคอยล์ เพราะว่าวงลวดของคอยล์ขนานกับพื้นดิน

สนามแม่เหล็กจึงมีทิศทางพุ่งลงไปยังพื้นดิน

ขณะที่สนามแม่เหล็กพุ่งเข้าหาพื้นดิน ถ้ามีวัตถุฝังอยู่ใต้ดินและนำไฟฟ้ามันจะสะท้อนสนามแม่เหล็กกลับขึ้นมา



รูปที่ 4 เทคโนโลยีแบบ VLF

คอยส์รับจะถูกหุ้มไว้ ป้องกันการรบกวนของสนามแม่เหล็กจากคอยส์ส่ง อย่างไรก็ตามไม่ต้องหุ้มหมด เพราะต้องมีด้านที่รับสนามแม่เหล็กที่สะท้อนจากโลหะใต้พื้นดิน เพราะฉะนั้นเมื่อคอยส์รับอยู่เหนือโลหะ มันจะรับสัญญาณที่มีความถี่เดียวกันกับสัญญาณที่ให้ออก และส่งสัญญาณไปที่เครื่องขยาย ออกมาเป็นเสียงที่ลำโพง

เครื่องตรวจหาแบบนี้สามารถบอกได้ว่า วัตถุถูกฝังอยู่ใต้พื้นลึกขนาดไหน ยิ่งวัตถุอยู่ใกล้ผิวมาก สัญญาณที่ได้ก็ยิ่งแรงมาก แต่ถ้ามันอยู่ลึกจากผิวมาก สัญญาณที่ได้จะอ่อน หรือบางที่อาจรับสัญญาณไม่ได้ด้วยซ้ำ

เครื่องตรวจหาแบบ VLF ยังสามารถแยกแยะชนิดของวัตถุได้ด้วย โดยอาศัยการเลื่อนเฟสของสัญญาณที่ส่งออกไป (Phase shifting) การเลื่อนเฟส คือ ความแตกต่างของเวลาระหว่างความถี่ของคอยส์ส่งและความถี่ของคอยส์รับ ความแตกต่างนี้มาจากสองสิ่งด้วยกัน

1. อินดักแตนซ์ (ค่าความเหนี่ยวนำ) วัตถุที่นำไฟฟ้าทุกชนิด มีค่าความเหนี่ยวนำคงที่ค่าหนึ่งเสมอ ทำให้การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของไฟฟ้าช้าลง

2. ความต้านทาน วัตถุที่นำไฟฟ้าทุกชนิด มีค่าความต้านทานคงที่ค่าหนึ่งเสมอ ค่าความต้านทานนี้ทำให้วัตถุชนิดนั้นไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย

วัตถุที่มีค่าอินดักแตนซ์สูง จะมีการเลื่อนเฟสได้มาก เพราะมันต้องใช้เวลาระดับหนึ่งจึงจะสามารถสร้างสนามแม่เหล็กได้ ส่วนวัตถุที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูง จะมีการเลื่อนเฟสน้อย

การเลื่อนเฟสนี้ทำให้เครื่องสามารถแยกความแตกต่างของโลหะได้ เครื่อง VLF จะตรวจหาว่าเฟสเลื่อนไปเท่าไรและแจ้งออกมาบนกล่องควบคุมว่า เป็นสมบัติหรือขะ

เครื่องตรวจหาที่คุณภาพดีสามารถปรับระดับความเข้มของสัญญาณได้ เช่น ถ้าเราต้องการค้นหาทอง ความเข้มของสัญญาณควรมีค่าอยู่ที่ระดับหนึ่ง เลขจากระดับนี้เครื่องไม่ต้องส่งสัญญาณรบกวนบอก ไม่เช่นนั้น ถ้ามันเจอกระป๋องโค้กหรือ เป๊ปซี่ก็ส่งเสียงร้องเจอกระป๋องเบียร์ ก็ร้อง กว่าเจอทองคงจะเจอแค่ขะโลหะมากมายเสียก่อน

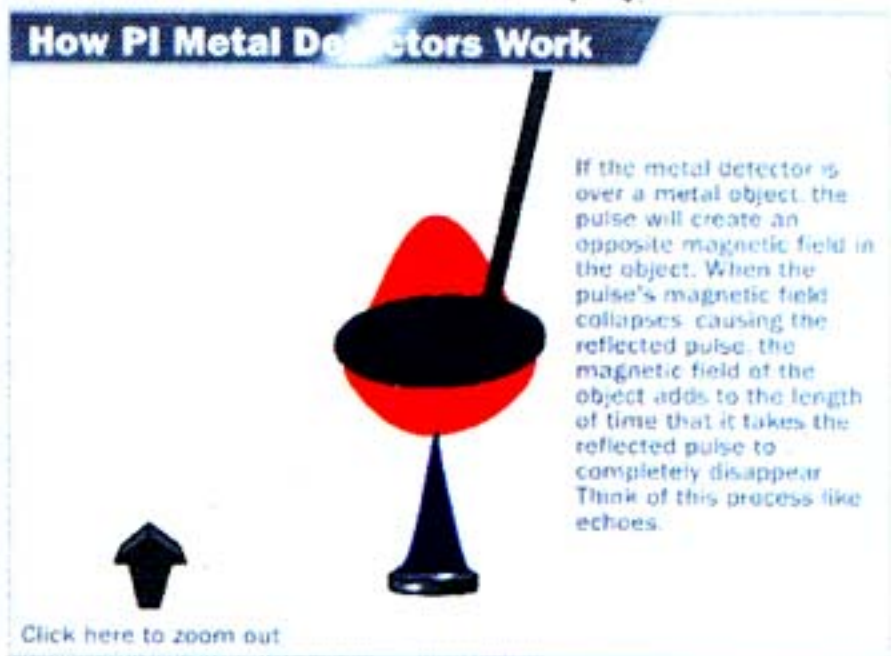
ลูกคลื่น

เทคโนโลยี Pulse induction (รูปที่ 5) ไม่ค่อยนิยมกันนัก เพราะใช้คอยส์เดี่ยว เป็นทั้งตัวส่งและรับ คอยส์จะส่งพลังงานเป็นลูกคลื่นสั้นๆ ออกไป ลูกคลื่นแต่ละลูกคือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อแอมพลิจูดของลูกคลื่นกระเพื่อมขึ้นไปจนสูงสุด มันจะลดความเข้มลง โดยกลับทิศทางอย่างทันทีทันใด เกิดเป็นลูกคลื่นที่มีลักษณะแหลมมาก หนึ่งลูกคลื่นใช้เวลาเพียงหนึ่งในล้านของวินาที ลูกคลื่นนี้ส่งออกเป็นกระบวนประมาณ 100 ครั้งต่อวินาที ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิต



ขณะที่เครื่องตรวจอยู่เหนือโลหะ ลูกคลื่นจะวิ่งไปที่วัตถุและสะท้อนกลับออกมา ลักษณะเหมือนกับการเกิดเสียงสะท้อนในห้องประชุม ให้ท่านทดลองตะโกนในห้องประชุมที่มีผนังไม่เรียบหรือมีความแข็งน้อยท่านจะไม่ค่อยได้ยินเสียงสะท้อน หรือการสะท้อนเกิดขึ้นน้อย แต่ถ้าท่านตะโกนในห้องประชุมที่พื้นผิวของผนังแข็งและเรียบ ท่านจะได้ยินเสียงสะท้อนเกิดขึ้นยาว ในระบบ PI คลื่นสนามแม่เหล็กที่สะท้อนจากวัตถุ เปรียบเทียบได้กับเสียงสะท้อน และเครื่องสามารถแยกแยะได้ว่าระยะการสะท้อนยาวหรือสั้น

วงจรไฟฟ้าในเครื่องตรวจหาโลหะสามารถคำนวณหาระยะเวลาการสะท้อน ถ้าระยะเวลายาวกว่าปกติแสดงว่าวัตถุที่อยู่ใต้พื้นเป็นโลหะแน่นอน



รูปที่ 6 เทคโนโลยี PI

สัญญาณที่สะท้อนกลับมาจะส่งผ่านไปที่เครื่องขยายเสียง และขับออกทางลำโพง เทคโนโลยี PI มีข้อเสียอยู่มากจึงไม่เป็นที่นิยม เพราะเวลาในการสะท้อนไม่สามารถแยกแยะชนิดของโลหะได้ แต่มันใช้ได้ดีในกรณีที่เครื่องแบบ VLF ไม่สามารถตรวจได้ เช่น ในบริเวณที่มีการนำไฟฟ้าสูง

หรือในน้ำทะเลเป็นต้น ระบบ PI มีข้อดีอีกประการหนึ่งคือ มันหาโลหะได้ลึกนึ้ก ๆ ได้

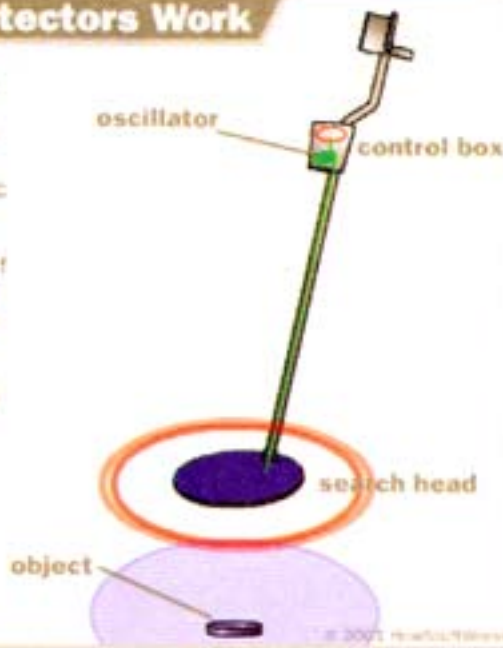
เสียงบีตส์

เทคโนโลยี Beat-frequency oscillation (รูปที่ 7) ประกอบด้วยคอยล์ 2 อัน คอยล์อันใหญ่เป็นหัวค้นหา ส่วนคอยล์อันเล็กอยู่ในกล่องควบคุม คอยล์แต่ละอันต่อเข้ากับเครื่องออสซิลเลเตอร์ ซึ่งให้กำเนิดความถี่เท่ากัน

ขณะที่สายไฟฟ้าสลับไหลผ่านเข้าไปในคอยล์แต่ละอัน คอยล์จะกำเนิดสัญญาณวิทยุ และส่งไปที่วัตถุใต้พื้น สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในวัตถุ ทำให้ความถี่ของวิทยุเปลี่ยนไปเล็กน้อย กล่องควบคุมที่มีคอยล์ตัวเล็กอยู่ จะทำการเปรียบเทียบความถี่ของคอยล์เล็กกับความถี่ที่เปลี่ยนไปเนื่องจากวัตถุ ความแตกต่างของความถี่นี้ทำให้เกิดเสียงบีตส์ขึ้น

How BFO Metal Detectors Work

If the coil in the search head passes over a metal object, the magnetic field caused by the current flowing through the coil will create a magnetic field around the object. The object's magnetic field will interfere with the frequency of the radio waves generated by the search head's coil. As the frequency deviates from the frequency of the coil in the control box, the audible beats will change in duration and tone.



รูปที่ 7 เทคโนโลยี BFO

ระบบ BFO ง่ายต่อการผลิต จึงราคาถูกมาก

จุดสมบัติ

เครื่องตรวจหาโลหะสามารถหาโลหะที่ฝังอยู่ใต้พื้นได้ โดยทั่วไปอยู่ลึกประมาณ 20 ถึง 30 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามการตรวจหาโลหะมีปัจจัยหลายประการดังนี้

- * ชนิดของเครื่องตรวจหาโลหะ บริษัทผู้ผลิตแต่ละบริษัทออกแบบเครื่องไม่เหมือนกันแม้เป็นเทคโนโลยีแบบเดียวกันความถี่ที่ใช้ก็แตกต่างกัน
- * ชนิดของวัตถุที่เป็นโลหะ ถ้าเป็นโลหะเหล็กให้สัญญาณสะท้อนกลับได้แรงกว่า
- * ขนาดของวัตถุ เหยียดขนาดให้สัญญาณแรงกว่าเหรียญสลึง
- * ลักษณะของพื้นในบริเวณนั้น ถ้าพื้นดินบริเวณนั้นมีธาตุโลหะอยู่มาก การตรวจหาโลหะที่ต้องการทำได้ลำบาก
- * เวลาที่ฝังอยู่ ถ้าวัตถุฝังอยู่ช้านาน เช่น ฝังอยู่เป็นเวลากว่า 100 ปี การตรวจทำได้ยากกว่าเมื่อฝังอยู่เป็นเวลา 1 ปี เป็นต้น
- * สัญญาณรบกวน เช่น ท่อหรือสายเคเบิล ทำให้หาโลหะที่ต้องการไม่พบ



รูปที่ 8 แผงควบคุมของตัวตรวจหาโลหะ

เราสามารถสร้างเกมและกิจกรรมสนุกสนานเพื่อค้นหาโลหะได้ดังนี้ คือ เหยียด ทอง และสมบัติล้ำค่าใต้ท้องทะเล

งานของเครื่องตรวจหาโลหะ

เครื่องตรวจหาโลหะสามารถประยุกต์ไปใช้ในงานอื่น ๆ ได้อีกมากมาย ดังรูปที่ 9 และ รูปที่ 10



รูปที่ 9 เครื่องตรวจหาโลหะแบบเดินผ่าน

งานประยุกต์อื่นมีดังนี้

- * สนามบิน ช่วยกรองผู้ที่ไม่หวังดี เช่น ลิ่นนำลูกกระเบิด หรือวัตถุระเบิดขึ้นมาด้วย
- * อาคารสำคัญ เช่น อาคารรัฐสภา โรงเรียน หรือ อุก
- * ตรวจผู้เข้าชมคอนเสิร์ต หรือ กีฬา เป็นต้น



รูปที่ 10 เครื่องสแกนเนอร์แบบมือถือ

ผู้ผลิตเครื่องตรวจหาโลหะชาวต่างประเทศ พยายามผลิตแข่งขันกันใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพิ่มเติมขึ้นอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ใช้งานง่ายและหลอกขายเอาสตางค์จากประเทศที่ไม่รู้อย่างเช่น ลาว เขมร พม่า และไทย เป็นต้น ●

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	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	

