

MODULE

4

STEM EDUCATION

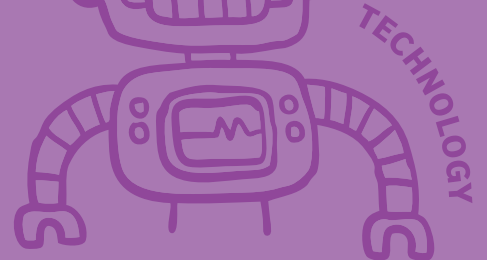
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4: นวัตกรรมด้านฟิสิกส์
PHYSICS INNOVATION

ENGINEERING



$$F=ma$$

$$I=\frac{U}{R}$$



$$E=mc^2$$

SCIENCE

$$V=IR$$



คู่มือการสอนสำหรับครู
TEACHER'S GUIDEBOOK

คู่มือการสอนสำหรับครู

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4: วัฏกรรมด้านฟิสิกส์

โครงการพัฒนาการอาชีวศึกษาด้าน STEM Education

โดยความร่วมมือระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กับ บริติช เคานซิล ประเทศไทย

โดยการสนับสนุนของกองทุนนิวตัน (Newton Fund)

พิมพ์ครั้งที่ 1

มกราคม พ.ศ. 2560 จำนวน 50 เล่ม

แก้ไขครั้งที่ 1

กรกฎาคม พ.ศ. 2561

ผู้จัดทำและเผยแพร่โดย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

บริติช เคานซิล ประเทศไทย และกองทุนนิวตัน

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

พิมพ์ที่

บริษัท ภัณฑารักษ์ จำกัด

48 ซอย 48 ถนนเฉลิมพระเกียรติ ร.9 แขวงดอกไม้ เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250

โทรศัพท์ 0-2726-5707-8 โทรสาร 0-2328-0406

ออกแบบรูปเล่มโดย

บริษัท ดิบดี จำกัด (Dib Dee Co.,Ltd.)

99/129 หมู่ที่ 2 ตำบลคลองเกลือ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120

โทรศัพท์ 092-7478293, 083-4411686

สารบัญ

วัตถุประสงค์หลัก

โครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

รายละเอียดกิจกรรม

ใบงานและใบคำตอบ

หน้า

5

6

8

12

40

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1: บทบรรยายวิดิทัศน์

74

วัตถุประสงค์หลัก

MODULE 4

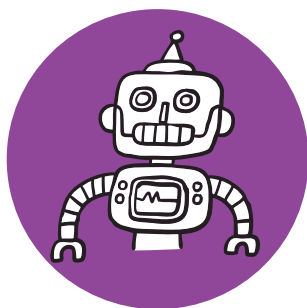
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

PHYSICS INNOVATION

นวัตกรรมด้านฟิสิกส์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

1. เพื่อพัฒนาความรู้และความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการสื่อสารในแง่มุมต่างๆ ดังนี้
 - อุปกรณ์การสื่อสารถูกสร้างขึ้นอย่างไร
 - องค์ประกอบต่างๆ ของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้ามีอะไรบ้าง และทำงานอย่างไร
 - ดาวเทียมสื่อสารทำงานอย่างไร
 - ความเสี่ยงที่อาจเกิดจากโทรศัพท์มือถือ
 - เราสื่อสารในอวกาศอย่างไร
2. เพื่อพัฒนาทักษะการสืบค้นข้อมูลและการหาข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้มา
3. เพื่อพัฒนาและปรับปรุงทักษะการปฏิบัติและการสืบเสาะในห้องปฏิบัติการ
4. เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้นำการเรียนรู้และเน้นการพัฒนาทักษะเพิ่มเติม
5. เพื่อแนะนำให้นักเรียนรู้จักกลยุทธ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จะสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่องอื่นๆ ได้
6. เพื่อเน้นทักษะทางสะเต็ม ซึ่งจะนำไปใช้ในการเรียนรู้ทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิชาชีพสาขาวิชา/สาขางาน
7. เพื่อพัฒนาทักษะด้านการสื่อสาร (รวมถึงภาษาอังกฤษ) และตัวเลข ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน
8. เพื่อสร้างพื้นฐานที่มั่นคงในการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้อื่นๆ รวมถึงการทำงานและโครงการที่เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร
9. เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการประเมินตนเองและการประเมินเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการศึกษาในวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และตลอดชีวิตการทำงาน
10. เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความสะอาด (กาย วาจา ใจ) และภาวะความเป็นผู้นำของนักเรียน



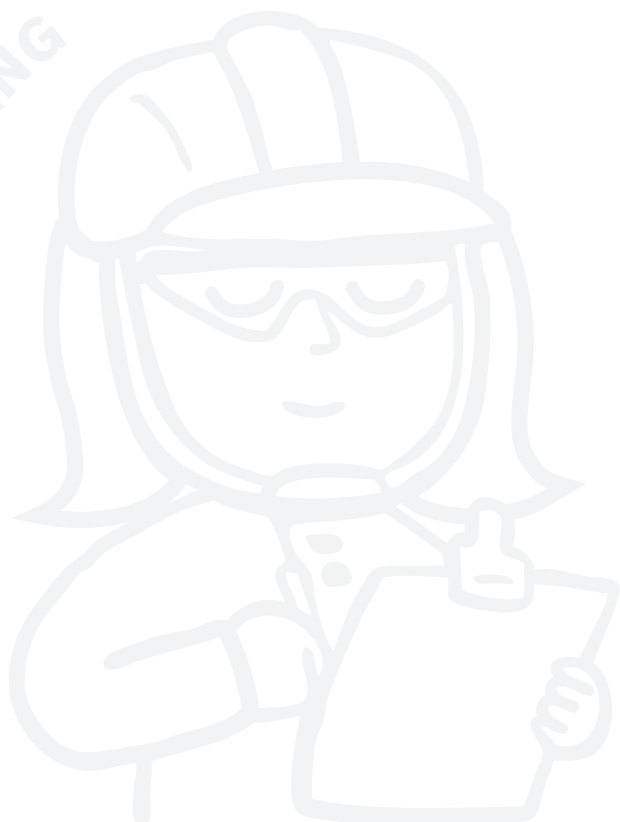
โครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้

โครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้มีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

| หัวข้อ | คำอธิบาย |
|-------------------|--|
| กิจกรรม | ชื่อของกิจกรรมจะมีลักษณะเป็นคำถามที่เปิดกว้าง เพื่อที่จะ “กระตุ้นนักเรียน” ให้มีความอยากรู้ เพราะความอยากรู้อยากเห็นเป็นขั้นตอนแรกในการสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน |
| ภาพรวม | คำอธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมโดยเรียงเป็นลำดับตามมุมมองของนักเรียน |
| สื่อการเรียนรู้ | รายการสิ่งของที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งรวมถึงใบความรู้และใบงาน คลิปวีดีโอและสื่อการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (สร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในกลุ่ม) โดยคลิปวีดีโอเป็นสื่อภาษาอังกฤษและมีบทบรรยายภาษาไทย ซึ่งผู้สอนจะเลือกใช้ภาษาอังกฤษพร้อมบทบรรยายภาษาไทยหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของนักเรียน อย่างไรก็ตามหนึ่งในวัตถุประสงค์ของหลักสูตรนี้ คือการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษของนักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนรู้ในสถานที่ทำงานจริง ดังนั้นจึงเป็นการดีหากใช้คลิปวีดีโอที่เป็นภาษาอังกฤษในการสอนนักเรียนทุกครั้ง เนื่องจากคำบรรยายภาษาไทยด้านล่างนั้นยากที่จะอ่านได้ทันภายในเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจึงขอเสนอให้ผู้สอนเปิดคลิปวีดีโอครั้งละสั้นๆ และอภิปรายกับนักเรียนก่อนที่จะพิจารณาในส่วนถัดไป ข้อเสนอแนะสำหรับเวลาที่จะใช้ในการอภิปรายได้ระบุไว้ให้กับผู้สอนในส่วนของรายละเอียดของภาษาและสถานะของคลิปวีดีโอในภาคผนวก 1 |
| ทักษะหลักของ STEM | <p>แต่ละกิจกรรมจะเชื่อมโยงไปสู่ทักษะ STEM ที่เป็นสากล ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> • ทักษะในการแก้ปัญหา (PS หรือ Problem Solving) • ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (CiT หรือ Critical Thinking) • ทักษะด้านความร่วมมือ (C หรือ Collaboration) • ทักษะด้านการสื่อสาร (Co หรือ Communication) • ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (CeT หรือ Creative Thinking) • ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (R หรือ Research) <p>ทักษะหลักทาง STEM ได้นำมาบูรณาการให้เข้ากับหลักสูตรเพื่อเน้นการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน ซึ่งรวมถึงการรู้คิด (Metacognition)</p> |

| หัวข้อ | คำอธิบาย |
|------------------------|---|
| การประเมินที่เป็นไปได้ | <p>แนวคิดต่างๆ สำหรับใช้ในการประเมินที่ผู้สอนอาจนำไปใช้ประเมินขณะที่มีการทำกิจกรรมหรือในตอนท้ายของการทำกิจกรรมที่เป็นการประเมินผลสรุป การประเมินทั้งหมดนี้มีเจตนา จะให้การประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยให้ผู้สอนพูดคุยกับนักเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในลำดับต่อไป แนวทางการประเมินที่เสนอมานี้ไม่ได้ระบุโดยละเอียด ผู้สอนสามารถกำหนดงานสำหรับที่จะใช้ประเมินนักเรียนในกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองตามที่เหมาะสม แนวทางที่เสนอมานี้ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดสิ่งที่คาดหวังในการเรียนรู้ ซึ่งต่างมีธรรมชาติที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้สอนจะต้องพัฒนาแบบประเมินที่มีเกณฑ์ที่ง่ายสำหรับการประเมินสิ่งที่คาดหวังในการเรียนรู้แต่ละเรื่อง</p> |
| เวลา | <p>ระยะเวลาที่แนะนำสำหรับแต่ละกิจกรรม เนื่องจากแต่ละหน่วยการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนนำตนเองให้มากที่สุด (learner-led) แต่ละกิจกรรมจึงอาจใช้เวลานานกว่าที่กำหนดไว้ในตาราง อย่างไรก็ตามอาจเป็นไปได้ยากที่แต่ละกิจกรรมจะใช้เวลาน้อยกว่าที่เสนอไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเราเน้นการทำงานแบบร่วมแรงร่วมใจของนักเรียนและเน้นการคิดขั้นสูง</p> |

ENGINEERING



ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับผู้จบการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

หลักสูตร

การอาชีวศึกษา

หมวดวิชา

พื้นฐานประยุกต์

กลุ่มวิชา

วิทยาศาสตร์

- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกับการเคลื่อนที่ประเภทต่างๆ คุณสมบัติของคลื่นกล ปริมาณของเสียงและการได้ยิน คุณสมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์
- เข้าใจที่มาและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี จักรวาล และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถส่งผลให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ ได้อย่างไร และการพัฒนาทางเทคโนโลยีสามารถนำไปสู่การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง รวมถึงผลกระทบที่เทคโนโลยีมีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- ระบุปัญหา ตั้งคำถามเพื่อการสืบค้น และระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เสนอสมมุติฐานที่เป็นไปได้หลากหลาย และตัดสินใจเลือกพิสูจน์สมมุติฐานที่น่าจะมีความเป็นไปได้มากที่สุด
- วางแผนกระบวนการการสืบค้นและทดสอบเพื่อการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ วิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ด้วยการใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลอง จากผลลัพธ์หรือความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะและทดสอบ
- สื่อสารความคิดและความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะผ่านการนำเสนอแบบพูดหรือเขียน จัดแสดง หรือประยุกต์ใช้ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศ
- อธิบายความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม สร้างโครงงานหรือผลงานตามความสนใจของตนเอง
- แสดงความสนใจ ความตั้งใจ ความรับผิดชอบ ความใส่ใจ และความซื่อสัตย์ในการสำรวจตรวจสอบและแสวงหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ
- ตระหนักถึงคุณค่าของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่พบในชีวิตประจำวัน แสดงความชื่นชม ภาคภูมิใจ ความเคารพและอ้างอิงถึงความสำเร็จที่มาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่
- แสดงความพึงพอใจและชื่นชมความสามารถในการค้นพบความรู้ คำตอบ หรือแก้ปัญหา
- ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างดี แสดงความคิดเห็นโดยยึดตามแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ หรือมีเหตุผลที่เกิดจากการพัฒนาและประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตระหนักถึงหน้าที่ที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และพร้อมจะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น



หลักสูตร**การอาชีวศึกษา****หมวดวิชา****พื้นฐานประยุกต์****กลุ่มวิชา****คณิตศาสตร์**

- มีแนวคิดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง และจำนวนจริงที่แสดงในรูปแบบกรณฑ์และเลขยกกำลัง และเลขยกกำลังที่เป็นจำนวนตรรกยะ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในจำนวนที่เป็นกรณฑ์และเลขยกกำลัง ด้วยวิธีการคำนวณที่เหมาะสม และสามารถนำคุณสมบัติของจำนวนจริงไปใช้งานได้
- สามารถนำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้กับการหาค่าประมาณของระยะทางและความสูง สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ในด้านการวัดได้
- มีความเข้าใจและสามารถนำการใช้ตรรกะเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย
- มีแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องความสัมพันธ์ และฟังก์ชันซึ่งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ
- สามารถนำวิธีการอันหลากหลายไปใช้ในการแก้ปัญหา มีความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางด้านคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ สามารถตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล และนำเสนอข้อสรุปที่ได้ อย่างเหมาะสม สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อและนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องชัดเจน สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับความรู้ด้านอื่นๆ อย่างสร้างสรรค์

หลักสูตร**การอาชีวศึกษา****หมวดวิชา****พื้นฐานประยุกต์****กลุ่มวิชาสังคมศึกษา****และมนุษยศาสตร์**

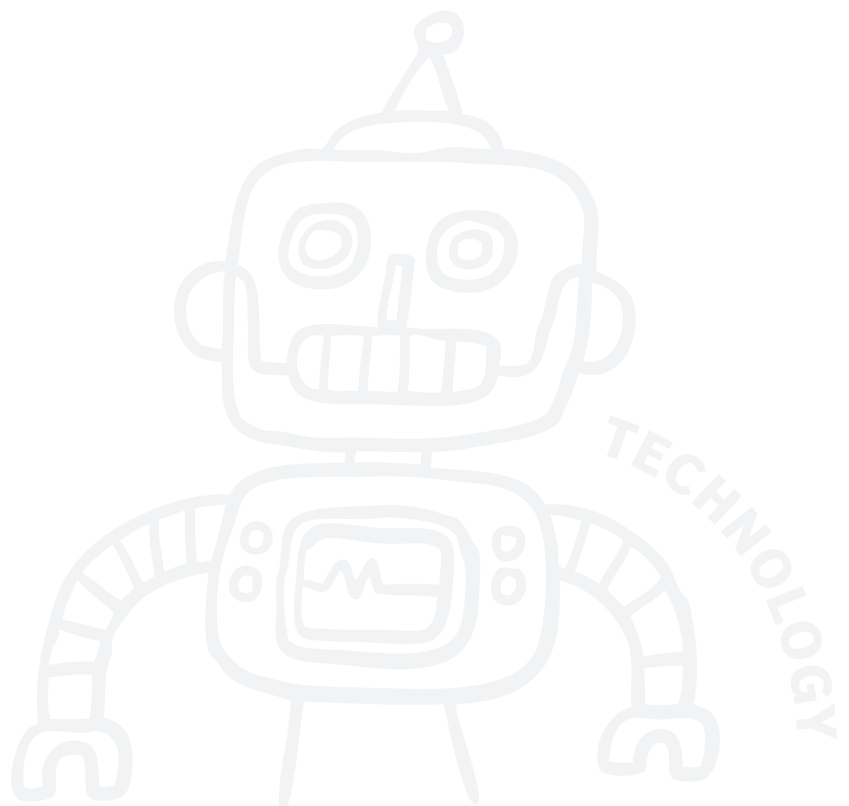
- ด้วยการวางแผนอย่างเป็นระบบ นักเรียนสามารถดูแลสุขภาพ เสริมสร้างสุขภาพ และปกป้องตนเองจากโรคภัยต่างๆ หลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยง และพฤติกรรมเสี่ยง ต่อสุขภาพ และการเกิดอุบัติเหตุ การใช้ยาผิด การติดยา และความรุนแรง
- สามารถวิเคราะห์และประเมินสุขภาพของตนเองเพื่อระบุกลยุทธ์ในการลดความเสี่ยง เสริมสร้าง และรักษาสุขภาพที่ดี รวมถึงการป้องกันโรค และความสามารถในการบริหารอารมณ์และความเครียดได้อย่างเหมาะสม

หลักสูตร**การอาชีวศึกษา****หมวดวิชาชีพ****กลุ่มวิชาชีพพื้นฐาน**

- เข้าใจวิธีการทำงานต่างๆ สร้างความสำเร็จด้วยการคิดอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะในการทำงานเป็นทีม ทักษะการบริหาร ทักษะการแก้ปัญหา และการแสวงหาความรู้ ทำงานอย่างมีศีลธรรมจรรยาและตระหนักรู้ถึงการใช้พลังงานและทรัพยากรต่างๆ อย่างยั่งยืนและคุ้มค่า
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีและศาสตร์ด้านอื่นๆ วิเคราะห์ระบบเทคโนโลยีแบบต่างๆ มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองต่อความต้องการต่างๆ สร้างและพัฒนาวัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการโดยใช้กระบวนการ

ทางเทคโนโลยีที่ปลอดภัยอย่างการใช้ซอฟต์แวร์ในการออกแบบหรือนำเสนอความสำเร็จต่างๆ วิเคราะห์และเลือกที่จะนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อชีวิตประจำวันไปใช้อย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม บริหารจัดการเทคโนโลยีด้วยเทคโนโลยีสะอาด

- เข้าใจองค์ประกอบของระบบข้อมูล องค์ประกอบและหลักการของระบบคอมพิวเตอร์ ระบบการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ลักษณะต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เชื่อมโยง มีทักษะเชี่ยวชาญในการใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา เขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สื่อสารและสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลเพื่อใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการนำเสนอความสำเร็จและใช้คอมพิวเตอร์สร้างผลงานหรือโครงการ
- เข้าใจแนวทางในการเข้าสู่ชีวิตการทำงาน เลือกและใช้เทคโนโลยีต่างๆ ที่เหมาะสมต่ออาชีพการงาน มีประสบการณ์ในอาชีพการงานที่ตนเองถนัดและสนใจ มีคุณลักษณะเหมาะสมกับอาชีพการงาน



คู่มือการสอนสำหรับครู

รายละเอียดกิจกรรมที่ 1-19

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

กิจกรรมที่ 1: อะไรคือสิ่งที่คุณรู้อยู่แล้วเกี่ยวกับคลื่นและสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า

กิจกรรมที่ 2: ส่วนต่างๆ ของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถนำมาใช้สื่อสารได้อย่างไร

กิจกรรมที่ 3: เราจะนำเสนอไหมไลน์ของอุปกรณ์การสื่อสารที่มีพัฒนาการมาเรื่อยๆ
อย่างไร

กิจกรรมที่ 4: เราสามารถเพิ่มสิ่งประดิษฐ์ด้านการสื่อสารอื่นในไหมไลน์ได้อีก

กิจกรรมที่ 5: ข้อดีและข้อเสียของการสื่อสารแบบเชื่อมสาย และแบบไร้สาย

กิจกรรมที่ 6: เพราะเหตุใดคลื่นวิทยุความถี่ต่างๆ จึงนำมาใช้งานในการสื่อสาร
ที่แตกต่างกัน

กิจกรรมที่ 7: ดาวเทียมนำมาใช้ในการสื่อสารได้อย่างไร

กิจกรรมที่ 8: GPS คืออะไรและใช้งานอย่างไร

กิจกรรมที่ 9: คลื่นไมโครเวฟนำมาใช้ในการสื่อสารอย่างไร

กิจกรรมที่ 10: โทรศัพท์มือถือเป็นอันตรายต่อเราอย่างไร

กิจกรรมที่ 11: เราสามารถใช้แสงส่งข้อมูลได้อย่างไร

กิจกรรมที่ 12: เราจะสร้างภาพโดยใช้แสงได้อย่างไร

กิจกรรมที่ 13: เส้นใยแก้วนำแสงทำงานอย่างไร

กิจกรรมที่ 14: ข้อดีและข้อเสียของสัญญาณดิจิทัลกับสัญญาณแอนะล็อก คืออะไร

กิจกรรมที่ 15: ตัวแปลงสัญญาณเสียง (sound transducer) คืออะไร และทำงานอย่างไร

กิจกรรมที่ 16: สำรวจอวกาศ – เหตุใดจึงใช้กล้องโทรทรรศน์วิทยุเพื่อสำรวจอวกาศ

กิจกรรมที่ 17: อะไรคือต้นกำเนิดของ CMBR (รังสีไมโครเวฟพื้นหลังของจักรวาล)

กิจกรรมที่ 18: ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler Effect) คืออะไร

กิจกรรมที่ 19: เราจะค้นหาการสื่อสารจากนอกโลกได้อย่างไร

รายละเอียดกิจกรรม

กิจกรรมที่ 1

| | |
|----------------------------|--|
| ชื่อกิจกรรม | อะไรคือสิ่งที่คุณรู้อยู่แล้วเกี่ยวกับคลื่นและสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า What do you already know about waves and the electromagnetic spectrum? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนแบ่งกลุ่มทำแผนผังมโนทัศน์ (mind map) เพื่อแสดงว่ารู้อะไรบ้างเกี่ยวกับคลื่นและสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีข้อมูลเกี่ยวกับความยาวคลื่นและความถี่ระดับต่างๆ นำเสนอโดยใช้หน่วยทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง พร้อมคำอธิบายของคำว่า ความยาวคลื่น ความถี่ ความเร็วคลื่น คลิปวิดีโอเรื่อง 'NASA - Tour of the Electromagnetic Spectrum' สามารถนำมาใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> กระดาษ A3 ปากกาสี นักเรียนดูคลิปวิดีโอเรื่อง 'NASA - Tour of the Electromagnetic Spectrum' |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> ครูอธิบายวิธีการทำแผนผังมโนทัศน์ (mind map) คลิปวิดีโอเรื่อง 'NASA - Tour of the Electromagnetic Spectrum' https://youtu.be/HPcAWNIVI-8 (บทบรรยายวีดีทัศน์ หน้า 75-94) ครูเปิดคลิปวิดีโอจากแผ่นซีดี และให้หยุดคลิปวิดีโอเพื่อถามนักเรียนว่า 'ได้เรียนรู้อะไรจากคลิปวิดีโอบ้าง' ครูสามารถหยุดคลิปวิดีโอในหน้าที่ที่ <ul style="list-style-type: none"> ▶ Introduction: นาทีที่ 0 to 5:00 ▶ Radio waves: นาทีที่ 5:00 to 8:40 ▶ Microwaves: นาทีที่ 8:40 to 11:43 ▶ Infrared waves: นาทีที่ 11:43 to 17:05 ▶ Visible light waves: นาทีที่ 17:05 to 21:56 ▶ Ultraviolet waves: นาทีที่ 21:56 to 25:35 ▶ X rays: นาทีที่ 25:35 to 28:26 ▶ Gamma rays: นาทีที่ 28:26 จบ |

กิจกรรมที่ 1 (ต่อ)

| | |
|---|--|
| <p>การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถทำงานร่วมกัน รับฟัง และโต้แย้งจากมุมมองของตนโดยพิจารณามุมมองของผู้อื่นด้วยอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด • นักเรียนสามารถสร้างแผนผังมโนทัศน์ได้ดีเพียงใดในแง่ของความละเอียดและความถูกต้องในการอธิบาย |
| <p>เวลา (นาที)</p> | <p>15 นาที</p> |
| <p>ทักษะหลัก ทาง STEM</p> | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p> |



กิจกรรมที่ 2

| | |
|---|---|
| ชื่อกิจกรรม | ส่วนต่างๆ ของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถนำมาใช้สื่อสารได้อย่างไร How are different parts of the electromagnetic spectrum used for communication? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนใช้ความรู้เดิมและการค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ตมาเพิ่มข้อมูลลงในแผนผังมโนทัศน์ (Mind map) โดยให้มีตัวอย่างที่เจาะจงว่าคลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ ริงส์อินฟราเรด แสง และ ริงส์อัลตราไวโอเล็ต สามารถนำมาใช้กับการสื่อสารได้อย่างไร เพื่อนำเสนอผลของการค้นคว้า ให้นักเรียนตั้งคำถามแบบเลือกตอบเพื่อทดสอบเพื่อนร่วมชั้น (Quiz) แต่ละกลุ่ม สลับกันตอบคำถาม |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> กระดาษ A3 ปากกาสี อินเทอร์เน็ต แผนผังมโนทัศน์ (mind map) จากกิจกรรมที่ 1 |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | ครูสามารถใช้คำถาม Quiz ที่นักเรียนตั้งในการทำกิจกรรมที่ 3 |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถทำงานร่วมกัน รับฟัง และได้แย้งจากมุมมองของตน โดยพิจารณามุมมองของผู้อื่นด้วยอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด นักเรียนสามารถสร้างและนำเสนอคำถามแบบเลือกตอบได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถตรวจคำตอบและอธิบายเฉลยให้เพื่อนร่วมชั้นเข้าใจได้ดีเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 15-30 นาที |
| ทักษะหลักทาง STEM | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

กิจกรรมที่ 3

| | |
|---|---|
| ชื่อกิจกรรม | เราจะนำเสนอไทม์ไลน์ของอุปกรณ์การสื่อสารที่มีพัฒนาการมาเรื่อยๆ อย่างไร How can we present a timeline of how communication devices have developed over time? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนระดมความคิดเกี่ยวกับการนำเสนอไทม์ไลน์อย่างไรจึงจะดีที่สุด เพื่อแสดงความเข้าใจของตนเกี่ยวกับพัฒนาการของการสื่อสาร นักเรียนอภิปรายและค้นคว้าเกี่ยวกับรูปแบบการสื่อสารระยะไกลในสมัยแรกสุด (เช่น รหัสมอส) ไปจนถึงรูปแบบการสื่อสารล่าสุด (เช่น อินเทอร์เน็ต) นักเรียนค้นคว้าเกี่ยวกับวันเวลาของพัฒนาการเหล่านั้นและนำเสนอในมาตราส่วนเวลาในไทม์ไลน์ จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายว่าการนำเสนอที่นี้อาจมีความยากลำบากอย่างไร และอภิปรายว่าข้อดีและข้อเสียของรูปแบบการสื่อสารต่างๆ ที่ได้เลือกไว้ |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> กระดาษ A3 ปากกาสี อินเทอร์เน็ต |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> ครูอธิบายวิธีการทำไทม์ไลน์ให้นักเรียน |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนนำเสนอมาตราส่วนเวลาในไทม์ไลน์ได้ดีเพียงใด นักเรียนพิจารณาข้อดีและข้อเสียของรูปแบบการสื่อสารต่างๆ ได้ดีเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 30 นาที |
| ทักษะหลักทาง STEM | <ul style="list-style-type: none"> ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research) |

กิจกรรมที่ 4

| | |
|---|--|
| ชื่อกิจกรรม | เราสามารถเพิ่มสิ่งประดิษฐ์ด้านการสื่อสารอื่นในไทม์ไลน์ได้อีก What other 'communication inventions' can we find to fit in our timeline? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนทำงานร่วมกันในการค้นคว้าว่ายังมี “สิ่งประดิษฐ์ด้านการสื่อสาร” ในชีวิตประจำวันอะไรอีกบ้าง เช่น เครือข่ายโทรศัพท์มือถือ หรือ WIFI ที่ได้รับการคิดค้นขึ้น ขณะที่ค้นคว้าข้อมูล ให้นักเรียนพิจารณาด้วยว่าแหล่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือเพียงใด |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ต คอมพิวเตอร์หรือกระดาษกับปากกา ใบงาน 'QuADS grid' ในหน้าที่ 13 ในสมุดนักเรียน หรือเครื่องมืออื่นที่คล้ายกันสำหรับจัดบันทึกสิ่งที่ค้นพบและแหล่งข้อมูล |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> ครูอธิบายวิธีการทำตาราง 'QuADS' ครูสามารถดูคำอธิบายการทำตาราง 'QuADS' ได้จากภาคผนวก 1 ใน คู่มือครู (Teacher Toolkit) ใบงาน 'QuADS grid' หน้าที่ 41 |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนมีความรู้ด้านสื่อสารสนเทศดีเพียงใดในแง่ของ <ol style="list-style-type: none"> การใช้โปรแกรมค้นคว้าข้อมูล การเลือกเว็บไซต์ วิธีการประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล |
| เวลา (นาที) | 30 นาที |
| ทักษะหลักทาง STEM | <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

กิจกรรมที่ 5

| | |
|---|--|
| ชื่อกิจกรรม | ข้อดีและข้อเสียของการสื่อสารแบบมีสายและแบบไร้สาย Wired vs. wireless communications – what are they and what are their advantages and disadvantages? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนระบุการใช้งานของตนเองในการสื่อสารแบบมีสายกับแบบไร้สาย (เช่น เคเบิลทีวี อินเทอร์เน็ต โทรศัพท์ แบ่นพิมพ์ไร้สาย รีโมทคอนโทรล) และการใช้งานแบบกลุ่มใหญ่ของอุปกรณ์ไร้สาย (เช่น เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อส่งสัญญาณมาสู่โทรศัพท์มือถือและสัญญาณโทรศัพท์มือถือ) จากนั้นเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบการสื่อสารแต่ละแบบ นักเรียนใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามานำเสนอโดยแสดงบทบาทสมมติเป็นผู้ขายอุปกรณ์การสื่อสารที่พยายามโน้มน้าวลูกค้าให้ลงทุนกับเทคโนโลยีการสื่อสารแบบมีสายหรือไร้สาย |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> ตารางสำหรับระบุข้อดีข้อเสีย (Pros and Cons) ในหน้าที่ 14 ในสมุดนักเรียน อินเทอร์เน็ต |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> ตารางสำหรับระบุข้อดีข้อเสีย (Pros and Cons) หน้าที่ 42 ครูอธิบายวิธีการทำตารางสำหรับระบุข้อดีข้อเสีย 'Pros and Cons' ครูสามารถดูคำอธิบายการทำตาราง 'Pros and Cons' ได้จากภาคผนวก 1 ใน คู่มือครู (Teacher Toolkit) |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถระบุตัวอย่างของเทคโนโลยีการสื่อสารแบบมีสายกับแบบไร้สาย รวมถึงข้อดีและข้อเสียของแต่ละแบบได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถนำเสนอข้อโต้แย้งเกี่ยวกับรูปแบบเทคโนโลยีเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารแต่ละประเภทได้อย่างชัดเจนเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 30 นาที |
| ทักษะหลักทาง STEM | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

กิจกรรมที่ 6

| | |
|----------------------------|---|
| ชื่อกิจกรรม | <p>เพราะเหตุใดคลื่นวิทยุความถี่ต่างๆ จึงนำมาใช้งานในการสื่อสารที่แตกต่างกัน</p> <p>Why are different parts of the radio-spectrum used for different communication purposes?</p> |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนทำงานเดี่ยว โดยใช้เครื่องจำลอง pHet (ดูจากคลิปวิดีโอ https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/radio-waves) ในการสร้างความเข้าใจว่าการกระจายเสียงทางวิทยุ และเครื่องรับวิทยุทำงานอย่างไร • ใช้ใบงาน “เครื่องจำลองคลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า” ช่วยชี้แจงการเรียนรู้ <ul style="list-style-type: none"> ➢ นักเรียนจับคู่กันเพื่อหาว่าเหตุใดความถี่วิทยุแบบต่างๆ จึงถูกนำมาใช้งานเพื่อจุดประสงค์ทางการสื่อสารที่แตกต่างกัน พิจารณาข้อดีและข้อเสียของความยาวคลื่นแต่ละระดับ นักเรียนควรสรุปว่าความยาวคลื่นเหมาะสมกับการส่งข้อมูลระยะไกล แต่คุณภาพการส่งจะต่ำ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พิจารณาคำถามที่ว่า “เราจะใช้คลื่นต่างๆ ส่งข้อมูลอย่างไรเวลาที่เครื่องรับและเครื่องส่งไม่ตรงกัน” ➢ นักเรียนสำรวจการเลี้ยวเบนของคลื่นโดยใช้ถาดคลื่น (ripple tanks) หรือแอปพลิเคชัน ถาดคลื่นเสมือนจริงเพื่ออธิบายว่าอาจตรวจพบคลื่นวิทยุหลังวัตถุได้อย่างไร ด้วยการค้นคว้าเนื้อหาจากอินเทอร์เน็ตหรือหนังสือเรียน นักเรียนศึกษาการสะท้อนของคลื่นวิทยุในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์และพิจารณาว่าสิ่งนี้บ่งชี้ถึงอะไรในจุดประสงค์ด้านการสื่อสาร |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> • เปิดวิดีโอเรื่อง ‘เครื่องจำลองคลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า’ ‘Radio waves and electromagnetic fields’ จากลิงค์นี้ https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/radio-waves • ใบงานเรื่อง ‘เครื่องจำลองคลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า’ ในหน้าที่ 15-18 ในสมุดนักเรียน • อินเทอร์เน็ตหรือหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ • ถาดคลื่น (ripple tanks) สามารถใช้ตัวอย่างจริง หรือจากตัวอย่างบนอินเทอร์เน็ต |

กิจกรรมที่ 6 (ต่อ)

| | |
|---|--|
| สื่อการเรียนรู้ ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> เปิดวีดีโอเรื่อง 'เครื่องจำลองคลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า' 'Radio waves and electromagnetic fields' จากลิงค์นี้ https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/radio-waves ใบงานและใบคำตอบเรื่อง 'เครื่องจำลองคลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า' หน้าที่ 43-46 หากวิทยาลัยไม่มีภาดคลื่น (ripple tanks) สามารถใช้ตัวอย่างบนอินเทอร์เน็ต ครูจะสามารถค้นหาคำว่า 'ripple tank simulation' บนอินเทอร์เน็ต ครูแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> ดูคลิปวีดีโอและทำใบงาน – ประมาณ 60 นาที ค้นคว้าเพื่อหาว่าเหตุใดแถบคลื่นวิทยุแบบต่างๆ จึงถูกนำมาใช้งาน – ประมาณ 60 นาที นักเรียนสำรวจการเลี้ยวเบนของคลื่นโดยใช้ภาดคลื่น และศึกษาการสะท้อนของคลื่นวิทยุ ในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ – ประมาณ 60 นาที |
| การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถสื่อสารความเข้าใจของตนโดยใช้แบบจำลองและแบบฝึกหัดได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถแสดงความคิดที่ได้จากการค้นคว้าแล้วนำมาเปรียบเทียบในประเด็นต่างๆ เกี่ยวกับความยาวคลื่นที่ต่างกันของคลื่นวิทยุ และความเชื่อมโยงกับการส่งและการรับ สัญญาณได้อย่างชัดเจนเพียงใด นักเรียนสามารถใช้ภาดคลื่นในการศึกษาเรื่องการเลี้ยวเบนของคลื่น อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และการนำมาใช้กับการส่งและการรับสัญญาณวิทยุแบบไร้สาย (Non Line of Sight) ได้อย่างมีระบบระเบียบเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 180 นาที (3 ชั่วโมง) |
| ทักษะหลัก ทาง STEM | ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research) |

กิจกรรมที่ 7

| | |
|----------------------------|---|
| ชื่อกิจกรรม | ดาวเทียมนำมาใช้ในการสื่อสารได้อย่างไร How are satellites used for communication? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนเริ่มต้นจากการรอกตาราง KWHL เพื่อบันทึกความคิดเกี่ยวกับดาวเทียมจำลองและการใช้งาน นักเรียนควรปรับข้อมูลให้ทันสมัยและทบทวนความเข้าใจที่อยู่ในตารางนั้นขณะที่เรียนไปเรื่อยๆ • จากนั้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดและสิ่งที่ตนเองรู้ในตอนต้นร่วมกัน • นักเรียนทำงานเดี่ยวโดยศึกษาค้นคว้าเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของดาวเทียมประเภทต่างๆ เช่น GPS ดาวเทียมโคจรค้างฟ้า ดาวเทียมสำรวจแนวขั้วโลก ในแง่ของระยะเวลา ความสูง วงโคจร และการใช้งาน • นักเรียนควรระบุสถานที่ นำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาการโคจรและความสูงของวงโคจร จากนั้นเชื่อมโยงกับการใช้งานดาวเทียม นักเรียนควรใช้เว็บไซต์ติดตามดาวเทียม เช่น 'Heavens above' เพื่อระบุและสังเกตการเคลื่อนไหวของดาวเทียมที่อยู่ในรายการ (อาจใช้เป็นกิจกรรมที่ทำท้ายเชิงปฏิบัติในการให้นักเรียนสังเกตดาวเทียมบนฟ้าตอนกลางคืน) |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> • อินเทอร์เน็ต • ตาราง KWHL ในหน้าที่ 19 ในสมุดนักเรียน • เว็บไซต์ติดตามดาวเทียม เช่น 'Heavens above' www.heavens-above.com (ภาษาอังกฤษเท่านั้น) |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> • ครูอธิบายวิธีการทำตาราง KWHL ครูสามารถดูคำอธิบายการทำตาราง KWHL ได้จากภาคผนวก 1 ใน คู่มือครู (Teacher Toolkit) • ตาราง KWHL หน้าที่ 47 • เว็บไซต์ติดตามดาวเทียมที่ครูสามารถหาได้จากอินเทอร์เน็ต |

กิจกรรมที่ 7 (ต่อ)

| | |
|---|---|
| <p>การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถตั้งคำถามที่มีคุณภาพ ในตาราง KWHL ในตอนต้นได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถคิดพิจารณาความสะท้อนความเข้าใจของตนขณะแลกเปลี่ยนแบ่งปันความคิดเห็นกับผู้อื่นในตอนท้ายได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของดาวเทียมประเภทต่างๆ จากข้อมูลที่ค้นคว้ามาได้เกี่ยวกับดาวเทียมประเภทต่างๆ ได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับดาวเทียมประเภทต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการใช้งานได้ดีเพียงใด |
| <p>เวลา (นาที)</p> | <p>60 นาที (1 ชั่วโมง)</p> |
| <p>ทักษะหลัก ทาง STEM</p> | <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

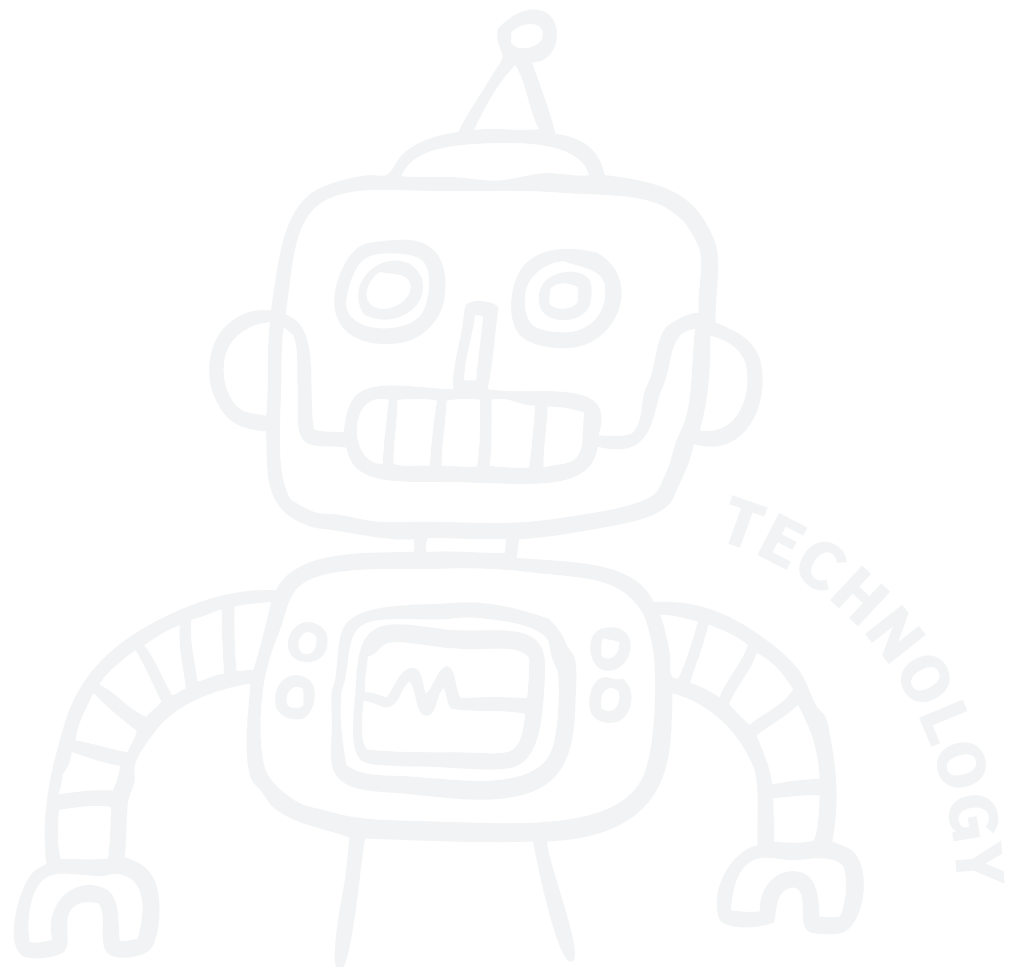


กิจกรรมที่ 8

| | |
|----------------------------|--|
| ชื่อกิจกรรม | GPS คืออะไรและใช้งานอย่างไร What is GPS? How is it used? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> จากการค้นคว้าในกิจกรรมก่อนหน้านี้ ให้นักเรียนพิจารณารายละเอียดของสามเหลี่ยมวัดระยะ (trilateration) ที่ใช้โดยดาวเทียม GPS ครูเปิดคลิปวิดีโอสองเรื่องเพื่อให้ข้อมูลพื้นฐานกับนักเรียน ให้นักเรียนสรุปความคิดจากคลิปวิดีโอลงในแผนผัง (diagram) จากนั้นจับคู่และช่วยกันทำแบบฝึกหัดสามเหลี่ยมวัดระยะ |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ต คลิปวิดีโอเรื่องที่ 1 'How GPS works' https://youtu.be/loRQiNFzT0k คลิปวิดีโอเรื่องที่ 2 'How satellites track your exact location' จาก https://m.YouTube.com/watch?v=04VK5XscxB4. ใบงาน กิจกรรมสามเหลี่ยมวัดระยะ Trilateration ในหน้าที่ 20-24 ในสมุดนักเรียน (ดัดแปลงจากเว็บไซต์: www.gps.gov/multimedia/tutorials/trilateration/ (ภาษาอังกฤษเท่านั้น)) |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> คลิปวิดีโอเรื่องที่ 1 'How GPS works' จาก https://youtu.be/loRQiNFzT0k (บทบรรยายวีดีทัศน์ หน้าที่ 95-97) ครูเปิดคลิปวิดีโอจากแผ่นซีดี และให้หยุดคลิปวิดีโอเพื่อถามนักเรียนว่า 'ได้เรียนรู้อะไรจากคลิปวิดีโอบ้าง' ครูสามารถหยุดคลิปวิดีโอในเวลาที่ 0:38, 1:22, 1:53, 2:19, 2:59 คลิปวิดีโอเรื่องที่ 2 'How satellites track your exact location' จาก https://m.YouTube.com/watch?v=04VK5XscxB4 (บทบรรยายวีดีทัศน์ หน้าที่ 98-102) ครูเปิดคลิปวิดีโอจากแผ่นซีดี และให้หยุดคลิปวิดีโอเพื่อถามนักเรียนว่า 'ได้เรียนรู้อะไรจากคลิปวิดีโอบ้าง' ครูสามารถหยุดคลิปวิดีโอในเวลาที่ 0:46, 1:21, 1:48, 2:30, 2:52, 3:26, 4:14 ใบงาน กิจกรรมสามเหลี่ยมวัดระยะ Trilateration หน้าที่ 48-52 (ดัดแปลงจากเว็บไซต์: www.gps.gov/multimedia/tutorials/trilateration/ (ภาษาอังกฤษเท่านั้น)) <p>ครูแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ค้นคว้าข้อมูล ดูวิดีโอ และสรุปความคิด – ประมาณ 45 นาที กิจกรรมสามเหลี่ยมวัดระยะ (trilateration) – ประมาณ 45 นาที |

กิจกรรมที่ 8 (ต่อ)

| | |
|---|--|
| <p>การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถสื่อสารความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของ GPS ในรูปแบบของแผนผังได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดสามเหลี่ยมวัดระยะได้ถูกต้องเพียงใด |
| <p>เวลา (นาที)</p> | <p>90 นาที (1 ชั่วโมง 30 นาที)</p> |
| <p>ทักษะหลัก ทาง STEM</p> | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> |



กิจกรรมที่ 9

| | |
|---|---|
| ชื่อกิจกรรม | คลื่นไมโครเวฟนำมาใช้ในการสื่อสารอย่างไร How are microwaves used for communication? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนแต่ละคนทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อพิจารณาแต่ละข้อดังนี้ และบันทึกคำตอบลงในตาราง QuADS <ol style="list-style-type: none"> ช่วงความยาวคลื่นของไมโครเวฟเป็นอย่างไร? เรดาร์ทำงานอย่างไร? เหตุใดจึงใช้คลื่นไมโครเวฟในการสื่อสารผ่านดาวเทียม? เราใช้อะไรในการสร้างคลื่นไมโครเวฟ? ขณะทำการศึกษาค้นคว้า ให้นักเรียนตั้งคำถามของตนเองเพิ่มเติมอีกสองข้อ และเตรียมคำตอบ จากนั้นแลกเปลี่ยนข้อมูลในตาราง QuADS ให้นักเรียนอีกสองคนรับฟังความคิดเห็น และปรับปรุงคำตอบให้ดียิ่งขึ้น |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ต และ/หรือ หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ใบงาน 'QuADS grid' ในหน้าที่ 25 ในสมุดนักเรียน |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> ใบงาน 'QuADS grid' หน้าที่ 53 ครูสามารถให้นักเรียนรวมกลุ่ม และค้นหาคำตอบ กลุ่มละ 1 ข้อ และให้แต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบในรูปแบบของกิจกรรม Market place ครูสามารถดูคำอธิบายการทำกิจกรรม Market place ได้จากภาคผนวก 1 ในคู่มือครู (Teacher Toolkit) |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถเติมข้อมูลลงในตาราง QuADS และสรุปคำตอบได้อย่างชัดเจน กระชับ และถูกต้องเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 60 นาที (1 ชั่วโมง) |
| ทักษะหลักทาง STEM | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

กิจกรรมที่ 10

| | |
|---|---|
| ชื่อกิจกรรม | โทรศัพท์มือถือเป็นอันตรายต่อเราอย่างไร How dangerous are mobile phones for our health? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสำรวจคำถามด้วยการเริ่มต้นค้นหาข้อมูลเรื่องนี้ทางอินเทอร์เน็ต เมื่อพบสองบทความที่มีมุมมองขัดแย้งกัน ให้นักเรียนจับคู่กันเพื่อเปรียบเทียบหาความเหมือนและความต่างระหว่างบทความทั้งสอง ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากแต่ละบทความและหาข้อสรุป นักเรียนพิจารณาความน่าเชื่อถือของหลักฐาน จากนั้นเข้าร่วมการอภิปรายโต้แย้งในชั้นเรียนเพื่อพิจารณาจุดแข็งของหลักฐานที่สนับสนุนหรือคัดค้านว่าการใช้โทรศัพท์มือถือต่อสุขภาพ แล้วทำใบงานเรื่อง 'โทรศัพท์มือถือ' เพื่อประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และรายงานจากสื่อต่างๆ |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ต ใบงานเรื่อง 'โทรศัพท์มือถือ' ในหน้าที่ 26-32 ในสมุดนักเรียน |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> ใบงานและใบคำตอบเรื่อง 'โทรศัพท์มือถือ' หน้าที่ 54-61 <p>ครูแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ค้นหาข้อมูล – ประมาณ 40 นาที นักเรียนอภิปรายโต้แย้ง – ประมาณ 20 นาที นักเรียนทำใบงาน – ประมาณ 30 นาที |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความเข้าใจในการพิจารณาหลักฐานเพื่อหาข้อสรุปที่มีน้ำหนัก ผ่านทางการพูดคุยอภิปรายและทำใบงานเรื่อง 'โทรศัพท์มือถือ' ได้ดีเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 90 นาที (1 ชั่วโมง 30 นาที) |
| ทักษะหลักทาง STEM | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

กิจกรรมที่ 11

| | |
|----------------------------|--|
| ชื่อกิจกรรม | เราสามารถส่งข้อมูลได้อย่างไร How is light used to transmit information? |
| ภาพรวมกิจกรรม | นักเรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นว่าแสงสามารถใช้ในการสื่อสารได้อย่างไร จากนั้นดูคลิปวิดีโอเรื่อง 'Transmitting audio through laser light' (ภาษาอังกฤษเท่านั้น) เพื่อศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้เพิ่มเติม แล้วให้นักเรียนทำการวิจัยค้นคว้าและออกแบบโครงการตามโครงสร้างด้านล่าง พิจารณาความคิดแรกเริ่มของตนเพื่อหาข้อดีและข้อเสียของระบบนี้ จากนั้นจับคู่เพื่อสำรวจเรื่องนี้โดยการทดลองเพื่อพิจารณาว่าจะสามารถใช้ปากกาเลเซอร์หรือ LED ส่งข้อมูลระยะสั้นๆ ไปยังตัวต้านทานไวแสง (LDR) ได้อย่างไร โดยนักเรียนออกแบบและสร้างวงจร ซึ่งสามารถใช้งานได้โดยใช้รหัสฐานสองง่ายๆ เป็นตัวตั้งต้นสำหรับสัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัล อาจขยายการทดลองต่อไปได้โดยให้นักเรียนลดระดับปริมาณแสงที่ออกมาจากหลอดอิเล็กตรอนหรือไดโอด โดยใช้สัญญาณเสียงดนตรีหรือไมโครโฟน แล้วรับสัญญาณโดยใช้วงจร LDR ตรวจสอบระยะที่ปรากฏการณ์เกิดขึ้นและดูว่าจะปรับปรุงอย่างไรด้วยการใช้กระจกและเลนส์ |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> • อินเทอร์เน็ต • คลิปวิดีโอเรื่อง 'How To: Transmitting Audio Through Laser Light' จาก https://m.YouTube.com/watch?v=LCPPPLC7wfQ8 • สำหรับการทดลอง <ul style="list-style-type: none"> ➢ ไม้เมตร (metre rulers) ➢ ไม้บรรทัด (30ซม.) (30cm rulers) ➢ เครื่องเล่น iPod/mp3 ➢ เลเซอร์โมดูล/ เลเซอร์ไดโอดระดับ (Laser modules/laser diodes) ➢ ตัวแปลงสัญญาณ 8โอห์ม – 1กิโลโอห์ม (8ohm – 1kilo ohm transformer) ➢ เบรดบอร์ด (breadboards) ➢ หัวเสียบ AUX (auxiliary jack) ➢ หูฟังหนึ่งคู่ ➢ อุปกรณ์สร้างเสียง เช่น ลำโพง ➢ ตัวต้านทานแสง/LDR เลนส์ (photo resistor/LDR) ➢ กระจกจำนวนหนึ่ง |

กิจกรรมที่ 11 (ต่อ)

| | |
|---|---|
| สื่อการเรียนรู้ ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> • คลิปวิดีโอเรื่อง 'How To: Transmitting Audio Through Laser Light' จาก https://m.YouTube.com/watch?v=LCPPPLC7wfQ8 (บทบรรยายวิดีโอทัศน์ หน้า 103-104) ครูเปิดคลิปวิดีโอจากแผ่นซีดี และให้หยุดคลิปวิดีโอเพื่อถามนักเรียนว่า 'ได้เรียนรู้อะไรจากคลิปวิดีโอบ้าง' ครูสามารถหยุดคลิปวิดีโอในนาทีที่ 0:55, 1:02, 1:07, 1:27 • วิดีโอที่ครูสามารถใช้ในการเรียนการสอนเพิ่มเติมจาก https://www.youtube.com/watch?v=jvrXXQGXYg4 |
| การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู) | <p>นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างวงจร และตั้งใจกับการปรับเปลี่ยนเพื่อให้การส่ง และการรับสัญญาณดีขึ้นได้ดีเพียงใด</p> |
| เวลา (นาที) | <p>120 นาที (2 ชั่วโมง)</p> |
| ทักษะหลัก ทาง STEM | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

กิจกรรมที่ 12

| | |
|---|--|
| ชื่อกิจกรรม | เราจะสร้างภาพโดยใช้แสงได้อย่างไร How can you form an image using light? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสร้างและค้นหาล้องรูเข็มทำงานอย่างไร ควรพิจารณาเรื่องความคมชัดของภาพกับรูรับแสงขนาดต่างๆ รวมถึงทิศทางและความสว่าง ค้นหาว่าเลนส์สามารถนำมาใช้ทำให้ภาพดีขึ้นได้อย่างไร จากนั้นเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างระหว่างดวงตาของมนุษย์กับกล้องพื้นฐานทั่วไป แล้วนำเสนอความคิดในรูปแบบของโปสเตอร์ |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ต และ/หรือหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ หลอดและกล่องกระดาษแข็งแบบต่างๆ เลนส์หลายอันที่มีความยาวโฟกัสต่างกัน ไม้เมตร |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <p>ครูแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสร้างและค้นหาล้องรูเข็มทำงานอย่างไร – ประมาณ 50 นาที สร้างโปสเตอร์ – ประมาณ 40 นาที |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถวางแผนและดำเนินการสำรวจกล้องรูเข็มได้อย่างมีระบบเพียงใด สามารถอธิบายสิ่งที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนเพียงใด นักเรียนสามารถนำเสนอความคิดในรูปแบบของโปสเตอร์ได้อย่างเรียบง่ายและชัดเจนเพียงใด นักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำโปสเตอร์ได้ดีเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 90 นาที (1 ชั่วโมง 30 นาที) |
| ทักษะหลักทาง STEM | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

กิจกรรมที่ 13

| | |
|----------------------------|---|
| ชื่อกิจกรรม | เส้นใยแก้วนำแสงทำงานอย่างไร How does an optical fibre work? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบเพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการสะท้อนกลับหมดด้วยการวัดมุมหักเหของแสงที่ค่าการตกกระทบต่างๆ และกำหนดมุมวิกฤตสำหรับการสะท้อนกลับหมดจากแก้วไปยังอากาศ เปรียบเทียบค่าวิกฤตกับตัวกลางอื่นๆ ใช้ผลลัพธ์ที่ได้มาทดสอบพิสูจน์ว่า มุมวิกฤต $\sin = 1/\text{ดัชนีหักเห}$ จากนั้นให้นักเรียนใช้ซอฟต์แวร์จำลอง - แอปพลิเคชัน pHet ที่ชื่อ 'Bending light' เพื่อสร้างแบบจำลองจากข้อสังเกตที่ได้ และนำมาใช้อธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นกับการส่งผ่านแสงในบริเวณรอยต่อในแง่ของความถี่ ความยาวคลื่น และความเร็วคลื่นในดัชนีหักเหที่ต่างกัน นักเรียนนำความเข้าใจเกี่ยวกับการปรากฏการณ์นี้มาใช้ในการทำงานของเส้นใยแก้วนำแสงในทางปฏิบัติ นักเรียนค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ตหรือหนังสือเรียนเกี่ยวกับคำว่า "multimode step index fibres" "monomode step index fibres" และ "smearing" และสรุปโดยใช้แผนภาพประกอบเกี่ยวกับเส้นใยแก้วนำแสง เพื่ออธิบายว่ามันทำงานอย่างไร |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> ดาวน์โหลดซอฟต์แวร์จำลอง 'Bending light' จาก https://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light. อุปกรณ์สำหรับการทดลอง <ul style="list-style-type: none"> ▶ บล็อกแก้วครึ่งวงกลม (semi-circular glass blocks) ▶ ปากกาเลเซอร์หรือกล่องกำเนิดแสง (laser pens/ray boxes) ▶ ไม้โปรแทรกเตอร์ (protractors) ▶ อินเทอร์เน็ต ▶ หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> ครูดาวน์โหลดซอฟต์แวร์จำลอง 'Bending light' https://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light <p>ครูแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ นักเรียนสืบค้นเชิงปฏิบัติ – ประมาณ 60 นาที ▶ ทดลองใช้ซอฟต์แวร์จำลอง 'Bending light' – ประมาณ 60 นาที ▶ ค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ตและทำแผนภาพประกอบ – ประมาณ 60 นาที |

กิจกรรมที่ 13 (ต่อ)

| | |
|--|--|
| <p>การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถทำการทดลองและบันทึกข้อมูลได้ถูกต้องเพียงใด • นักเรียนสามารถคำนวณเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของมุมวิกฤตจากตัวกลางต่างๆ ได้อย่างชัดเจนและถูกต้องเพียงใด • นักเรียนสามารถอธิบายการสะท้อนกลับหมด รวมถึงการใช้คำศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และแม่นยำเพียงใด • นักเรียนสามารถสรุปการทำงานของสายไฟเบอร์ออปติกในแผนภาพประกอบได้อย่างชัดเจนและถูกต้องเพียงใด |
| <p>เวลา (นาที)</p> | <p>180 นาที (3 ชั่วโมง)</p> |
| <p>ทักษะหลักทาง STEM</p> | <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> |



กิจกรรมที่ 14

| | |
|---|--|
| ชื่อกิจกรรม | ข้อดีและข้อเสียของสัญญาณดิจิทัลกับสัญญาณแอนะล็อก คืออะไร What are digital and analogue signals and what are their advantages and disadvantages? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนใช้ใบความรู้เรื่อง Analogue and digital signals ในการค้นคว้าข้อมูล จากนั้นนักเรียนแต่ละคนทำบันทึกรายข้อมูล (fact sheet) เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างระหว่างสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล นักเรียนทบทวนการทดลองก่อนหน้าซึ่งเป็นการผสมคลื่นแสง แล้วพิจารณาว่าเกี่ยวข้องกับสัญญาณดิจิทัลหรือแอนะล็อกหรือไม่ แล้วจะสามารถเปลี่ยนจากอย่างหนึ่งไปเป็นอีกอย่างหนึ่งได้อย่างไร เพื่อสรุปการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามในใบงานเรื่อง 'Transmitting and receiving' |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ตและ/หรือหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ใบความรู้เรื่อง 'Analogue and digital signals' ในหน้าที่ 33-34 ในสมุดนักเรียน ใบงานเรื่อง 'Transmitting and receiving?' ในหน้าที่ 35-36 ในสมุดนักเรียน |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> ใบความรู้เรื่อง 'Analogue and digital signals' หน้าที่ 62-63 ใบงานและใบคำตอบเรื่อง 'Transmitting and receiving?' หน้าที่ 64-67 |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถสรุปและอธิบายการเปรียบเทียบสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล รวมถึงข้อดีและข้อเสียได้อย่างถูกต้องชัดเจนเพียงใด นักเรียนสามารถอธิบายความคิดของตนในการทำใบงานเรื่อง 'Transmitting and receiving?' ได้ดีเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 60 นาที (1 ชั่วโมง) |
| ทักษะหลักทาง STEM | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

กิจกรรมที่ 15

| | |
|----------------------------|---|
| ชื่อกิจกรรม | ตัวแปลงสัญญาณเสียง (sound transducer) คืออะไรและทำงานอย่างไร What is a sound transducer and how does it work? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนดูคลิปวิดีโอเรื่อง 'Microphones and speakers' เพื่อเป็นการเข้าสู่บรรยากาศห้องเรียนอย่างสนุกสนาน • จากนั้นนักเรียนศึกษาเรื่องการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic induction) โดยการปฏิบัติการทดลอง หรือครูเป็นผู้สาธิต หรือใช้ซอฟต์แวร์จำลอง เช่น pHet 'Faraday's Electromagnetic lab' นักเรียนทำการสำรวจตรวจสอบการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กถาวร (หรือแม่เหล็กไฟฟ้า) ด้วยขดลวดที่เหนี่ยวนำกระแส (แล้วตรวจสอบสัญญาณโดยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าหรือหลอดไฟ) • นักเรียนลองคิดในสถานการณ์กลับกัน คือกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปในขดลวดก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กับอีกวัตถุหนึ่งด้วยสนามแม่เหล็กถาวร และเกิดการเคลื่อนที่ได้ได้อย่างไร นักเรียนควรจะประยุกต์ใช้กฎของฟาราเดย์กับไมโครโฟนและลำโพง รวมถึงแผนผังประกอบในใบงานเรื่อง 'Faraday's law in action' เพื่อแสดงความเข้าใจของตน • นักเรียนใช้ความรู้ความเข้าใจในการสร้างโมเดลลำโพงที่ใช้งานได้จริง • ครูเปิดคลิปวิดีโอเรื่อง 'How to make a DIY loudspeaker' ระหว่างที่นักเรียนสร้างโมเดลเพื่ออธิบายเรื่องนี้ |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> • อินเทอร์เน็ต • ใบงานเรื่อง 'Faraday's law in action' ในหน้าที่ 37 ในสมุดนักเรียน • คลิปวิดีโอเรื่อง 'Microphones and speakers' จาก https://youtu.be/h_t_5zfUeIE • ซอฟต์แวร์จำลอง 'Faraday's Electromagnetic Lab': https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/faraday • อุปกรณ์การปฏิบัติการสำรวจ <ul style="list-style-type: none"> ➢ เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (Galvanometer) ➢ ชุดแม่เหล็กพาวเวอร์แพ็ค (major magnet powerpack) ➢ เส้นลวด (wire) ➢ คอยล์เย็น (air-cooled coils) ➢ แม่เหล็กนีโอดีเมียม (neodymium magnets) ➢ แม่เหล็กแท่งแขวนอยู่บนที่จับมีสปริง (bar magnet suspended on a spring) ➢ ชุดขาตั้ง และแคลมป์จับ (clamp stand) • อุปกรณ์สำหรับการสร้างแบบจำลองลำโพง – นักเรียนแต่ละคนต้องมี <ul style="list-style-type: none"> ➢ กระดาษหรือกระดาษแข็ง (paper/card) ➢ ลวดทองแดง (copper wire) ➢ ท่อกระดาษแข็งขนาดเล็กให้ลวดขดตัวไปมา (small cardboard tube on which to wind wire) |

กิจกรรมที่ 15 (ต่อ)

| | |
|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ▶ แผ่นแม่เหล็กนีโอดีเมียม (neodymium disc magnets) ▶ ตัวสร้างสัญญาณ (signal generator) ▶ เครื่องขยาย (amplifier) • คลิปวิดีโอเรื่อง 'How to make a DIY loudspeaker' จาก https://youtu.be/xaamOZMvTd0 <p>นักเรียนดูคลิปวิดีโอเรื่อง 'How to make a DIY loudspeaker' ระหว่างที่สร้างโมเดล</p> |
| สื่อการเรียนรู้ ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> • ใบความรู้สำหรับครูและใบงานเรื่อง 'Faraday's law in action' หน้าที่ 68-69 • คลิปวิดีโอเรื่อง 'Microphones and speakers' จาก https://youtu.be/h_t_5zfUeIE (บทบรรยายวีดีทัศน์ หน้าที่ 105-108) • ซอฟต์แวร์จำลอง 'Faraday's Electromagnetic Lab': https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/faraday • คลิปวิดีโอเรื่อง 'How to make a DIY loudspeaker' จาก https://youtu.be/xaamOZMvTd0 (บทบรรยายวีดีทัศน์ หน้าที่ 109-112) <p>นักเรียนต้องดูคลิปวิดีโอเรื่อง 'How to make a DIY loudspeaker' ระหว่างที่สร้างโมเดล ครูแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนดูคลิปวิดีโอและศึกษาเรื่องการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า – ประมาณ 90 นาที • นักเรียนทำใบงานเรื่อง 'Faraday's law in action' – ประมาณ 60 นาที • นักเรียนสร้างโมเดล – ประมาณ 150 นาที |
| การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดประกอบเพื่ออธิบายความเข้าใจ และการใช้เหตุผลของตนได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถสร้างโมเดลลำโพงและอธิบายวิธีการทำงานของโมเดลนั้นได้ดีเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 300 นาที (5 ชั่วโมง) |
| ทักษะหลัก ทาง STEM | ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research) |

กิจกรรมที่ 16

| | |
|----------------------------|---|
| ชื่อกิจกรรม | สำรวจอวกาศ – เหตุใดจึงใช้กล้องโทรทรรศน์วิทยุเพื่อสำรวจอวกาศ Exploring space – why are radio telescopes used? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนดูคลิปวิดีโอขององค์การนาซ่า เรื่อง ‘Electromagnetic spectrum: Radio waves’ • จากนั้นนักเรียนจับคู่กันเพื่อทำการศึกษาค้นคว้าโดยใช้คำถามต่อไปนี้เป็นแนวทาง <ol style="list-style-type: none"> 1. กล้องโทรทรรศน์วิทยุมองเห็นอะไร? (ตัวอย่างเช่น กลุ่มแก๊สระหว่างดวงดาว พัลซาร์ ควอซาร์ ดวงอาทิตย์ แล้วเลือกนำมาศึกษาต่อในระดับลึก) 2. เหตุใดกล้องโทรทรรศน์วิทยุจึงต้องมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับกล้องโทรทรรศน์แบบแสง? (นักเรียนพิจารณาว่าขนาดสัมพันธ์กับความยาวคลื่น ดังนั้นจึงต้องมีรูรับแสงขนาดใหญ่เพื่อจะให้เห็นรายละเอียดเล็กๆ จะต้องมีส่วนประกอบของขนาด เช่น กล้องส่องทางไกลคลื่นวิทยุที่ใหญ่ที่สุดในโลกอยู่ที่ใดและมีขนาดเท่าใด) 3. เรานำกล้องโทรทรรศน์วิทยุมาใช้ประกอบในการดูรายละเอียดเล็กๆ อย่างไร? (นักเรียนพิจารณาว่าการนำกล้องโทรทรรศน์วิทยุมาใช้ร่วมกันเป็นกล้องตัวเดียวสามารถดูรายละเอียดเล็กๆ ได้) 4. ปัญหาและอุปสรรคหลักๆ ที่พบในการใช้กล้องโทรทรรศน์วิทยุในการสังเกตจักรวาลคืออะไร? (นักเรียนอาจพิจารณาเรื่องมลภาวะจากเสียงคลื่นวิทยุและต้นกำเนิด) • นักเรียนพัฒนาและนำเสนอสิ่งที่ค้นพบให้เพื่อนในชั้นเรียนในเวลาสองนาที นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการนำเสนอ |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> • อินเทอร์เน็ต • หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ • วิดีโอขององค์การนาซ่าเรื่อง ‘Electromagnetic spectrum: Radio waves’ จาก https://youtu.be/al7sFP4C2TY • เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการนำเสนอ |

กิจกรรมที่ 16 (ต่อ)

| | |
|---|---|
| สื่อการเรียนรู้ ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> • คลิปวิดีโอขององค์การนาซ่าเรื่อง 'Electromagnetic spectrum: Radio waves' จาก https://youtu.be/al7sFP4C2TY (บทบรรยายวีดีทัศน์ หน้า 113-115) • ครูเปิดคลิปวิดีโอจากแผ่นซีดี และให้หยุดคลิปวิดีโอเพื่อถามนักเรียนว่า 'ได้เรียนรู้อะไรจากคลิปวิดีโอบ้าง' ครูสามารถหยุดคลิปวิดีโอในนาทีที่ 0:54, 1:16, 1:55, 2:34, 3:19 ครูแบ่งเวลาการสอนดังต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> • ดูคลิปวิดีโอและค้นคว้าโดยใช้คำถามวิจัย – ประมาณ 45 นาที • เตรียมการนำเสนอ – ประมาณ 75 นาที |
| การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถตอบคำถามการค้นคว้าได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ออกมาได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถทำให้ผู้ชมสนใจฟังการนำเสนอได้มากเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 120 นาที (2 ชั่วโมง) |
| ทักษะหลัก ทาง STEM | ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research) |

กิจกรรมที่ 17

| | |
|---|--|
| ชื่อกิจกรรม | อะไรคือต้นกำเนิดของ CMBR (รังสีไมโครเวฟพื้นหลังของจักรวาล) What is the origin of cosmic microwave background radiation (CMBR)? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนอ่านบทความเรื่อง ‘Cosmic anniversary: ‘Big bang echo’ discovered 50 years ago today’ • จากนั้นนักเรียนทำงานกลุ่มเพื่อศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับต้นกำเนิดของ CMBR แล้วสร้างอินโฟกราฟิกเพื่ออธิบายให้นักเรียนระดับชั้นเดียวกัน ดังต่อไปนี้: <ol style="list-style-type: none"> 1. CMBR เกิดขึ้นมาอย่างไร 2. มันถูกตรวจพบได้อย่างไร 3. ลักษณะที่สำคัญมีอะไรบ้าง 4. เหตุใดการค้นพบสิ่งนี้จึงมีความสำคัญมากสำหรับนักวิทยาศาสตร์ |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> • อินเทอร์เน็ต • บทความเรื่อง ‘Cosmic anniversary: Big bang echo’ ในหน้าที่ 38-41 ในสมุดนักเรียน |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> • บทความเรื่อง ‘Cosmic anniversary: Big bang echo’ หน้าที่ 70-73 • ถ้าหากนักเรียนประสบปัญหาในการสร้างอินโฟกราฟิก ครูสามารถให้นักเรียนสร้างอินโฟกราฟิกจากอินเทอร์เน็ต โดยไปที่เว็บไซต์ที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายต่างๆ อาทิ <ul style="list-style-type: none"> ➤ https://www.smartdraw.com/infographic/infographic-software.htm ➤ http://download.cnet.com/s/infographic-software/ |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถทำงานเป็นทีมเพื่อรวบรวมข้อมูลได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถสร้างอินโฟกราฟิกที่ชัดเจนและถูกต้องเพียงใด • นักเรียนสามารถผลิตอินโฟกราฟิกในการสื่อสารแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกได้ดีเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 90 นาที (1 ชั่วโมง 30 นาที) |
| ทักษะหลักทาง STEM | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

กิจกรรมที่ 18

| | |
|----------------------------|--|
| ชื่อกิจกรรม | ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์ (Doppler Effect) คืออะไร What is the Doppler Effect? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสังเกตว่าเสียงของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงอย่างไรเวลาที่มันเคลื่อนเข้าหาหรือเคลื่อนออกจากพวกเขา อาจทำได้โดยการสาธิต (เช่น การหมุนกริ่งบนเส้นเชือก) หรือใช้คลิปวิดีโอหรือคลิปเสียง นักเรียนสามารถที่จะบรรยายว่าพวกเขาเห็นเสียงเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรในระดับเสียงสูงต่ำ ความถี่ และความยาวคลื่น นักเรียนใช้แอปพลิเคชัน 'Doppler' มาทดสอบทฤษฎีของตนและสังเกตว่าความยาวของคลื่นเสียงและความถี่เปลี่ยนแปลงอย่างไรในวัตถุและแหล่งที่มาที่เคลื่อนที่ นักเรียนศึกษาค้นคว้าและนำเสนอบทความสำหรับวารสารของวิทยาลัยเกี่ยวกับการใช้ "ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์" ในอุปกรณ์ต่างๆ ต่อไปนี้ <ol style="list-style-type: none"> เรดาร์ช่วยนำทางให้เครื่องบินลงจอดอย่างปลอดภัย วิธีการทำงานของกล้องตรวจจับความเร็ว |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ท คลิปวิดีโอเรื่อง Fire Engine Siren Demonstrates The Doppler Effect จาก https://youtu.be/imoxDcn2Sgo |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> ครูสาธิตเรื่องกริ่งบนเส้นเชือกขนาดยาว แอปพลิเคชัน 'ดอปเพลอร์' Online 'Doppler' application จาก http://highered.mheducation.com/olcweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::800::600::/sites/dl/free/0072482621/78778/Doppler_Nav.swf::Doppler%20Shift%20Interactive ครูเปิดคลิปวิดีโอจากแผ่นซีดีเรื่อง Fire Engine Siren Demonstrates The Doppler Effect จาก https://youtu.be/imoxDcn2Sgo |

กิจกรรมที่ 18 (ต่อ)

| | |
|---|--|
| <p>การประเมิน ที่อาจทำได้ (สามารถ อ้างอิงถึง คู่มือครู)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • นักเรียนสามารถอธิบายการสังเกตเรื่องการเปลี่ยนแปลงของเสียงในแง่ระดับเสียงสูงต่ำ ความถี่ และความยาวคลื่นสำหรับวัตถุที่เคลื่อนที่ได้ดีเพียงใด • นักเรียนสามารถนำแนวคิดเรื่อง “ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์” ไปใช้กับหนึ่งในสองสถานการณ์ เพื่อทำบทความให้วารสารของวิทยาลัยได้ดีเพียงใด |
| <p>เวลา (นาที)</p> | <p>120 นาที (2 ชั่วโมง)</p> |
| <p>ทักษะหลัก ทาง STEM</p> | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration) ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication) ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |



กิจกรรมที่ 19

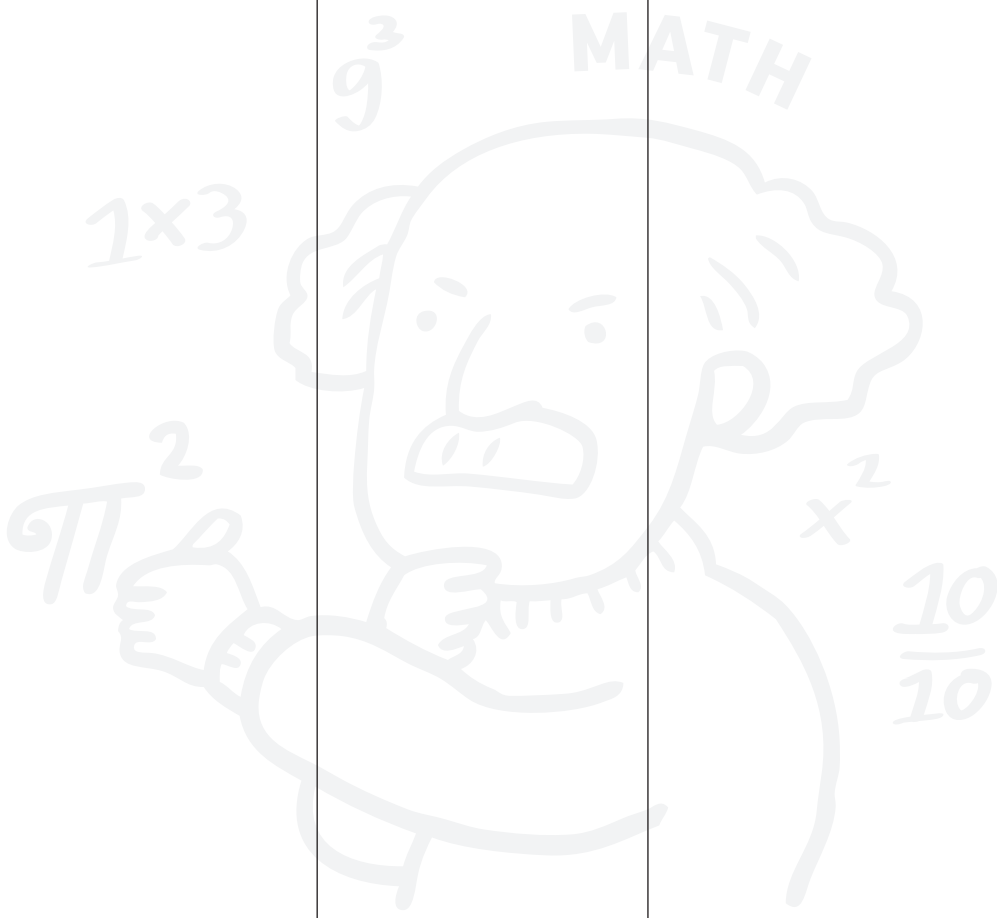
| | |
|---|--|
| ชื่อกิจกรรม | เราจะค้นหาการสื่อสารจากนอกโลกได้อย่างไร How could you go about finding extra-terrestrial communications? |
| ภาพรวมกิจกรรม | <ul style="list-style-type: none"> ครูอธิบายให้นักเรียนรู้จัก ‘สมการของเดรก’ (Drake equation) แล้วให้นักเรียนระบุปัจจัยและดูว่านักเรียนเห็นพ้องว่ามีความสำคัญเพียงใด นักเรียนใช้เครื่องคำนวณสมการเดรกออนไลน์ เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้และทำการทดลองกับการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรต่างๆ จากนั้นนักเรียนสำรวจตรวจสอบ เรื่อง SETI (การค้นหาสิ่งมีชีวิตที่มีสติปัญญานอกโลก Search for Extra-Terrestrial Intelligence) จากการค้นคว้าในอินเทอร์เน็ต นักเรียนแต่ละคนเขียนบล็อก (Blog) เกี่ยวกับหัวข้อนี้ โดยมีกลุ่มผู้ชมเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้น ปวช.3 |
| สื่อการเรียนรู้ของนักเรียน | <ul style="list-style-type: none"> อินเทอร์เน็ต เครื่องคำนวณสมการเดรกออนไลน์ Drake equation calculator http://www.activemind.com/Mysterious/topics/seti/drake_equation.html อุปกรณ์และซอฟต์แวร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการเขียนบล็อก |
| สื่อการเรียนรู้ของคุณครู | <ul style="list-style-type: none"> เนื้อหาเรื่องสมการเดรก เครื่องคำนวณสมการเดรกออนไลน์ Drake equation calculator http://www.activemind.com/Mysterious/topics/seti/drake_equation.html |
| การประเมินที่อาจทำได้ (สามารถอ้างอิงถึงคู่มือครู) | <ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถใช้เครื่องคำนวณออนไลน์เพื่อสร้างคำตอบและสำรวจการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรต่างๆ ได้ดีเพียงใด นักเรียนสามารถจัดลำดับและวางโครงสร้างงานเขียนของตนได้ดีเพียงใดเพื่อให้แน่ใจว่าเหมาะสมกับนักเรียนระดับปวช.3 นักเรียนสามารถนำเสนองานที่ชัดเจน ถูกต้อง น่าสนใจ และมีจินตนาการได้อย่างดีเพียงใด |
| เวลา (นาที) | 60 นาที (1 ชั่วโมง) |
| ทักษะหลักทาง STEM | <p>ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem Solving)</p> <p>ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)</p> <p>ทักษะด้านความร่วมมือ (Collaboration)</p> <p>ทักษะด้านการสื่อสาร (Communication)</p> <p>ทักษะด้านการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) ทักษะด้านการสืบค้นข้อมูล (Research)</p> |

คู่มือการสอนสำหรับครู

ใบงานและใบคำตอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4


ใบงาน: ตาราง QuADS Grid

| คำถาม (Question) | คำตอบ (Answer) | รายละเอียด (Details) | แหล่งข้อมูล (Sources) |
|------------------|----------------|----------------------|-----------------------|
| | | | |



ตารางสำหรับระบุข้อดีและข้อด้อย (Pros and Cons)

| ข้อดี (Pros) | ข้อด้อย (Cons) |
|--------------|----------------|
| | |



ใบงานเรื่อง: เครื่องจำลองคลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า Radio Waves & Electromagnetic Fields Simulation

เครื่องจำลองคลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

Radio Waves & Electromagnetic Fields Simulation

1. สำหรับคำถามนี้ ขอให้ใช้เครื่องจำลอง “คลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า” ช่วยในการทำความเข้าใจว่าการส่งสัญญาณวิทยุและเครื่องรับวิทยุทำงานอย่างไร เปิดดูคลิปวิดีโอและแบบจำลองเพื่อตอบคำถามในใบงานจากลิงค์นี้ <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/radio-waves>

1.1 เมื่อสถานีวิทยุดำเนินการกระจายเสียงรายการหนึ่ง จะผลิตสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างไร อธิบายว่าสิ่งใดเป็นตัวสร้างสัญญาณและกระบวนการสร้างสัญญาณทำอย่างไร

คำตอบ: • อิเล็กตรอนจะแกว่งภายในเสาอากาศ

• เมื่อไหร่ก็ตามที่อนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่ จะสูญเสียพลังงานในรูปแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1.2 เสาอากาศจับคลื่นสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างไร (กระจายสนามไฟฟ้า)

ขอให้บรรยายว่าเสาอากาศวิทยุทำงานอย่างไรในการจับคลื่น และอธิบายถึงหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง

คำตอบ: สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในคลื่นวิทยุทำให้อิเล็กตรอนในเสาอากาศถูกแกว่งและสร้างไฟฟ้ากระแสสลับ

2. ในการใช้เครื่องจำลองให้ปรับ “การเคลื่อนไหวของตัวส่งสัญญาณ” (Transmitter movement) ไปที่ “แกว่ง” (Oscillate) เพื่อให้อิเล็กตรอนแกว่งขึ้นลงในความถี่ปกติและสามารถมองเห็นคลื่นไซน์ นี่คือวิธีการกระจายสัญญาณวิทยุออกไป และทำเครื่องหมายถูกที่ช่อง “ส่วนโค้ง” (curve) และ “สนามแผ่รังสี” (radiated field)

2.1 ส่วนโค้งเป็นตัวแทนของอะไร

ทำเครื่องหมาย (x) ลงในช่องว่างที่ถูกต้อง

| | |
|--|---|
| ก. เส้นอิเล็กตรอนแผ่กระจายออกจากเสาอากาศ แล้วทำให้อิเล็กตรอนที่ตัวรับเคลื่อนไหว | |
| ข. เส้นทางที่อิเล็กตรอนวิ่งไป ซึ่งขึ้นอยู่กับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า | |
| ค. อิเล็กตรอนที่มีช่องว่างระหว่างประจุเท่ากันเคลื่อนขึ้นลงระหว่างเสาอากาศทั้งสอง | |
| ง. สนามประจุลบที่เคลื่อนไหวในพื้นที่ว่าง | x |
| จ. ความแรงและทิศทางของกำลังที่ส่งออกไปยังอิเล็กตรอนประจุหนึ่งโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า | |

2.2 ปรับความถี่และแอมพลิจูดให้อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของตัวปรับ มีเครื่องหมายบนตารางประมาณกี่อันที่บ่งบอกถึงความยาวของคลื่น?

คำตอบ: 5 ช่อง

(ใช้ปุ่ม pause หรือ step เมื่อต้องการวัดอย่างละเอียด บัดจำนวนเครื่องหมายบนตารางที่นับได้ให้เป็นตัวเลขจำนวนเต็มทีใกล้เคียงที่สุด หากแอมพลิจูดเพิ่มขึ้น ความยาวคลื่นจะ... (ทำเครื่องหมาย (x) ลงในช่องว่างที่ถูกต้อง)

| | |
|--------------|---|
| ก. ลดลง | |
| ข. เพิ่มขึ้น | |
| ค. เท่าเดิม | x |

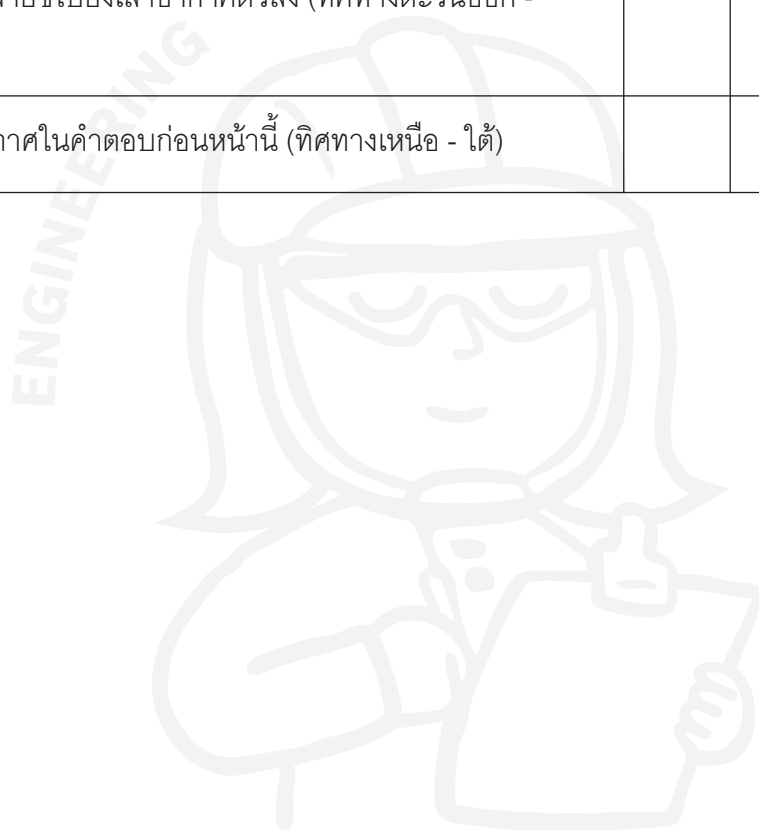
2.3 ใช้เครื่องจำลองประเมินความถูกต้องของข้อความเหล่านี้ ทำเครื่องหมาย (x) ในช่องว่างเพื่อระบุว่าจริงหรือไม่จริง

| | จริง | ไม่จริง |
|---|------|---------|
| หากความถี่ของการแกว่งของอิเล็กตรอนที่ส่งออกไปลดต่ำลง ความถี่ของอิเล็กตรอนในตัวปรับก็จะได้รับผลกระทบโดยทันที | | x |
| อิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องรับแกว่งในอัตราความถี่ต่ำกว่าอิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องส่ง เพราะระยะห่างระหว่างเสาอากาศทั้งสอง | | x |
| หากความถี่ของการแกว่งเพิ่มขึ้น แต่แอมพลิจูดของการแกว่งของอิเล็กตรอนยังคงเท่าเดิม เท่ากับว่าอิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องส่งกำลังเร่งความเร็วครั้งใหญ่ (นึกถึงสิ่งที่ได้เรียนเกี่ยวกับการเร่งความเร็วและการเคลื่อนไหว) จงเขียนอธิบายคำตอบของคำถามนี้ โดยอธิบายว่ามันส่งผลกระทบต่อความแรงของสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ส่งออกไปอย่างไร? (กลับไปดูที่เครื่องจำลองอีกครั้งหากไม่ได้สังเกตเห็นว่าเกิดอะไรขึ้นกับความแรงของสัญญาณที่ส่งออกไป) คำตอบ: การเพิ่มความถี่ของการแกว่งเพิ่มความแรงของสนาม สนามนี้มีผลกระทบต่ออิเล็กตรอนในเสาอากาศรับสัญญาณทำให้เปลี่ยนแปลงทิศทางบ่อยมากขึ้น มีแรงมีส่งผลต่ออิเล็กตรอนมากขึ้น ดังนั้นจากสูตร $F = ma$ จะทำให้อิเล็กตรอนมีการเร่งมากขึ้น | x | |

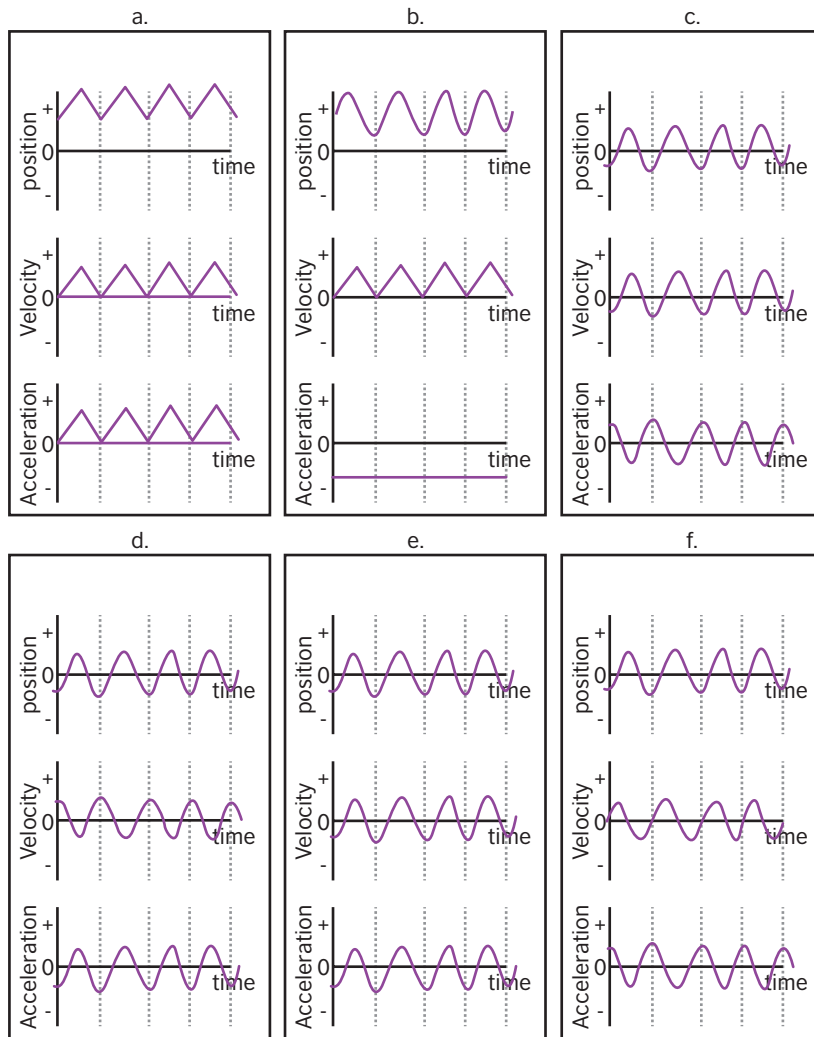
| | | |
|--|---|---|
| หากแอมพลิจูดเพิ่มขึ้นแต่ความถี่เท่าเดิม แสดงว่าอิเล็กตรอนที่เสาอากาศเครื่องรับกำลังมีค่าแรงสูงสุดแต่แกว่งในระดับความถี่เท่าเดิม | x | |
| หากความถี่ของอิเล็กตรอนที่ส่งออกมาลดลงหนึ่งหรือสองตัวประกอบ จะใช้เวลานานขึ้นในการที่สัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าจะไปถึงเสาอากาศเครื่องรับ | | x |
| หากความถี่ลดลง ความยาวคลื่นจะลดลงด้วย | | x |
| คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เสาอากาศเครื่องส่งสร้างขึ้นผลิตกระแสไฟฟ้าในเสาอากาศของเครื่องรับ | x | |
| เมื่ออิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องส่งขึ้นสู่ระดับสูงสุด อิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องรับจะขึ้นสู่ระดับสูงสุดด้วยเสมอ | | x |

4. สำหรับตัวส่งคลื่นวิทยุในเครื่องจำลอง ทิศทางใดต่อไปนี้ของเสาอากาศตัวรับจะรับสัญญาณได้ (ทำเครื่องหมาย (x) ในข้อที่ถูกต้อง สามารถตอบได้มากกว่าหนึ่งข้อ)

| | | |
|---|---|--|
| เสาอากาศอยู่ในแนวตั้ง | x | |
| เสาอากาศอยู่ในแนวขวาง (ขนานกับพื้น) ปลายชี้ไปยังเสาอากาศตัวส่ง (ทิศทางตะวันออก - ตะวันตก) | | |
| เสาอากาศอยู่ในแนวขวาง ตั้งฉากกับเสาอากาศในคำตอบก่อนหน้านี้ (ทิศทางเหนือ - ใต้) | | |



5. กราฟชุดใดสอดคล้องกับความเคลื่อนไหวของอิเล็กตรอนในเสาอากาศตัวรับ (ควรนึกถึงเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเร่งความเร็ว และใช้ปุ่ม “Step” เพื่อก้าวข้ามการเคลื่อนไหวของอิเล็กตรอนและให้ลูกศรแสดง “แรงของอิเล็กตรอน” (force on an electron))



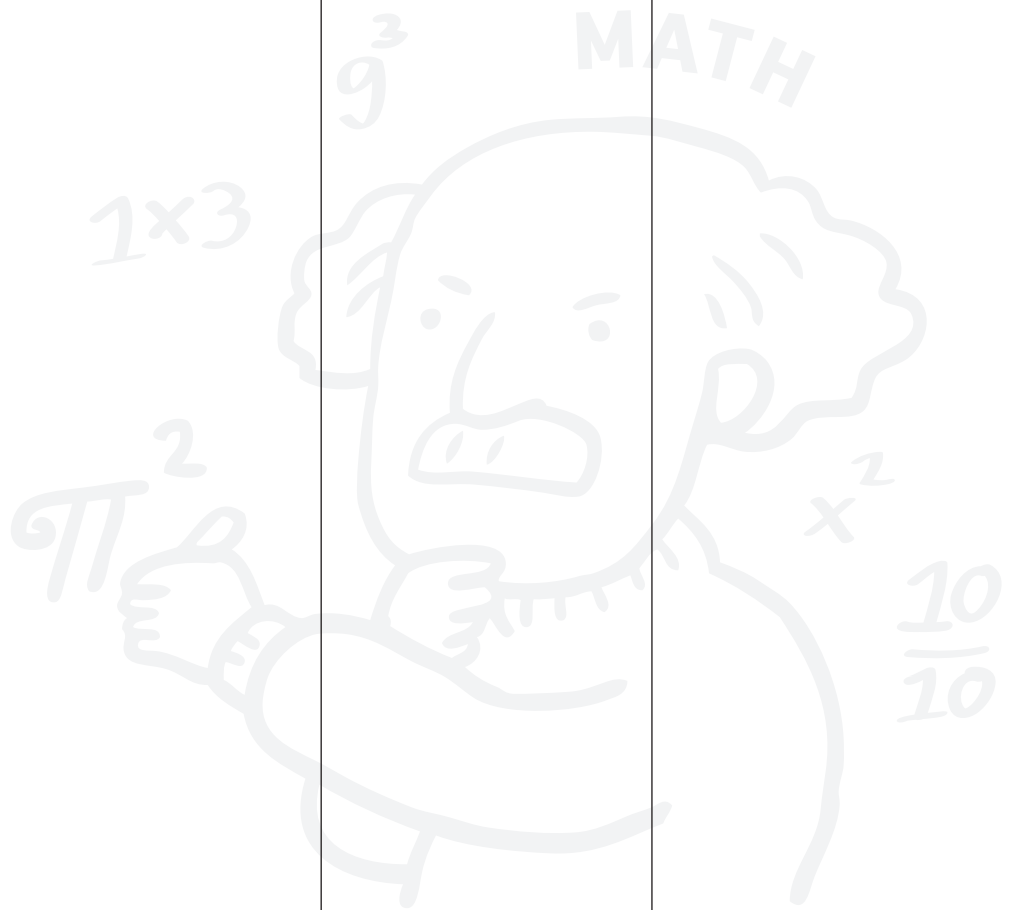
กราฟชุดใดสอดคล้องกับความเคลื่อนไหวของอิเล็กตรอนในเสาอากาศตัวรับ
ทำเครื่องหมาย (x) ลงในช่องว่างที่ถูกต้อง

| | | | |
|---|--|---|---|
| A | | D | |
| B | | E | |
| C | | F | X |

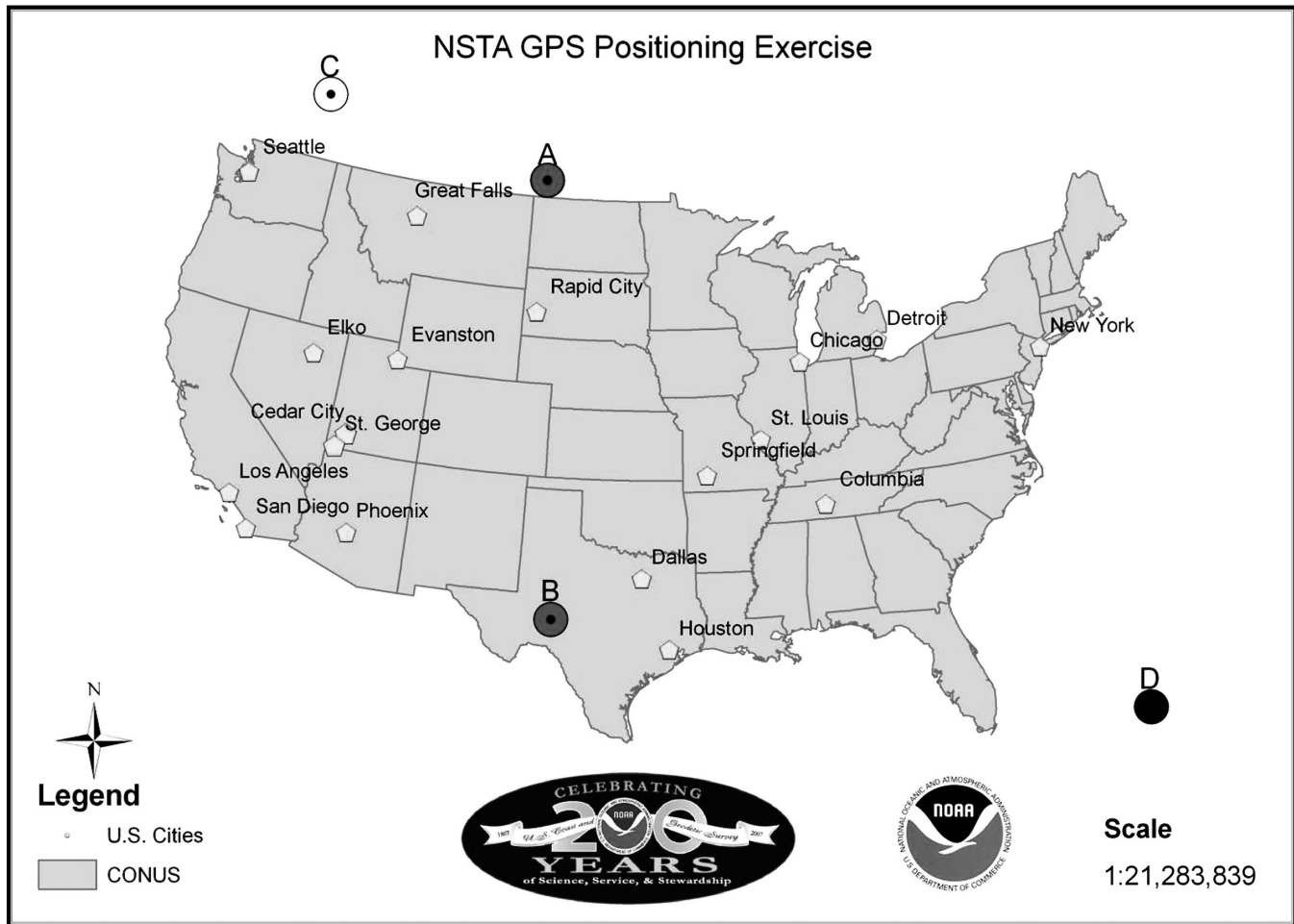
- คำตอบ:
- มันคือลูกคลื่นไซน์ที่แปรปรวนของ การกระจัด ความเร็ว และความเร่ง
 - ความชันของกราฟการกระจัด-เวลา (dx/dt) คือความเร็ว มันเป็นส่วนหนึ่งของรอบของการกระจัด
 - ความชันของกราฟความเร็ว-เวลา (d^2x/dt^2) คือความเร่ง
 - ความเร่งจะกลับเฟส (หรือมีทิศตรงกันข้าม) กับการกระจัด

ใบงาน: ตาราง KWHL Grid

| <p>เรารู้อะไร? What do I Know?</p> | <p>เราอยากทำอะไร? What do I Want to do?</p> | <p>เราจะทำมันอย่างไร? ตอนไหน? How will I do it? By when?</p> | <p>อะไรที่บอกเราว่า การเรียนรู้ของเรา ประสบความสำเร็จ What will tell me that my Learning is successful?</p> |
|--|---|--|---|
| | | | |



ใบงานเรื่อง: กิจกรรมสามเหลี่ยมระยะ Trilateration activity



ใบงานเรื่อง: กิจกรรมสามเหลี่ยมระยะ Trilateration activity

กิจกรรม: การหาตำแหน่งโดย GPS ทำได้อย่างไร

ดาวเทียมที่โคจรรอบโลกจำนวนมากมาเป็นระบบระบุตำแหน่งบนโลก Global Positioning System (GPS) แนวคิดเบื้องหลัง GPS เป็นเรื่องง่าย แต่การประยุกต์ใช้ และนำไปใช้ต้องการความแม่นยำอย่างมาก

การระบุตำแหน่งของ GPS ทำงานโดยหลักคณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 แนวคิด สิ่งแรกเรียกว่าสามเหลี่ยมระยะ ซึ่งหมายถึงการระบุตำแหน่งโดยใช้ระยะทางสามตำแหน่ง แนวคิดที่สองคือความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเดินทาง ความเร็วของการเคลื่อนที่ และปริมาณของเวลาที่ใช้ในการเดินทาง หรือ:

$$\text{ระยะทาง} = \text{ความเร็ว} \times \text{เวลา}$$

แนวคิดแรก สามเหลี่ยมระยะ ซึ่งเป็นจุดเน้นของกิจกรรมนี้ คือหลักการสำคัญในการหาตำแหน่งของคุณบนโลกโดยทราบตำแหน่งของดาวเทียม GPS ที่โคจรรอบโลกและระยะทางระหว่างดาวเทียมเหล่านั้นกับตำแหน่งของคุณ แต่การวัดระยะทางจากตำแหน่งของคุณไปยังดาวเทียมด้วยเชือก หรือสายวัด ไม่สามารถทำได้ ดังนั้นเราจะใช้สามเหลี่ยมระยะได้อย่างไรถ้าเราไม่สามารถวัดระยะทางแท้จริงได้ คำตอบนี้อยู่บนแนวคิดที่สอง ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง ความเร็วและเวลา เคล็ดลับก็คือดาวเทียม GPS มักจะส่งสัญญาณวิทยุออกมา

ในการระบุตำแหน่ง GPS ความเร็ว คือสัญญาณวิทยุเดินทางได้ไวเพียงใด ซึ่งมีค่าเท่ากับความเร็วของแสง (299,792,458 เมตรต่อวินาที) เวลา คือดาวเทียม GPS ใช้เวลานานเพียงใดในการส่งสัญญาณมายังตัวรับที่อยู่บนโลก เมื่อเราทราบความเร็วและเวลา เราสามารถใช้ในการคำนวณหาระยะทางระหว่างดาวเทียมและตัวรับ หลังจากที่เราได้ระยะทางจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง เราสามารถที่จะหาตำแหน่งสามมิติที่อยู่บนผิวโลกได้

เพื่อเรียนรู้ว่า GPS ทำงานอย่างไร มีแบบฝึกที่สาธิตหลักการของสามเหลี่ยมระยะ สามเหลี่ยมระยะเป็นการระบุตำแหน่งโดยทราบระยะทางจากจุดอย่างน้อย 3 จุดใน GPS จุดก็คือดาวเทียม มันสำคัญที่จะต้องเข้าใจว่าแบบฝึกนี้ช่วยให้เข้าใจหลักการง่ายๆ ของสามเหลี่ยมระยะ ไม่ใช่กระบวนการระบุตำแหน่งของ GPS อย่างแท้จริง แบบฝึกนี้เราจะใช้แผนที่แบบแบนและเชือก ซึ่งความจริงโลกจะโค้งกลม และดาวเทียมจะอยู่บนท้องฟ้าไม่ใช่บนพื้นดิน แม้ว่าบางคนอาจจะ “เห็น” ดาวเทียมมากกว่า 3 ดวงบนท้องฟ้า นี่เป็นแค่ตัวอย่างของบางประเด็นเกี่ยวกับดาวเทียม

แบบฝึกนี้เป็นตัวอย่างในการอธิบายเกี่ยวกับการทำงานของ GPS

แบบฝึกนี้จะมีประสิทธิภาพที่สุดเมื่อมีสมาชิกในกลุ่ม 3-4 คน

วัสดุ อุปกรณ์

- เชือกสีต่างกัน 4 เส้น (ยังไม่ตัด)
- ปากกาหรือดินสอสำหรับการระบุตำแหน่งที่ถูกต้องจากแต่ละสัญญาณ
- แผนที่ขนาดใหญ่

ภาพรวม

ในแบบฝึกนี้เราจะจำลองให้ GPS ระบุตำแหน่งโดยใช้ดาวเทียม 4 ดวง นักเรียนสามารถสมมติว่านักเรียนเป็นผู้รับสัญญาณ GPS ในตำแหน่งใดก็ได้บนแผนที่และหาว่าคุณอยู่ในตำแหน่งใดตาม “สัญญาณ” ที่นักเรียนได้รับ แต่สำหรับนักเรียน (และสำหรับผู้รับ GPS) สัญญาณทั้งหมดนั้นจะบอกนักเรียนว่าดาวเทียมอยู่ที่ไหนในขณะที่มันส่งสัญญาณ และระยะเวลาที่ส่งสัญญาณจากดาวเทียมมายังนักเรียนเป็นเวลาเท่าไร นักเรียนจะรู้ด้วยว่าดาวเทียมอยู่ที่ไหนเมื่อมันส่งสัญญาณมาที่นักเรียน โดยตำแหน่งของดาวเทียมจะแสดงบนแผนที่ ทั้งนี้ นักเรียนจะต้องพิจารณาตำแหน่งของนักเรียนจากปริมาณเวลาที่ผ่านไป เมื่อเราทราบความเร็วของสัญญาณ (R) และเวลาที่ผ่านไป (T) เราสามารถที่จะหาระยะทาง (D)

$$\text{ระยะทาง (D)} = \text{ความเร็ว (R)} \times \text{เวลา (T)}$$

ในกรณีของการระบุตำแหน่ง 3 มิติของ GPS ในชีวิตจริง สัญญาณจากดาวเทียมจะนำเสนอในรูปแบบทรงกลม ในแบบฝึกนี้เราใช้วงกลมเนื่องจากว่าเราใช้แผนที่ 2 มิติ ดังนั้นในฐานะที่เป็นตัวรับสัญญาณ GPS นักเรียนจะต้องหาว่าดาวเทียมแต่ละดวงห่างจากนักเรียนเท่าใด และต้องจำไว้ว่านักเรียนสามารถอยู่ตำแหน่งไหนก็ได้

วิธีทำ

1. วางแผนที่บนโต๊ะและติดด้วยเทปทั้ง 4 มุม
2. ใช้เชือก 4 เส้น ความยาวประมาณ $\frac{1}{2}$ เมตรและมีสีต่างกัน 4 สี (เราต้องการทราบว่านักเรียนอยู่ห่างจากจุดต่างกัน 4 จุดโดยใช้เชือกที่มีสีต่างกัน 4 เส้น)
3. หาความยาวของเชือกที่สามารถคำนวณได้จากสมการ
 $D = R \times T$ อัตราเร็วแสง (R) คือ 299,792,458 m/s
 ใช้เวลาที่แต่ละสัญญาณส่งจากดาวเทียมมายังตัวรับที่ให้ด้านล่าง
 เพื่อหาค่า D

เวลาสำหรับสัญญาณใช้ในการส่งมายังเครื่องรับ GPS

1. A = .00505783 วินาที
2. B = .00423206 วินาที
3. C = .00836090 วินาที
4. D = .00712225 วินาที

เมื่อนักเรียนทราบตำแหน่งของแต่ละดาวเทียมจากตำแหน่งของนักเรียนบนโลก ทำต่อในขั้นตอนที่ 4 เพื่อหาอัตราส่วนระยะทาง

| | ดาวเทียม A เชือกสี | ดาวเทียม B เชือกสี | ดาวเทียม C เชือกสี | ดาวเทียม D เชือกสี |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| เวลา (วินาที) | .00505783 | .00423206 | .00836090 | .00712225 |
| ระยะทาง (เมตร) | 1516299.287846 14 | 1268739.669803 48 | 2506534.76209 22 | 2135196.83399 05 |
| อัตราส่วนระยะทาง (เมตร) | .07124 | 0.05961 | 0.11776 | 0.10032 |
| อัตราส่วนระยะทาง (เซนติเมตร) | 7.12 | 5.96 | 11.76 | 10.03 |

4. ตอนนี้นักเรียนทราบว่าเชือกแต่ละเส้นยาวเท่าใด แต่ระยะทางจริงจะมากกว่าเส้นเชือกที่เราตัดมาก นักเรียนจะต้องหาอัตราส่วนในแผนที่แผนที่ที่มีอัตราส่วนเป็น 1:21,283,839 หมายความว่าระยะ 1 เมตรในแผนที่จะเท่ากับ 21,283,839 เมตรบนผิวโลก ใช้อัตราส่วนอย่างง่ายในการคำนวณว่าระยะทางควรจะเป็นเท่าใด ปรับหน่วยเป็นเซนติเมตรเพื่อให้ง่ายต่อการวัด [หมายเหตุ: ถ้ามีเวลาน้อย อาจจะมีการคำนวณไว้ให้] สิ่งที่สำคัญมากสิ่งเดียวในแบบฝึกนี้คือ จะต้องวัดความยาวของเชือก

ให้ถูกต้องที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพราะว่ามันนักเรียนจะต้องใช้เชือกในการวาดวงกลมแสดงตำแหน่งที่เป็นไปได้ว่าสัญญาณดาวเทียมได้ส่งมาในช่วงเวลาหนึ่ง ในบางกรณีวงกลมอาจจะไม่สามารถวาดได้ในกระดาษ แต่สามารถแสดงได้เพียงส่วนหนึ่งของส่วนโค้งวงกลม นักเรียนและเพื่อนร่วมทีมจะต้องหาวิธีการที่ทำให้วงกลมและส่วนโค้งวงกลมถูกต้องมากที่สุด คิดก่อนที่จะตัดเชือก ลองคิดถึงเทคนิคที่ช่วยให้วงกลมและส่วนโค้งของวงกลมถูกต้องมากขึ้น ตัดเชือกเพื่อเข้าสู่ขั้นต่อไป

5. ตอนนี้นักเรียนมีเชือกอยู่ 4 เส้น ซึ่งแสดงถึงระยะทางจากดาวเทียม 4 ดวง ใช้เทคนิคอะไรก็ได้ที่นักเรียนคิดไว้และเริ่มวาดวงกลมและส่วนโค้งวงกลมโดยให้ดาวเทียมเป็นจุดศูนย์กลาง ส่วนโค้งวงกลมนี้จะแสดงถึงตำแหน่งของสัญญาณดาวเทียมที่เวลาที่ผ่านไป จำไว้ว่าตำแหน่งของเราอยู่ตรงไหนก็ได้บนส่วนโค้งวงกลมเนื่องจากสัญญาณเดินทางในทุกทิศทาง ทำเช่นนั้นกับเชือก B และจุด B ซึ่งนักเรียนจะพบว่ามียังน้อย 2 จุดที่น่าจะเป็นตำแหน่งของนักเรียน ตำแหน่งทั้งสองนั้นคืออะไร

ทำซ้ำกับเชือก C และ D

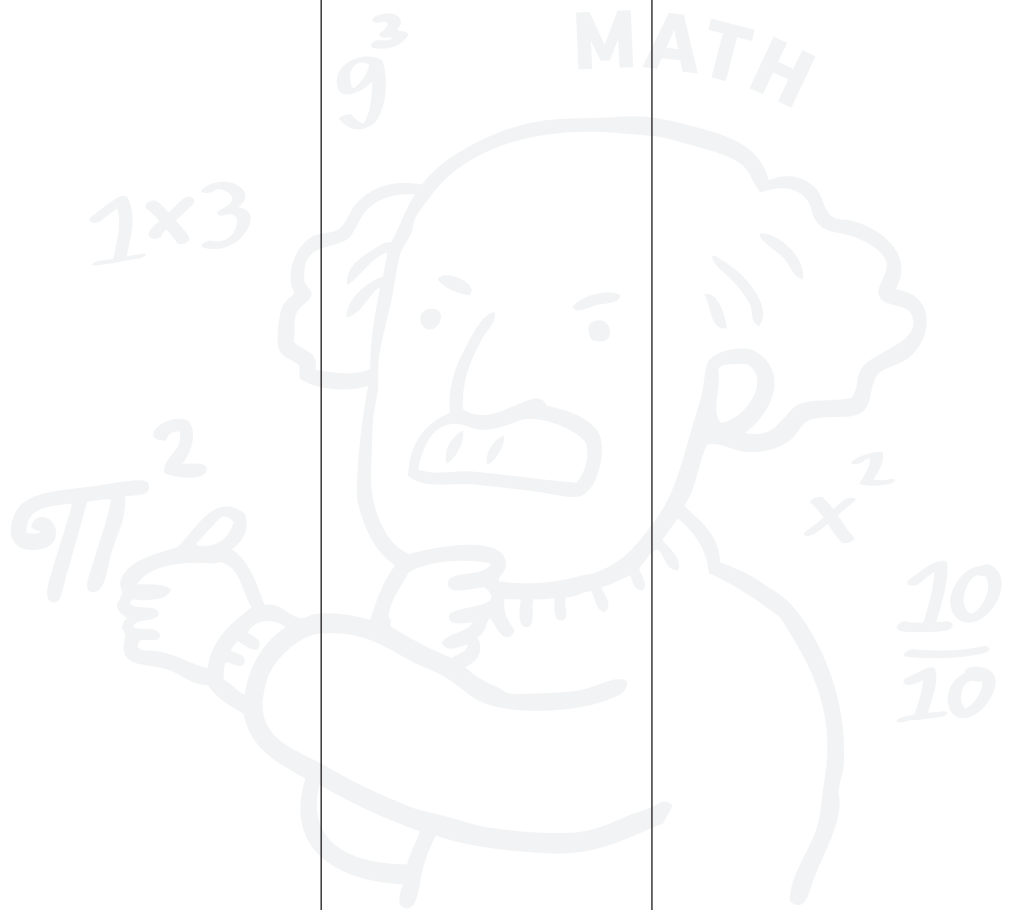
6. ตอนนี้นักเรียนมีส่วนโค้งของวงกลมและวงกลมที่ตัดกัน 2-3 จุด แต่มันจะต้องมีเพียงจุดเดียวในแผนที่ที่ทุกอันตัดกัน ตำแหน่งของนักเรียนคือที่ใด เพราะเหตุใดเส้นที่ตัดของนักเรียนไม่ได้ตัดที่จุดเดียวกันจริงๆ ลองดูว่านักเรียนได้คำตอบใกล้เคียงแค่ไหน ระดับความแม่นยำเป็นเท่าใด ตำแหน่งของนักเรียนมีความแม่นยำเมื่อเทียบกับ GPS ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในห้องตลาดได้ดีเพียงใด ตำแหน่งของนักเรียนมีความแม่นยำเมื่อเทียบกับ GPS ที่ใช้เพื่อการสำรวจได้ดีเพียงใด

สรุป

การหาตำแหน่งด้วย GPS ไม่ใช่เรื่องง่าย เพื่อที่จะทราบตำแหน่งจากดาวเทียมมายังตัวรับ เราจะต้องรู้ว่าดาวเทียมอยู่ที่ใดอย่างแน่ชัด ข้อมูลตำแหน่งนั้นจะรวมอยู่ในสัญญาณจากดาวเทียม อีกทั้งก็ไม่ได้เท่ากับความเร็วแสง (แต่มีความใกล้เคียงมาก) และมีหลายสิ่งๆ ที่อาจทำให้เกิดการช้าของสัญญาณ เช่น สภาพบรรยากาศ และยังมีปัญหาเกี่ยวกับคลื่นสะท้อน (สัญญาณชนกับพื้นหรือสิ่งก่อสร้าง) การแตกกระจายความถี่ตรง (การกระจายของดาวเทียมบนท้องฟ้าที่ไม่ดี) และปัจจัยอื่นๆ แต่อันที่จริงแล้ว มันเป็นเรื่องที่เข้าใจได้ง่าย

ใบงาน: ตาราง QuADS Grid

| ปัญหา (Question) | คำตอบ (Answer) | รายละเอียด (Details) | แหล่งข้อมูล (Sources) |
|------------------|----------------|----------------------|-----------------------|
| | | | |



ใบความรู้เรื่อง: โทรศัพท์มือถือ Mobile phones

โทรศัพท์มือถือ

ประชาชนทั่วไปในทุกวันนี้รู้ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพและกิจกรรมที่ส่งผลต่อสุขภาพมากกว่าทุกสมัยที่ผ่านมา การใช้โทรศัพท์มือถือในชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาลนับตั้งแต่ทศวรรษ 1980 ตั้งแต่ปี 2011 มีงานวิจัยหลายชิ้นที่พยายามค้นหาว่าการใช้โทรศัพท์มือถือเชื่อมโยงกับการเกิดมะเร็งหรือไม่ และในปีเดียวกันนี้สำนักงานระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยด้านมะเร็งได้รวมโทรศัพท์มือถือให้อยู่ในรายการสาเหตุของมะเร็งเป็นครั้งแรก โดยกล่าวว่าโทรศัพท์มือถือ “อาจ” ก่อให้เกิดมะเร็งได้ แต่หลักฐานนั้นไม่เพียงพอที่จะให้ข้อสรุปที่ชัดเจน

มีงานวิจัยชิ้นหนึ่งสำรวจประชาชน 6,000 คน ใน 13 ประเทศเกี่ยวกับสุขภาพและการใช้โทรศัพท์มือถือของพวกเขา ครั้งหนึ่งของคนกลุ่มนี้ป่วยและตอบว่าตนป่วยเป็นมะเร็งรูปแบบใดแบบหนึ่ง ส่วนอีกครึ่งหนึ่งมีสุขภาพดี งานวิจัยนี้เผยว่าคน 10% ที่ใช้โทรศัพท์มือถือบ่อยที่สุดได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นมะเร็งสมอง แต่ทีมผู้วิจัยไม่ได้สรุปว่าโทรศัพท์มือถือเป็นสาเหตุของมะเร็งสมองโดยตรง แต่ประเด็นต่างๆ ในงานวิจัยนี้อาจนำมาอธิบายข้อสังเกตที่พบได้

คำถาม ก: โทรศัพท์มือถือ

เครือข่ายโทรศัพท์มือถือใช้คลื่นจากสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า ในการส่งสัญญาณผ่านอากาศ คลื่นเหล่านี้เรียกว่าอะไร?

1. คลื่นวิทยุ
2. คลื่นเสียง
3. รังสีแกมมา
4. รังสีไมโครเวฟ

คำถาม ข: โทรศัพท์มือถือ

เหตุใดจึงให้ผู้เข้าร่วมวิจัยครึ่งหนึ่งในงานนี้เป็นผู้มีสุขภาพดี?

คำตอบ: นักเรียนควรตอบคำถามทั้งสองประเด็นด้านล่างให้สมบูรณ์ ประเด็นแรก กลุ่มนี้ถูกเรียกว่าอะไรหรือใช้อย่างไรโดยปกติ (กลุ่มควบคุม/เปรียบเทียบ)
 ประเด็นที่สอง เชื่อมโยงหน้าที่ของวัตถุประสงค์ของกลุ่มควบคุมในบริบทของการศึกษานี้
 ตัวอย่างเช่น ทำหน้าที่เป็นกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มเปรียบเทียบ-เพื่อให้ นักวิจัยสามารถเปรียบเทียบการใช้โทรศัพท์มือถือและปัญหาสุขภาพระหว่างสองกลุ่ม

คำถาม ค: โทรศัพท์มือถือ

จงบอกข้อดีของการใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมากในงานวิจัย

คำตอบ:

- เพื่อให้แน่ใจว่ามีข้อมูลที่เพียงพอในการลงข้อสรุปที่ถูกต้อง
 - เพื่อที่ว่าถ้าหรือหากเขาพบความเชื่อมโยง (ความสัมพันธ์) เขาสามารถมั่นใจได้ว่าเกิดขึ้นจริง
 - เพื่อลดผลของข้อมูลที่ผิดพลาดหรือข้อมูลที่ไม่สามารถระบุเจ้าของได้
- หมายเหตุ: ไม่เพียงพอที่จะตอบเพียง 'เพื่อแน่ใจว่าได้ผลที่ถูกต้อง' เนื่องจากคำตอบไม่เฉพาะเจาะจงเพียงพอ

คำถาม ง: โทรศัพท์มือถือ

เหตุใดจึงควรกำหนดให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในงานวิจัยนี้?

1. ผู้คนจะได้ชื่อโทรศัพท์มือถือ
2. เพื่อให้ประชาชนทราบว่ามีความเสี่ยงต่อสุขภาพขณะใช้โทรศัพท์มือถือ
3. ผู้คนจะได้เลือกอย่างมีความรับผิดชอบว่าจะเสี่ยงต่อสุขภาพของตนเองหรือไม่
4. เพื่อลดการเกิดโรคมะเร็ง

คำตอบ: 2 และ 3 เป็นคำตอบที่ถูกต้องทั้งคู่ – เนื่องจากทั้งสองคำตอบอ้างอิงถึงหลักฐานทางและข้อแนะนำทางวิทยาศาสตร์และสิทธิของประชาชนในการตัดสินใจจากทางเลือกต่างๆ

4 เป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง การทำการศึกษาเพียงอย่างเดียวจะไม่หยุดคนในการที่จะเจอกับโรค แต่เป็นเพียงการมองว่ามีอะไรบ้างที่ทำให้เกิดความเครียดที่เพิ่มขึ้น

คำถาม จ: โทรศัพท์มือถือ

ทีมผู้วิจัยจะไม่ให้ความสำคัญว่าโทรศัพท์มือถือเชื่อมโยงกับการเกิดมะเร็งสมอง เหตุผลต่อไปนี้อาจเป็นเหตุผลต่างๆ ที่ผู้วิจัยมองเช่นนั้น คุณเห็นด้วยกับเหตุผลข้อใดบ้าง?

1. 10% ของกลุ่มตัวอย่างถือเป็นจำนวนที่ไม่สูงมาก
2. คนเหล่านี้อาจป่วยเป็นมะเร็งสมองอยู่แล้วก่อนเข้าร่วมการวิจัย
3. ผู้คนอาจกล่าวเกินจริงเกี่ยวกับปริมาณการใช้โทรศัพท์มือถือของตน
4. งานของพวกเขาอาจเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งสมองอยู่แล้ว
5. ผลลัพธ์ไม่น่าเชื่อถือ
6. ระยะห่างของการใช้โทรศัพท์ขั้นต่ำกับขั้นสูงนั้นน้อยมาก

คำตอบที่ถูกต้องคือ 2,3,4 และ 6

1 – มันเป็นเรื่องจริงว่า 10% ต่ำกว่าที่เหลืออีก 90% อย่างไรก็ตาม เราไม่ทราบว่าคุณขนาดของกลุ่มประชาชนที่ใช้โทรศัพท์มากที่สุด ด้วยเหตุผลนี้จึงไม่มีหลักฐานที่เพียงพอในการลงข้อสรุป

2 – เราไม่ทราบว่าถ้าเนื้องอกในสมองนั้นมีอยู่ก่อนแล้วหรือว่ามันเพิ่งพัฒนาขึ้นมาระหว่างทำการศึกษา

3 – เกี่ยวกับแนวคิดของความน่าเชื่อถือของข้อมูล เราจะแน่ใจอย่างไรว่าข้อมูลที่ได้นั้นคือข้อมูลที่แท้จริงและจะมั่นใจได้อย่างไรว่าผลลัพธ์ที่คุณมีถูกต้อง

4 – การศึกษาอื่นอาจจะรายงานเกี่ยวกับโอกาสที่เพิ่มขึ้นของการเกิดเนื้องอกในสมองจากการทำงานบางประเภทหรือการได้รับสารเคมี เราจะมั่นใจได้อย่างไรว่าโทรศัพท์เป็นสาเหตุของโรคมะเร็งหรือเป็นเพราะปัจจัยอื่น

5 – ข้อมูลนี้ไม่เพียงพอ เราต้องการความแน่ใจว่าเพราะเหตุใดมันจึงไม่น่าเชื่อถือเช่นเดียวกับข้อ 2, 3 และ 4

6 – เราไม่สามารถเข้าถึงผลแต่มันอาจเป็นไปได้ว่าเวลาในการใช้โทรศัพท์แทบจะไม่ต่างกัน เราจะต้องพิจารณาความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในการที่จะเชื่อมั่นได้ว่าเราลงข้อสรุปได้ถูกต้อง

จงอ่านข้อมูลต่อไปนี้

ระหว่างการประชุมนานาชาติเรื่องการวิจัยโรคมะเร็ง มีการบันทึกว่า นักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวสิ่งต่อไปนี้

- “เชื่อไม่ได้หรือว่าผู้คนจะพูดความจริงว่าตนเองใช้โทรศัพท์มือถือ มากน้อยแค่ไหน โดยเฉพาะคนที่คิดว่าตนเองกำลังใช้มากเกินไป”
- “เดี๋ยวนี้งานวิจัยบางงานก็ได้เงินอุดหนุนจากบริษัทโทรศัพท์มือถือ เองเลยทีเดียว!”
- “งานวิจัยเหล่านี้ส่วนมากเกี่ยวข้องกับผู้ใหญ่”
- “มะเร็งสมองสามารถส่งผลกระทบต่อความจำและปัญหาการได้ยินในผู้คน”

คำถาม จ: โทรศัพท์มือถือ

นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งระบุว่างานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่ผู้ใหญ่ ส่วนนักวิทยาศาสตร์อีกคนหนึ่งก็ได้ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใด

“นำเด็กมาร่วมในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เพราะจะก่อให้เกิดประเด็น ปัญหาเรื่อง _____”

คิดว่าคำที่หายไปนั้นคือคำว่าอะไร? สามารถเลือกได้จากรายการต่อไปนี้

ศีลธรรม สังคม สิ่งแวดล้อม การเงิน เทคนิค

คุณคิดว่าการกล่าวเช่นนี้มีความหมายว่าอย่างไร?

คำตอบ: ในการเข้าร่วมในการวิจัยใดๆ เราจะต้องได้รับความยินยอม จากบุคคลที่เข้าร่วม ผู้ปกครอง/ผู้ดูแล/ผู้พิทักษ์ต้องให้ความยินยอม เช่นเดียวกับเด็ก

แม้ว่ามันอาจจะสำคัญในการดูว่า รังสีที่เกิดขึ้นจากการใช้โทรศัพท์มือถือ สัมพันธ์กับปัญหาสุขภาพ แต่การให้เด็กเข้าร่วมอาจจะไม่เหมาะสมเพราะ มีโอกาสที่จะเกิดอันตรายกับสุขภาพของพวกเขา เด็กอาจจะยินยอม ที่จะเข้าร่วมเพียงเพราะไม่เข้าใจถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับพวกเขา

คำถาม ซ: โทรศัพท์มือถือ

คิดว่าเหตุใดนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งถึงกังวลว่างานวิจัยบางงานได้รับการสนับสนุนจากบริษัทโทรศัพท์มือถือ

คำตอบ:

- ผลการวิจัยอาจมีความลำเอียง
- นักวิจัยอาจได้รับการสนับสนุนจากบริษัทโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้ไม่เผยแพร่ผลทางลบที่เกิดขึ้นกับสุขภาพ
- การนำเสนอผลกระทบทางลบกับสุขภาพอาจทำให้ดูลดลง ถ้านักวิจัยได้รับการจ้างจากบริษัทโทรศัพท์มือถือ

หมายเหตุ: คำตอบ เช่น 'ผลการวิจัยอาจจะนำเสนออย่างไม่เป็นธรรม' ไม่เพียงพอเนื่องจากขาดรายละเอียดว่าเพราะเหตุใดจึงไม่เป็นธรรม นักเรียนต้องมีการอธิบายเพิ่มเติม เช่น ไม่มีอคติ/มีข้อมูลทั้งสองด้านของการโต้แย้ง ฯลฯ

จงอ่านข้อมูลต่อไปนี้

เช่นเดียวกับการแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับการปล่อยรังสีในคู่มือการใช้ บางประเทศเสนอว่าโทรศัพท์มือถือที่มีการปล่อยรังสีต่ำที่สุดควรมีสัญลักษณ์พิเศษเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบ

คำถาม ซ: โทรศัพท์มือถือ

คิดว่าเหตุใดบางประเทศจึงเสนอแนะเช่นนั้น

คำตอบ:

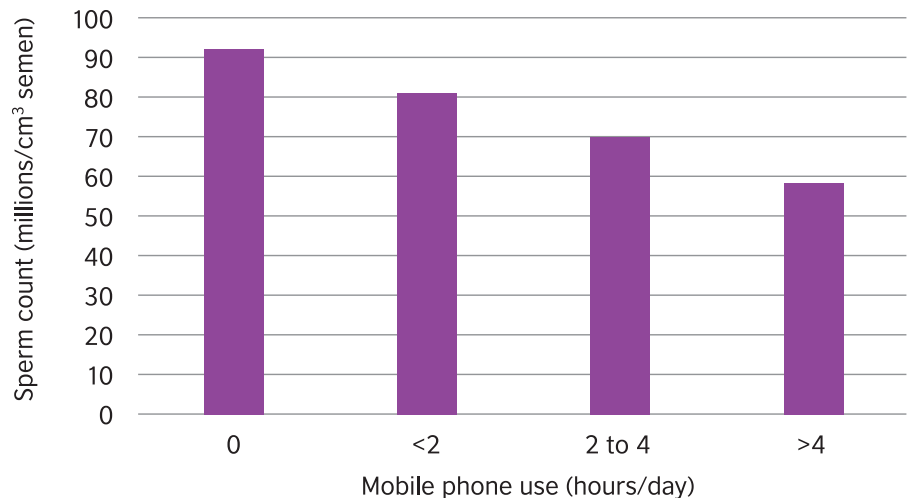
- สัญลักษณ์ที่ง่ายต่อการจดจำและเข้าใจจะช่วยให้ในการเลือกโทรศัพท์
- ประชาชนสามารถเห็นได้ว่าโทรศัพท์เครื่องใดมีระดับของรังสีต่ำโดยไม่ต้องอ่านคู่มือ ซึ่งจะเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกโทรศัพท์
- ประชาชนต้องการวิธีที่ง่ายในการเปรียบเทียบโทรศัพท์ซึ่งจะทำให้พวกเขาได้ซื้อโทรศัพท์ประเภทที่ตัวเองต้องการ

ตัวเลือกตามรายการข้างต้นอาจจะเพียงพอแต่เราต้องเชื่อมโยงว่าสัญลักษณ์ช่วยเหลือเราอย่างไรและเป็นข้อมูลสำหรับประกอบการตัดสินใจอย่างไร

จงอ่านข้อมูลต่อไปนี้

อีกงานวิจัยหนึ่งได้ค้นคว้าหาความเชื่อมโยงที่อาจเป็นไปได้ระหว่างการใช้โทรศัพท์มือถือกับการมีบุตรของเพศชาย

กราฟ 1 แสดงผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้



กราฟ 1

คำถาม ณ: โทรศัพท์มือถือ

ตารางข้อมูลใดแสดงผลที่เหมือนกับในกราฟ 1

A B C D

ตาราง A

| การใช้โทรศัพท์ (ชั่วโมงต่อวัน) | จำนวนอสุจิ (ล้านตัว / น้ำอสุจิหนึ่งลูกบาศก์เซนติเมตร) |
|-----------------------------------|--|
| 0 | 95 |
| น้อยกว่า 2 | 80 |
| ระหว่าง 2 ถึง 4 | 68 |
| มากกว่า 4 | 63 |

ตาราง B

| การใช้โทรศัพท์ (ชั่วโมงต่อวัน) | จำนวนอสุจิ (ล้านตัว / น้ำอสุจิหนึ่งลูกบาศก์เซนติเมตร) |
|-----------------------------------|--|
| 0 | 92 |
| 1 – 1.9 | 81 |
| 2,3,4 | 70 |
| มากกว่า 4 | 58 |

ตาราง C

| การใช้โทรศัพท์ (ชั่วโมงต่อวัน) | จำนวนอสุจิ (ล้านตัว / น้ำอสุจิหนึ่งลูกบาศก์เซนติเมตร) |
|-----------------------------------|--|
| ไม่มี | 58 |
| <2 | 70 |
| 2-4 | 81 |
| >2 | 90 |

ตาราง D

| การใช้โทรศัพท์ (ชั่วโมงต่อวัน) | จำนวนอสุจิ (ล้านตัว / น้ำอสุจิหนึ่งลูกบาศก์เซนติเมตร) |
|-----------------------------------|--|
| 0 | 90 |
| >2 | 73 |
| 2-4 | 64 |
| <4 | 71 |

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ตาราง B

ในกราฟสัญลักษณ์ <2 (หมายถึงน้อยกว่า 2) และ >4 (หมายถึงมากกว่า 4) ได้นำมาใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับการใช้โทรศัพท์แทนที่ค่าและช่วงในตาราง B ข้อมูลจำนวนอสุจิที่นับได้ถูกต้อง

ในตาราง C >2 ได้ถูกบันทึก แทนที่ >4 ซึ่งไม่ถูกต้อง

ในตาราง A ข้อมูลจำนวนอสุจิที่นับได้ไม่ถูกต้อง

ในตาราง D กลุ่มที่ใช้โทรศัพท์ถูกต้องแต่ข้อมูลจำนวนอสุจิที่นับได้ไม่ถูกต้อง

คำถาม ณ: โทรศัพท์มือถือ

ข้อความได้อธิบายแนวโน้มของผลลัพธ์ที่นำเสนออยู่ในกราฟ 1 ได้ดีที่สุด

1. มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ
2. ไม่มีความเชื่อมโยงระหว่างการใช้โทรศัพท์มือถือกับจำนวนอสุจิ
3. ยิ่งจำนวนชั่วโมงของการใช้โทรศัพท์มือถือต่ำ จำนวนอสุจิก็น้อยด้วย
4. เมื่อจำนวนชั่วโมงการใช้โทรศัพท์มือถือในแต่ละวันเพิ่มขึ้น จำนวนอสุจิก็น้อยลง เพราะแท่งที่แสดงบนกราฟต่ำลงเมื่อการใช้งานโทรศัพท์มือถือเพิ่มขึ้น

คำตอบที่ถูกต้อง คือข้อ 4

คำตอบ: คำตอบเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรที่แสดงบนแกนและอธิบายว่ามันสัมพันธ์กันอย่างไร

1 – ข้อมูลนี้ไม่เพียงพอ หากจะให้ถูกต้อง ต้องเพิ่ม ‘ระหว่างการใช้โทรศัพท์มือถือและจำนวนอสุจิที่นับได้’

2 – นักวิจัยอาจจะสรุปได้ดีว่าการพิจารณาปัจจัยอื่น เช่น ความเครียดและอื่นๆ แต่สิ่งเหล่านี้ไม่ได้บันทึกที่นี่ เราถูกถามให้รายงานเฉพาะแนวโน้มที่แสดง ถ้าความแตกต่างระหว่างจุดแต่ละจุดมีน้อย ข้อนี้อาจจะเป็นคำตอบที่ดี

3 – ข้อนี้ไม่ถูกต้อง แนวโน้มกลับกันกับข้อมูล

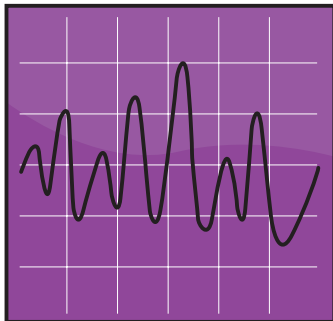


ใบความรู้เรื่อง: สัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัล Analogue and digital signals

สัญญาณสื่อสารสามารถทำเป็นแอนะล็อกหรือดิจิทัล

สัญญาณแอนะล็อก

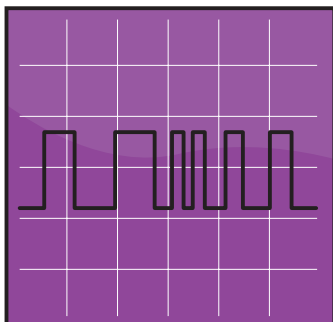
เพลงและการกล่าวสุนทรพจน์เป็นความถี่และแอมพลิจูดที่ต่อเนื่อง ในทางเดียวกันสัญญาณแอนะล็อกสามารถเปลี่ยนแปลงทั้งในความถี่ แอมพลิจูด หรือทั้งสองคุณน่าจะได้ยินคำว่าวิทยุ เอฟ เอ็ม (FM) หรือ เอ เอ็ม (AM) การผสมทางความถี่ของคลื่นวิทยุ (Frequency Modulated Radio) หรือการผสมทางแอมพลิจูดของคลื่นวิทยุ (Amplitude Modulated Radio)



ออสซิลโลสโคปแชนแนลของสัญญาณแอนะล็อก

สัญญาณดิจิทัล

สัญญาณดิจิทัลเป็นช่วงสัญญาณที่มีสองสถานะ คือ เปิด (1) หรือ ปิด (0) ไม่มีค่าตรงกลาง วิทยุ DAB หรือการส่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล (Digital Audio Broadcast radio) เป็นการส่งสัญญาณเป็นสัญญาณดิจิทัล



ออสซิลโลสโคปแชนแนลของสัญญาณดิจิทัล

สัญญาณรบกวน

คุณควรจะสามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดสัญญาณดิจิทัลรักษาคุณภาพได้ดีกว่าสัญญาณแอนะล็อก สัญญาณทุกสัญญาณจะอ่อนลงเมื่อเดินทางเป็นระยะทางไกล และบางครั้งอาจจะจับเอาสัญญาณอื่นปนเข้ามา ซึ่งเรียกว่า สัญญาณรบกวน ซึ่งจะได้ยินเป็นเสียงดังหรือเสียงซ่าในรายการวิทยุ สัญญาณรบกวนบางที่เป็นสาเหตุให้สัญญาณอินเทอร์เน็ตตกหรือช้าลงเมื่อโมเด็มพยายามที่จะปรับ

สัญญาณแอนะล็อก

สัญญาณรบกวนจะเพิ่มข้อมูลเกินเข้าไปยังสัญญาณแอนะล็อก ในแต่ละครั้งที่ขยายสัญญาณ สัญญาณรบกวนก็จะขยาย สัญญาณจะค่อยๆ ลดลง ลดลงเหมือนสัญญาณเริ่มต้น ในบางครั้งอาจจะทำให้เป็นไปไม่ได้ที่จะส่งเพลงกระจายเสียงออกไปได้โดยปราศจากสัญญาณรบกวน เป็นต้น

สัญญาณดิจิทัล

สัญญาณรบกวนจะเพิ่มข้อมูลที่ไม่แน่นอนเข้าไปยังสัญญาณดิจิทัล อย่างไรก็ตามสัญญาณรบกวนมักจะมีค่าแอมพลิจูดต่ำกว่าแอมพลิจูดของสถานะเปิด ซึ่งเป็นผลให้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ในเครื่องขยายเสียงสามารถหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนและทำให้มันไม่สามารถเข้ามาได้ จึงทำให้คุณภาพของเสียงจึงยังคงอยู่ ซึ่งเป็นเหตุผลว่าเพราะเหตุใดสถานีโทรทัศน์และวิทยุจึงเปลี่ยนมาใช้ในการส่งสัญญาณแบบดิจิทัลแทนแอนะล็อก

การส่งผ่านข้อมูล

เราไม่สามารถมองเห็นรังสีอินฟราเรด แต่เรารู้ได้จากพลังงานความร้อน เครื่องรับอินฟราเรดสามารถจับความร้อนได้จากร่างกายของเรา และนำมาใช้ใน

- หลอดไฟที่ให้ความปลอดภัย security lights
- สัญญาณกันขโมย

รังสีอินฟราเรดยังนำมาใช้ในการส่งผ่านข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ได้แก่

- รีโมตคอนโทรลสำหรับปรับรายการโทรทัศน์ และเครื่องเล่น ดีวีดี
- การเชื่อมต่อข้อมูลในระยะใกล้ระหว่างคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือ

สายใยแก้วนำแสง

ข้อมูล เช่น ข้อมูลคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์ สามารถเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งสามารถส่งผ่านโดยใช้สายเคเบิลหรือส่งผ่านโดยใช้คลื่นไมโครเวฟหรือคลื่นวิทยุ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลก็สามารถเปลี่ยนเป็นช่วงของรังสีอินฟราเรดและส่งผ่านสายใยแก้วนำแสง

สายใยแก้วนำแสงสามารถส่งข้อมูลได้มากกว่าสายเคเบิลปกติที่มีความหนาเท่ากัน สัญญาณในสายใยแก้วนำแสงจะไม่อ่อนลงแม้เดินทางในระยะทางที่ไกลเมื่อเปรียบเทียบกับสายเคเบิลปกติ

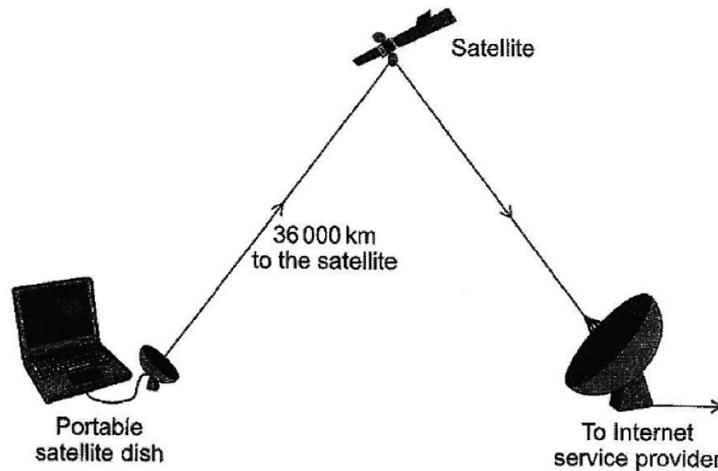
ระดับที่เหนือกว่า

สายใยแก้วนำแสงสามารถส่งข้อมูลได้มากกว่าเพราะการรวมสัญญาณ ซึ่งทำให้สัญญาณดิจิทัลจำนวนมากถูกแทรกสอดหรือส่งผ่านไปพร้อมกันโดยไม่รวมกัน การส่งสัญญาณวิทยุและโทรศัพท์ดิจิทัลก็สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่าการส่งสัญญาณแอนะล็อกเพราะสามารถที่จะรวมสัญญาณได้ ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้ที่มากกว่าความถี่วิทยุที่มีอยู่ ตัวอย่างเช่นสามารถที่จะส่งผ่านช่องสัญญาณได้มากขึ้น และทำให้มีสัญญาณโทรศัพท์คมชัดสูง (HD) และมีทางเลือก 'ปุ่มแดง'

ข้อมูลจาก http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/ocr_gateway/home_energy/data_transmissionrev1.shtml

ใบงานเรื่อง: สัญญาณที่ถูกส่งและรับ Transmitting and receiving?

1 (a) แผนภาพแสดงคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตโดยใช้การเชื่อมโยงจากดาวเทียม



1 (a) (i) จงบอกประเภทของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ส่งและรับข้อมูลจากดาวเทียม

.....
.....
.....

(1 คะแนน)

1 (a) (ii) ข้อมูลถูกส่งและรับจากดาวเทียมโดยใช้สัญญาณดิจิทัล

จงบรรยายว่า สัญญาณดิจิทัล คืออะไร

นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพประกอบคำตอบได้

.....
.....
.....

1 (a) (iii) จงบอกข้อดีหนึ่งประการของการส่งข้อมูลเป็นสัญญาณดิจิทัล แทนที่จะส่งเป็นสัญญาณแอนะล็อก

.....
.....
.....

(1 คะแนน)

1 (b) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางด้วยความเร็ว 300,000,000 เมตรต่อวินาที

คลื่นที่เดินทางไปสู่และจากดาวเทียมมีความยาวคลื่น 15 ซม.

จงใช้สมการในกรอบด้านล่างคำนวณความถี่ของคลื่นเหล่านี้

$$\text{ความเร็วคลื่น} = \text{ความถี่} \times \text{ความยาวคลื่น}$$

แสดงให้เห็นชัดเจนว่าคุณหาคำตอบมาได้อย่างไร

.....
.....
.....

ความถี่ =

(3 คะแนน)

1 (c) ในปี 2009 หลายพื้นที่ในประเทศเคนยาซึ่งอยู่ในทวีปแอฟริกาเชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตด้วยเส้นใยแก้วนำแสงความเร็วสูง ก่อนหน้านั้นการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตทั้งหมดต้องผ่านดาวเทียม

1 (c) (i) จงเติมช่องว่างในประโยคต่อไปนี้

สัญญาณสามารถถูกส่งผ่านเส้นใยแก้วนำแสงด้วยการใช้แสงที่มองเห็นได้หรือ.....

(1 คะแนน)

1 (c) (ii) จงบอกเหตุผลประการหนึ่งว่าเหตุใดการส่งสัญญาณผ่านเส้นใยแก้วนำแสงจึงไปถึงที่หมายได้เร็วกว่าการส่งแบบเชื่อมต่อกับดาวเทียม

.....
.....
.....

(1 คะแนน)

ใบคำตอบเรื่อง: สัญญาณที่ถูกส่งและรับ Transmitting and receiving?

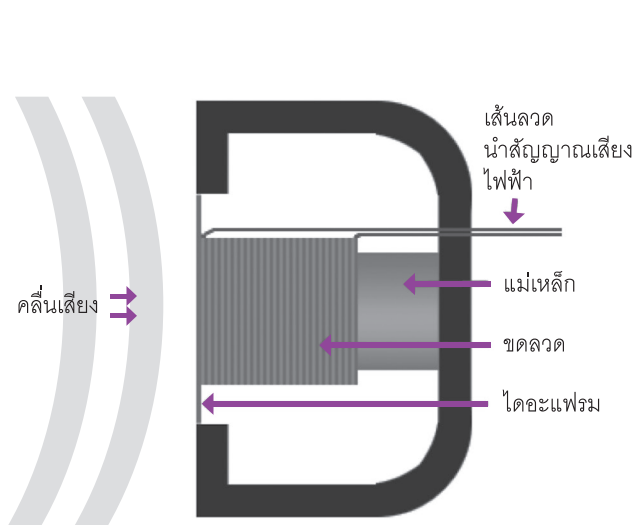
| คำถาม | คำตอบ | ข้อมูลเสริม | คะแนน |
|-------------|--|---|-------|
| 1 (a) (i) | ไมโครเวฟ | | 1 |
| 1 (a) (ii) | มีค่าที่ไม่ต่อเนื่องเท่านั้น หรือ หรือมี 2 สถานะ | <p>ยอมรับการตอบว่าเปิดหรือปิดเท่านั้น</p> <p>ยอมรับการตอบว่าประกอบด้วย 1 และ 0 เท่านั้น</p> <p>ยอมรับการมีระดับสูงและต่ำ (ตามค่าเท่านั้น)</p> <p>ยอมรับแผนผังที่มีระดับไม่ต่อเนื่อง (discrete levels)</p> <p>ไม่ยอมรับ-สามารถเปิดและปิดได้</p> | 1 |
| 1 (a) (iii) | อันใดอันหนึ่งจากรายการต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> ถูกแทรกแซงได้น้อยกว่า สามารถประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ง่ายกว่า คุณภาพสัญญาณดีกว่า สัญญาณดิจิทัลสามารถปรับคืนสภาพได้ ข้อมูลสามารถถูกนำมาบีบอัดให้เล็กลงได้ | <p>หมายถึงสัญญาณ</p> <p>ยอมรับการตอบว่าไม่มีการแทรกแซง</p> <p>ยอมรับการตอบว่ามีแทรกแซงแต่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายถาวรหรือเกิดความเสียหายน้อย</p> <p>ยอมรับการตอบว่ามีเสียงรบกวนหรือการบิดเบือนจากการแทรกแซง</p> <p>ยอมรับการตอบว่าสามารถดำเนินการได้โดยปราศจากเครื่องเปลี่ยนสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล</p> <p>ตอบว่าทำงานด้วยตัวมันเองน่าจะดีกว่า ถือว่าไม่เพียงพอ</p> <p>ยอมรับการตอบว่าสามารถส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นในขณะเดียวกัน</p> <p>ไม่ยอมรับการตอบว่าเร็วกว่า</p> | 1 |

| คำถาม | คำตอบ | ข้อมูลเสริม | คะแนน |
|------------|--|--|--|
| 1 (b) | 2,000,000,000 | ให้ 1 คะแนนสำหรับการเปลี่ยนสภาพและการแทนที่อย่างถูกต้อง $\frac{300,000,000}{0.15}$ หรือ $\frac{300,000,000}{15}$ ยอมรับ Hz ไม่ยอมรับ hz ยอมรับ kHz / MHz/ GHz แต่ถ้าจะได้คะแนนเต็ม คำตอบและหน่วยจะต้องสอดคล้องกัน เช่น ตอบว่า 2 GHz; 2000 MHz; 2,000,000 kHz ได้ 3 คะแนน | 2 1 |
| 1 (c) (i) | อินฟราเรด Infra red (IR) (การแผ่รังสี) | ยอมรับคำตอบว่า IR ไม่ได้อ้างอิงถึงแสง (หากนักเรียนตอบว่า อินฟราเรด (การแผ่รังสี)) ครูให้คะแนนได้โดยที่นักเรียนไม่ได้ใส่คำว่า 'แสง') | 1 |
| 1 (c) (ii) | เดินทางสั้นกว่า | ไม่ยอมรับการตอบว่าเร็วกว่า | 1 |
| รวม | | | 8 |

ใบความรู้สำหรับครูเรื่อง: การใช้กฎของฟาราเดย์ Faraday's law in action

การใช้กฎของฟาราเดย์

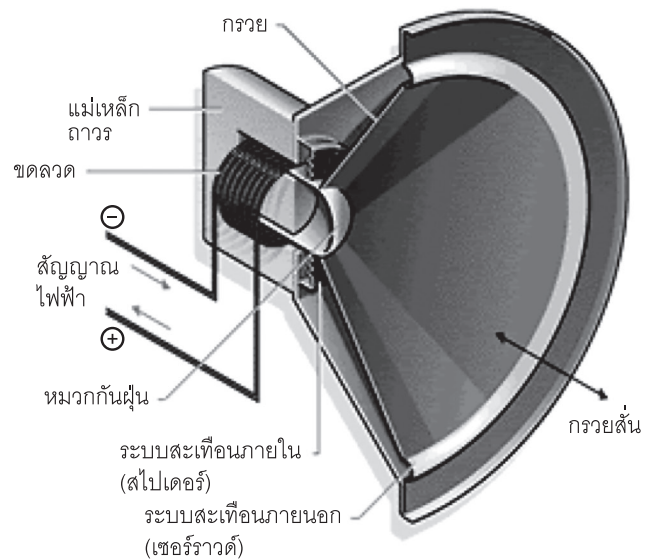
ให้นักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าอธิบายการทำงานของเครื่องมือนี้ โดยสามารถวาดและเขียนบนภาพพร้อมเขียนคำอธิบายได้



Cross-Section of Dynamic Microphone
ภาพตัดขวางของ ไมโครโฟนไดนามิก

เมื่อแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าใกล้กับขดลวดจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวด ใช้หลักการทางแม่เหล็กไฟฟ้า ไดนามิกไมโครโฟนใช้ขดลวดและแม่เหล็กในการสร้างสัญญาณเสียง

ไดอะแฟรมจะยึดติดกับขดลวด เมื่อคลื่นเสียงชนกับไดอะแฟรม มันจะสั่นและทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและย้อนกลับผ่านแม่เหล็ก ซึ่งทำให้เกิดกระแสในขดลวด และเคลื่อนจากไมโครโฟนผ่านเส้นลวดในรูปแบบสัญญาณเสียงไฟฟ้า



Loudspeaker
ลำโพง

ลำโพงช่วยให้คุณได้ยินเสียง สุนัขกับภาพยนตร์ หรือได้ยินเสียงจากโทรศัพท์

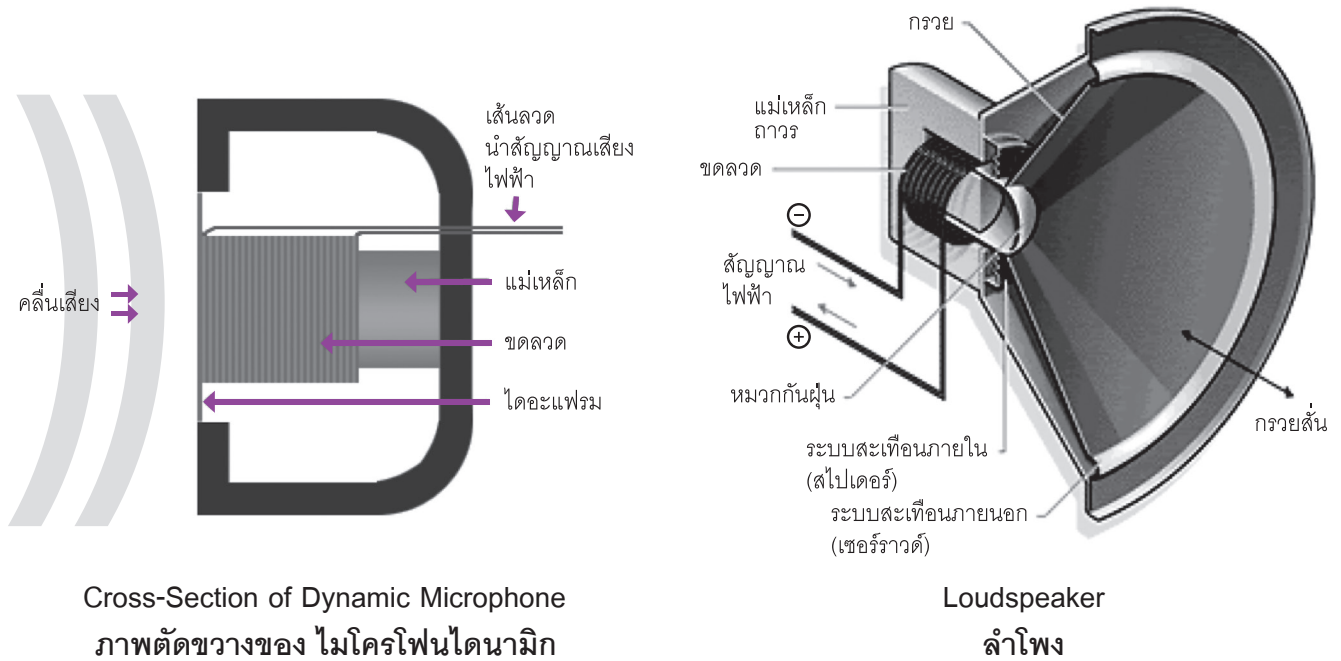
ลำโพงมีขดลวดที่สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและย้อนกลับผ่านขั้วของแม่เหล็กถาวร ซึ่งขดลวดนี้เชื่อมติดกับกรวย เส้นลวดจากเครื่องขยายเสียงจะนำกระแสไฟฟ้าสลับซึ่งทำให้ขดลวดและกรวยเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและย้อนกลับด้วยความถี่เดียวกันและเปลี่ยนกระแสไฟฟ้ากรวยจะทำให้อากาศเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและย้อนกลับและทำให้เกิดเสียงทำให้คลื่นเสียงผ่านอากาศมายังหู

คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำงานของลำโพงอยู่ในลิงค์นี้
<http://www.explainthatstuff.com/loudspeakers.html>

ใบงานเรื่อง: การใช้กฎของฟาราเดย์ Faraday's law in action

การใช้กฎของฟาราเดย์

ให้นักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าอธิบายการทำงานของเครื่องมือนี้ โดยสามารถวาดและเขียนบรรยายพร้อมเขียนคำอธิบายได้

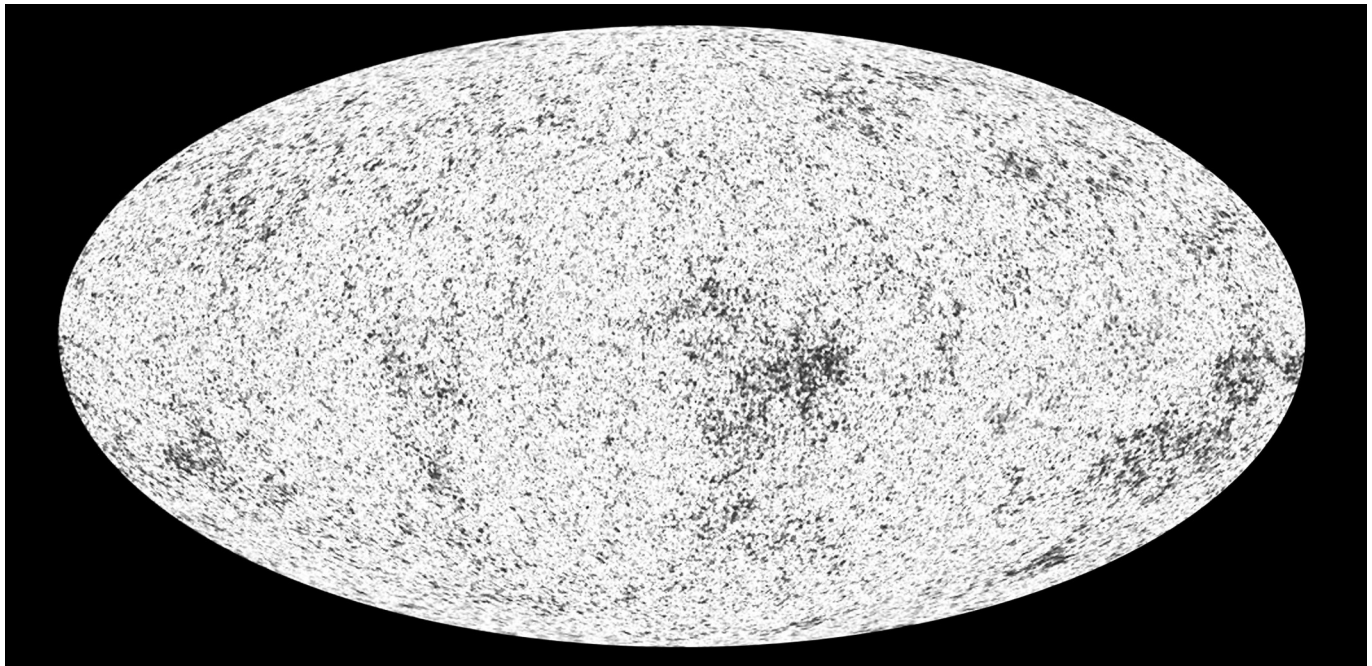


บทความเรื่อง จักรวาล: เสียงสะท้อนของบิกแบง Cosmic anniversary: Big bang echo

วันครบรอบรังสีคอสมิก: เสียงสะท้อนของบิกแบง ถูกค้นพบในวันนี้เมื่อ 50 ปีที่ผ่านมา

โดย ไมค์ วอลล์ นักเขียนอาวุโส วันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 เวลา 07:08 น. (เวลาตามมาตรฐานตะวันออก)

<http://www.space.com/25945-cosmic-microwave-background-discovery-50th-anniversary.html>



รังสีไมโครเวฟพื้นหลังของจักรวาลที่ผิดปกติสองเส้นที่สังเกตเห็นที่หอดูดาวพลังค์ (the Planck observatory's predecessor) นาซ่า ดับเบิลยู เอ็ม เอ พี (NASA's WMAP) ได้รับการยืนยันว่าเป็นข้อมูลใหม่ที่มีความถูกต้องสูงเมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2557 ในภาพนี้แสดงขอบเขตของความผิดปกติ ซึ่งได้ใส่สีแดงและน้ำเงินเพื่อทำให้มองเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ภาพจาก: ESA และ the Planck Collaboration

ความเข้าใจของมนุษยชาติเกี่ยวกับจักรวาลได้ก้าวหน้าไปอย่างมากใน 50 ปีที่ผ่านมา

ในวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2507 นักดาราศาสตร์วิทยุชาวอเมริกัน โรเบิร์ต วิลสัน และ อาร์โน เพนเซียส ได้ค้นพบรังสีไมโครเวฟพื้นหลังของจักรวาล (CMB) แสงโบราณที่เกิดในจักรวาล 380,000 ปีหลังจากที่จักรวาลถูกสร้างขึ้น ซึ่งการค้นพบนี้เป็นการค้นพบโดยบังเอิญ ห้องปฏิบัติการฮอล์มเดล ฮอร์น แอนเทนนา ในรัฐนิวเจอร์ซีย์ จับสัญญาณเสียงแปลกประหลาดที่เกิดขึ้นทั่วท้องฟ้าได้ตลอดเวลา เสียงรบกวนนี้เป็นที่สงสัยของวิลสันและเพนเซียส ซึ่งได้พยายามกำจัดแหล่งสัญญาณรบกวนทุกอย่าง แม้กระทั่งเสียงของนกพิราบที่ทำรังในเสาอากาศ

“เมื่อครั้งแรกที่เราได้ยินเสียงที่ไม่สามารถอธิบายได้ เราไม่เข้าใจว่ามันมีความสำคัญ และเราไม่เคยฝันว่ามันจะเชื่อมโยงกับการกำเนิดของจักรวาล” เพนเซียสกล่าวว่า “จนกระทั่งเราได้พยายามหาทุกคำอธิบายที่เป็นไปได้สำหรับต้นกำเนิดเสียงนี้ ถึงทำให้เราตระหนักว่าเราพบบางอย่างที่ยิ่งใหญ่” และมันก็ใหญ่จริง เพนเซียสและวิลสันเห็นจุด CMB ซึ่งเป็นเสียงสะท้อนความร้อนจากการระเบิดที่เป็นจุดกำเนิดของจักรวาล เป็นจุดหลักที่ทำให้พบว่าทฤษฎีบิกแบงมีความเป็นไปได้ในการอธิบายเกี่ยวกับการกำเนิดจักรวาลว่าจักรวาลกำเนิดจากเมล็ดเล็กๆ – จุดๆ เดียว – ประมาณ 13.8 พันล้านปีมาแล้ว

นักดาราศาสตร์วิทย์ทั้งสองท่านได้รับรางวัลโนเบลในปี 2521 สำหรับผลงานของพวกเขา และได้รางวัลร่วมกับนักวิทยาศาสตร์โซเวียต ปิออร์ต คาปีตซา

แสงโบราณ

CMB เป็นแสงที่เก่าแก่ที่สุดในจักรวาล มีอายุตั้งแต่ยุคแรกที่โฟตอนสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ไม่นานหลังจากการเกิดบิกแบง จักรวาลกลายเป็นหมอกทึบของพลาสมาและพลังงานที่ร้อนอย่างมาก เมื่อเวลาผ่านไป 380,000 ปี สิ่งต่างๆ เริ่มเปลี่ยนแปลงเพราะอุณหภูมิที่ลดลง อะตอมที่มีค่าไฟฟ้าเป็นกลางเกิดขึ้น และจักรวาลก็เริ่มที่จะโปร่งใส CMB เป็นสิ่งที่สนับสนุนทฤษฎีการขยายตัวของจักรวาล ที่กล่าวว่าจักรวาลขยายตัวได้เร็วกว่าความเร็วแสงในเวลาเพียงเสี้ยววินาทีๆ ของวินาทีหลังจากการเกิดบิกแบง

“รังสีไมโครเวฟพื้นหลังจักรวาลมีอุณหภูมิเหมือนกันในจุดที่ต่างกันบนท้องฟ้า เพราะทฤษฎีการขยายตัวของจักรวาลได้บ่งบอกว่าท้องฟ้าทั้งหมด เรากำเนิดมาจากพื้นที่เล็กๆ ส่วนนี้” ชาร์ล เบนเนทท์ จาก มหาวิทยาลัยจอห์น ฮอปกินส์ ในบัลติมอร์ ได้กล่าวใน Space.com เมื่อปีที่แล้ว เบนเนทท์เป็นผู้อำนวยการสำรวจของ NASA's CMB-mapping Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) ซึ่งเริ่มในปี 2544 และหยุดเก็บข้อมูลเมื่อปี 2553

แต่ CMB ก็ประกอบด้วยความแตกต่างของอุณหภูมิเล็กน้อย ซึ่งแสดงถึงพื้นที่ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน การแกว่งของความหนาแน่นที่เป็นจุดกำเนิดของดวงดาว กาแล็กซี และโครงสร้างอื่นๆ ที่เราสังเกตเห็นได้ในจักรวาลในวันนี้ นักวิจัยกล่าว

นักวิทยาศาสตร์ได้สกัดข้อมูลที่มีค่าจาก CMB ในเวลาหลายปี ตัวอย่างเช่น ในเดือนมีนาคม นักดาราศาสตร์ได้ประกาศว่าพวกเขาค้นพบหลักฐานของการขยายตัวของคลื่นความถี่ใน CMB – การค้นพบนี้ถ้ามันได้รับการยืนยัน ก็จะเป็นการยืนยันทฤษฎีการขยายตัวของจักรวาล

การค้นพบนี้เป็นที่ประทับใจต่ออภิศาสตร์อย่างมาก โดยกล่าวว่า

“มันอัศจรรย์สำหรับผมและที่ผู้คนขุดพบบางสิ่งที่เป็นหนึ่งในสิบส่วนของล้านส่วนของพื้นหลังจักรวาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีพื้นที่ที่ชัดเจนการทำงานมากมาย” เขาได้กล่าวใน Space.com เดือนมีนาคม

“และผมก็คิดว่าเราจะค้นพบอะไรอีกมากมายแค่ไหนจากสิ่งที่เราได้เห็นจากรังสีพื้นหลังของจักรวาล” เขาได้กล่าวเพิ่มเติม “สิ่งที่เราเห็นมาโดยตลอดมันเป็นสิ่งที่นิ่งและคงที่ และตอนนี้การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยนี้ทำให้ได้ข้อมูลใหม่มากมาย [Cosmic Inflation and Gravitational Waves: Complete Coverage]

การเฉลิมฉลองการค้นพบ

ห้องปฏิบัติการเบลล์ได้เป็นเจ้าภาพฉลองครบรอบ 50 ปีที่ฮอมเดลล์ ซึ่งเพนเซียสและวิลสันขณะนี้อายุได้ 81 และ 78 ปีตามลำดับ รวมถึงผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการเบลล์ และ CTO มาร์คัส เวลดอน ก็ได้เข้าร่วมงานฉลองในครั้งนี้

ระหว่างงาน ห้องปฏิบัติการเบลล์ซึ่งเป็นส่วนวิจัยของบริษัทในอิตาลี อคาเทล-ลูเซนท์ จะมีการประกาศรางวัลห้องปฏิบัติการเบลล์ซึ่งเป็นการชิงชัยระหว่างนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกในการนำเสนอแนวคิดของเขาต่อชาวโลกในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ผู้ชนะเลิศการแข่งขันลำดับหนึ่งจะได้รางวัล 100,000 เหรียญ รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่หนึ่ง 50,000 เหรียญ และรองชนะเลิศอันดับที่สอง 25,000 เหรียญ ผู้ชนะอาจจะได้รับโอกาสในการพัฒนาแนวคิดของเขาในห้องปฏิบัติการเบลล์ตัวแทนบริษัทกล่าว

“ผมว่ามันเหมาะสมมากที่ในวันนี้ นอกจากเราได้ยกย่องและเฉลิมฉลองการค้นพบที่เหลือเชื่อนี้กับผู้ชนะรางวัลโนเบลโดย อาร์โน และ บอบ เราได้เริ่มโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อจุดประกายการค้นพบ และนวัตกรรมใหม่ที่เปลี่ยนแปลงโลกโดยนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ซึ่งวันหนึ่งเขาจะได้เดินตามรอยเท้าของพวกเขา” เวลดอนกล่าว

“รางวัลห้องปฏิบัติการเบลล์มีจุดมุ่งหมายที่จะยกย่องนักนวัตกรรมที่มีความสามารถ และวิสัยทัศน์ที่เป็นการท้าทายข้อสันนิษฐานเดิม และหาหนทางในการปฏิวัติชีวิตของคน การทำงาน การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการเชื่อมโยงระหว่างกันและโลกดิจิทัลของเรา” เขากล่าวเพิ่มเติม

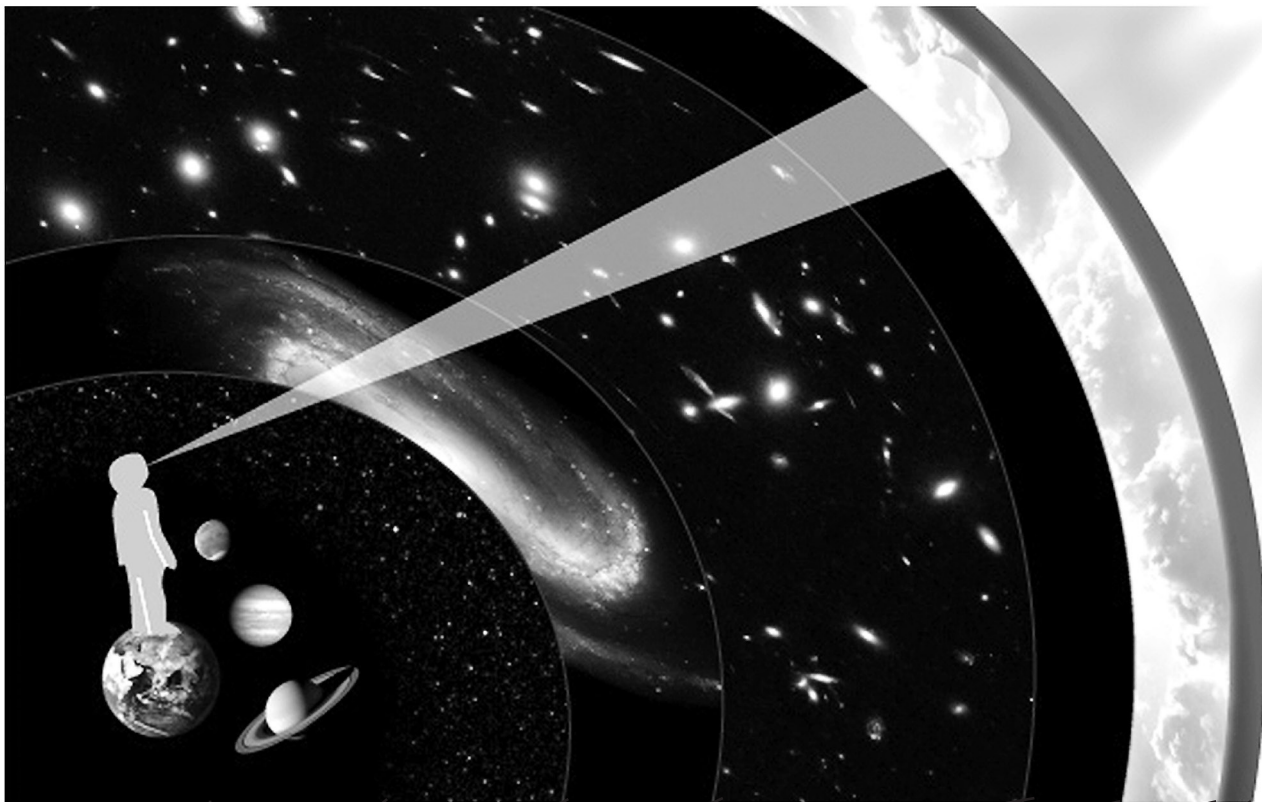


ด้านบน: ภาพแสดงอุณหภูมิที่แตกต่างกันในรังสีไมโครเวฟพื้นหลัง (ขอบคุณ: สถาบันแพลงค์)

ไมโครเวฟพื้นหลังของจักรวาล หรือ CMB เป็นรังสีที่อยู่ในจักรวาลและพบได้ในทุกทิศทาง ไมโครเวฟไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นจึงไม่สามารถมองเห็นได้โดยปราศจากเครื่องมือ มันเกิดขึ้นไม่นานหลังจากที่จักรวาลเกิดขึ้นจากบิกแบง CMB เป็นรังสีที่สามารถตรวจพบได้ก่อนรังสีอื่นๆ นักดาราศาสตร์ได้เปรียบเทียบความคล้ายของ CBM กับการมองเห็นแสงอาทิตย์ทะลุท้องฟ้าที่มีดครึ้ม

CMB คืออะไร

จากการมองออกไปในอวกาศที่ลึกและลวงเลยมายาวนาน นักดาราศาสตร์มองเห็นรังสี CMB ในอวกาศเริ่มตั้งแต่ประมาณ 378,000 ปีหลังจากการเกิดบิกแบง ก่อนที่ CMB ได้กำเนิดขึ้น จักรวาลเป็นพลาสมาที่ทึบ ร้อน และหนาแน่น ประกอบไปด้วยทั้งสสารและพลังงานโฟตอนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เพราะฉะนั้นจึงไม่มีแสงหลุดลอดออกมาได้ในยุคนั้น



| โลก | ระบบสุริยะ | ดวงดาวในกาแล็กซีของเรา | กลุ่มของกาแล็กซีเพื่อนบ้าน | กลุ่มของกาแล็กซีของจักรวาล | ยุคมืด (มีดวงดาวเพียงไม่กี่ดวง) | ยุคการรวมตัว | การขยายตัว (สั้นมาก) | บิกแบง |
|----------------------|------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| มองย้อนกลับไปตามเวลา | ไม่มี | มากถึง 14 ชั่วโมง | มากถึง 5 ล้านปี | มากถึง 13.37 พันล้านปี | 13.37-13.82 พันล้านปี | 13.82 พันล้านปี | 13.82 พันล้านปี | 13.82 พันล้านปี |

CMB เกิดขึ้นตามเวลาในประวัติของจักรวาลที่เรียกว่า ยุคการรวมตัว จักรวาลได้เย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิประมาณ 5,000 องศาฟาเรนไฮต์ (2,700 องศาเซลเซียส) ซึ่งเย็นพอที่อิเล็กตรอนและโปรตอนจะรวมตัวกันเป็นอะตอมของไฮโดรเจนและปล่อยโฟตอนออกมา รังสีนี้เรียกว่า CMB

รังสีไมโครเวฟพื้นหลังของจักรวาล (CMB) บอกเราเกี่ยวกับอายุและองค์ประกอบของจักรวาลและทำให้เกิดคำถามที่ต้องการหาคำตอบมากยิ่งขึ้น หาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำงานและการค้นพบรังสีไมโครเวฟพื้นหลังได้ที่

<http://www.space.com/20330-cosmic-microwave-background-explained-infographic.html>

คู่มือการสอนสำหรับครู

ภาคผนวก 1: บทบรรยายวิดิทัศน์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

| กิจกรรม | ลิงค์ | ช่วงหยุดภาพ เพื่อพูดคุย |
|--|--|---|
| <p>กิจกรรมที่ 1: อะไรคือสิ่งที่ คุณรู้อยู่แล้วเกี่ยวกับคลื่น และสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า</p> <p>What do you already know about waves and the electromagnetic spectrum?</p> | <p>‘NASA - Tour of the Electromagnetic Spectrum’ https://youtu.be/HPcAWNIVI-8</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Introduction: นาทีที่ 0 to 5:00 • Radio waves: นาทีที่ 5:00 to 8:40 • Microwaves: นาทีที่ 8:40 to 11:43 • Infrared waves: นาทีที่ 11:43 to 17:05 • Visible light waves: นาทีที่ 17:05 to 21:56 • Ultraviolet waves: นาทีที่ 21:56 to 25:35 • X rays: นาทีที่ 25:35 to 28:26 • Gamma rays: นาทีที่ 28:26 จบ |

Some things around you bombard you. Some of which you can't see, touch, or even feel, everyday, everywhere you go. It is odorless and tasteless. Yet you use it and depend on it every hour of every day. Without it the world you know could not exist

มีบางสิ่งอยู่รอบๆ ที่ได้ตกกระทบโดนคุณ ซึ่งเป็นสิ่งที่
คุณมองไม่เห็น สัมผัสไม่ได้ และไม่สามารถรู้สึกถึงมันทุกวัน
และทุกที่ที่คุณไปมันไร้กลิ่นและไร้รส แต่คุณก็คุ้นชิน
และต้องพึ่งพามันทุกชั่วโมง ทุกวัน หากปราศจากสิ่งนี้แล้ว
โลกที่คุณรู้จักก็ไม่สามารถกำเนิดขึ้นได้

What is it? Electromagnetic radiation, these waves spread across the Spectrum from very short gamma rays to x-rays, ultraviolet rays, visible light waves, even longer infrared waves, microwave to radio waves which can measure longer than a mountain range.

แล้วสิ่งนั้นคืออะไร คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นคลื่นที่แผ่
กระจายไปทั่วออกเป็นสเปกตรัม ตั้งแต่รังสีแกมมาที่มีความยาวคลื่นสั้นไปถึงรังสีเอ็กซ์เรย์ รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีคลื่นที่ตามองเห็น รังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นมากขึ้น คลื่นไมโครเวฟจนถึงคลื่นวิทยุซึ่งสามารถวัดความยาวคลื่นได้มากกว่าระยะของภูเขา

This spectrum was the foundation of the information age end of our modern world. Your radio remote control, text message, television, microwave oven, even a doctor's x-ray all depend on waves within the electromagnetic spectrum.

สเปกตรัมนี้เป็นพื้นฐานของปลายยุคข้อมูลข่าวสารของโลกสมัยใหม่ รีโมตคอนโทรล ข้อความผ่านมือถือ โทรทัศน์ เตาไมโครเวฟ หรือแม้แต่การเอกซเรย์ของการแพทย์ คลื่นทั้งหมดที่ว่ามานี้อยู่ในช่วงสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

Electromagnetic waves or EM waves are similar to ocean waves in that both are energy waves, they transmit energy.

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือที่เรียกว่าคลื่นอีเอ็ม คล้ายคลึงกับคลื่นในมหาสมุทรตรงที่ทั้งสองคลื่นต่างเป็นคลื่นพลังงาน และมีการถ่ายทอดพลังงาน

EM waves are produced by the vibration of charged particles and have electrical and magnetic properties but unlike ocean waves that require water. EM waves travel through the vacuum of space at the constant speed of light.

คลื่นอีเอ็มเกิดจากการสั่นของอนุภาคที่มีประจุและมีคุณสมบัตินำไฟฟ้า และความเป็นแม่เหล็ก ซึ่งต่างกับคลื่นมหาสมุทรที่ต้องการน้ำ คลื่นอีเอ็มเคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศด้วยความเร็วที่คงที่เท่ากับความเร็วแสง

EM waves have a Crest and Trough like ocean waves. The distance between Crest is the wavelength. While some wavelengths are very long and are measured in meters, many are tiny and are measured in billions of a meter, nanometers.

คลื่นอีเอ็มมีสันคลื่น (Crest) และท้องคลื่น (Trough) เหมือนกับคลื่นมหาสมุทร ระยะระหว่างจุดยอดเรียกว่าความยาวคลื่น ซึ่งมีทั้งความยาวคลื่นที่ยาวมาก สามารถวัดระยะได้เป็นหน่วยเมตร และหลายความยาวคลื่นก็สั้นมากจนสามารถวัดระยะได้ในหน่วยหนึ่งในพันล้านส่วนของเมตร หรือนาโนเมตร

The number of these Crest that pass a given point within one second is described as the frequency of the wave. One wave or cycle per second is called a Hertz. Long EM waves such as radio wave have the lowest frequency and carry less energy. Adding energy increases the frequency of the wave and make the wavelength shorter.

Gamma rays are the shortest, highest energy waves in the Spectrum.

จำนวนของสันคลื่นที่ผ่านจุดที่กำหนดในหนึ่งวินาทีเรียกว่าความถี่ของคลื่น หนึ่งรอบคลื่นต่อวินาทีเรียกว่าเฮิรตซ์ คลื่นอีเอ็มที่มีความยาวคลื่นมาก เช่น คลื่นวิทยุจะมีความถี่ต่ำที่สุดและมีพลังงานต่ำ การเพิ่มของพลังงานจะเพิ่มความถี่ของคลื่น และทำให้ความยาวคลื่นสั้นขึ้น คลื่นแกมมามีความยาวคลื่นสั้นที่สุด และมีพลังงานมากที่สุด在线สเปกตรัม

So as you sit watching TV, not only are there visible light waves from the TV striking your eyes but also radio waves transmitting from a nearby station, and microwaves, carrying cell phone, calls and text messages and waves from your neighbor's Wi-Fi and GPS units in the cars driving by.

ในขณะที่คุณนั่งดูโทรทัศน์นั้น ไม่เพียงเฉพาะคลื่นแสงที่มองเห็นจากโทรทัศน์ที่ตกกระทบกับดวงตาของคุณ แต่มีทั้งคลื่นวิทยุที่ส่งผ่านออกมาสถานีใกล้เคียง คลื่นไมโครเวฟจากโทรศัพท์มือถือถือการโทรเข้าหรือส่งข้อความคลื่นจาก wifi ของเพื่อนบ้าน หรือแม้แต่อุปกรณ์ GPS จากรถยนต์ที่ขับผ่าน

There is a chaos of waves from all across the Spectrum passing through your room right now.

With all these waves around you how can you possibly watch your TV show similar to tuning a radio to a specific radio station.

มีความซับซ้อนของคลื่นต่างๆ จากเส้นสเปกตรัมผ่านตัวคุณในห้องขณะนี้ ด้วยคลื่นเหล่านี้รอบตัวคุณ ทำไมคุณยังสามารถดูรายการโทรทัศน์ หรือที่คล้ายคลึงคือการปรับช่องรายการวิทยุที่ต้องการ

Our eyes are tuned to a specific region of the EM spectrum and can detect energy with wavelengths from 400 to 700 nanometers. The visible light region of the spectrum objects appear to have color because EM waves interact with their molecules. Some wavelength in the visible spectrum are reflected and other wavelengths are absorbed. ดวงตาของเราถูกปรับแต่งให้เข้ากับช่วงเฉพาะของสเปกตรัมคลื่นอีเอ็ม และสามารถตรวจจับพลังงานจากความยาวคลื่นระหว่าง 400- 700 นาโนเมตร ช่วงแสงที่มองเห็นในสเปกตรัมนั้นจะทำให้มองเห็นวัตถุมีสีเนื่องจากคลื่นอีเอ็มมีปฏิสัมพันธ์กับโมเลกุล บางความยาวคลื่นของช่วงสเปกตรัมแสงที่มองเห็นจะสะท้อนในขณะที่บางความยาวคลื่นจะถูกดูดซึม

This leaf looks green because EM waves interact with the chlorophyll molecule. Wave between 492 and 577 nanometers in length are reflected and our eye interpret this as the leaf being green. Our eyes see the leaf is green but cannot tell us anything about how the leaf reflects ultraviolet, microwave, or infrared waves. ใบไม้มองเห็นเป็นสีเขียวเนื่องจากคลื่นอีเอ็มเกิดปฏิสัมพันธ์กับโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ คลื่นในช่วงความยาวคลื่น 492-577 นาโนเมตรจะสะท้อนออกมาผ่านการตีความของดวงตาของเรามองเห็นใบไม้เป็นสีเขียวแต่ถึงแม้ว่าดวงตาของเราจะมองเห็นใบไม้เป็นสีเขียวแต่ไม่สามารถบอกเราได้ว่าใบไม้สะท้อนรังสีอัลตราไวโอเล็ต ไมโครเวฟ หรือรังสีอินฟราเรดได้อย่างไร

To learn more about the world around us, scientists and Engineers have devised way to enable us to think beyond that sliver of the EM spectrum called visible light. Data from multiple wavelengths help scientists study all kinds of amazing phenomenon on Earth from seasonal change to a specific habitat.

เพื่อที่จะศึกษาเกี่ยวกับโลกรอบตัวเรา นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรได้คิดค้นวิธีการที่จะสามารถให้เราคิดได้เกินกว่าเส้นสเปกตรัมของคลื่นอีเอ็มในแถบแสงที่มองเห็น ข้อมูลจากหลากหลายความยาวคลื่นช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาปรากฏการณ์มหัศจรรย์ต่างๆ ในโลกนี้ ตั้งแต่การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลจนถึงถิ่นที่อยู่อาศัยเฉพาะเจาะจง

Everything around us emit, reflect and absorb EM radiation differently based on its composition. A graph showing these interactions across the region of the EM spectrum is called spectral signature. ทุกสิ่งรอบๆ ตัวเราต่างปล่อย สะท้อน ดูดซับ คลื่นอีเอ็มแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสิ่งนั้น กราฟที่แสดงการตอบสนองต่อช่วงคลื่นต่างๆ ของเส้นสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า ลายเส้นเชิงคลื่น

Characteristic patterns like fingerprints within the Spectra allow astronomers to identify an object chemical composition and to determine its physical properties as temperature and density. NASA's Spitzer Space Telescope observe the presence of water and organic molecules in a galaxy 3.2 billion light years away.

ลักษณะรูปแบบการตอบสนองนี้เปรียบเสมือนกับลายนิ้วมือของเส้นสเปกตรัมนี้ ทำให้นักดาราศาสตร์สามารถระบุองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุ และกำหนดลักษณะทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิและความหนาแน่น กล้องโทรทรรศน์อวกาศสปิตเซอร์ของนาซ่า ได้สังเกตการณ์น้ำและชีวโมเลกุลในกาแล็กซี่ที่อยู่ห่างไป 3.2 พันล้านปีแสง

Viewing our sun in multiple wavelengths with the Soho satellite allows scientists to study and understand some spots that are associated with solar flares and eruptions harmful to satellites, astronauts, and Communications here on Earth. การมองดวงอาทิตย์ในหลากหลายความยาวคลื่นจากดาวเทียมโซโฮทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาและเข้าใจเกี่ยวกับจุดต่างๆ บนดวงอาทิตย์ที่เกี่ยวข้องกับเปลวสุริยะและการระเบิดที่เป็นอันตรายต่อดาวเทียม มนุษย์อวกาศ และการสื่อสารบนโลก

We are constantly learning more about our world and universe by taking advantage of the unique information contained in the different waves across the EM Spectrum.

เราได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับโลกของเรา และจักรวาล โดยได้รับประโยชน์จากข้อมูลของช่วงความยาวคลื่นที่มีเอกลักษณ์แตกต่างกัน

[Radio Waves]

คลื่นวิทยุ

Guglielmo Marconi's first radio transmissions in 1894 have spread into space for over 100 years at the speed of light. They pass Sirius in 1903, Vega in 1919, and Regulus in 1971. That signal has already passed over 1000 Stars. Anyone orbiting one of those stars with a really good receiver could detect Marconi signal and know that we are here.

สัญญาณวิทยุของ กุกลีเอลโม มาร์โคนี ที่ถ่ายทอดครั้งแรกในปี 1894 ได้ถูกส่งออกไปทั่วอวกาศเป็นระยะเวลากว่า 100 ปี ด้วยความเร็วแสง โดยผ่านดาวซิริอุสในปี 1903 ดาวเวก้าในปี 1919 และดาวเรกูลัสในปี 1971 สัญญาณนี้ได้ผ่านดวงดาวกว่าพันดวง หากมีใครก็ตามที่โคจรรอบดวงดาวเหล่านั้นและมีตัวรับที่ดีพอก็จะสามารถจับสัญญาณของมาร์โคนีและทราบว่าพวกเราอยู่ที่นี้

Radio waves are the longest and contain the least energy of any electromagnetic wave. While visible light is measured in minute fractions of an inch, radio waves vary from about 19 centimeters, about the length of a water bottle to waive the length of cars, ships, mountains all the way up to monstrous waves longer than the diameter of our planet.

คลื่นวิทยุมีความยาวคลื่นมากที่สุด และมีพลังงานน้อยกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆ ในขณะที่คลื่นแสงที่มองเห็นจะถูกวัดในสัดส่วนย่อยของหน่วยนิ้ว คลื่นวิทยุจะมีความยาวคลื่นได้ตั้งแต่ 19 เซนติเมตร หรือประมาณขวดน้ำจนไปถึงความยาวของรถ เรือ ภูเขา จนไปถึงคลื่นที่มีความยาวขนาดมหึมา ซึ่งอาจจะยาวกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกเรา

Heinrich Hertz discovered radio waves in 1888.

The first commercial radio station went on the air in Pittsburgh Pennsylvania on November 2nd, 1920.

Then in 1932, a major Discovery by Karl Jansky at Bell Labs revealed the stars and other objects in space radiated radio waves.

ไฮน์ริช เฮิร์ตซ์ ได้ค้นพบคลื่นวิทยุในปี 1888 สถานีวิทยุที่ได้ ออกอากาศเป็นที่แรก เกิดขึ้นที่เมืองพิตต์สเบิร์ก รัฐเพนซิลเวเนีย ในวันที่ 2 พฤศจิกายน 1920 หลังจากนั้นในปี 1932 ได้เกิดการค้นพบที่ยิ่งใหญ่โดยคาร์ล แจนสกี ณ ห้องปฏิบัติการเบลล์ ซึ่งเขาได้ค้นพบว่าดวงดาวและวัตถุต่างๆ ในอวกาศได้แผ่คลื่นวิทยุออกมา

Radio astronomy was born, however, scientists need giant antennas to detect weak long wavelength radio waves from space. The enormous Arecibo radio dish antenna measures 305 meters in diameter over three football fields.

ดาราศาสตร์วิทยุได้ก่อกำเนิดขึ้น อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ต้องการสายอากาศขนาดใหญ่เพื่อที่จะตรวจจับคลื่นสัญญาณวิทยุอ่อนที่มีความยาวคลื่นสูงจากอวกาศ อย่างเช่น กล้องโทรทรรศน์วิทยุขนาดมหึมา อาเรซีโบมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 305 เมตร เทียบเท่ากับ 3 สนามฟุตบอล

Scientists can link the signals from an array of separate radio antennas to focus on tiny slices of distance space. Such array acts as a single immense collector. This giant New Mexico array uses 27 parabolic dish antennas shaped into a giant wire, which each arm capable of stretching for 13 miles.

นักวิทยาศาสตร์ได้เชื่อมสัญญาณจากแถวของแต่ละสายอากาศวิทยุเพื่อที่จะจับสัญญาณขนาดเล็กในอากาศที่ห่างไกล แต่ละแถวจะทำหน้าที่เสมือนตัวเก็บสัญญาณขนาดใหญ่ ตัวเก็บสัญญาณขนาดใหญ่ที่นิวแม็กซิโก ใช้สายอากาศแบบพาราโบลา จำนวน 27 จานด้วยกัน ต่อเป็นสายอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งแต่ละแขนมีความยาวถึง 13 ไมล์

Scientists have even spread these linked antennas across the globe. One of the largest stretches from Hawaii to the Virgin Islands and acts like such a powerful telephoto lens that a baseball sitting on the moon would fill its entire field of view.

นักวิทยาศาสตร์เชื่อมต่อสัญญาณจากสายอากาศนี้ไปทั่วโลก ซึ่งระยะไกลที่สุดนั้นได้เชื่อมจากฮาวายถึงเกาะเวอรจิ้น และทำหน้าที่เหมือนกับเลนส์ถ่ายภาพระยะไกล ที่มีประสิทธิภาพสูงถึงขนาดสามารถจับภาพลูกเบสบอลที่อยู่บนหลุมในดวงจันทร์ได้

Many of the greatest astronomical discoveries have been made using radio waves. Pulsars, the existence of giant cloud of superheated plasma, which are among the largest object in the universe and even quasars such as this one over ten billion light years away, were all discovered using radio waves. การค้นพบทางดาราศาสตร์อย่างมากมาได้เกิดขึ้นจากการใช้คลื่นวิทยุ เช่น พัลซาร์ กลุ่มหมอกของพลาสมาที่มีความร้อนสูงและจัดได้ว่าเป็นวัตถุขนาดใหญ่ในจักรวาล หรือแม้แต่ควอซาร์ที่อยู่ห่างออกไปกว่าสิบล้านปีแสง ก็ถูกค้นพบโดยการใช้คลื่นวิทยุ

Radio waves also provide more local information. Astronomical objects that have a magnetic field usually produce radio waves such as our sun. NASA's stereo satellite is able to monitor bursts of radio waves from the sun's Corona. คลื่นวิทยุยังสามารถให้ข้อมูลท้องถิ่นกับเราได้ด้วย วัตถุบนท้องฟ้าที่มีสนามแม่เหล็กมักจะผลิตคลื่นวิทยุออกมา ดังเช่นดวงอาทิตย์ ดาวเทียมสำรวจขององค์การนาซา สามารถตรวจจับคลื่นวิทยุที่เกิดจากการระเบิดในชั้นโคโรนาของดวงอาทิตย์

Wave sensors on the spacecraft record the radio waves emitted by a planet's ionosphere such as the bursts from Jupiter whose wavelength measures about 15 meters. Radio waves fill the space around us to bring entertainment, communications, and key scientific information.

เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นจากยานอวกาศสามารถตรวจจับคลื่นวิทยุที่ถูกปล่อยออกมาจากชั้นไอโอโนสเฟียร์ของดาวเคราะห์ เช่น จากการปะทุของดาวพฤหัสบดีที่มีความยาวคลื่น 15 เมตร คลื่นวิทยุที่กระจายอยู่รอบตัวนั้นได้นำมาซึ่งความบันเทิง การสื่อสาร และข้อมูลสำคัญทางวิทยาศาสตร์

We can't hear these radio waves. When you tune your radio to your favorite station, the radio receives these electromagnetic radio waves and then vibrates a speaker to create the sound waves we hear. We may not be able to tap our toes to the cosmic radio transmissions but we certainly discovered much of that our universe is Grand Cosmic Dance by listening to them.

เราไม่สามารถได้ยินคลื่นวิทยุเหล่านี้ ในขณะที่เราหมุนวิทยุไปยังสถานีวิทยุที่ชื่นชอบนั้น วิทยุจะรับคลื่นวิทยุเกิดการสั่นของลำโพงแล้วกำเนิดออกมาเป็นเสียงที่เราได้ยิน แม้เราจะไม่สามารถเดินเข้าไปยังเครื่องวิทยุคอสมิกจักรวาล แต่เราก็ยังสามารถค้นพบว่าจักรวาลของเราเคลื่อนที่ไปด้วยการเต้นอันยิ่งใหญ่ของคอสมิกจากการฟัง

[Microwaves]

คลื่นไมโครเวฟ

Microwaves can pop your popcorn. They can catch you speeding. They carry thousands of phone channel to speed your call but can microwaves help us learn about our world and our universe let's find out.

คลื่นไมโครเวฟสามารถทำข้าวโพดคั่วได้ สามารถตรวจจับความเร็วของคุณ และทำให้เกิดช่องสัญญาณโทรศัพท์ที่นับพันเพื่อให้คุณสามารถโทรศัพท์ออกได้เร็วขึ้น แต่คลื่นไมโครเวฟจะสามารถทำให้เราเรียนรู้เกี่ยวกับโลกและจักรวาลได้หรือไม่ มาหาคำตอบกัน

With wavelengths ranging from 30 centimeters down to one millimeter, microwaves fall between radio waves and infrared. Microwaves are used in Doppler radar which is widely used for short-term localized weather forecasting and what you see on TV weather news.

คลื่นไมโครเวฟมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 30 เซนติเมตร จนถึงหนึ่งมิลลิเมตร ซึ่งอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุและอินฟราเรด มีการใช้คลื่นไมโครเวฟในดอปเปอร์เรดาร์ในการพยากรณ์อากาศท้องถิ่นระยะสั้นในแบบที่คุณเห็นในรายการพยากรณ์อากาศทางโทรทัศน์

Satellites have revolutionized weather forecast by providing a global view of weather patterns and surface temperatures. This unique perspective has greatly increase the accuracy of tropical storm and climate forecast.

ดาวเทียมได้ปฏิวัติระบบพยากรณ์อากาศโดยการให้มุมมองระดับโลกในรูปแบบของภูมิอากาศและอุณหภูมิพื้นผิว มุมมองที่เป็นเอกลักษณ์นี้ได้ทำให้การพยากรณ์อากาศและการพยากรณ์การเกิดพายุฤดูร้อนมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

Different wavelength of microwaves grouped into bands provide different information to scientists.

Medium length, C band, penetrate through clouds of dust, smoke, snow, and rain to reveal the Earth's surface.

ความยาวคลื่นต่างๆ ในช่วงคลื่นไมโครเวฟได้ถูกจัดกลุ่มเป็นแถบ ซึ่งแต่ละแถบได้ให้ข้อมูลที่แตกต่างกับนักวิทยาศาสตร์ ช่วงความยาวคลื่นปานกลางหรือแถบ C จะสามารถแทรกผ่านกลุ่มฝุ่น หมอกควัน หิมะ และฝนมายังพื้นผิวโลก

Satellite microwave measurements reveal the full Arctic sea ice cover every day even when clouds exist. These measurements show great variability from year to year but also an overall decrease in Arctic sea ice since the late 1970s. Illustrated here with maps and a Time series of Arctic sea ice in September at the end of the summer melt.

ดาวเทียมที่ใช้คลื่นไมโครเวฟทำให้เรามองเห็นทะเลอาร์กติกที่ปกคลุมไปด้วยน้ำแข็งได้ในทุกๆ วัน แม้กระทั่งในวันที่มีเมฆ การวัดนี้ได้แสดงให้เห็นความเปลี่ยนแปลงในแต่ละปี แต่โดยรวมแสดงถึงการลดลงของน้ำแข็งในทะเลอาร์กติกนับตั้งแต่ปี 1970 เป็นต้นมา การจำลองนี้ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงบนแผนที่กับลำดับเวลาของน้ำแข็งทะเลอาร์กติกในเดือนพฤศจิกายนจนถึงละลายในช่วงฤดูร้อน

The Japanese Earth Resources satellite uses longer-wavelength L-band microwaves for Forest mapping by measuring surface soil moisture such as this image of the Amazon basin to identify areas of recent deforestation.

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของประเทศญี่ปุ่นใช้คลื่นไมโครเวฟในความยาวคลื่นที่ยาวขึ้นที่เรียกว่าแถบ L สำหรับเก็บข้อมูลป่าไม้ โดยการวัดปริมาณความชื้นของดินพื้นผิวเช่นรูปภาพลุ่มน้ำอะเมซอนนี้แสดงให้เห็นถึงพื้นที่การทำลายป่าในปัจจุบัน

L-band and microwaves are also used by Global Positioning Systems such as the one in your car. Scientists routinely combined microwave information with information from other parts of the EM spectrum to study the composition of cosmic dust or of a supernova, such as this Supernova image that combines x-ray, radio and microwave data.

แถบแอลและคลื่นไมโครเวฟยังถูกนำมาใช้ในระบบระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) เช่นที่ใช้อยู่ในรถยนต์ นักวิทยาศาสตร์ทำการรวบรวมข้อมูลของคลื่นไมโครเวฟเข้ากับข้อมูลจากคลื่นอื่นๆ ในแถบสเปกตรัมเพื่อที่จะศึกษาองค์ประกอบของผงคอสมิกหรือซูเปอร์โนวา เช่นภาพซูเปอร์โนวาที่เห็นนี้ได้จากข้อมูลรวมของรังสีเอกซ์ คลื่นวิทยุ และคลื่นไมโครเวฟ

This recently known Supernova in the Milky Way exploded just over 140 years ago at the time of the American Civil War.

ซูเปอร์โนวาเกิดใหม่ในทางช้างเผือกที่เพิ่งค้นพบนี้ได้ระเบิดขึ้นเมื่อ 140 ปีที่ผ่านมา ในช่วงเดียวกับการเกิดสงครามกลางเมืองอเมริกา

One important phenomenon is unique to microwaves, in 1965, using long L-band microwave Arno Penzias and Robert Wilson made an incredible accidental Discovery. They detected which they thought was no noise from their instrument but was actually a constant background signal coming from everywhere in space.

ปรากฏการณ์ที่สำคัญอีกอันหนึ่งที่แสดงเอกลักษณ์ของคลื่นไมโครเวฟคือ ในปี 1965 อาร์โน เพนเซียส และ โรเบิร์ต วิลสัน ได้ใช้คลื่นไมโครเวฟแถบแอลในการศึกษา และเกิดการค้นพบที่ยิ่งใหญ่โดยบังเอิญพวกเขาสามารถตรวจจับสิ่งที่พวกเขาคิดว่าเป็นเสียงที่เกิดจากเครื่องมือของเขา แต่ที่จริงแล้วคือสัญญาณภูมิหลังในอวกาศ ซึ่งถูกส่งมาจากทุกๆ ที่ในอวกาศ

This radiation is called Cosmic microwave background and if our eyes could see microwaves the entire sky would go with a nearly uniform brightness in every direction. The existence of this background radiation has served as important evidence supporting The Big Bang Theory for how our universe began.

รังสีนี้เรียกว่า ไมโครเวฟพื้นหลังจักรวาล และถ้าตาของเราสามารถมองคลื่นไมโครเวฟได้ ท้องฟ้าจะมีลักษณะสว่างจ้าในทุกๆ ทิศทาง การมีอยู่ของสัญญาณภูมิหลังนี้เป็นหลักฐานสำคัญในการสนับสนุนทฤษฎีบิ๊กแบง ซึ่งอธิบายกำเนิดของจักรวาล

Microwaves have become both staples and wonders of Modern Life. They are also the backbone of communications and of Earth sensing systems and they are an excellent Guide to the ancient history and origins of our universe.

คลื่นไมโครเวฟเป็นทั้งส่วนสำคัญและความมหัศจรรย์ของชีวิตสมัยใหม่ มันยังเป็นปัจจัยสำคัญของการสื่อสารระบบตรวจจับของโลก และยังเป็นเครื่องนำทางในการศึกษาประวัติศาสตร์ในอดีตจนไปถึงการกำเนิดของจักรวาล

[Infrared Waves]

คลื่นอินฟราเรด

When you use a remote control to change channels on your TV your remote is using light waves but this light is beyond the visible spectrum of light you can see.

ในขณะที่เราใช้เครื่องควบคุมในการเปลี่ยนช่องโทรทัศน์นั้น เครื่องควบคุมทำงานโดยใช้คลื่นแสง ซึ่งเป็นแสงที่อยู่เหนือไปจากสเปกตรัมแสงที่มองเห็น

Back in 1800, William Herschel conducted an experiment measuring the temperature changes between the colors of the spectrum, plus one measurement beyond visible light when that thermometer registered the temperature warmer than all the other colors.

ย้อนไปในปี 1800 วิลเลียม เฮอร์เชล ได้ทำการทดลองวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิระหว่างสีต่างๆ ในแถบสเปกตรัม และอีกหนึ่งการทดลองในการวัดนอกเหนือไปจากแสงสีแดง เมื่อเครื่องวัดอุณหภูมิได้บันทึกอุณหภูมิที่สูงกว่าสีอื่นๆ

Herschel had discovered another region of the electromagnetic spectrum, infrared light. This region consists of short wavelengths around 760 nanometers to longer wavelengths about 1 million nanometers or about 1000 micrometers in length.

เฮอร์เชล ได้ค้นพบช่วงในสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เรียกว่า อินฟราเรด ซึ่งช่วงนี้ประกอบไปด้วยความยาวคลื่นสั้นประมาณ 760 นาโนเมตรจนถึงความยาวคลื่นที่ยาวขึ้นประมาณ 1 ล้านนาโนเมตร หรือประมาณหนึ่งพันไมโครเมตร

We can sense some of this infrared energy as heat. Some objects are so hot they also emit visible light such as a fire. Other objects such as humans are not as hot and only emit infrared waves. We cannot see these infrared waves with our eyes alone.

เราสามารถรู้สึกถึงพลังงานอินฟราเรดได้ในรูปของความร้อน วัตถุบางชนิดที่ร้อนมากจะปล่อยทั้งแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น ไฟ แต่วัตถุอื่นๆ เช่นมนุษย์จะไม่ร้อนมาก และปล่อยคลื่นอินฟราเรดที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

However instruments that can sense infrared energy such as night-vision goggles or infrared cameras allow us to see these infrared waves from warmer objects like humans and animals.

อย่างไรก็ตามเรามีอุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับพลังงานอินฟราเรดได้เช่น แว่นตามองกลางคืน หรือกล้องอินฟราเรดที่จะทำให้เราเห็นคลื่นอินฟราเรดจากวัตถุที่ความร้อนไม่สูงมาก เช่น มนุษย์และสัตว์

Infrared energy can also reveal objects in the universe that cannot be seen with optical telescopes. Infrared waves have longer wavelengths than visible light and can pass through dense regions of gas and

dust with lower scattering and absorption.

พลังงานอินฟราเรดทำให้ค้นพบวัตถุในจักรวาลที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องโทรทรรศน์ที่ทำงานในย่านความถี่ที่ตามองเห็นหรือ Optical telescope กล้องอินฟราเรดมีความยาวคลื่นมากกว่าคลื่นแสงที่มองเห็น และสามารถเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีความหนาแน่นของแก๊สและฝุ่นสูง โดยเกิดการกระจายและดูดกลืนได้น้อย

When you look up at the constellation Orion, you see only the visible light but NASA's Spitzer telescope was able to detect nearly 2,300 planet-forming discs in the Orion's nebula by sensing the infrared glow of their warm dust. Each disc has the potential to form planets and its own solar system.

เมื่อเรามองขึ้นไปยังกลุ่มดาวนายพราน เราจะมองเห็นแค่เพียงแสงที่ตามองเห็น แต่กล้องโทรทรรศน์สปิตเซอร์ขององค์การนาซ่าสามารถตรวจจับวงแหวนกำเนิดดวงดาวได้ถึงประมาณ 2,300 วงแหวนในกลุ่มเนบิวลานายพรานจากการตรวจจับอินฟราเรดที่เกิดขึ้นของกลุ่มฝุ่นที่มีอุณหภูมิปานกลาง โดยแต่ละวงแหวนจะมีศักยภาพในการรวมตัวเป็นดาวเคราะห์และระบบสุริยะของตัวเอง

Incoming ultraviolet, visible, and a limited portion of infrared energy together sometimes called shortwave radiation from the Sun drives our Earth system. Some of this radiation is reflected off of clouds and some is absorbed in the atmosphere. การเข้ามาของแสงอุลตราไวโอเล็ต แสงที่มองเห็น และพลังงานอินฟราเรดที่จำกัดเมื่อรวมกันจะเรียกว่าการแผ่รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ซึ่งมีผลต่อระบบของโลก บางครั้งรังสีนี้ก็จะถูกสะท้อนออกไปโดยกลุ่มเมฆและบางครั้งก็ถูกดูดซับในชั้นบรรยากาศ

Larger aerosol particles in the atmosphere interact with and absorb some of the radiation causing the atmosphere to warm. The heat generated by this absorption is emitted as long-wave infrared radiationsome of which radiates out to space.

ละอองลอย หรือ แอโรซอล (aerosol) ขนาดใหญ่ในชั้นบรรยากาศจะมีปฏิสัมพันธ์หรือดูดซับรังสีบางส่วนทำให้ชั้นบรรยากาศมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ความร้อนที่เกิดจากการดูดซับนี้จะปล่อยรังสีอินฟราเรด คลื่นยาว ซึ่งบางส่วนจะเปล่งออกไปนอกอวกาศ

The solar radiation that does pass through Earth's atmosphere is either reflected off snow, ice, or other surfaces, or is absorbed by the Earth's surface. This absorption of radiation warms the Earth's surface and this heat is admitted as long-wave radiation into the atmosphere which allows only a small amount to radiate out to space.

รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านชั้นบรรยากาศของโลกจะถูกสะท้อนกลับโดยหิมะ น้ำแข็ง หรือพื้นผิวอื่น หรือถูกดูดซับโดยพื้นผิวของโลก การดูดซับรังสีนี้ทำให้พื้นผิวของโลกอบอุ่นขึ้น และความร้อนนี้เป็นที่ยอมรับกันว่าคืออินฟราเรดคลื่นยาวที่จะอยู่ในชั้นบรรยากาศ และมีเพียงปริมาณน้อยเท่านั้นที่จะเปล่งออกไปยังอวกาศ

Greenhouse gases in the atmosphere such as water vapor and carbon dioxide absorb most of this emitted long-wave infrared radiation and this absorption heats the lower atmosphere. In turn the warmed atmosphere emits long-wave radiation some of which radiates towards the Earth's surface keeping our planet warm and generally comfortable.

แก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศ เช่น ไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์จะปล่อยอินฟราเรด คลื่นยาว ซึ่งทำให้เกิดการดูดซับความร้อนในชั้นบรรยากาศด้านล่าง และทำให้โลกอบอุ่น โดยการปล่อยอินฟราเรด คลื่นยาวออกมาซึ่งรังสีบางส่วนจะแผ่มายังพื้นผิวโลกทำให้ดาวเคราะห์ของเราอบอุ่นและรู้สึกสบาย

The energy entering, energy reflected, energy absorbed, and energy emitted by the Earth system constitutes the components of the earth radiation budget. A budget that's out of balance can cause the temperature of the atmosphere to increase and eventually affect our climate.

พลังงานที่เข้ามา สะท้อนออกไป ดูดซับ และที่ปล่อยออกมาจากระบบโลกถือว่าเป็นส่วนประกอบของงบรังสีโลก ซึ่งเมื่อเกิดความไม่สมดุลของงบนี้จะทำให้อุณหภูมิชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นและกระทบต่อภูมิอากาศ

For scientists to understand climate they must also determine what drives the changes within the Earth's radiation budget. This series instrument aboard NASA's aqua and Terra satellites can measure the reflected shortwave and emitted long-wave radiation into space accurately enough for scientists to determine the Earth's total radiation budget.

ในการที่นักวิทยาศาสตร์จะเข้าใจเกี่ยวกับภูมิอากาศนั้นจะต้องมีการกำหนดสิ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงงบรังสีโลก ชุดอุปกรณ์ดาวเทียมเอควาขององค์การนาซา และดาวเทียมเทร่าสามารถวัดการสะท้อนของรังสีคลื่นสั้นและการปล่อยรังสีคลื่นยาวไปยังอวกาศได้อย่างถูกต้องเพื่อให้ให้นักวิทยาศาสตร์สามารถคำนวณค่ารวมงบรังสีโลกได้

Other NASA instruments monitor the changes and other aspects of the earth's climate system such as clouds, aerosol, particles or surface reflectivity and scientists are examining their many interactions with the energy budget.

อุปกรณ์อื่นๆ ขององค์การนาซาจะทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงและมุมมองของระบบภูมิอากาศโลก เช่นเมฆ ละอองลอย อนุภาค หรือพื้นผิว ตามลำดับ และนักวิทยาศาสตร์ยังได้ตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ต่างๆ กับงบรังสี

A portion of solar radiation from the Sun that is just beyond the visible spectrum is referred to as near-infrared. Scientists can study how this radiation reflects off the Earth's surface to understand changes and land cover such as growth of cities or changes in vegetation.

สัดส่วนของรังสีที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ที่เหนือไปจากสเปกตรัมแสงที่มองเห็นจะเรียกว่าอินฟราเรด นักวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาการสะท้อนของรังสีนี้จากพื้นผิวโลกเพื่อเข้าใจการเปลี่ยนแปลงและสิ่งที่ปกคลุมพื้นดินเช่นการเติบโตของเมือง การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เพาะปลูก

Our eyes perceive a leaf as green because wavelengths in the green region of the visible light spectrum are reflected while other visible wavelengths are absorbed. Yet the chlorophyll and the cell structure of the leaf are also reflecting near-infrared light like we cannot see.

ดวงตาของเรารับรู้ว่าเป็นสีเขียวเพราะว่าความยาวคลื่นในช่วงสีเขียวของสเปกตรัมแสงที่มองเห็นถูกสะท้อนออกมา ในขณะที่ความยาวคลื่นสีอื่นๆ ถูกดูดซับ แต่คลอโรฟิลล์และโครงสร้างเซลล์ของใบไม้ได้สะท้อนแสงอินฟราเรดซึ่งเราไม่สามารถมองเห็นได้

This reflected near-infrared radiation can be sense by satellites allowing scientists to study vegetation from space. Using these data scientist can identify some types of trees, can examine the health of forests and can even monitor the health of vegetation such as forests infested with pine beetles or crops affected by drought.

การสะท้อนของรังสีเนียร์อินฟราเรดนี้สามารถตรวจจับได้ด้วยดาวเทียมซึ่งทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาพืชพันธุ์ได้จากอวกาศ จากข้อมูลเหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์สามารถระบุชนิดของต้นไม้และบอกได้ถึงคุณสมบัติของป่าไม้และสามารถควบคุมพืชพันธุ์ได้เช่นป่าที่ถูกรบกวนด้วยแมลงเต่าทองหรือพืชที่ได้รับผลกระทบจากความแห้งแล้ง

Studying the emission and reflection of infrared waves helps us to understand the Earth system and its energy budget. Near-infrared data can also help scientists study land cover such as changes in snow, ice, forest, urbanization and agriculture. Scientists are beginning to unlock the mysteries of cooler objects across the Universe such as planets, cool stars, nebulae and much more using infrared waves.

การศึกษาการปล่อยและสะท้อนของคลื่นอินฟราเรดช่วยให้พวกเราเข้าใจระบบโลกและบรังสี ข้อมูลจากเนียร์อินฟราเรดสามารถช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของหิมะ น้ำแข็ง ป่าไม้ เมือง และเกษตรกรรม นักวิทยาศาสตร์เริ่มที่จะปลดล๊อคความลึกลับวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำทั่วทั้งจักรวาล เช่น ดาวเคราะห์ กลุ่มดาวที่อุณหภูมิต่ำ เนบิวลา และสิ่งอื่นๆ อีกมากมาย โดยการใช้คลื่นอินฟราเรด

[Visible Light Waves]

คลื่นแสงที่มองเห็นได้

All electromagnetic radiation is light. Visible light is the only part of the spectrum you can see. For all your life, your eyes have relied on this one narrow band of EM radiation to gather information about your world.

ทุกรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดคือแสง แสงที่มองเห็นได้คือส่วนเดียวของสเปกตรัมที่เราสามารถมองเห็นตลอดชีวิตเรานั้นดวงตาต้องพึ่งพาช่วงแถบแคบๆ ของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในการที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโลกของเรา

Though our Sun's visible light appears white, it is really the combined light of the individual rainbow colors with wavelengths ranging from violet at 380 nanometers to red at 700 nanometers. แสงจากดวงอาทิตย์ที่เรามองเห็นเป็นแสงขาวนั้นแท้จริงแล้วประกอบไปด้วยแสงแต่ละสีของแสงสีรุ้งที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่สีม่วงที่มีความยาวคลื่น 380 นาโนเมตร จนไปถึงสีแดงที่มีความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร

Before Isaac Newton's famed experiment in 1665, people thought that a prism somehow color the Sun white light as even and spread a sunbeam. Newton disprove this idea by using two prisms to show that white light is made up of the bands of colored light. Newton use the second prism to show that the bands of colored light combine to make white light again.

ก่อนการทดลองของนิวตันในปี 1665 ประชากรคิดว่าปริซึมทำให้แสงขาวจากดวงอาทิตย์เกิดสีและแยกออกเป็นลำแสง นิวตันได้ลบล้างแนวคิดนี้โดยการใช้ปริซึมสองอันในการแสดงให้เห็นว่าแสงขาวเกิดขึ้นจากการรวมกันของแถบแสงสีต่างๆ นิวตันใช้ปริซึมตัวที่สองเพื่อให้เห็นว่าแถบแสงสีต่างๆ เมื่อรวมกันก็จะเกิดเป็นแสงขาวอีกครั้ง

Visible light contains important scientific clues that reveal hidden properties of objects throughout the Universe. Minute gaps in energy at specific visible wavelengths can identify the physical condition and composition of stellar and interstellar matter.

แสงที่มองเห็นประกอบไปด้วยเบาแสงสำคัญทางวิทยาศาสตร์ที่เผยให้เห็นสมบัติที่ถูกต้องของวัตถุทั่วทั้งจักรวาล ช่องว่างเล็กๆ ของพลังงานในช่วงเฉพาะของความยาวคลื่นแสงที่มองเห็นสามารถระบุสภาวะทางกายภาพและองค์ประกอบของดาว และวัตถุระหว่างดาว

Human eyes aren't nearly sensitive enough to detect these faint peaks but scientific instruments can.

Scientists can learn the composition of an atmosphere by considering how atmospheric particles scatter visible light.

ดวงตาของมนุษย์รู้สึกไวเพียงพอที่จะตรวจจับเงาเล็กน้อยของยอดนี้ในขณะที่เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์สามารถตรวจจับได้ นักวิทยาศาสตร์เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของบรรยากาศโดยการตระหนักว่าอนุภาคในบรรยากาศนั้นกระจายแสงที่มองเห็น

Earth's atmosphere for example, generally look blue because it contains particles of nitrogen and oxygen which are just the right size to scatter energy with the wavelength of blue light. When the sun is low in the sky, however, light travels through more the atmosphere and more blue light is scattered out of the beam of sunlight before it reaches your Eyes.

ตัวอย่างเช่น ชั้นบรรยากาศของโลก โดยปกติจะมองเห็นเป็นสีน้ำเงินเพราะว่ามันประกอบไปด้วยอนุภาคไนโตรเจนและออกซิเจน ซึ่งมีขนาดพอดีที่จะกระจายพลังงานในช่วงความยาวคลื่นแสงสีน้ำเงิน เมื่อพระอาทิตย์ค่อยต่ำลงนั้นเปรียบเสมือนว่าแสงจะเคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศมากขึ้นและแสงสีน้ำเงินก็กระจายออกจากลำแสงมากขึ้นก่อนที่จะมาถึงดวงตาของเรา

Only the longer red and yellow wavelengths are able to pass through, often creating breathtaking sunsets. When scientists look at the sky they don't just see blue, they see clues about the chemical composition of our atmosphere.

ดังนั้นเฉพาะแสงสีแดงและสีเหลืองที่มีความยาวคลื่นมากกว่านั้นจึงสามารถเคลื่อนที่ผ่านได้ บ่อยครั้งจึงเกิดเป็นแสงพระอาทิตย์ตกที่สวยงาม เมื่อนักวิทยาศาสตร์มองดูท้องฟ้า พวกเขาไม่เพียงแต่มองเห็นสีน้ำเงิน แต่พวกเขาเห็นเบาแสงขององค์ประกอบทางเคมีของชั้นบรรยากาศ

However visible light reveals more than just composition, as objects grow hotter they radiate energy with a shorter wavelength, changing color before our eyes. Watch a flame shift from yellow to blue as it is adjusted to burn hotter. In the same way, the colors of stellar objects tell scientists much about their temperature.

อย่างไรก็ตามแสงที่มองเห็นได้บอกเราได้มากกว่า องค์ประกอบของวัตถุเมื่อวัตถุร้อนขึ้นมันจะเปล่งพลังงานออกมาเป็นความยาวคลื่นที่สั้นลง และเปลี่ยนสีก่อนตาของเราจะมองเห็น มองเปลวไฟที่เปลี่ยนไปมาระหว่างสีเหลืองและสีน้ำเงินขณะที่ปรับให้มีการเผาไหม้ร้อนขึ้น เช่นกันกับการเปลี่ยนสีของวัตถุดาวก็ให้ข้อมูลกับนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอุณหภูมิของมัน

Our sun produces more yellow light than any other color because of its surface temperature. If the sun surface were cooler, say 3000 degrees Celsius, it would look reddish like the star Antares, and Beetlejuice. If the sun were hotter, say 12000 degrees Celsius, it would look blue like the star Rigel.

ดวงอาทิตย์ผลิตแสงสีเหลืองมากกว่าสีอื่นๆ เนื่องจาก
อุณหภูมิพื้นผิว ถ้าดวงอาทิตย์เย็นลงกว่านี้ เช่น
3000 องศาเซลเซียส มันจะดูเป็นสีแดงเหมือนดาวยักษ์
แดงแอนทาเรส หรือดาวยูเรนัส แต่หากดวงอาทิตย์
ร้อนขึ้นประมาณ 12000 องศาเซลเซียส มันจะมีสีน้ำเงิน
เหมือนดาวไรเจล

Like all parts of the electromagnetic spectrum,
visible light can also help scientists study changes
on Earth such as assessing damage from a volcanic
eruption. This NASA 01 image combines both visible
and infrared data to distinguish between snow and
volcanic ash and to see vegetation more clearly.
เหมือนกับส่วนอื่นๆ ของสเปกตรัมไฟฟ้าแม่เหล็ก แสงที่
มองเห็นช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาการเปลี่ยนแปลง
ของโลก เช่น ประเมินความเสียหายของการประทุภูเขาไฟ
รูป 01 ขององค์การนาซ่าเกิดจากการรวมกับของข้อมูล
จากแสงที่มองเห็นและอินฟราเรดเข้าด้วยกัน ซึ่งสามารถ
แยกแยะระหว่างหิมะและฝุ่นภูเขาไฟ และสามารถ
มองเห็นพืชพันธุ์ได้ชัดเจน

Since 1972 images from NASA's Landsat satellites
have combined visible and infrared data to allow
scientists to study changes in cities neighborhoods
forests and Farms overtime.

นับตั้งแต่ปี 1972 ภาพจากดาวเทียมแลนแซทของ
องค์การนาซ่าได้รวมข้อมูลจากแสงที่มองเห็นและ
อินฟราเรดเข้าด้วยกัน ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถ
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเมืองที่อยู่ใกล้กับป่าไม้
และฟาร์มเกษตรกรรมในแต่ละช่วงเวลา

Visible light images taken by NASA's Mars Landers
have shown us what it would look like to stand on
another planet. They have expanded our minds
our imagination and our understanding. NASA
instruments can do more than passively sense
radiation, they can also actively send out
electromagnetic waves to map topography.
ภาพจากแสงที่มองเห็นของดาวอังคารจากการถ่ายของ
เครื่องสำรวจแลนเดอร์แสดงให้เราเห็นว่าหากยืนบน
ดาวดวงอื่นจะมีลักษณะเป็นอย่างไร พวกเขาได้ทำให้
ความคิด จินตนาการ และความเข้าใจของเรากว้างมาก
ยิ่งขึ้น อุปกรณ์ขององค์การนาซ่าไม่เพียงแค่ตรวจจับรังสี
แต่มันยังสามารถปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปเพื่อ
จัดทำแผนที่ภูมิประเทศ

The Mars orbital laser altimeter sends a laser pulse
to the surface of the planet and sensors measure the
amount of time it takes for this laser signal to return.
The elapsed time allows the calculation of the
distance from the satellite to the surface. Has the
spacecraft flies above Hills, valleys, craters, and
other surface features, the return time varies and
provides a topographic map of the planet's surface.
เครื่องมือวัดความสูงเลเซอร์วงโคจรของดาวอังคาร
ได้ส่งสัญญาณเลเซอร์ออกไปเป็นจังหวะยังพื้นผิวของ
ดาวเคราะห์และตรวจวัดเป็นระยะเวลา ซึ่งมันจะต้องใช้
ระยะเวลาในการที่สัญญาณเลเซอร์จะกลับมา ความต่าง
ของเวลาจะทำให้สามารถคำนวณระยะทางจากดาวเทียม
ถึงพื้นผิวได้ การที่ให้ยานอวกาศบินเหนือเนินเขา หุบเขา
ลำธาร หลุม ความแตกต่างของเวลาในการส่งสัญญาณ
กลับในระยะเวลาที่แตกต่างกันจะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อ
ไปจัดทำแผนที่ภูมิประเทศของพื้นผิวดาวเคราะห์

Back in Earth orbit at Nasa ICESat mission uses the same technique to collect data about the elevation of the polar ice sheet to help monitor changes in the amount of water stored as ice on our planet. Laser altimeters can also make unique measurements of the height of clouds, the top of the vegetation, canopy of forests and can see the distribution of aerosols from sources such as dust storms and forest fires.

ในวงโคจรของโลกภารกิจของเครื่องสำรวจ ICESat (The Ice, Cloud, and land Elevation Satellite) ขององค์การนาซ่าใช้หลักการเดียวกันในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับของแผ่นน้ำแข็งที่ขั้วโลกในการติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณของน้ำที่เก็บกักไว้ในน้ำแข็งในโลกของเรา เครื่องวัดความสูงเลเซอร์สามารถวัดลักษณะเฉพาะของความสูงของเมฆ ด้านบนของพืชพรรณ รั่มไม้ของป่า และสามารถเห็นการกระจายของผลลอยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เช่น พายุฝุ่น หรือไฟไหม้ป่า

Finally, visible light helps us to explore the far reaches of the universe that humans could not hope to reach physically. Using visible light, the Hubble Space Telescope has created countless images that spark our imagination inflamed our curiosity and increase our understanding of the universe.

ท้ายสุดนี้ แสงที่มองเห็นได้ช่วยให้เราศึกษาจักรวาลอันห่างไกลที่มนุษย์ไม่สามารถไปถึงได้ทางกายภาพ การใช้แสงที่มองเห็นได้ของกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลสามารถทำให้เกิดภาพจำนวนมหาศาลที่จุดประกายความสงสัยใคร่รู้และความเข้าใจในจักรวาล

[Ultraviolet Waves]

คลื่นอัลตราไวโอเล็ต

Swirling spiral arms of Galaxy m33 can be seen in visible light but the true extent of the Spiral arms are revealed in ultraviolet light. Just as a dog can hear a whistle just outside the range of human hearing, bug can see light just outside the range our eyes can see. A bug zapper emits this ultraviolet light to attract insects.

แขนกังหันหมุนของดาราจักรเอ็ม 33 สามารถมองเห็นได้ในช่วงแสงที่มองเห็น แต่แขนกังหันหมุนส่วนขยายที่แท้จริงสามารถเห็นได้โดยช่วงแสงอัลตราไวโอเล็ต ลักษณะเดียวกันกับที่สุนัขสามารถได้ยินเสียงนกหวีดจากระยะไกลเกินกว่าระยะที่มนุษย์จะสามารถได้ยินแมลงเห็นแสงในช่วงที่นอกเหนือจากสายตามนุษย์สามารถมองเห็น เครื่องดักจับแมลงจะปล่อยแสงอัลตราไวโอเล็ตเพื่อดึงดูดแมลง

Johann Ritter conducted an experiment in 1801 to find out what, if any, electromagnetic waves are beyond violet. Ritter knew that photographic paper would turn black more rapidly in blue light than red light, so we tried exposing the paper beyond the Violet end of the visible spectrum. Sure enough, the paper turned black proving the existence of life beyond violet ultraviolet rays.

โจแฮน ริทเทอร์ ได้ทำการทดลองในปี 1801 เพื่อค้นหาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่เหนือไปจากแสงสีม่วง ริทเทอร์ทราบว่ากระดาศูรูปภาพจะเปลี่ยนเป็นสีดำได้อย่างรวดเร็วในแสงสีน้ำเงินมากกว่าแสงสีแดง ดังนั้นเขาจึงพยายามที่จะใช้กระดาศูนี้ในการค้นหาแสงที่อยู่นอกเหนือแสงสีม่วงในแถบสเปกตรัมแสงที่มองเห็น การที่กระดาศูเปลี่ยนเป็นสีดำพิสูจน์ว่ามีสิ่งที่อยู่นอกเหนือจากรังสีไวโอเล็ตสีม่วง

These ultraviolet rays or UV radiation varying wavelengths from 400 nanometers to 10 nanometers and can be subdivided into three regions UVA, UVB, and UVC. Visible light from the sun passes through the atmosphere and reaches the Earth's surface. รังสีไวโอเล็ตหรือรังสียูวี มีค่าตั้งแต่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตรจนถึง 10 นาโนเมตร และแบ่งออกเป็น 3 ช่วงคือ ยูวีเอ ยูวีบี และยูวีซี แสงที่มองเห็นได้จากดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามายังชั้นบรรยากาศถึงพื้นผิวโลก

UVA, long wave ultraviolet is the closest to visible light. Most UVA also reaches the surface but shorter wavelengths called UVB are the harmful rays that cause sunburn. Fortunately about 95% of these harmful UVB rays are absorbed by ozone in the Earth's atmosphere. UVC rays are the shortest and most harmful and are almost completely absorbed by our atmosphere.

ยูวีเอ เป็นช่วงความยาวคลื่นยาวของอัลตราไวโอเล็ต และมีค่าใกล้เคียงกับช่วงแสงที่มองเห็น ยูวีเอส่วนใหญ่จะสามารถทะลุลงมายังพื้นผิวโลก ในขณะที่ช่วงความยาวคลื่นสั้นที่เรียกว่ายูวีบี จะเป็นรังสีที่อันตรายและทำให้เกิดแดดเผาจากแสงดวงอาทิตย์ อย่างไรก็ตามกว่าร้อยละ 95 ของแสงอันตรายของยูวีบีจะถูกดูดซับโดยโอโซนในชั้นบรรยากาศโลก รังสียูวีซี มีความยาวคลื่นสั้นที่สุดและเป็นอันตรายที่สุดและโดยส่วนมากจะถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศได้เกือบหมด

The ozone monitoring instrument aboard NASA's Aura satellite detects ultraviolet radiation to help scientists study and monitors the chemistry of our atmosphere including UV absorbing ozone. While atmospheric protection from harmful UV radiation is good for human, it complicates the study of naturally produced UV rays in the Universe by scientists here on the Earth's surface.

เครื่องมือตรวจวัดไอโซนของนาซาบนดาวเทียมออราสามารถตรวจจับการแผ่ของรังสีอัลตราไวโอเล็ต และช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและติดตามปฏิกิริยาเคมีในชั้นบรรยากาศ รวมไปถึงการดูดซับยูวีของไอโซน ที่การปกป้องของชั้นบรรยากาศจากการแผ่รังสียูวีที่เป็นอันตราย เป็นสิ่งที่มีประโยชน์กับมนุษย์ แต่มันทำให้ยุ่งยากในการศึกษาการกำเนิดโดยธรรมชาติของรังสียูวีในจักรวาล โดยนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาจากพื้นผิวโลก

Young hot stars shine most of their light beyond the visible light spectrum at ultraviolet wavelengths. Scientists need telescopes in orbit above the Earth UV absorbing atmosphere to find and study these UV bright regions of star formations in distant galaxies. New Young stars in the spiral arms of Galaxy m81 can be seen in this Galaxy Evolution Explorer GALEX image from NASA.

ดาวอายุน้อยที่มีอุณหภูมิสูงจะเปล่งแสงที่อยู่นอกเหนือช่วงรังสีแสงที่มองเห็นและอยู่ในช่วงความยาวคลื่นอัลตราไวโอเล็ต นักวิทยาศาสตร์ต้องการกล้องโทรทรรศน์ที่โคจรเหนือชั้นบรรยากาศที่ดูดซับรังสียูวีเพื่อศึกษารังสียูวีเหล่านี้จากบริเวณสว่างของการกำเนิดดาวจากกาแล็กซีที่อยู่ในระยะใกล้ ดาวเกิดใหม่บริเวณแขนกังหันของดาวจักรเอ็ม 81 สามารถเห็นได้จากภาพที่ถ่ายโดยกล้องโทรทรรศน์อวกาศ GALEX จากองค์การนาซา

Chemical substances, both atoms and molecules, interact with UV light, making this region particularly interesting to scientists and Ultra Violet instruments aboard Cassini has detected hydrogen, oxygen, water, ice and methane in the Saturn system. UV data have also revealed details of Saturn Aurora.

สารเคมีทั้งอะตอมและโมเลกุลต่างเกิดปฏิสัมพันธ์กับแสงยูวีในบริเวณนี้เป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ และยานแคสซินีสามารถตรวจจับไฮโดรเจน ออกซิเจน น้ำ น้ำแข็ง และก๊าซมีเทนในระบบของดาวเสาร์ ข้อมูลจากรังสียูวียังให้รายละเอียดเกี่ยวกับชั้นออโรราของดาวเสาร์

Scientists also use UV waves coming from distant stars to view permanently shadowed regions of lunar crater. The Lyman Alpha Mapping Project or LAMP instrument aboard NASA's lunar reconnaissance orbiter can use the faint starshine to look for possible water ice on the moon.

นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้คลื่นยูวีที่ส่งมาจากดาวระยะไกลในการมองเห็นเงาของบริเวณหลุมของดวงจันทร์ โครงการทำแผนที่ของไลแมนอัลฟา หรือ LAMP บนยานอวกาศ Lunar Reconnaissance Orbiter ขององค์การนาซ่าสามารถใช้เงาที่กลางเดือนของดวงดาวในการสำรวจความเป็นไปได้ของน้ำแข็งบนดวงจันทร์

Ultraviolet rays may be harmful to humans but they are essential to studying the health of our planet's protective atmosphere and give us valuable clues to the formation and composition of distant celestial object.

แม้รังสีอัลตราไวโอเล็ตจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่มันก็ยังมีมีความสำคัญต่อการศึกษาชั้นบรรยากาศที่ทำหน้าที่ปกป้องโลกเรา และเป็นข้อมูลอันมีค่าที่เป็นเบาะแสในการเกิดและองค์ประกอบของวัตถุบนท้องฟ้าที่ห่างไกล

[X-Rays]

รังสีเอกซ์

A start explodes in a blinding Supernova spraying x-rays across the Galaxy to tell its tale. X-rays also tell the dentist which tooth to drill and a surgeon which bone to mend. In 1895, Wilhelm Roentgen discovered that firing streams of x-rays through arms and hands created eerie but detailed images of the bones inside.

การระเบิดของดวงดาวที่เจิดจ้ามากจนมองไม่เห็นหรือที่เรียกว่าซูเปอร์โนวา ทำให้เกิดการกระจายของรังสีเอกซ์ไปที่วัดราจักรซึ่งเป็นการบอกเรื่องราวกับพวกเรา รังสีเอกซ์ยังช่วยให้ทันตแพทย์ทราบว่าฟันซี่ไหนควรจะเจาะ และให้ศัลยแพทย์ทราบว่ากระดูกตรงไหนควรผ่าตัดแก้ไข ในปี 1985 วิลเฮล์ม เรินต์เกน ได้ค้นพบว่าเมื่อฉายรังสีเอกซ์ไปยังแขนและมือจะทำให้เกิดสิ่งที่น่าขนลุก แต่ก็แสดงภาพโดยละเอียดของกระดูกที่อยู่ภายใน

X-rays are high energy light waves with wavelengths between 3 and 0.03 nanometers, so small that some x-rays are no bigger than many individual atoms.

In Laboratories, scientists fire beams of x-rays at unknown substances to learn what elements they contain and to decode their atomic structure. This is how scientist unraveled complex molecules like penicillin and DNA

รังสีเอกซ์เป็นคลื่นแสงที่มีพลังงานสูง มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 3 - 0.03 นาโนเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กมาก จนที่รังสีเอกซ์บางความยาวคลื่นมีขนาดไม่ใหญ่ไปกว่าขนาดของอะตอม ในห้องปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์จะฉายรังสีเอกซ์ไปยังวัตถุที่ต้องการศึกษาเพื่อจะดูองค์ประกอบของสารและถอดรหัสโครงสร้างอะตอม และนี่คือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเปิดเผยโมเลกุลเชิงซ้อน เช่น แพนนิซิลิน และสารพันธุกรรม

Scientists can also detect the x-rays emitted from extremely hot and energetic object in the universe. NASA's robotic Rovers recorded x-rays to identify the spectral signature of elements such as zinc and nickel in Martian rocks

นักวิทยาศาสตร์สามารถตรวจจับรังสีเอกซ์ที่ปล่อยออกมาจากวัตถุที่มีพลังงานและความร้อนสูงในจักรวาล หุ่นยนต์โรเวอร์ขององค์การนาซ่าได้บันทึกรังสีเอกซ์เพื่อระบุสเปกตรัมเอกลักษณ์ของธาตุ เช่น สังกะสี และ นิกเกิลในหินของดาวอังคาร

X-rays can also reveal an object's temperature. Since temperature determines the wavelength of its radiation, the hotter the object, the shorter that wavelength is.

รังสีเอกซ์ยังสามารถบอกได้ถึงอุณหภูมิของวัตถุ จากการที่อุณหภูมิบ่งชี้ความยาวคลื่นของการแผ่รังสีวัตถุ ดังนั้นวัตถุที่ยังความร้อนสูงก็จะมีมีความยาวคลื่นสั้น

X-rays come from objects that see that millions of degrees such as pulsars, black holes, supernovas, or the plasma in our Sun's Corona. Our sun has a surface temperature of around 6000 degrees Celsius and radiates most of its energy in visible wavelengths but it is easier to study the massive energy flow within the Corona's energetic plasma by observing x-rays like this image from the HINODE satellite a joint Japanese NASA mission.

รังสีเอกซ์กำเนิดจากวัตถุที่มีความร้อนมหาศาลนับล้าน เช่น เศษซากของดาวฤกษ์ที่มีความหนาแน่นมหาศาล หลุมดำ การระเบิดที่รุนแรงของดาวฤกษ์มวลมาก เมื่อสิ้นอายุขัย หรือ กลุ่มพลาสมา ในชั้นโคโรนาของดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์ของเรามีอุณหภูมิพื้นผิวประมาณ 6000 องศาเซลเซียส ซึ่งแผ่รังสีและพลังงานส่วนใหญ่ในช่วงความยาวคลื่นแสงที่มองเห็น แต่ทั้งนี้จะเป็นการง่ายกว่าที่จะศึกษาการเคลื่อนที่ของมวลพลังงานมหาศาลจากพลังงานพลาสมาในชั้นโคโรนา โดยการสังเกตรังสีเอกซ์ เช่นภาพที่ปรากฏนี้จากดาวเทียมฮิโนดะ ซึ่งเป็นภารกิจโครงการความร่วมมือระหว่างองค์การนาซ่า และประเทศญี่ปุ่น

NASA/ ESASoho satellite produce this x-ray image of the Sun that allows scientists to see and record these energy flows within the corona.

ดาวเทียมนาซ่า อีเอสเอ โซโฮ ได้แสดงภาพจากรังสีเอกซ์ของดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้เห็นและบันทึกการเคลื่อนที่ของพลังงานในชั้นโคโรนา

NASA's orbiting Chandra x-ray Observatory detects x-rays created by objects spread far across the space such as this Supernova explosion that occurred 10,000 light-years from Earth. The colors in the gas and dust cloud correspond to different energy levels of the x-rays created by the blast. หอดูดาวชั้นร่า ซึ่งใช้รังสีเอกซ์ในการสังเกตการณ์โดยโคจรรอบโลกขององค์การนาซ่าสามารถบันทึกรังสีเอกซ์ที่เกิดจากวัตถุซึ่งกระจายอยู่ทั่วจักรวาล เช่น การเกิดซูเปอร์โนวาในระยะ 10,000 ปีแสงจากโลก สีของกลุ่มแก๊สและฝุ่นจะสัมพันธ์กับระดับพลังงานที่แตกต่างกันของรังสีเอกซ์ที่เกิดจากการระเบิด

X-rays at different wavelengths provide information about an object's composition, temperature, density, or its magnetic field.

รังสีเอกซ์ในแต่ละความยาวคลื่นจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของวัตถุ อุณหภูมิ ความหนาแน่น หรือสนามแม่เหล็ก

Human eyes may not be able to see x-rays but from seeing Cosmic bodies to individual Atomic elements, x-rays provide a wealth of information to exploring scientists.

ดวงตาของมนุษย์อาจจะมองไม่เห็นรังสีเอกซ์ แต่จากการเห็นรูปร่างของรังสีคอสมิกของแต่ละอะตอมของธาตุ รังสีเอกซ์ได้ให้ข้อมูลอย่างมากมาต่อการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์

[Gamma Rays]

รังสีแกมมา

Created by the hottest most violent and most energetic objects and events in the universe, gamma rays travel across vast stretches of space. Only to be absorbed by Earth's atmosphere, scientists had no way to detect and study gamma rays from the cosmos until high altitude balloons and rockets carry camera sensors above the atmosphere.

รังสีแกมมาเกิดจากเหตุการณ์และวัตถุที่มีพลังงานร้อนและอันตรายที่สุดในจักรวาล รังสีแกมมาเคลื่อนที่ไปในจักรวาลอันกว้างใหญ่ไพศาล แต่ทั้งนี้รังสีแกมมาถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศของโลก นักวิทยาศาสตร์จึงไม่สามารถบันทึกและศึกษารังสีแกมมาจากจักรวาลบนพื้นโลกได้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงใช้บอลลูนและจรวดที่ติดตั้งกล้อง และอุปกรณ์ส่งสัญญาณขึ้นไปเหนือชั้นบรรยากาศเพื่อทำการตรวจจับรังสีแกมมา

Deadly to humans, gamma rays are created on Earth by natural radioactive decay, by nuclear explosions and even by the lightning and thunderstorm.

รังสีแกมมาบนพื้นผิวโลกมีอันตรายถึงชีวิต ซึ่งเกิดขึ้นได้จากกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติจากการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟาผ่า หรือพายุฝนฟ้าคะนอง

Coronal mass ejections from our sun emit gamma-rays followed by masses of charged particles. Monitoring these cameras provide scientists with an early warning of incoming charged particles that may cause disruptions in power and communication networks. The most energetic of EM waves, gamma rays carry enough energy to kill living cells. Doctors are able to selectively use gamma radiation to destroy cancer growth.

การปลดปล่อยมวลของดวงอาทิตย์ จะแผ่รังสีแกมมาและตามมาด้วยมวลอนุภาคที่มีประจุ การควบคุมกล้องเหล่านี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคมีประจุสูงโลกที่อาจจะก่อกวนพลังงานและระบบการสื่อสาร รังสีแกมมาถือว่ามีพลังงานมากที่สุด ในคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และมีพลังงานมากพอที่จะฆ่าเซลล์มีชีวิต แพทย์จึงสามารถเลือกใช้รังสีแกมมาเพื่อทำลายการเติบโตของเซลล์มะเร็ง

Gamma-ray wavelengths are the shortest of all electromagnetic waves about the size of an atom's nucleus. In fact it is so short that the rays sail through atoms as easily as comets sail through our solar system. This makes detecting gamma-rays difficult for scientists.

รังสีแกมมามีความยาวคลื่นสั้นที่สุดในคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีขนาดประมาณนิวเคลียสของอะตอมสั้นมากจนกระทั่งรังสีเคลื่อนผ่านอะตอมได้ง่ายพอๆ กับที่ดาวหางเคลื่อนที่ผ่านระบบสุริยะของเรา ดังนั้นจึงเป็นการยากที่นักวิทยาศาสตร์จะตรวจจับรังสีแกมมาได้

Gamma ray detectors typically contain densely packed crystal blocks. As gamma rays pass through, they collide with electrons in the crystal. The sensor doesn't directly detect gamma rays, rather it detects the charged particles created by those collisions. เครื่องตรวจวัดรังสีแกมมาประกอบไปด้วยก้อนคริสตัลที่บรรจุอยู่อย่างหนาแน่น เมื่รังสีเคลื่อนที่ผ่านคริสตัลเหล่านี้มันจะเกิดการชนกับอิเล็กตรอนของคริสตัล เครื่องตรวจจับสัญญาณไม่ได้ตรวจจับรังสีแกมมาโดยตรง แต่ตรวจจับประจุที่เกิดขึ้นจากการชนระหว่างสองโมเลกุล

Scientists have used gamma ray to determine the elements that make up Martian surface soils. When struck by cosmic rays, chemical elements in soils and rocks emit uniquely identifiable signatures of energy in the form of gamma rays.

นักวิทยาศาสตร์ใช้รังสีแกมมาในการระบุธาตุที่เป็นองค์ประกอบในดินบนพื้นผิวดาวอังคาร เมื่อถูกกระทบโดยรังสีแกมมา ธาตุที่อยู่ในดินและหินจะเปล่งพลังงานที่เป็นเอกลักษณ์ออกมาในรูปแบบของรังสีแกมมา

The gamma-ray spectrometer on NASA's Mars Odyssey Orbiter detects and maps these signatures such as this map of hydrogen concentration.

เครื่องตรวจสเปกตรัมรังสีแกมมาบนยานสำรวจอวกาศ มาร์สโอดิสซีย์ขององค์การนาซาก็ทำการตรวจวัดและทำแผนที่สเปกตรัมเหล่านี้ เช่น แผนที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนนี้

Gamma ray stream from Stars, supernovas, black holes, and pulsars, to wash our sky with gamma ray light. , NASA's Fermi gamma-ray Space Telescope image the location of these sources, mapping out the Milky Way galaxy by creating a full 360-degree view of the Galaxy from our perspective here on Earth. While the visible light sky is predictable and follows regular patterns, the gamma rays sky does not.

เส้นรังสีแกมมาของดวงดาว การระเบิดของดาวฤกษ์ หลุมดำและพัลซาร์ หรือเศษซากของดาวฤกษ์ที่มีความหนาแน่นมหาศาล ทำให้เกิดแสงจากรังสีทั่วท้องฟ้าของเรา องค์การนาซ่าได้ส่งกล้องโทรทรรศน์เฟอร์มิออกไปนอกอวกาศเพื่อจับสัญญาณรังสีแกมมา แล้วจัดทำภาพแผนที่ตั้งจากข้อมูลเหล่านี้ เช่น การทำแผนที่ดาราจักรทางช้างเผือกเป็นภาพ 360 องศาของดาราจักรจากมุมมองของเราบนโลก ในขณะที่ท้องฟ้าจากแสงที่มองเห็นสามารถคาดเดาได้ และเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบทั่วไป ท้องฟ้ารังสีแกมมากลับไม่เป็นเช่นนั้น

Burst of high-energy gamma radiation arrived from deep space every day. These explosions of gamma rays last fractions of a second to minutes, popping like Cosmic flashbulbs, momentarily dominating the gamma-ray sky and then fading. This video of the Vela Pulsar beams gamma rays every 89 seconds as it rotates.

มีการระเบิดแผ่รังสีแกมมาพลังงานสูงจากอวกาศส่วนลึกทุกวัน การระเบิดของรังสีแกมมาจะเกิดขึ้นเพียงแค่เสี้ยววินาทีเสมือนกับการเปล่งแสงของหลอดรังสีคอสมิก มีอิทธิพลกับท้องฟ้ารังสีแกมมาชั่วคราวแล้วหายไป วิดีโอนี้แสดงถึงการเปล่งรังสีแกมมาของเศษซากดาวเวลลาในทุกๆ 89 วินาทีที่หมุน

Gamma-ray bursts are the most energetic and luminous electromagnetic events since the Big Bang and can release more energy in 10 seconds than our sun will emit in its entire 10 billion-year expected lifetime.

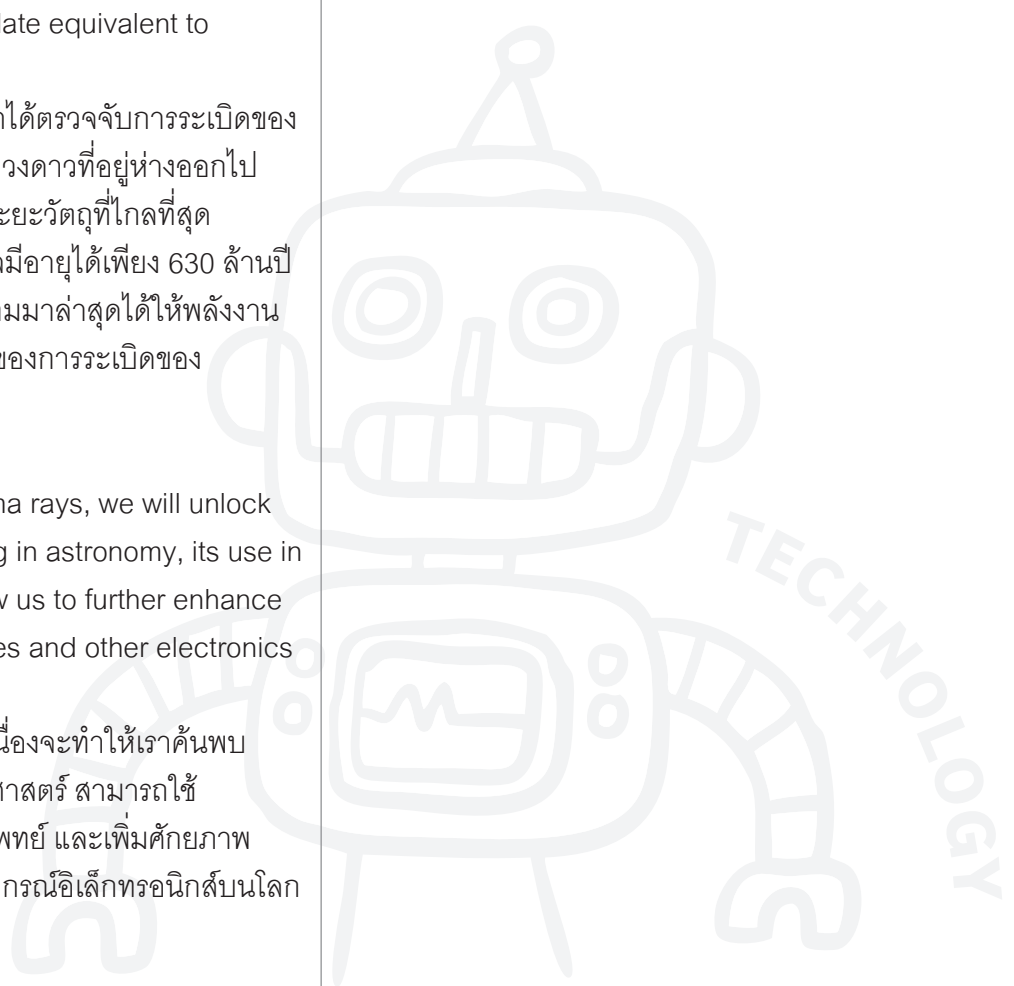
นับตั้งแต่การระเบิดอันยิ่งใหญ่บิ๊กแบง การระเบิดของรังสีแกมมาถือว่าเป็นเหตุการณ์ที่มีพลังงานและแสงสว่างมากที่สุดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งพลังงานที่ปลดปล่อยภายใน 10 วินาทีมีค่ามากกว่าการปล่อยพลังงานของดวงอาทิตย์ในทั้ง 10 พันล้านปีตลอดชั่วอายุขัย

NASA's Swift satellite recorded this gamma ray burst of an exploding star 13 billion light years away. It is among the most distant object ever detected when the universe was just 630 million years old. A recent observation of a gamma ray burst produce the greatest total energy to date equivalent to 9000 typical Supernova.

ดาวเทียมสวิฟขององค์การนาซ่าได้ตรวจจับการระเบิดของรังสีแกมมาจากการระเบิดของดวงดาวที่อยู่ห่างออกไป 13 พันล้านปีแสง ซึ่งถือว่าเป็นระยะวัตถุที่ไกลที่สุดที่เคยบันทึกได้ในขณะที่จักรวาลมีอายุได้เพียง 630 ล้านปี การสังเกตการระเบิดของรังสีแกมมาล่าสุดได้ให้พลังงานรวมจนถึงปัจจุบันถึง 9000 เท่าของการระเบิดของดาวฤกษ์ปกติ

By continuing to study gamma rays, we will unlock important new understanding in astronomy, its use in medical treatments and allow us to further enhance our protection for our satellites and other electronics here on Earth.

การศึกษารังสีแกมมาอย่างต่อเนื่องจะทำให้เราค้นพบความเข้าใจอันสำคัญทางดาราศาสตร์ สามารถใช้ประโยชน์ในการรักษาทางการแพทย์ และเพิ่มศักยภาพในการปกป้องดาวเทียม และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนโลก



| กิจกรรม | ลิงค์ | ช่วงหยุดภาพ เพื่อพูดคุย |
|---|--|--------------------------------------|
| กิจกรรมที่ 8: GPS คืออะไร และใช้งานอย่างไร What is GPS? How is it used? | 'How GPS works' https://youtu.be/loRQINFzT0k | 0:38 1:22 1:53 2:19 2:59 |

How GPS Works

GPS ทำงานอย่างไร

This episode is brought to you by the Air Force collaboratory

ตอนนี้จะนำคุณเข้าสู่หน่วยงานความร่วมมือของกองทัพอากาศ

GPS is important to everything in our lives. That is why we are totally replacing it. Wait, what?

จีพีเอสมีความสำคัญมากกับทุกสิ่งในชีวิตของพวกเขา ดังนั้นเราถึงต้องแทนที่มัน ทำไมนะ

In a couple days the Air Force is launching another new GPS satellite into space.

ในสองสามวันกองทัพอากาศจะส่งดาวเทียมจีพีเอสอันใหม่ อีกดวงหนึ่งขึ้นสู่อวกาศ

GPS IIF5 is the fifth upgraded satellite in a long-term plan to make GPS faster, more accurate and more efficient, which is awesome not just because I can't find anything more than a mile from my home without it but also because it's using everything from ATMs to dog collar to farming equipment.

จีพีเอส 2 เอฟ 5 เป็นดาวเทียมปรับปรุงรุ่นที่ 5 ในแผนระยะยาวในการสร้างจีพีเอสที่เร็วกว่า มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งมันไม่เพียงแต่มีข้อดีเพียงเพราะว่าผมไม่สามารถหาสิ่งต่างๆ ในระยะที่ไกลกว่า 1 ไมล์จากบ้านผมได้ถ้าขาดมัน แต่มันยังใช้ในทุกอย่างตั้งแต่ เอทีเอ็ม ปลอกคอสุนัข จนถึงอุปกรณ์ทำฟาร์มต่างๆ

The first generation of the global positioning system was created by the Air Force in 1973 for doing complex things like finding lost soldiers and instantly figuring out the math required to launch a missile from a mobile platform.

รุ่นแรกของระบบการกำหนดตำแหน่งบนโลกได้สร้างขึ้นโดยกองทัพอากาศในปี 1973 ซึ่งทำหน้าที่ที่ซับซ้อนหลายสิ่ง เช่น การหาทหารที่สูญหาย การคำนวณตำแหน่งในการยิงขีปนาวุธจากฐานที่เคลื่อนที่

GPS, as you and I know it, started in 1989 with the launch of the first GPS to satellite.

จีพีเอสที่คุณและผมรู้จักเริ่มตั้งแต่ปี 1989 ซึ่งเปิดตัวเป็นครั้งแรกของดาวเทียมจีพีเอส

The new network was open completely to the public in the year 2000. The GPS network is made up of 24 operational satellites and some extras for backup.

ระบบใหม่ได้เปิดตัวอย่างสมบูรณ์ต่อสาธารณะในปี 2000 โดยที่เครือข่ายจีพีเอสได้ดำเนินการด้วยดาวเทียม 24 ดวง และมีดาวเทียมสำรองจำนวนหนึ่ง

Four satellites always have a line of visibility to your receiver at any time of day. Your receiver gets information on the location of at least three of the satellites around you and the distance between you and those satellites and using those measurements let your receiver pinpoint where you are. It's called trilateration.

ดาวเทียม 4 ดวงจะอยู่ในตำแหน่งที่มีการมองเห็นตำแหน่งของคุณตลอดทั้งวัน เครื่องรับของคุณจะได้รับข้อมูลตำแหน่งของคุณจากดาวเทียมที่อยู่รอบตัวคุณอย่างน้อย 3 ดวง และระยะห่างระหว่างคุณและดาวเทียมเหล่านั้น จะใช้วัดและบอกให้เครื่องรับของคุณทราบว่าตำแหน่งของคุณอยู่ที่ไหน ซึ่งเรียกว่า วิธีการสามเหลี่ยมวัดระยะ

Now, to do this, the GPS satellites and receivers don't just have to know where they are, they have to know exactly what time it is when they're sending their positions. Say it's exactly noon and you check your GPS. If one of those satellites think that it's 12:01 it's going to mess up your position. It might think you're moving.

เพื่อบอกตำแหน่งของคุณดาวเทียม จีพีเอส ทุกดวงและตัวรับสัญญาณจะไม่เพียงแต่ต้องทราบตำแหน่งว่าอยู่ที่ไหน แต่จะต้องทราบเวลาที่แน่นอนด้วย เมื่อต้องส่งตำแหน่งไป เช่น ถ้าเวลาที่เที่ยงตรงและคุณตรวจสอบกับจีพีเอส ของคุณ และมีดาวเทียมดวงหนึ่งคิดว่าเวลาขณะนั้นเป็น 12.01 น. ก็จะทำให้ตำแหน่งจริงคลาดเคลื่อนไปมันอาจจะคิดว่าคุณกำลังเคลื่อนที่

That's why every satellite got an atomic clock in it, that is accurate to a billionth of a second and every receiver uses a quartz clock that constantly resets itself to match it's time to the last one we got from the satellites.

ดังนั้นจึงทำให้ดาวเทียมทุกดวงจะต้องมีนาฬิกาอะตอมในนั้น ซึ่งจะมีความแม่นยำถึงส่วนในพันล้านวินาที และตัวรับสัญญาณจะใช้นาฬิกาควอทซ์ที่จะปรับตัวเองให้ตรงกับเวลาสุดท้ายที่ได้รับจากดาวเทียม

That's also why GPS isn't just used in positioning anymore. It's also used in time keeping situations where everything needs to be synchronized perfectly. Stock market trades use the atomic clocks in the GPS network because just a fraction of a second could change the ownership of billions of dollars.

จึงเป็นเหตุผลว่า จีพีเอส ไม่เพียงแต่ใช้ในการระบุตำแหน่งเท่านั้น แต่ยังใช้เป็นตัวกำกับกับเวลาในสถานการณ์ที่ทุกอย่างต้องสมบูรณ์แบบ ในตลาดหุ้นจะใช้นาฬิกาอะตอมในเครือข่าย จีพีเอส เพราะว่าแค่ส่วนของวินาทีที่สามารถเปลี่ยนเจ้าของของเงินกว่าพันล้านดอลลาร์

It's also used in ATM. With more and more of our lives becoming depended on GPS, it's not surprising that a massive upgrade this on the way. Type two of satellites like the one being launched in a few days are considered interim upgrades that have a 12-year lifespan, improved clocks, and a new type of signal for everyday use.

มันยังใช้ในเอทีเอ็ม และก็มีการนำมาใช้มากขึ้น ในชีวิตของเราจะขึ้นกับจีพีเอสมากขึ้น จึงไม่น่าแปลกใจที่จะมีการปรับปรุงครั้งใหญ่ ดาวเทียมชนิดที่ 2 เหมือนที่กำลังจะส่งออกในวันสองวันนี้จะมีอายุงานกว่า 12 ปี นาฬิกาที่มีคุณภาพสูงขึ้น และสัญญาณชนิดใหม่เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน

And by 2020 will be using type 3 satellites. They're going to have newer clocks that are accurate to a fraction of a billionth of a second super important for military and financial uses.

และในปี 2020 จะมีการเปิดตัวดาวเทียมชนิดที่ 3 ซึ่งจะมีนาฬิกาใหม่ที่มีความแม่นยำในส่วนของพันล้านวินาที ซึ่งสำคัญมากในการใช้ในทางการทหารและการเงิน

They will also have increased signal strength and accuracy. While GPS is accurate to about 20 feet, the new type 3 networks will be accurate to an arm's length. I don't know if that's like tall guys arm or my arm or like a baby arm or what. But I feel like my eyes might be able to take it from there regardless ดาวเทียมเหล่านี้จะเพิ่มสัญญาณที่แรงและแม่นยำขึ้น ขณะนี้จีพีเอส มีความแม่นยำประมาณ 20 ฟุต เครื่องข่ายชนิดที่ 3 ตัวใหม่นี้จะมีความแม่นยำในระยะแค่ช่วงแขน ผมไม่รู้ว่าจะเป็นช่วงแขนของผู้ชายสูง ช่วงแขนของผม หรือของเด็ก แต่ผมรู้สึกกว่าตามผมสามารถจะเห็นมันได้

if you're interested in the GPS Network, our sponsors over at the Air Force collaboratory want you to help them decide where to launch a type 2F satellite that is going live in Spring of next year.

ถ้าคุณสนใจในเครือข่ายจีพีเอส ผู้สนับสนุนของเราที่หน่วยความร่วมมือกองทัพอากาศต้องการให้คุณช่วยพวกเขาในการออกแบบว่าจะปล่อยดาวเทียมชนิด 2 เอฟ ออกจากที่ใด ซึ่งจะปล่อยออกไปในช่วงใบไม้ผลิปีหน้า

So head over, join the collaboratory and you can way in on where the members of the Air Force Base command will position a 150 million dollar satellites, that will provide positioning and timekeeping for billions of people. So go to launch a satellite and subscribe here for more D news.

ดังนั้นเข้ามาร่วมกับหน่วยความร่วมมือและคุณสามารถที่จะเข้ามามีส่วนร่วมกับสมาชิกของฐานทัพอากาศที่จะระบุตำแหน่งของดาวเทียมมูลค่ากว่า 150 พันล้านดอลลาร์ ซึ่งจะช่วยระบุตำแหน่งและจับเวลาให้กับคนกว่าพันล้านคน ดังนั้นร่วมกันในการส่งดาวเทียมและลงทะเบียนเข้ามาที่นี่เพื่อรับข่าว ดี นิวส์ที่มากขึ้น

Visit the Air Force collaboratory at airforce.com/collaborator, work with real Airmen to solve some of the Air Force topic of Science and Technology challenges. Your idea could change everything. เข้าชมหน่วยความร่วมมือกองทัพอากาศ ที่ airforce.com/collaborator ทำงานร่วมกันกับนักบินอวกาศเกี่ยวกับหัวข้อที่ทำหายทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดของคุณสามารถเปลี่ยนทุกอย่าง

| กิจกรรม | ลิงค์ | ช่วงหยุดภาพ เพื่อพูดคุย |
|---|---|---|
| กิจกรรมที่ 8: GPS คืออะไร และใช้งานอย่างไร What is GPS? How is it used? | 'How satellites track your exact location' https://m.YouTube.com/ watch?v=04VK5XscxB4 | 0:46, 1:21, 1:48, 2:30, 2:52, 3:26, 4:14 |

How Satellites Track Your Exact Location ดาวเทียมระบุตำแหน่งที่ถูกต้องของคุณได้อย่างไร

GPS satellites are constantly bathing the world in their electromagnetic signal, but how exactly do these satellites find you?

ดาวเทียม จีพีเอส อาบโลกด้วยสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า แล้วดาวเทียมเหล่านี้หาเราพบได้อย่างไร

Hey everybody, Trace from D news, thanks for tuning in. Saying a satellite finds you is the very enemy of the state, very NBC TV government drama. The GPS satellites they don't actually track you, they are simply broadcasting a signal that you pick up and more accurate way to describe it would be that GPS doesn't find you but you find it.

สวัสดีทุกคน ผม เทรซ จากดีนิวส์ ขอขอบคุณที่มาชม การบอกว่าดาวเทียมหาคุณก็เหมือนกับเป็นศัตรูของรัฐบาล คล้ายๆ กับละครที่เกี่ยวกับรัฐบาลในช่อง NBC ดาวเทียม จีพีเอสไม่ได้ติดตามคุณ แต่พวกมันส่งสัญญาณที่คุณ จับได้ และอาจจะอธิบายให้ถูกต้องได้ว่า จีพีเอสไม่ได้ ติดตามหาคุณแต่คุณตามหามัน

The global positioning system is a network of around 30 satellites, a receiver and a super-accurate clock, all pulled together with math.

ระบบระบุตำแหน่งโลกเป็นเครือข่ายของดาวเทียม ประมาณ 30 ดวง ตัวรับสัญญาณ และนาฬิกาที่มีความแม่นยำสูง ทำงานร่วมกันด้วยคณิตศาสตร์

The system was created in the 1980s for the military but they open it up for civilian use and it has changed how we find directions, connect with each other and of course find pizz.

ระบบได้สร้างขึ้นในปี 1980 สำหรับการทหาร แต่ได้เปิดให้ แก่ประชาชนทั่วไปได้ใช้ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนวิธีการ หาทิศทางติดต่อกับคนอื่นและแน่นอนรวมถึงหาพิซซ่า

But how it works requires a ton of incredible science. Firstly, we have to know what time it is. I know that seems kind of strange but if you don't have a super accurate measure of time you just can't do GPS. การจะทราบว่ามันทำงานอย่างไรต้องใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์อย่างมากมาย สิ่งแรกเราจะต้องรู้ว่าเวลา เท่าไหร่ ผมรู้ว่ามันดูแปลก แต่ถ้าเราไม่รู้เวลาที่แน่นอน เราจะไม่สามารถจีพีเอสได้

The most accurate measure of time humans have is the constant and predictable vibration of an atom. The US Naval Observatory in Washington DC is the official United States time. They mark time by measuring billionths of a second using 9,192,631,770 electron vibrations of the cesium-133 atom.

การวัดเวลาที่แม่นยำที่สุดที่มนุษย์ชาติมี คือการสั้นอย่าง สม่่าเสมอและคาดเดาได้ของอะตอม หอดูดาวของกองทัพ สหรัฐในวอชิงตัน ดีซี ซึ่งเป็นเวลาทางการของสหรัฐอเมริกา เขาจะบอกเวลาโดยใช้การวัดในพันล้านส่วนของวินาที โดยใช้การสั้นของ 9,192,631,770 อิเล็กตรอนของอะตอม ซีเซียม-133

Atomic clock is accurate to nanoseconds which is super important.

นาฬิกาอะตอมมีความแม่นยำในระดับนาโนวินาที ซึ่งเป็น สิ่งที่สำคัญมาก

Secondly, we have to have satellite network which also knows the time. As of October 19th 2015 there were 31 GPS satellites with three atomic clocks on board as well as transmitters to send microwave signals out to the planet below.

ข้อสอง เราจะต้องมีเครือข่ายดาวเทียมซึ่งต้องทราบเวลา ซึ่งในวันที่ 19 ตุลาคม 2558 เรามีดาวเทียม จีพีเอส 31 ดวง กับนาฬิกาอะตอม 3 เรือนที่ใช้งานอยู่ รวมถึง ทรานสมิตเตอร์ ในการส่งสัญญาณไมโครเวฟไปทั่วโลก

The system is flying at 11000 kilometers an hour, about 20000 kilometers above our heads and is maintained by the US Air Force. Those signals that the microwave sends out those are what are telling you where you are on the planet.

ระบบบินอยู่ด้วยความเร็ว 11000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และสูงเหนือเราประมาณ 20000 กิโลเมตร และดูแลโดย กองทัพอากาศสหรัฐ สัญญาณไมโครเวฟที่ส่งมาจะเป็น ตัวบอกว่าเราอยู่ตรงไหนของโลก

Okay so GPS signals are sent at exact intervals say every few seconds, embedded in the microwave signal is the ID of the satellite that sending it, the health of that satellite, the location of all the satellites in the system, and a very precise date and time, very precise.

สัญญาณจีพีเอสจะถูกส่งออกมาในช่วงเวลาที่เท่ากัน เช่น ทุกๆ สองสามวินาที สิ่งที่มาที่สัญญาณไมโครเวฟ คือ รหัสของดาวเทียมที่ส่งสัญญาณมา สุขภาพของดาวเทียม ดวงนั้นๆ ตำแหน่งของดาวเทียมทุกดวงในระบบ และ ข้อมูลที่แม่นยำของวันที่และเวลาที่ต้องแม่นยำมาก

Because tens of thousands of kilometers away on the ground, those signals need to be picked up by your smartphone once you click and let the pizza man know on your location.

นับหมื่นกิโลเมตรห่างจากพื้นดิน สัญญาณเหล่านั้นจะต้อง ถูกจับด้วยโทรศัพท์สมาร์ทโฟนเมื่อคุณกดปุ่มและให้ คนส่งพิซซ่าทราบตำแหน่งของคุณ

Of course, smart phones and GPS units have to have very precise time because microwave signals travel at the speed of light roughly 300,000 km/s, so in a fraction of a second, the signal travels from each satellite to you, this is why we needed the clocks because 2,230 nanoseconds can make a big difference. We'll come back to that in a second.

แน่นอนโทรศัพท์สมาร์ทโฟน และจีพีเอสจะต้องมีเวลาที่แม่นยำ เพราะว่าสัญญาณไมโครเวฟจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วแสงประมาณ 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที ดังนั้นในเศษส่วนของวินาที สัญญาณที่เคลื่อนที่จาก ดาวเทียมจะมาถึงคุณ ดังนั้นเราจึงต้องการเวลาที่แม่นยำ เพราะว่าเวลาเพียง 2,230 นาโนวินาที ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมากมาย เดี่ยวเราจะกลับมาในประเด็นนี้ ในเวลาอันสั้น

The receiver can tell where each satellite is, by the difference in time lag from the signal, using a mathematical process called trilateration the GPS unit can determine your exact location. เครื่องรับสัญญาณสามารถบอกตำแหน่งของแต่ละดาวเทียม จากความหน่วงของเวลาจากสัญญาณ โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่เรียกว่า วิธีการสามเหลี่ยมระยะ หน่วยของจีพีเอสสามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของคุณได้

Basically a sphere is drawn around each satellite indicating the time lag from each and the overlapping point where they all intersect is your current location. After all that you can finally get pizza. โดยพื้นฐานทรงกลมที่สร้างขึ้นรอบดาวเทียมแต่ละดวง จะระบุเวลาของแต่ละดวง และมีจุดที่ซ้อนทับกัน ซึ่งจุดที่ทับกันก็คือตำแหน่งของคุณ จากดาวเทียมทั้งหมด ในที่สุดคุณก็จะได้รับพิซซ่า

Before you get confused, there is not an atomic clock on your smartphone. As long as the smart phone clock is pretty good, it's going to observe regular updates from the Naval Observatory keeping it on track.

ก่อนที่จะเกิดความสับสน ในโทรศัพท์สมาร์ทโฟนของคุณไม่ได้มีนาฬิกาอะตอม แต่ถ้ามันยังทำงานได้ดี มันจะปรับเปลี่ยนเวลาเป็นประจำโดยจะติดตามจากหอดูดาวของกองทัพเรือ

The more satellites your phone can see the more accurate your location. If you pick up three satellites your GPS can determine your latitude and longitude. With four, it can tell your altitude as well.

จำนวนของดาวเทียมที่โทรศัพท์ของคุณจับสัญญาณได้มากขึ้น ก็จะทำให้ตำแหน่งของคุณมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ถ้าคุณจับสัญญาณได้จากดาวเทียม 3 ดวง จีพีเอสของคุณจะบอกตำแหน่งละติจูดและลองจิจูดของคุณได้ และถ้าคุณพบสัญญาณดาวเทียม 4 ดวงมันจะสามารถบอกตำแหน่งความสูงของคุณได้ด้วย

If you move, the time lag from the satellites reach your antenna differently and constantly update with the math of trilateration. Basically antenna moves on your map. Even after all this work just to get a pizza delivered there's a ton more complications because satellites need replacement they only have an operational life of about 7 to 15 years. So they keep launching new ones were on our fifth generation now and they're getting a lot better, but they're still not perfect.

ถ้าหากคุณเคลื่อนที่ ความหน่วงของเวลาที่เดินทางจากดาวเทียมถึงเสารับสัญญาณของคุณจะมีการเปลี่ยนแปลง และมีการบันทึกตำแหน่งที่เปลี่ยนแปลงในรูปของการคำนวณแบบสามเหลี่ยมวัดระยะอยู่อย่างต่อเนื่อง โดยพื้นฐานแล้วมันคือการที่เสารับสัญญาณเคลื่อนที่ไปบนแผนที่ของคุณ ถึงแม้ว่ามันจะเป็นการช่วยนำทางงานอย่างการส่งพิซซ่าก็ตาม แต่ก็มี ความยุ่งยากมากมายเพราะดาวเทียมมีอายุการใช้งานประมาณ 7 ถึง 15 ปี เท่านั้น ดังนั้นจึงมีการปล่อยดาวเทียมดวงใหม่เพื่อแทนที่อยู่เสมอ ในขณะนี้เรามีดาวเทียมดวงใหม่ของเราเป็นรุ่นที่ 5 แล้ว และมันก็ทำงานได้ดีขึ้นมาก แต่ก็ยังไม่สมบูรณ์แบบ

The satellite signals will bounce off an ionized layer in the atmosphere called the ionosphere. The same thing AM radio bounces off. It's not very friendly, the signals going through it but on top of that GPS satellites are traveling really fast and they're really far away.

สัญญาณดาวเทียมจะสะท้อนในชั้นที่มีการไอออไนซ์
ในชั้นบรรยากาศที่เรียกว่า ไอโอโนสเฟียร์ เหมือนกับ
คลื่นวิทยุ AM มันสะท้อนออกไปไม่ค่อยเป็นมิตรเท่าไร
สัญญาณทะลุผ่านไป แต่สิ่งที่มีมากกว่านั้น ดาวเทียม
จีพีเอส เคลื่อนที่เร็วมากและค่อนข้างไกล

Meaning Einstein's theories of general and special
relativity come into play even if the atomic clocks
on board the satellites and on the ground are super
accurate the ones up in the satellites are ticking
faster than the ones on the ground because gravity
is stronger down here.

จากทฤษฎีของไอน์สไตน์ ทั้งทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป
และพิเศษก็ต้องนำมาคิด แม้ว่านาฬิกาอะตอมจะใช้ใน
ดาวเทียมและบนโลกก็มีตัวที่แม่นยำมาก แต่ตัวที่อยู่บน
ดาวเทียมจะเร็วกว่าตัวที่อยู่บนโลก เพราะว่าแรงดึงดูด
บนโลกจะสูงกว่า

So GPS have to mathematically calculate into just
probably for 45,000 nanoseconds per day of time
difference this is a big deal. Being off by
20-30 nanoseconds can make a huge deal and
pretty much then the system would be worthless.
It's freaking crazy.

ดังนั้นจีพีเอสจะมีการคำนวณที่แตกต่างประมาณ
45,000 นาโนวินาทีต่อวัน ซึ่งความแตกต่างนี้สำคัญ
ความแตกต่างเพียง 20-30 นาโนวินาทีสามารถทำให้
เกิดความแตกต่างที่ค่อนข้างมาก และทำให้ระบบ
แทบจะไม่มีประโยชน์ มันดูบ้า

Thanks to the space program, Einstein's relativistic
physics, atomic clocks and smart phones, you my
friend can get food delivered to more or less your
exact location.

ขอบคุณโครงการอวกาศ ทฤษฎีสัมพัทธภาพฟิสิกส์ของ
ไอน์สไตน์ นาฬิกาอะตอม และโทรศัพท์มือถือ
ที่ทำให้เพื่อนของคุณสามารถได้รับอาหารที่ส่งถึงคุณ
ในตำแหน่งที่แม่นยำไม่มากนักน้อย

What do you want we're not perfect yet, the next
generation could get us within a few inches and
thank you also to the United States Air Force for
sponsoring this episode and making sure that the
pizza guy knows exactly where to come.

สิ่งที่พวกเราต้องการอาจจะยังไม่สมบูรณ์ แต่ในรุ่นต่อไป
คงจะช่วยให้เราได้ระยะที่ห่างเพียงสองสามนิ้วและต้อง
ขอบคุณกองทัพอากาศของสหรัฐอเมริกาที่สนับสนุน
คลิปตอนนี้ และทำให้แน่ใจว่าคนส่งพิซซ่าทราบตำแหน่ง
ที่ถูกต้อง

Everyday American airman go above and beyond
to break barriers both professionally and personally.
The United States Air Force is powered by Airmen
fuelled by Innovation.

ในทุกวันกองทัพอากาศอเมริกาได้ดำเนินการที่จะอยู่เหนือ
และทำลายกำแพงด้วยความเป็นมืออาชีพและความ
เป็นส่วนตัว กองทัพอากาศสหรัฐอเมริกาที่กำลังกองทัพ
ที่เต็มไปด้วยความมีนวัตกรรม

Crazily enough your brain has GPS inside of it too,
sort of, after fashion. Instead of cells create a map
of stuff around you, I'll just let super handsome guy
with gray t-shirt collection explain it.

มันบ้ามากในสมองของคุณก็เหมือนจะมีระบบจีพีเอส
อยู่ข้างใน แต่ก่อนที่จะให้เซลล์สมองสร้างแผนที่ในตัวคุณ
ซึ่งมีผู้ชายที่หล่อมากมากที่ใส่เสื้อยืดสีเทากำลังอธิบาย
เกี่ยวกับมัน

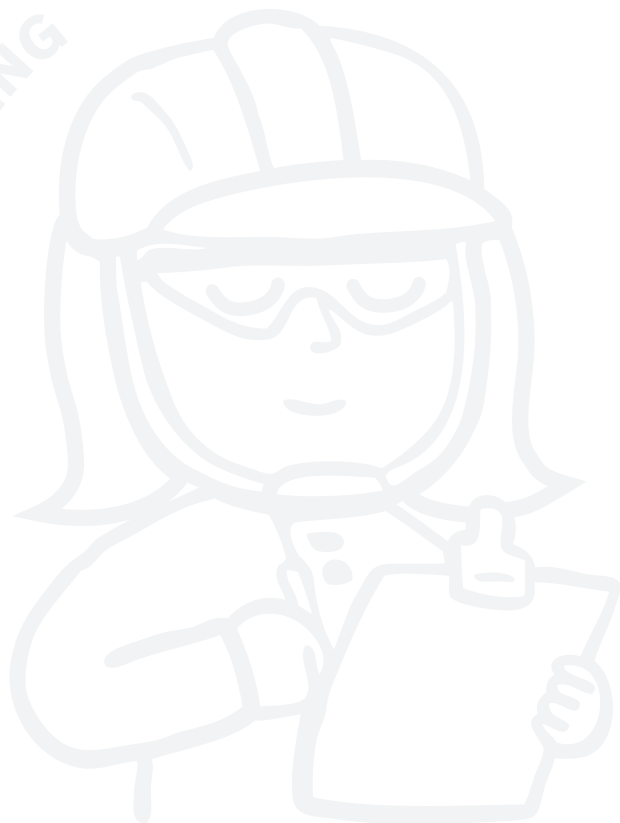
According to the write-ups in Scientific American in Nature, they like a map or a navigational chart of the rat's environment help us place ourselves and know where we are in the space.

อ้างอิงจากงานเขียนในวารสารวิज्ञทางวิทยาศาสตร์ของประเทศอเมริกาอย่างเนเจอร์ มันเหมือนกับแผนที่หรือแผนผังนำทางในสิ่งแวดล้อมของหนูที่ช่วยให้เรารู้ตำแหน่งของเรา และรู้ว่าเราอยู่ที่ไหนในอวกาศ

Thanks for watching D news everyone please subscribe to get all of our videos I'm Trace. I'll see you tomorrow

ขอบคุณที่รับชมข่าวช่อง D news ขอให้ทุกคนลงทะเบียนเพื่อรับชมวิดีโอของเรา ผมเทรซ พบกันใหม่พรุ่งนี้

ENGINEERING



| กิจกรรม | ลิงค์ | ช่วงหยุดภาพ เพื่อพูดคุย |
|---|--|----------------------------|
| กิจกรรมที่ 11: เราสามารถใช้แสง ส่งข้อมูลได้อย่างไร | How To: Transmitting Audio Through Laser Light' จาก | 0:55 |
| How is light used to transmit information? | https://m.YouTube.com/ watch?v=LCPPLC7wfQ8 | 1:02 1:07 1:27 |

How To - Transmitting audio through laser light จะส่งสัญญาณเสียงผ่านแสงเลเซอร์ได้อย่างไร

Transmitting audio through laser light
ส่งสัญญาณเสียงผ่านแสงเลเซอร์

By Ryan Veltschi
โดย ไรอัน เวลท์สเช

5mW 650nm
5 เมกะวัตต์ 650 นาโนเมตร

Laser Module
แบบจำลองเลเซอร์

These are inexpensive and can be purchased
from eBay.
พวกนี้ราคาไม่แพง และหาซื้อได้จากอีเบย์

Photoresistor purchased from Radioshack
โฟโตริซิสเตอร์ ซื้อจาก Radioshack

8 ohm : 1k ohm
8 โอห์ม : 1 กิโลโอห์ม

Transformer purchased from Radioshack
ทรานส์ฟอร์มเมอร์ (เครื่องแปลงสัญญาณ) ซื้อจาก
Radioshack

Auxiliary jack
เต้ารับสัญญาณเสริม

You can get these from motherboards, sound cards,
speakers, ect.

คุณสามารถหาได้จากแผงวงจรหลักของคอมพิวเตอร์
แผ่นเสียง หรือลำโพง และอื่นๆ

I desoldered my auxiliary jack from these broken
computer speakers

ผมได้เต้ารับสัญญาณเสริมนี้มาจากลำโพงคอมพิวเตอร์
ที่เสียแล้ว

In addition to these, you will need a pair of
headphones, an audio source like an MP3 player,
and 3v and 2v power supplies

นอกเหนือจากนี้ คุณจะต้องใช้หูฟังสองคู่ แหล่งกำเนิดเสียง
เช่น เครื่องเล่น MP 3 และเครื่องจ่ายไฟ 3v และ 2v

The receiver made up of the photoresistor,
the auxiliary jack, and a 3V + power supply
เครื่องรับสัญญาณทำจากโฟโตริซิสเตอร์ เต้ารับ
สัญญาณเสริม และเครื่องจ่ายไฟ 3V+

The transmitter end. The transformer's white and red wires are connected to the MP3 player, the green wire is connected to the negative of the power supply, and the blue is connected to the negative of the laser.

ปลายของทรานส์มิเตอร์ ลวดสีขาวและแดงของเครื่องแปลงสัญญาณต่อเข้ากับเครื่องเล่น MP3 ส่วนลวดสีเขียวต่อกับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟ และลวดสีน้ำเงินต่อเข้ากับขั้วลบของเลเซอร์

The laser's positive is connected to the power source's positive.
ขั้วบวกของเลเซอร์ต่อเข้ากับขั้วบวกของเครื่องจ่ายไฟ

Plug headphones into the jack
เสียบหูฟังเข้ากับช่องสัญญาณ

Play some music and point the laser at the photoresistor
เล่นเพลงและชี้เลเซอร์ไปยังโฟโตรีซิสเตอร์

Now we will try it at a longer distance
จากนี้เราจะลองทดสอบระยะทางที่ไกลขึ้น

After precise alignment thanks to my helping hands, it is able to transmit the audio across the room
หลังจากการจัดตำแหน่งที่แม่นยำ ขอขอบคุณมือของฉันที่มันทำให้สามารถส่งสัญญาณเสียงผ่านห้องได้

My power supply is powering the receiver across the room
แหล่งพลังงานที่ใส่เข้าไปได้รับจากฝั่งตรงข้ามห้อง

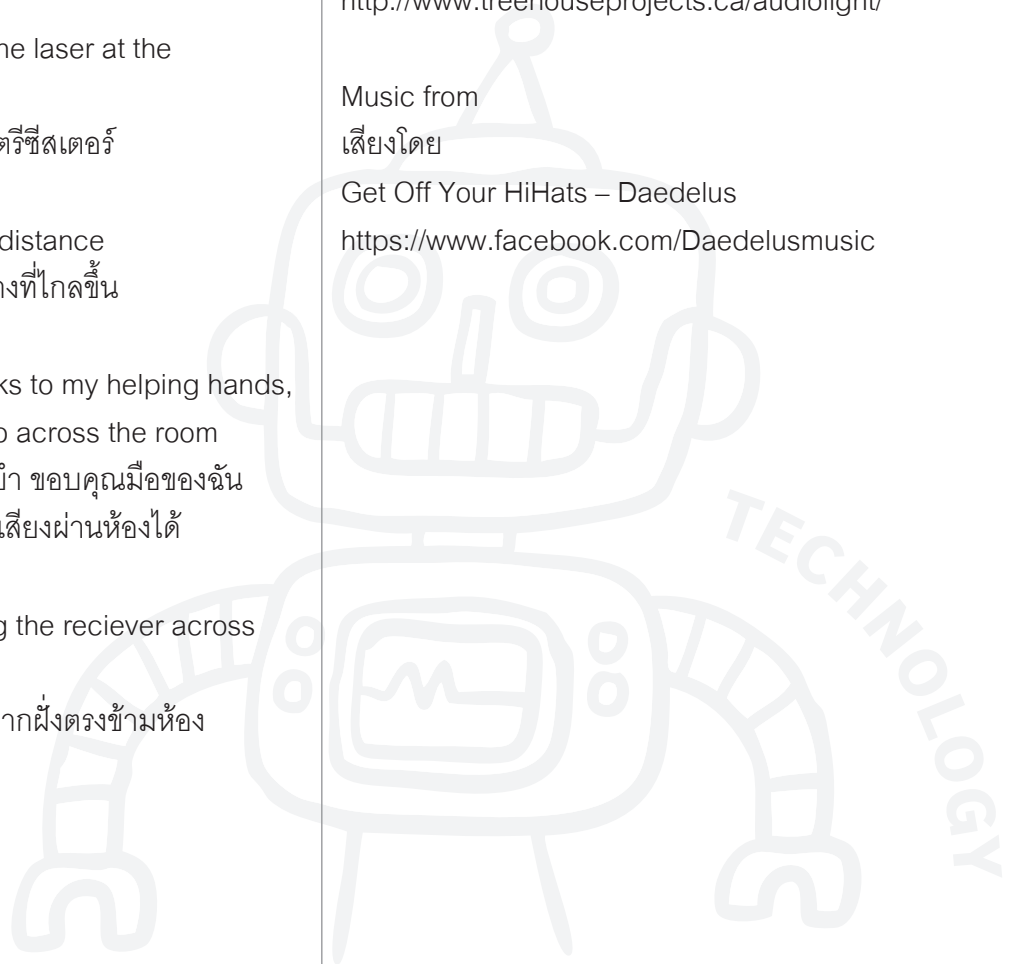
If something gets in the way of the laser, the transmission is interrupted
ถ้าบางสิ่งได้ออกจากเลเซอร์ การถ่ายทอดจะได้รับการรบกวน

Enjoy!
ลองสนุกกับมัน

The End
จบบริบูรณ์

All information was sourced from:
ข้อมูลทั้งหมดมาจาก
Treehouse Projects (2012, August 4).
Transmitting Audio Wirelessly Through Light.
Retrieved September 3, 2012 from
<http://www.treehouseprojects.ca/audiolight/>

Music from
เสียงโดย
Get Off Your HiHats – Daedelus
<https://www.facebook.com/Daedelusmusic>



| กิจกรรม | ลิงค์ | ช่วงหยุดภาพ เพื่อพูดคุย |
|---|--|----------------------------|
| <p>กิจกรรมที่ 15: ตัวแปลงสัญญาณเสียง (sound transducer) คืออะไร และทำงานอย่างไร</p> <p>What is a sound transducer and how does it work?</p> | <p>'Microphones and speakers'</p> <p>https://youtu.be/h_t_5zfUeIE</p> | - |

Microphones & Speakers

ไมโครโฟนและลำโพง

Do you remember

คุณจำได้ไหม

All the things B.Brown taught us since September?

ทุกอย่างที่ บี บราวน์ ได้สอนเราตั้งแต่เดือนกันยายน

How 'bout magnetism, Don't you remember?

ความเป็นแม่เหล็กเป็นอย่างไร จำได้หรือไม่

It applies in so many ways.

มันสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย

Those Right-Hand Rules

นั่นกฎมือขวา

They tell us how the magnetic fields move

มันบอกกับเราว่าสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่อย่างไร

When they're workin' inside mics and speakers

เมื่อมันกำลังทำงานในไมโครโฟนหรือลำโพง

They convert sound and electrici-tay

มันจะแปลงเสียงและไฟฟ้า

Hey, hey, hey

เฮย์ เฮย์ เฮย์

Ba de ya

บา เด ยา

Microphones

ไมโครโฟน

And

และ

Speakers

ลำโพง

Ba de ya

บา เด ยา

'Lectromagnetism

ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า

Ba de ya

บา เด ยา

Right-Hand Rules will save the day

กฎมือขวาจะช่วยดูแลวันของเรา

[Physics]

[ฟิสิกส์]

When sound waves hit them, the coils in the mics
will be springin

เมื่อคลื่นเสียงสัมผัสขดลวดในไมโครโฟนก็จะเคลื่อนที่

round a permanent magnet

รอบแม่เหล็กถาวร

Electric current flows 'cause magnetic fields change

กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก

Now in speakers,

และในลำโพง

The electrici-tay turns to sound waves

ไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นคลื่นเสียง

The current gets magnets vibrat-ang

กระแสไฟฟ้าทำให้แม่เหล็กสั่น

It just goes the opposite way

มันทำงานตรงกันข้ามกัน

Hey, hey, hey

เฮย์ เฮย์ เฮย์

Ba de ya

บา เด ย่า

Microphones

ไมโครโฟน

And

และ

Speakers

ลำโพง

Ba de ya

บา เด ย่า

'Lectromagnetism'

ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า

Ba de ya

บา เด ย่า

Mr.Brown taped to the wall

มิสเตอร์บราวน์ ติดมันไว้ที่ผนัง

And we say Ba de ya

และเรามาบอกว่า บา เด ย่า

Microphones

ไมโครโฟน

And

และ

Speakers

ลำโพง

Ba de ya

บา เด ย่า

'Lectromagnetism'

ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า

Ba de ya

บา เด ย่า

Physic(s) gets more fun each day

ฟิสิกส์ทำให้สนุกมากขึ้นในแต่ละวัน

'Those magnets movin'

แม่เหล็กเหล่านั้นเคลื่อนที่

'Attractin', 'repellin'

ดูด ผลัก

They move the cone back and forth

ทำให้กรวยขยับหลังและหน้า

for the sounds to play

ทำให้เกิดเสียง

Yow

โย้ว

And we say Ba de ya

และพวกเราร้องว่า บา เด ย่า

Microphones

ไมโครโฟน

And

และ

Speakers

ลำโพง

Ba de ya

บา เด ย่า

Next year we'll be seniors

ปีหน้าพวกเราก็จะเป็นรุ่นพี่

[Class of 2015]

[ชั้นเรียนปี 2015]

Ba de ya

บา เด ย่า

Physic(s) gets more fun each day

ฟิสิกส์ทำให้สนุกมากขึ้นในแต่ละวัน

And we say Ba de ya

และพวกเราร้องว่า บา เด ย่า

Microphones

ไมโครโฟน

And

และ

Speakers

ลำโพง

Ba de ya

บา เด ย่า

'Lectromagnetism

ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า

Ba de ya

บา เด ย่า

Physic(s) gets more fun each day

ฟิสิกส์ทำให้สนุกมากขึ้นในแต่ละวัน

[Physics]

[ฟิสิกส์]

[Music by: Earth, Wind & Fire]

[ดนตรีโดย: เอิร์ธ วินด์ และไฟร์]

[Lyrics by: Scott Brown & Ben Overzat]

[บทโดย: สก็อต บราวน์ และ เบน โอเวอร์แซท]

[Vocals by: Scott Brown & Ben Overzat]

[เสียงโดย: สก็อต บราวน์ และ เบน โอเวอร์แซท]

[Audio Production: Ben Overzat]

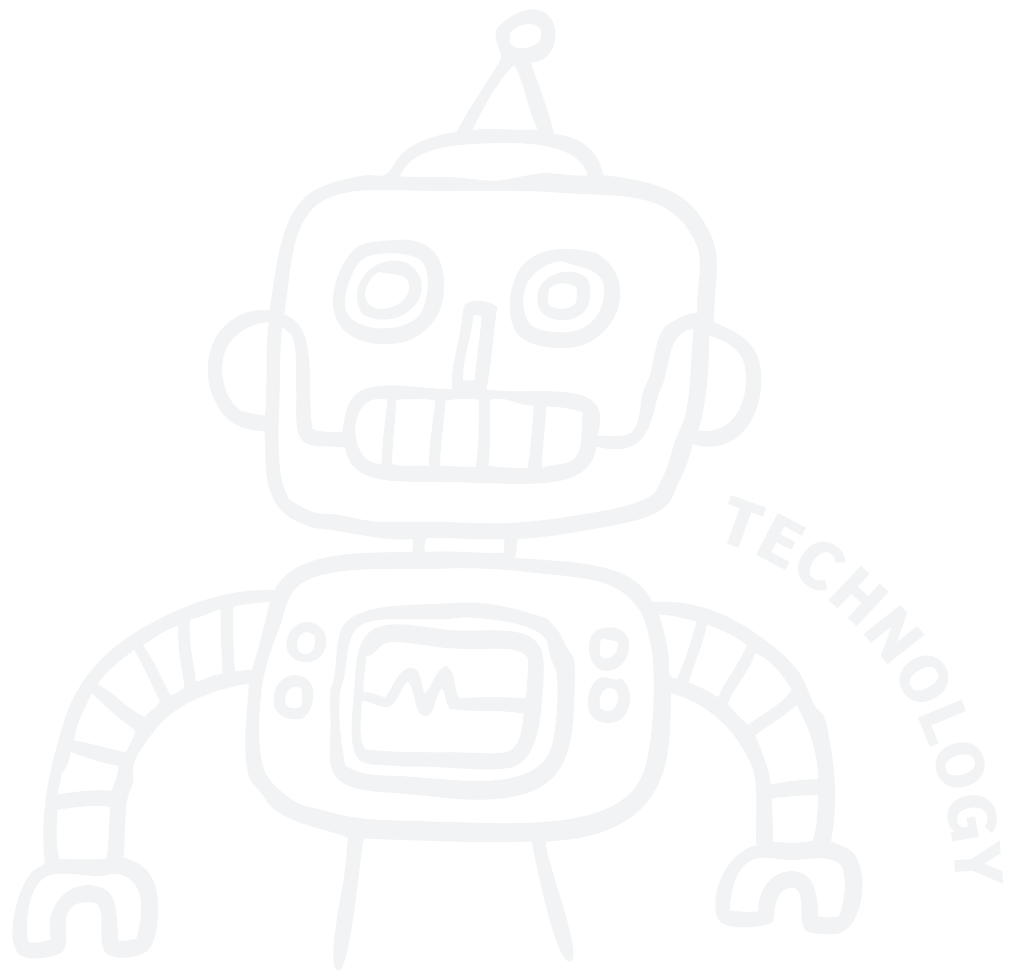
[ผลิตเสียง : เบน โอเวอร์แซท]

[Video Production: Scott Brown]

[ผลิตวิดีโอ : สก็อต บราวน์]

[Microphones & Speakers]

[ไมโครโฟนและลำโพง]



| กิจกรรม | ลิงค์ | ช่วงหยุดภาพ เพื่อพูดคุย |
|--|--|----------------------------|
| <p>กิจกรรมที่ 15: ตัวแปลงสัญญาณเสียง (sound transducer) คืออะไรและทำงานอย่างไร</p> <p>What is a sound transducer and how does it work?</p> | <p>How to make a DIY loudspeaker https://youtu.be/xaaMOZMvTd0</p> | - |

How to make a DIY Loudspeaker, and how does it work - EC - Projects

เราจะทำลำโพงใช้เองได้อย่างไร
และมันทำงานอย่างไร - โครงการ อีซี

Hello and welcome to EC projects
สวัสดีและต้อนรับสู่โครงการ อี ซี

So today we will make a loudspeaker. The one that we're going to make it looks like this one little work exactly the same. I will explain how it works and will try to play some music on it once we have to build it. วันนี้เราจะมาสร้างลำโพงกัน อันที่เรากำลังจะสร้างขึ้นนั้น จะมีหน้าตาประมาณนี้และจะทำงานแทบจะเหมือนกัน ผมจะอธิบายว่ามันทำงานอย่างไรและจะพยายามเล่นเพลงบางเพลงหลังจากที่เราสร้างมันขึ้นมา

So let's get started.
มาเริ่มกัน

So the way our loudspeaker works is very simple.
วิธีที่ทำให้ลำโพงทำงานมันง่ายมาก

We have a coil here. And we put an AC signal across the coil, it will produce an alternating magnetic field, in the coil.

เรามีขดลวดตรงนี้ และเราก็จะใส่สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปแต่จะปลายของขดลวด ซึ่งมันจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมาในขดลวด

So if you put a magnet either inside or outside of this coil. The North Pole the top and the South Pole in the bottom, it could be the other way around that doesn't matter.

ถ้าเราใส่แม่เหล็กเข้าไปไม่ว่าข้างในหรือข้างนอกขดลวด ขั้วเหนือด้านบนและขั้วใต้ด้านล่าง หรือจะสลับกัน ก็ไม่แตกต่าง

Then we have effectively created a loudspeaker, we just need to add the cone. So the bottom part of the cone will join the coil and the cone will be on the top.

ก็จะกลายเป็นลำโพงนั่นเอง เราจะต้องเติมกรวยลงไป โดยให้ส่วนล่างของกรวยต่อกับขดลวด และส่วนของกรวยก็จะอยู่ด้านบน

And since the magnet is hold in place by the frame here only the cone can move and that is what produces sound.

และเมื่อแม่เหล็กได้ยึดกับกรอบนี้ ดังนั้นก็จะมีแต่กรวยที่สามารถเคลื่อนที่ได้และทำให้เกิดเสียง

So when the input signal is alternating between plus and minus then the coil will move up and down because of the permanent magnetic field of the magnet and this will produce sound waves.

ดังนั้นเมื่อเราได้ใส่สัญญาณไฟฟ้าสลับเข้าไประหว่างขั้วบวกและลบ ก็จะทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ขึ้นลง เนื่องจากสนามแม่เหล็กถาวรของแม่เหล็กนี้ และนี่ก็ทำให้เกิดคลื่นเสียง

So let's get on the build, we will need a regular piece of paper, some very thin paper. This is used for wrapping around food, super glue, a piece of cardboard.

มาเริ่มสร้างกัน เราต้องการกระดาษ และกระดาษที่บางมากนี้ใช้สำหรับการห่ออาหาร กาวซูเปอร์กลู (หรือกาวตราช้าง) และกระดาษแข็ง

We will need some copper wire, finer is the better and this has to be in a dynamo copper wire. And you may not have that but inside old electronic equipment you can find coils or chokes like this and that will be a dynamo copper wire, you just have to use as fine wire as possible.

เราต้องการลวดทองแดงที่ยังดี และจะต้องเป็นขดลวดทองแดงไดนาโม และเราอาจจะไม่มีสิ่งนี้ แต่ปกติแล้วเราจะพบในอุปกรณ์ไฟฟ้าเก่า เราจะพบคอยล์หรือขดลวดแบบนี้ และนี่ก็เป็นไดนาโมขดลวดทองแดง เราแค่ต้องการลวดทองแดงที่บางที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

And it's all going on and I almost forgot you will of course need a magnet and the important thing is that it has a North Pole in one end a South Pole in the other. Some magnets will be split down in the middle and that cannot be used

และเราก็พร้อมแล้วและผมก็อบลิ้มไปเลย คุณจะต้องใช้แม่เหล็ก และที่สำคัญจะต้องมีขั้วเหนือและขั้วใต้ด้วย ดังนั้นแม่เหล็กที่แบ่งขั้วตรงกลางไม่สามารถใช้ได้

Start by cutting a strip of regular paper as wide as your magnet. We will use this paper as a space so it will be remove later on. Wrap the paper around the magnet and make about three or four turns. Put super glue to the end, and make another half turn just hold that for about 15 seconds. When the glue is dry, away the remaining paper.

เริ่มจากตัดกระดาษให้มีความกว้างเท่ากับแม่เหล็ก เราใช้กระดาษเป็นฐานรองเดี่ยวเราก็จะนำมันออก นำกระดาษม้วนรอบแม่เหล็กประมาณ 3 - 4 รอบ จากนั้นก็นำกาวมาทาตรงปลายกระดาษและม้วนอีกครั้งรอบ จับไว้ประมาณ 15 วินาทีพอให้กาวแห้ง จากนั้นก็ตัดกระดาษที่เหลือทิ้ง

And now cut of a piece of the thin paper that is a little long longer than your magnet about this size. While the magnet still covered in the regular paper, start wrapping the thin paper around. Make a stop when you reach one full turn. Now I just add a few drops of super glue. And continue wrapping; wrap half turn and add another drop of super glue.

Continue until you have made for you four turns, wait the glue dry. Now cut away the remaining paper. และตัดกระดาษบางให้ยาวกว่าขนาดของแม่เหล็กประมาณขนาดนี้ ขณะที่แม่เหล็กยังถูกห่อด้วยกระดาษอยู่ก็ห่อด้วยกระดาษบางรอบๆ มัน และหยุดเมื่อห่อได้ครบรอบ ตอนนี้ผมเติมกาวไปสองสามหยด และก็ห่อไปอีกครึ่งรอบ และก็เติมกาว ทำไปเรื่อยๆ ค่อยๆ เติมกาวเป็นระยะ และทำไปรอบๆ จนม้วนได้ครบ 4 รอบ รอจนกาวแห้งก็ตัดกระดาษที่เหลือทิ้ง

And now it's time to add the copper wire. For this I use a very powerful handy, but it's possible to do without it. If you're using a drill, pull the magnet about half a centimeter out of the tube and wrap a piece of tape around it.

และต่อไปนี่จะเป็นการเติมลวดทองแดง สำหรับครั้งนี้ผมใช้เครื่องมือจับที่มีประสิทธิภาพมาก แต่เราก็ทำได้ ถ้าไม่มีมัน ถ้าใช้สว่านให้ดึงแม่เหล็กออกมาจากหลอด ประมาณครึ่งเซนติเมตรและห่อมันด้วยเทป

You can use this to hold the tube, while you wrap around the wire. Make a cut in the end of the tube about two or three millimeters. Now slide your wire and have an excess of about 20 centimeters. Make sure that leave the loose end on the inside, and now make a few turns

คุณสามารถใช้เครื่องมือจับหลอดไว้ขณะที่พันขดลวด ตัดปลายหลอดประมาณ 2 -3 มิลลิเมตร จากนั้นก็นำเส้นลวดมาประมาณ 20 เซนติเมตร ต้องมั่นใจว่ามีเหลือปลายไว้นิดหน่อย และก็ค่อยหมุนสองสามรอบ

Now take the loose end and fold up a couple times. Now we can put this into the end of the tube. So we won't have problems with that when you wrap the wire around

จากนั้นจับส่วนปลายพับประมาณสองสามรอบ และใส่ลงไปในส่วนปลายของท่อ ซึ่งจะทำให้คุณไม่มีปัญหา ในขณะที่พันขดลวดรอบๆ

[I add too much wire, I will explain later.]

[ผมใส่ลวดมากเกินไป แล้วจะอธิบายทีหลัง]

And then cover an area about the length of your magnet and once you're done add a bit of glue to the end, then you can just cover the end with a piece of paper.

พันลวดไปรอบๆ จนเท่ากับความยาวของแม่เหล็ก และเมื่อทำเสร็จแล้วให้เติมกาวลงไปตรงปลาย และใช้เศษกระดาษปิดกาวทับไว้

Cut the wire about 20 centimeters from the tube. Now remove the tape and the magnet and you should be able to pull the inside piece of paper out as well, and now a coil should fit loosely over a magnet about a millimeter.

ตัดลวดประมาณ 20 เซนติเมตรห่างจากหลอด จากนั้นแกะเทปและดึงแม่เหล็กออก และคุณควรจะสามารถดึงกระดาษที่อยู่ด้านในออกมาเช่นกัน และตอนนี้ขดลวดก็จะมีขนาดพอดีกับแม่เหล็ก โดยต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิเมตร

Now draw a circle on a piece of thin paper, or you could use a compass and cut out the circle. And when you have a circle make one cut from the outside to the center

จากนั้นวาดวงกลมลงบนกระดาษบางให้มีขนาดพอประมาณ อาจจะใช้วงเวียนก็ได้ จากนั้นตัดวงกลมออกมา เมื่อได้กระดาษวงกลมแล้วให้ตัดจากขอบนอกเข้าไปยังตรงกลาง

Add super glue to one side of the cut. And fold it over to make a cone.

ทากาวด้านหนึ่งของส่วนที่ตัด และม้วนกระดาษให้เป็นกรวย

And now make four cut into the end of the tube and fold out the pieces and add super glue and attach it to the center of the back side of the cone. Wait a few seconds for it to dry.

และจากนั้นตัดปลายหลอดเป็นสี่ส่วน และพับแต่ละชิ้นทากาวและติดลงไปในส่วนด้านหลังของกรวย รอ 2-3 นาทีให้กาวแห้ง

And now to make the frame, draw a circle the same size as you use for the cone on a piece of cardboard. Increase the radius about 1 centimeter to 1 and a half centimeters and drawing circle and give it four legs.

จากนั้นก็ทำส่วนกรอบ โดยวาดวงกลมขนาดเท่ากับที่ทำกรวยบนกระดาษแข็ง และวาดวงกลมอีกอันที่มีรัศมีที่ใหญ่กว่าประมาณ 1 – 1.5 เซนติเมตร และวาดขาออกมา 4 ขา (ตัดกระดาษแข็งตามรูป)

Now add 4 pieces of tape to a frame evenly spaced, and attached the cone about in the middle.

จากนั้นติดเทปไว้ 4 มุมให้มีระยะห่างเท่าๆ กัน และติดกรวยไว้ตรงกลาง

Now attached each wire to a node component or anything else to a conductor, and we'll need to solder.

จากนั้นติดปลายลวดไว้กับส่วนที่ต่อกับตัวนำ และจะเชื่อมให้ติดกัน

So here it is. All finish up only thing need to do is to test it so I have hooked up a signal generator. And it is indeed working.

เสร็จแล้ว สิ่งที่ต้องทำก็คือเราจะต้องทดสอบมัน ผมได้ต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดเสียง และมันก็ทำงานได้จริง

So let's test the music quality.

ลองทดสอบคุณภาพเสียง

So I just have to do one modification. I have removed about 3 millimeters of the turning of the wire because the speaker wasn't very loud and I am using very very fine wire so the resistance was too high and that's why the speaker was so low ผมจะต้องปรับปรุงสิ่งหนึ่ง ผมได้เอาขดลวดที่พันอยู่ ออกประมาณ 3 มิลลิเมตร เพราะว่าลวดให้เสียงที่ไม่ค่อยดังเท่าไร และผมใช้ลวดที่บางมากๆ ทำให้ความต้านทานค่อนข้างสูง ซึ่งนั่นทำให้ลวดมีเสียงค่อนข้างต่ำ

But anyway I hope you like the video and if you did please give it a thumb up and subscribe to my channel and then see ya.

อย่างไรก็ตาม ผมหวังว่าคุณจะชอบวิดีโอนี้ และถ้าคุณชอบได้โปรดกดไลค์ และลงทะเบียนมาอย่างช่องของผม แล้วพบกันใหม่นะครับ



| กิจกรรม | ลิงค์ | ช่วงหยุดภาพ เพื่อพูดคุย |
|---|---|----------------------------|
| กิจกรรมที่ 16: สำรวจอวกาศ – เหตุใดจึงใช้กล้องโทรทรรศน์วิทยุเพื่อสำรวจอวกาศ Exploring space – why are radio telescopes used? | Electromagnetic spectrum: | 0:54 |
| | Radio waves | 1:16 |
| | https://youtu.be/al7sFP4C2TY | 1:55 |
| | | 2:34 |
| | | 3:19 |

Electromagnetic Spectrum: Radio Waves สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า: คลื่นวิทยุ

Guglielmo Marconi's first radio transmissions in 1894 have spread into space for over 100 years at the speed of light. They pass Sirius in 1903, Vega in 1919, and Regulus in 1971. That signal has already passed over 1000 Stars. Anyone orbiting one of those stars with a really good receiver could detect Marconi signal and know that we are here.

สัญญาณวิทยุของ กุกลีเอลโม มาร์โคนี ที่ถ่ายทอดครั้งแรกในปี 1894 ได้ถูกส่งออกไปทั่วอวกาศเป็นระยะเวลากว่า 100 ปี ด้วยความเร็วแสงโดยผ่านดาวซิริอุสในปี 1903 ดาวเวก้าในปี 1919 และดาวเรกูลัสในปี 1971 สัญญาณนี้ได้ผ่านดวงดาวกว่าพันดวง หากมีใครก็ตามที่โคจรรอบดวงดาวเหล่านั้นและมีตัวรับที่ดีพอก็จะสามารถจับสัญญาณของมาร์โคนีและทราบว่าพวกเขาอยู่ที่นี้

Radio waves are the longest and contain the least energy of any electromagnetic wave. While visible light is measured in minute fractions of an inch, radio waves vary from about 19 centimeters, about the length of a water bottle to waive the length of cars, ships, mountains all the way up to monstrous waves longer than the diameter of our planet.

คลื่นวิทยุมีความยาวคลื่นมากที่สุด และมีพลังงานน้อยกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแม่เหล็กอื่น ในขณะที่คลื่นแสงที่มองเห็นจะถูกวัดในสัดส่วนย่อยของหน่วยนิ้ว คลื่นวิทยุจะมีความยาวคลื่นได้ตั้งแต่ 19 เซนติเมตร หรือประมาณขนาดน้ำจมนไปถึงความยาวของรถ เรือ ภูเขา จนไปถึงคลื่นความยาวขนาดมหึมา ซึ่งอาจจะยาวกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกเรา

Heinrich Hertz discovered radio waves in 1888. The first commercial radio station went on the air in Pittsburgh Pennsylvania on November 2nd, 1920. Then in 1932, a major Discovery by Karl Jansky at Bell Labs revealed the stars and other objects in space radiated radio waves.

ไฮนริช เฮิร์ตซ์ ได้ค้นพบคลื่นวิทยุในปี 1888 สถานีวิทยุที่ได้ออกอากาศเป็นที่แรก เกิดขึ้นที่เมืองพิตต์สเบิร์ก รัฐเพนซิลเวเนีย ในวันที่ 2 พฤศจิกายน 1920 หลังจากนั้นในปี 1932 ได้เกิดการค้นพบที่ยิ่งใหญ่โดย คาร์ล แจนสกี ณ ห้องปฏิบัติการเบลล์ ซึ่งเขาได้ค้นพบว่าดวงดาวและวัตถุต่างๆ ในอวกาศได้แผ่คลื่นวิทยุออกมา

Radio astronomy was born, however, scientists need giant antennas to detect weak long wavelength radio waves from space. The enormous Arecibo radio dish antenna measures 305 meters in diameter over three football fields.

ดาราศาสตร์วิทยุได้ก่อกำเนิดขึ้น อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ต้องการสายอากาศขนาดใหญ่เพื่อที่จะตรวจจับคลื่นสัญญาณวิทยุอ่อนที่มีความยาวคลื่นสูงจากอวกาศ อย่างเช่น กล้องโทรทรรศน์วิทยุขนาดมหึมา อาเรซิโบ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 305 เมตร เทียบเท่ากับ 3 สนามฟุตบอล

Scientists can link the signals from an array of separate radio antennas to focus on tiny slices of distance space. Such array acts as a single immense collector. This giant New Mexico array uses 27 parabolic dish antennas shaped into a giant wire, which each arm capable of stretching for 13 miles. นักวิทยาศาสตร์ได้เชื่อมสัญญาณจากแถวของแต่ละสายอากาศวิทยุเพื่อที่จะจับสัญญาณขนาดเล็กในอากาศที่ห่างไกล แต่ละแถวจะทำหน้าที่เสมือนตัวเก็บสัญญาณขนาดใหญ่ ตัวเก็บสัญญาณขนาดใหญ่ที่นิวแม็กซิโกใช้สายอากาศแบบพาราโบลาจำนวน 27 จำนวนด้วยกัน ต่อเป็นสายอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งแต่ละแขนมีความยาวถึง 13 ไมล์

Scientists have even spread these linked antennas across the globe. One of the largest stretches from Hawaii to the Virgin Islands and acts like such a powerful telephoto lens that a baseball sitting on the moon would fill its entire field of view.

นักวิทยาศาสตร์เชื่อมต่อกับสัญญาณจากสายอากาศนี้ไปทั่วโลก ซึ่งระยะไกลที่สุดนั้นได้เชื่อมจากฮาวายถึงเกาะเวอร์จิน และทำหน้าที่เหมือนกับเลนส์ถ่ายภาพระยะไกล ที่มีประสิทธิภาพสูงถึงขนาดสามารถจับภาพลูกเบสบอลที่อยู่บนหลุมในดวงจันทร์ได้

Many of the greatest astronomical discoveries have been made using radio waves. Pulsars, the existence of giant cloud of superheated plasma, which are among the largest object in the universe and even quasars such as this one over ten billion light years away, were all discovered using radio waves.

การค้นพบทางดาราศาสตร์อย่างมากมาได้เกิดขึ้นจากการใช้คลื่นวิทยุ เช่น พัลซาร์ กลุ่มหมอกของพลาสมาที่มีความร้อนสูงและจัดได้ว่าเป็นวัตถุขนาดใหญ่ในจักรวาล หรือแม้แต่ควอซาร์ที่อยู่ห่างออกไปกว่าสิบล้านปีแสง ก็ถูกค้นพบโดยการใช้คลื่นวิทยุ

Radio waves also provide more local information.

Astronomical objects that have a magnetic field usually produce radio waves such as our sun.

NASA's stereo satellite is able to monitor bursts of radio waves from the sun's Corona.

คลื่นวิทยุยังสามารถให้ข้อมูลท้องถิ่นกับเราได้ด้วย วัตถุท้องฟ้าที่มีสนามแม่เหล็กมักจะมีผลผลิตคลื่นวิทยุ ดังเช่น ดวงอาทิตย์ ดาวเทียมสำรวจขององค์การนาซ่าสามารถตรวจจับการปะทุของคลื่นวิทยุในชั้นโคโรนาของดวงอาทิตย์

Wave sensors on the wind spacecraft record the

radio waves emitted by a planet's ionosphere such as the bursts from Jupiter whose wavelength measures about 15 meters. Radio waves fill the space around us to bring entertainment, communications, and key scientific information.

เครื่องตรวจจับสัญญาณคลื่นจากยานอวกาศลมสามารถตรวจจับคลื่นวิทยุที่ถูกปล่อยออกมาจากชั้นไอโอโนสเฟียร์ของดาวเคราะห์ เช่น จากการปะทุของของดาวพฤหัสบดีที่มีความยาวคลื่น 15 เมตร คลื่นวิทยุที่กระจายอยู่รอบตัวนั้นได้นำมาซึ่งความบันเทิง การสื่อสาร และข้อมูลสำคัญทางวิทยาศาสตร์

We can't hear these radio waves. When you tune your radio to your favorite station, the radio receives these electromagnetic radio waves and then vibrates a speaker to create the sound waves we hear.

We may not be able to tap our toes to the cosmic radio transmissions but we certainly discovered much of that our universe is Grand Cosmic Dance by listening to them.

เราไม่สามารถได้ยินคลื่นวิทยุเหล่านี้ ในขณะที่เราหมุนวิทยุไปยังสถานีวิทยุที่ชื่นชอบนั้น วิทยุจะรับคลื่นวิทยุ เกิดการสั่นของลำโพงแล้วกำเนิดออกมาเป็นเสียงที่เราได้ยิน แม้เราจะไม่สามารถแตะเท้าของเราเข้าไปยังเครื่องวิทยุคอสมิกจักรวาล แต่เราก็ยังสามารถค้นพบว่าจักรวาลของเราเต็มไปด้วยการเต้นอันยิ่งใหญ่ของคอสมิกจากการฟังพวกมัน



คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษา

ดร.สุเทพ ชิตยวงษ์
นายวณิชย์ อ่วมศรี

เลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
รองเลขาธิการคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คณะผู้จัดทำและเรียบเรียง

1. Ms. Julie Addis
2. Mr. Dewi Roberts
3. Mr. Mark Howell Thomas

ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge
ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge
ผู้เชี่ยวชาญจากสหราชอาณาจักรจากบริษัท Think Learn Challenge

คณะผู้ตรวจสอบและกลั่นกรอง

1. นางเจตฤดี ชินเวโรจน์
2. นายสุเทพ ยงยุทธ์
3. นางชนิษฐา โสภานนท์
4. นายจิระ เฉลิมศักดิ์
5. นายพงษ์ศักดิ์พิล ทาแก้ว
6. นางนงลักษณ์ คงศิริ
7. นายพงษ์ศาสตร์ อภิธรรมพงษ์
8. นางสาววรรณิการ์ ชุมภูแก้ว
9. นางสาวชัชฎาภรณ์ คงงาม
10. นางสาวชุตินา ไชคณกวีพัฒนา
11. นางสาวประทีน เลียนจำรูญ
12. นางสาวสมปอง ตุ่มวารี่
13. นางสาววิภาดา ตระกูลโต
14. บริติช เคานซิล ประเทศไทย

ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพังงา
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน
ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสิงห์บุรี
รองผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสิงห์บุรี
รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุรนารี
วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน
วิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
วิทยาลัยเทคนิคสุรนารี
วิทยาลัยเทคนิคพังงา
สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ
สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ



บริติช เคานซิล ประเทศไทย
254 ซ.จุฬาลงกรณ์ 64 สยามสแควร์
ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: +66 (0)2 657 5678
โทรสาร: +66 (0)2 253 5311
อีเมล: newtonfund@britishcouncil.or.th

เว็บไซต์: www.britishcouncil.or.th
www.newtonfund.ac.uk

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
319 ถนนราชดำเนินนอก
แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์: +66 (0)2 281 5555
โทรสาร: +66 (0)2 282 0855

เว็บไซต์: <http://www.vec.go.th>