

MODULE

4

STEM EDUCATION

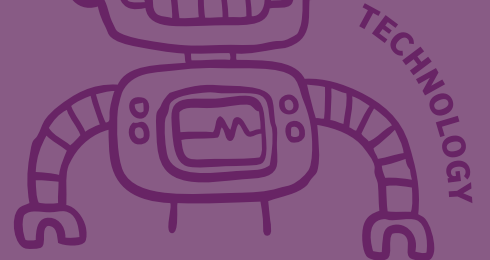
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4: นวัตกรรมด้านฟิสิกส์
PHYSICS INNOVATION

ENGINEERING



$$F=ma$$

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



$$E=mc^2$$

SCIENCE

$$V=IR$$



คู่มือการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
STUDENT WORKBOOK

คู่มือการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4: วัฏกรรมด้านฟิสิกส์

โครงการพัฒนาการอาชีวศึกษาด้าน STEM Education

โดยความร่วมมือระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กับ บริติช เคานซิล ประเทศไทย

โดยการสนับสนุนของกองทุนนิวตัน (Newton Fund)

พิมพ์ครั้งที่ 1

มกราคม พ.ศ. 2560 จำนวน 200 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

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ใบงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

หน้า

5

6

12

ชื่อ-นามสกุล

เลขที่ ชั้นเรียน

สถาบัน

วัตถุประสงค์หลัก

MODULE 4

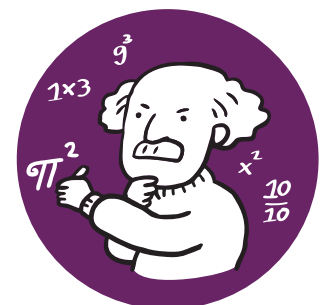
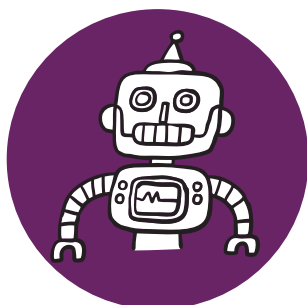
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

PHYSICS INNOVATION

นวัตกรรมด้านฟิสิกส์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มีวัตถุประสงค์หลักดังนี้

1. เพื่อพัฒนาความรู้และความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการสื่อสารในแง่มุมต่างๆ ดังนี้
 - อุปกรณ์การสื่อสารถูกสร้างขึ้นอย่างไร
 - องค์ประกอบต่างๆ ของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้ามีอะไรบ้าง และทำงานอย่างไร
 - ดาวเทียมสื่อสารทำงานอย่างไร
 - ความเสี่ยงที่อาจเกิดจากโทรศัพท์มือถือ
 - เราสื่อสารในอวกาศอย่างไร
2. เพื่อพัฒนาทักษะการสืบค้นข้อมูลและการหาข้อสรุปจากหลักฐานที่ได้มา
3. เพื่อพัฒนาและปรับปรุงทักษะการปฏิบัติและการสืบเสาะในห้องปฏิบัติการ
4. เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้นำการเรียนรู้และเน้นการพัฒนาทักษะสะเต็ม
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



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 จากผลลัพธ์หรือความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะ และทดสอบ
- สื่อสารความคิดและความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะผ่านการนำเสนอแบบพูดหรือเขียน จัดแสดง หรือประยุกต์ใช้ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศ
- อธิบายความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม สร้างโครงการหรือผลงานตามความสนใจของตนเอง
- 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 และเลขยกกำลังที่เป็นจำนวนตรรกยะสามารถหาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในจำนวนที่เป็นกรณฑ์และเลขยกกำลัง ด้วยวิธีการคำนวณที่เหมาะสม และสามารถนำคุณสมบัติของจำนวนจริงไปใช้งานได้
- สามารถนำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้กับการหาค่าประมาณของระยะทางและความสูง สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ในด้านการวัดได้
- มีความเข้าใจและสามารถนำการใช้ตรรกะเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย
- มีแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องความสัมพันธ์ และฟังก์ชันซึ่งสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ
- สามารถนำวิธีการอันหลากหลายไปใช้ในการแก้ปัญหา มีความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางด้านคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ สามารถตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล และนำเสนอข้อสรุปที่ได้เหมาะสม สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อและนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องชัดเจน สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับความรู้ด้านอื่นๆ อย่างสร้างสรรค์

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

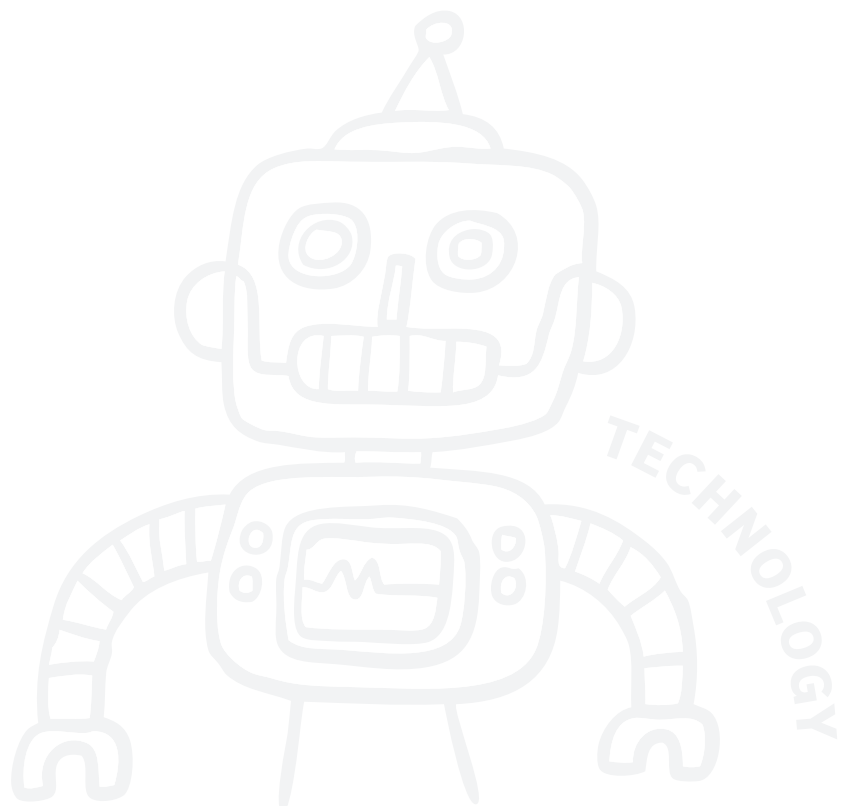
- ด้วยการวางแผนอย่างเป็นระบบ นักเรียนสามารถดูแลสุขภาพ เสริมสร้างสุขภาพ และปกป้องตนเองจากโรคภัยต่างๆ หลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยง และพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพ และการเกิดอุบัติเหตุ การใช้ยาผิด การติดยา และความรุนแรง
- สามารถวิเคราะห์และประเมินสุขภาพของตนเองเพื่อระบุกลยุทธ์ในการลดความเสี่ยง เสริมสร้าง และรักษาสุขภาพที่ดี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

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

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

ทางเทคโนโลยีที่ปลอดภัยอย่างการใช้ซอฟต์แวร์ในการออกแบบหรือนำเสนอ
ความสำเร็จต่างๆ วิเคราะห์ และเลือกที่จะนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อชีวิตประจำวัน
ไปใช้อย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม บริหารจัดการ
เทคโนโลยีด้วยเทคโนโลยีสะอาด

- เข้าใจองค์ประกอบของระบบข้อมูล องค์ประกอบและหลักการของระบบคอมพิวเตอร์
ระบบการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ลักษณะต่างๆของคอมพิวเตอร์
และอุปกรณ์เชื่อมโยง มีทักษะเชี่ยวชาญในการใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา
เขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สื่อสารและสืบค้น
ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลเพื่อใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ
ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการนำเสนอความสำเร็จและใช้
คอมพิวเตอร์สร้างผลงานหรือโครงการ
- เข้าใจแนวทางในการเข้าสู่ชีวิตการทำงาน เลือกและใช้เทคโนโลยีต่างๆ ที่เหมาะสม
ต่ออาชีพการงาน มีประสบการณ์ในอาชีพการงานที่ตนเองถนัดและสนใจ
มีคุณลักษณะเหมาะสมกับอาชีพการงาน



รายละเอียดกิจกรรมที่ 1-19

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

กิจกรรม	วันที่	บันทึกการเรียนรู้
กิจกรรมที่ 1: อะไรคือสิ่งที่คุณรู้ อยู่แล้วเกี่ยวกับคลื่นและสเปกตรัม แม่เหล็กไฟฟ้า		
กิจกรรมที่ 2: ส่วนต่างๆ ของ สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถ นำมาใช้สื่อสารได้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 3: เราจะนำเสนอ ใหม่ไฉนของอุปกรณ์การสื่อสาร ที่มีพัฒนาการมาเรื่อยๆ อย่างไร		
กิจกรรมที่ 4: เราสามารถเพิ่ม สิ่งประดิษฐ์ด้านการสื่อสารอื่น ในใหม่ไฉนได้อีก		
กิจกรรมที่ 5: ข้อดีและข้อเสีย ของการสื่อสารแบบเชื่อมสาย และแบบไร้สาย		
กิจกรรมที่ 6: เพราะเหตุใด คลื่นวิทยุความถี่ต่างๆ จึงนำมา ใช้งานในการสื่อสารที่แตกต่างกัน		

กิจกรรม	วันที่	บันทึกการเรียนรู้
กิจกรรมที่ 7: ดาวเทียมนำมาใช้ ในการสื่อสารได้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 8: GPS คืออะไร และใช้งานอย่างไร		
กิจกรรมที่ 9: คลื่นไมโครเวฟ นำมาใช้ในการสื่อสารอย่างไร		
กิจกรรมที่ 10: โทรศัพท์มือถือ เป็นอันตรายต่อเราอย่างไร		
กิจกรรมที่ 11: เราสามารถ ใช้แสงส่งข้อมูลได้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 12: เราจะสร้างภาพ โดยใช้แสงได้อย่างไร		
กิจกรรมที่ 13: เส้นใยแก้วนำแสง ทำงานอย่างไร		

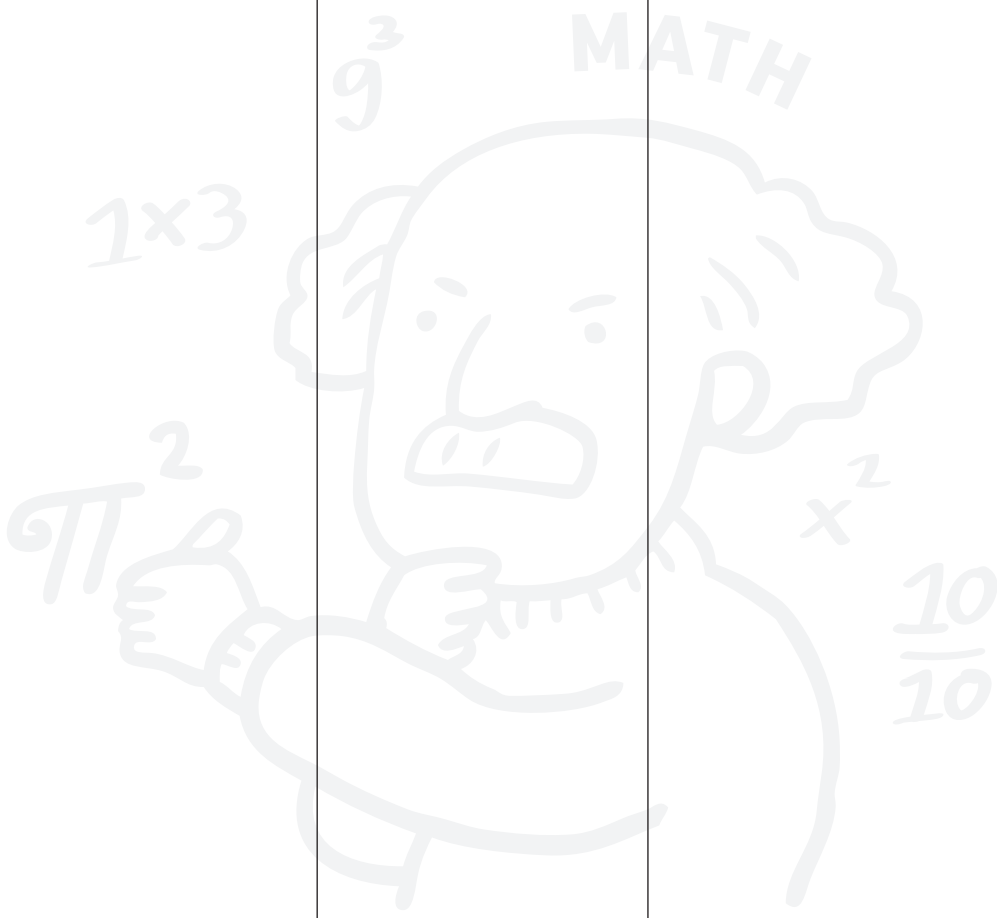
กิจกรรม	วันที่	บันทึกการเรียนรู้
กิจกรรมที่ 14: ข้อดีและข้อเสียของสัญญาณดิจิทัลกับสัญญาณแอนะล็อกคืออะไร		
กิจกรรมที่ 15: ตัวแปลงสัญญาณเสียง (sound transducer) คืออะไรและทำงานอย่างไร		
กิจกรรมที่ 16: สำรวจอวกาศ – เหตุใดจึงใช้กล้องโทรทรรศน์วิทยุเพื่อสำรวจอวกาศ		
กิจกรรมที่ 17: อะไรคือต้นกำเนิดของ CMBR (รังสีไมโครเวฟพื้นหลังของจักรวาล)		
กิจกรรมที่ 18: ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (Doppler Effect) คืออะไร		
กิจกรรมที่ 19: เราจะค้นหาการสื่อสารจากนอกโลกได้อย่างไร		

คู่มือการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

ใบงานหน่วยการเรียนรู้ที่ 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

1.2 เสาอากาศจับคลื่นสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างไร (กระจายสนามไฟฟ้า)

ขอให้บรรยายว่าเสาอากาศวิทยุทำงานอย่างไรในการจับคลื่น และอธิบายถึงหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง

2. ในการใช้เครื่องจำลอง ขอให้ปรับ “การเคลื่อนไหวของตัวส่งสัญญาณ” (Transmitter movement) ไปที่ “แกว่ง” (Oscillate) เพื่อให้อิเล็กทรอนิกส์แกว่งขึ้นลงในความถี่ปกติและสามารถมองเห็นคลื่นไซน์ นี่คือวิธีการการกระจายสัญญาณวิทยุออกไป และทำเครื่องหมายถูกที่ช่อง “ส่วนโค้ง” (curve) และ “สนามแผ่รังสี” (radiated field)

2.1 ส่วนโค้งเป็นตัวแทนของอะไร

ทำเครื่องหมาย (x) ลงในช่องว่างที่ถูกต้อง

ก. เส้นอิเล็กทรอนิกส์แผ่กระจายออกจากเสาอากาศ แล้วทำให้อิเล็กทรอนิกส์ที่ตัวรับเคลื่อนไหว	
ข. เส้นทางที่อิเล็กทรอนิกส์วิ่งไป ซึ่งขึ้นอยู่กับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	
ค. อิเล็กทรอนิกส์ที่มีช่องว่างระหว่างประจุเท่ากันเคลื่อนขึ้นลงระหว่างเสาอากาศทั้งสอง	
ง. สนามประจุลบที่เคลื่อนไหวในพื้นที่ว่าง	
จ. ความแรงและทิศทางของกำลังที่ส่งออกไปยังอิเล็กทรอนิกส์ประจุหนึ่งโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	

2.2 ปรับความถี่และแอมพลิจูดให้อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของตัวปรับ มีเครื่องหมายบนตารางประมาณกี่อันที่บ่งบอกถึงความยาวของคลื่น?

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

ก. ลดลง	
ข. เพิ่มขึ้น	
ค. เท่าเดิม	

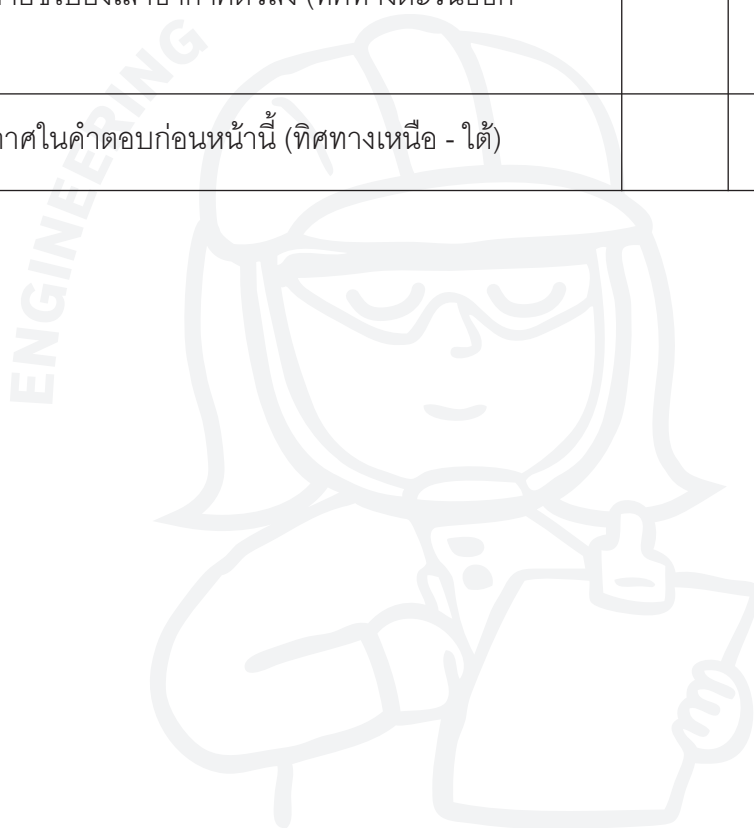
2.3 ใช้เครื่องจำลองประเมินความถูกต้องของข้อความเหล่านี้ ทำเครื่องหมาย (x) ในช่องว่างเพื่อระบุว่าจริงหรือไม่จริง

	จริง	ไม่จริง
หากความถี่ของการแกว่งของอิเล็กตรอนที่ส่งออกไปลดต่ำลง ความถี่ของอิเล็กตรอนในตัวปรับก็จะได้รับผลกระทบโดยทันที		
อิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องรับแกว่งในอัตราความถี่ต่ำกว่าอิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องส่ง เพราะระยะห่างระหว่างเสาอากาศทั้งสอง		
หากความถี่ของการแกว่งเพิ่มขึ้น แต่แอมพลิจูดของการแกว่งของอิเล็กตรอนยังคงเท่าเดิม เท่ากับว่าอิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องส่งกำลังเร่งความเร็วครั้งใหญ่ (ขอให้นักถึงสิ่งที่ได้เรียนเกี่ยวกับการเร่งความเร็วและการเคลื่อนไหว) จงเขียนอธิบายคำตอบของคำถามนี้ โดยอธิบายด้วยว่ามันส่งผลกระทบต่อความแรงของสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ส่งออกไปอย่างไร? (กลับไปดูที่เครื่องจำลองอีกครั้งหากไม่ได้สังเกตเห็นว่าเกิดอะไรขึ้นกับความแรงของสัญญาณที่ส่งออกไป)		

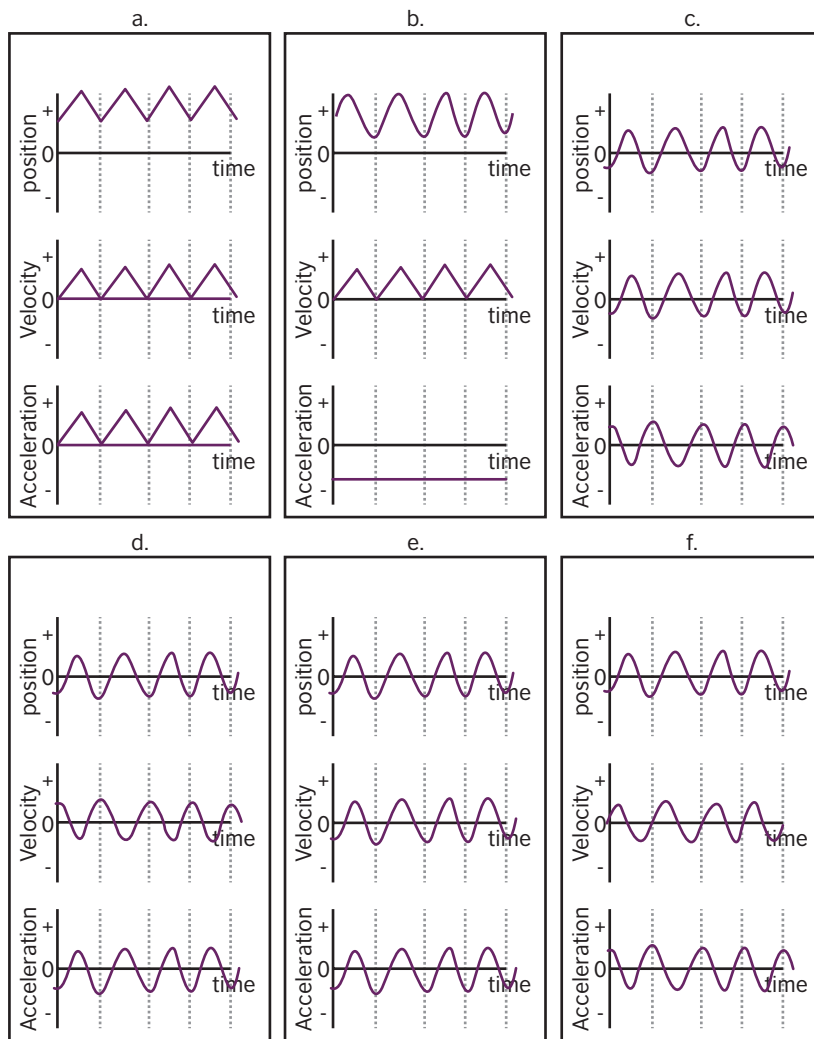
หากแอมพลิจูดเพิ่มขึ้นแต่ความถี่เท่าเดิม แสดงว่าอิเล็กตรอนที่เสาอากาศเครื่องรับกำลังมีค่าแรงสูงสุด แต่แกว่งในระดับความถี่เท่าเดิม		
หากความถี่ของอิเล็กตรอนที่ส่งออกมาลดลงหนึ่งหรือสองตัวประกอบ จะใช้เวลานานขึ้นในการที่สัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าจะไปถึงเสาอากาศเครื่องรับ		
หากความถี่ลดลง ความยาวคลื่นจะลดลงด้วย		
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เสาอากาศเครื่องส่งสร้างขึ้นผลิตกระแสไฟฟ้าในเสาอากาศของเครื่องรับ		
เมื่ออิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องส่งขึ้นสู่ระดับสูงสุด อิเล็กตรอนในเสาอากาศเครื่องรับจะขึ้นสู่ระดับสูงสุดด้วยเสมอ		

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

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



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

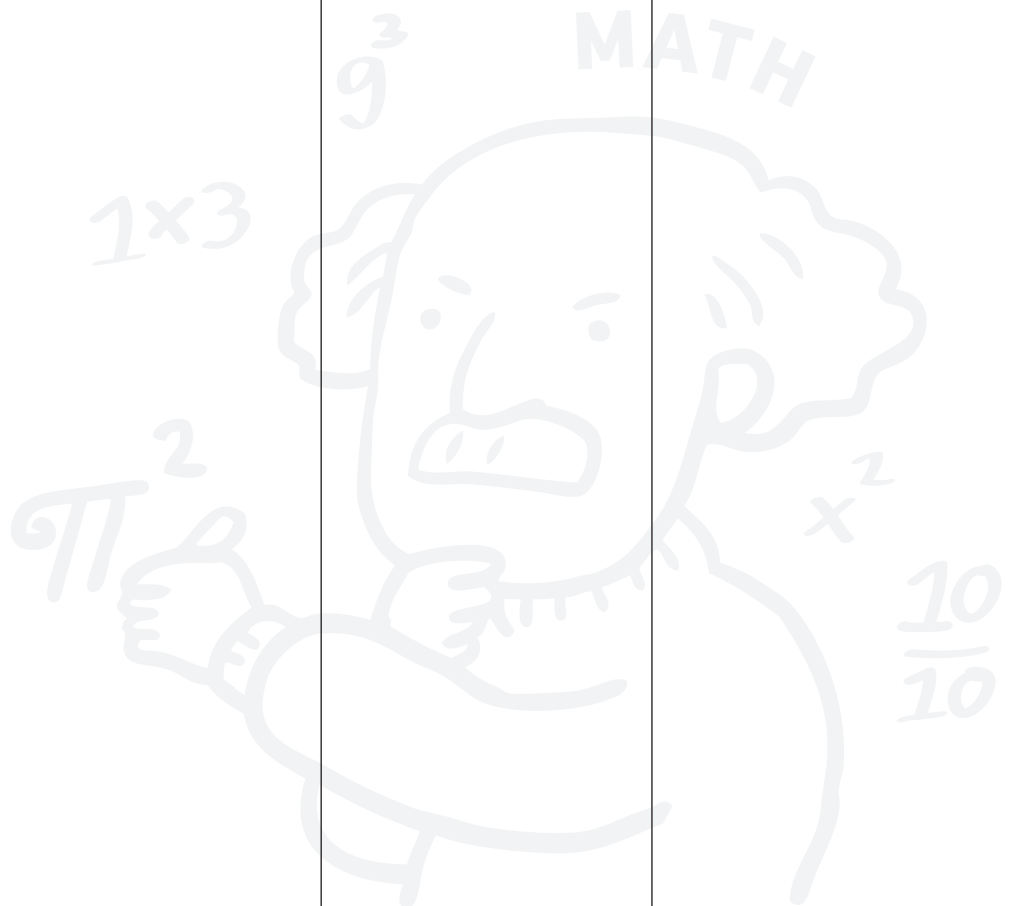


กราฟชุดใดสอดคล้องกับความเคลื่อนไหวของอิเล็กตรอนในเสาอากาศตัวรับ
ทำเครื่องหมาย (x) ลงในช่องว่างที่ถูกต้อง

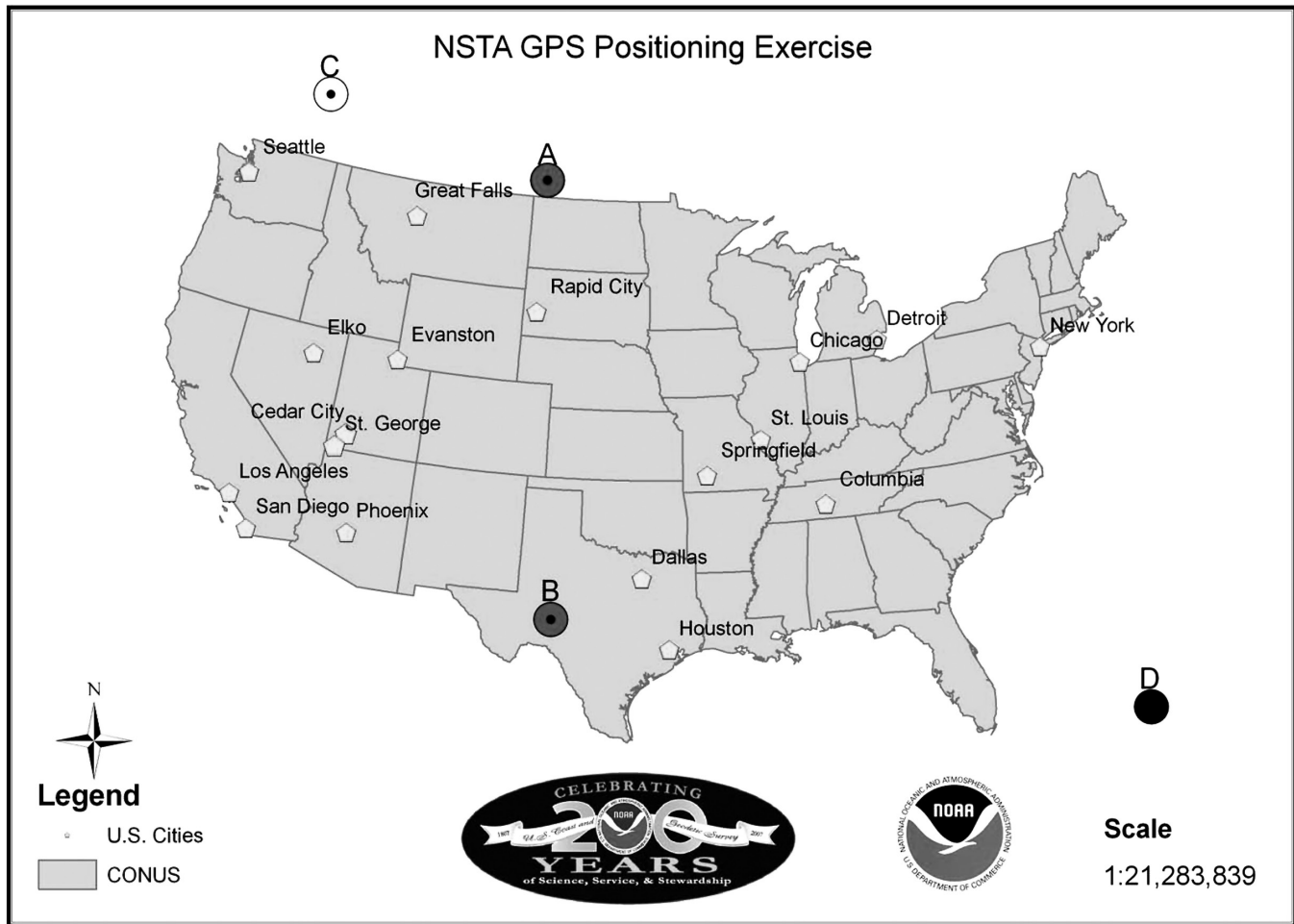
A		D	
B		E	
C		F	

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 และนำไปใช้จำเป็นต้องมีความแม่นยำอย่างมาก

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 คือ ดาวเทียม GPS ใช้เวลานานเพียงใดในการส่งสัญญาณมายังตัวรับที่อยู่บนโลก เมื่อเราทราบความเร็วและเวลา เราสามารถใช้ในการคำนวณหาระยะทางระหว่างดาวเทียมและตัวรับ หลังจากที่เราได้ระยะทางจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง เราสามารถที่จะหาตำแหน่งสามมิติที่อยู่บนผิวโลกได้

เพื่อเรียนรู้ว่า GPS ทำงานอย่างไร มีแบบฝึกที่สาธิตหลักการของสามเหลี่ยมระยะ สามเหลี่ยมระยะเป็นการระบุตำแหน่งโดยทราบระยะทางจากจุดอย่างน้อย 3 จุดใน GPS จุดก็คือดาวเทียม มันสำคัญที่จะต้องเข้าใจว่าแบบฝึกนี้ช่วยให้เข้าใจหลักการง่ายๆ ของสามเหลี่ยมระยะ ไม่ใช่กระบวนการระบุตำแหน่งของ GPS อย่างแท้จริง แบบฝึกนี้เราจะใช้แผนที่แบบแบนราบและเชือก 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 ในตำแหน่งใดก็ได้ บนแผนที่และหาว่าคุณอยู่ในตำแหน่งใดตาม “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

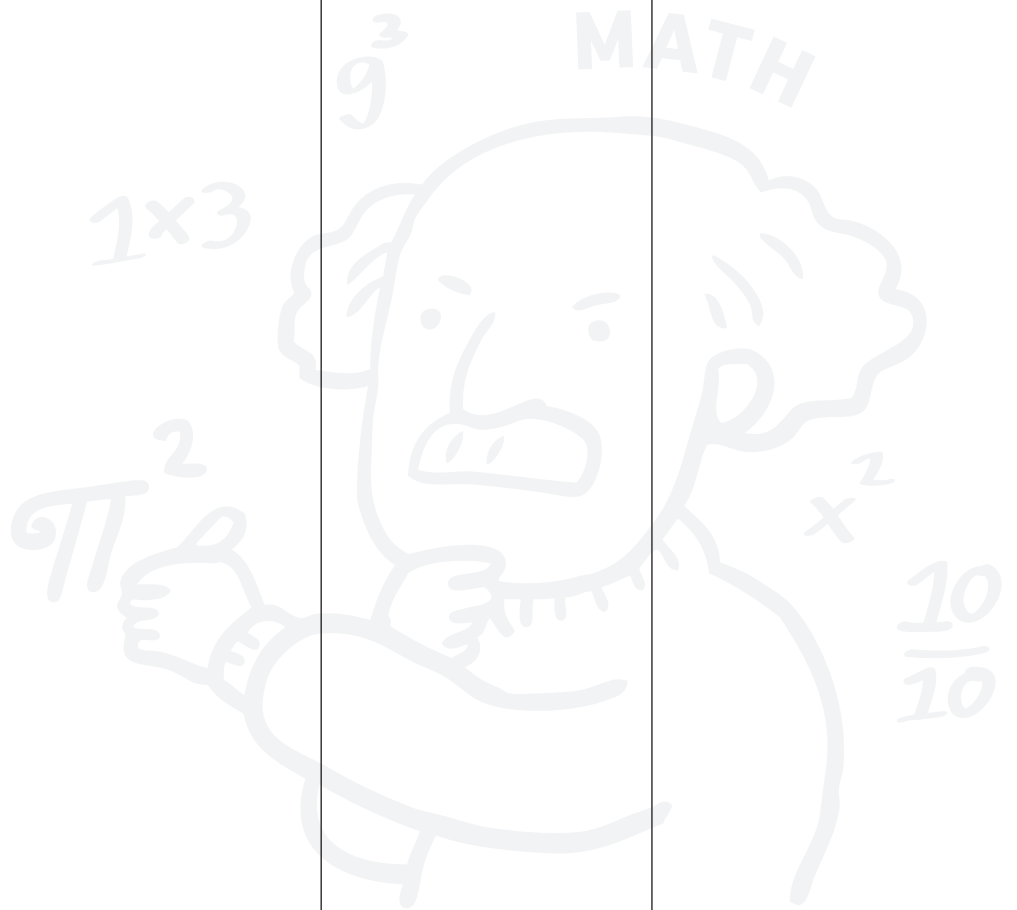
6. ตอนนี้นักเรียนมีส่วนโค้งของวงกลมและวงกลมที่ตัดกัน 2-3 จุด แต่มันจะต้องมีเพียงจุดเดียวในแผนที่ที่ทุกอันตัดกัน ตำแหน่งของนักเรียนคือที่ใด เพราะเหตุใดเส้นที่ตัดของนักเรียนไม่ได้ตัดที่จุดเดียวกันจริงๆ ลองดูว่านักเรียนได้คำตอบใกล้เคียงแค่ไหน ระดับความแม่นยำเป็นเท่าใด ตำแหน่งของนักเรียนมีความแม่นยำเมื่อเทียบกับ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

คำถาม ค: โทรศัพท์มือถือ

จงบอกข้อดีของการใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมากในงานวิจัย

คำถาม ง: โทรศัพท์มือถือ

เหตุใดจึงควรกำหนดให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในงานวิจัยนี้

1. ผู้คนจะได้ชื่อโทรศัพท์มือถือ
2. เพื่อให้ประชาชนทราบว่ามีความเสี่ยงต่อสุขภาพ
ขณะใช้โทรศัพท์มือถือ
3. ผู้คนจะได้เลือกอย่างมีความรับผิดชอบ
ว่าจะเสี่ยงต่อสุขภาพของตนเองหรือไม่
4. เพื่อลดการเกิดโรคมะเร็ง

คำถาม จ: โทรศัพท์มือถือ

ทีมผู้วิจัยจะไม่ให้ความสำคัญว่าโทรศัพท์มือถือเชื่อมโยงกับการเกิดมะเร็งสมอง เหตุผลต่อไปนี้อาจเป็นเหตุผลต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยมองเช่นนั้น คุณเห็นด้วยกับเหตุผลข้อใดบ้าง

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

จงอ่านข้อมูลต่อไปนี้

ระหว่างการประชุมนานาชาติเรื่องการวิจัยโรคมะเร็ง มีการบันทึกว่า นักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวสิ่งต่อไปนี้

- “เชื่อไม่ได้หรือว่าผู้คนจะพูดความจริงว่าตนเองใช้โทรศัพท์มือถือมากน้อยแค่ไหน โดยเฉพาะคนที่คิดว่าตนเองกำลังใช้มากเกินไป”
- “เดี๋ยวนี้งานวิจัยบางงานก็ได้เงินอุดหนุนจากบริษัทโทรศัพท์มือถือเองเลยทีเดียว!”
- “งานวิจัยเหล่านี้ส่วนมากเกี่ยวข้องกับผู้ใหญ่”
- “มะเร็งสมองสามารถส่งผลกระทบต่อความจำและปัญหาการได้ยินในผู้คน”

คำถาม จ: โทรศัพท์มือถือ

นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งระบุว่างานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่ผู้ใหญ่ ส่วนนักวิทยาศาสตร์อีกคนหนึ่งก็ได้ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใด

“นำเด็กมาร่วมในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้เพราะจะก่อให้เกิดประเด็นปัญหาเรื่อง _____”

คิดว่าคำที่หายไปนั้นคือคำว่าอะไร? สามารถเลือกได้จากรายการต่อไปนี้

ศีลธรรม สังคม สิ่งแวดล้อม การเงิน เทคนิค

คุณคิดว่ากรกล่าวเช่นนี้มีความหมายว่าอย่างไร

คำถาม ซ: โทรศัพท์มือถือ

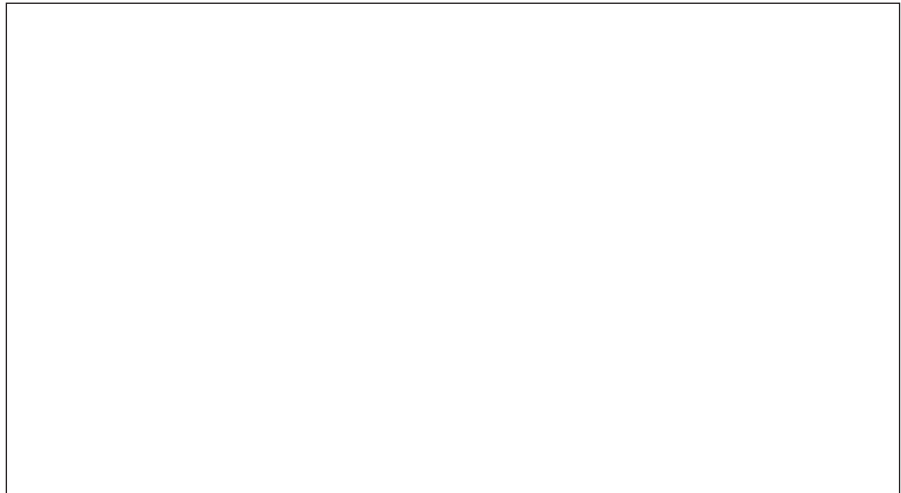
คิดว่าเหตุใดนักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งถึงกังวลว่างานวิจัยบางงานได้รับการสนับสนุนจากบริษัทโทรศัพท์มือถือ

จงอ่านข้อมูลต่อไปนี้

เช่นเดียวกับการให้ระบุข้อมูลเกี่ยวกับการปล่อยรังสีในคู่มือการใช้ บางประเทศเสนอว่าโทรศัพท์มือถือที่มีการปล่อยรังสีต่ำที่สุดควรได้รับ สัญลักษณ์พิเศษเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบ

คำถาม ช: โทรศัพท์มือถือ

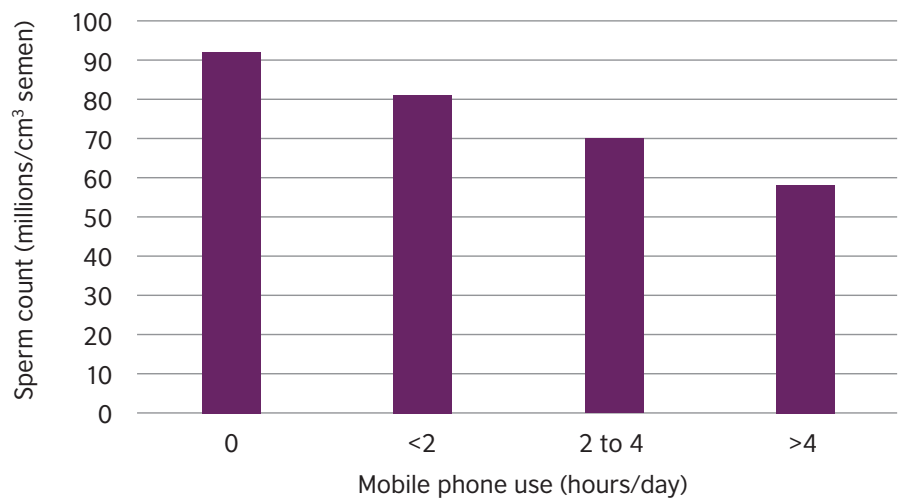
คิดว่าเหตุใดบางประเทศจึงเสนอแนะเช่นนั้น



จงอ่านข้อมูลต่อไปนี้

อีกงานวิจัยหนึ่งได้ค้นคว้าหาความเชื่อมโยงที่อาจเป็นไปได้ระหว่างการใช้โทรศัพท์มือถือกับการมีบุตรของเพศชาย

กราฟ 1 แสดงผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้



กราฟ 1

คำถาม ฉ: 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

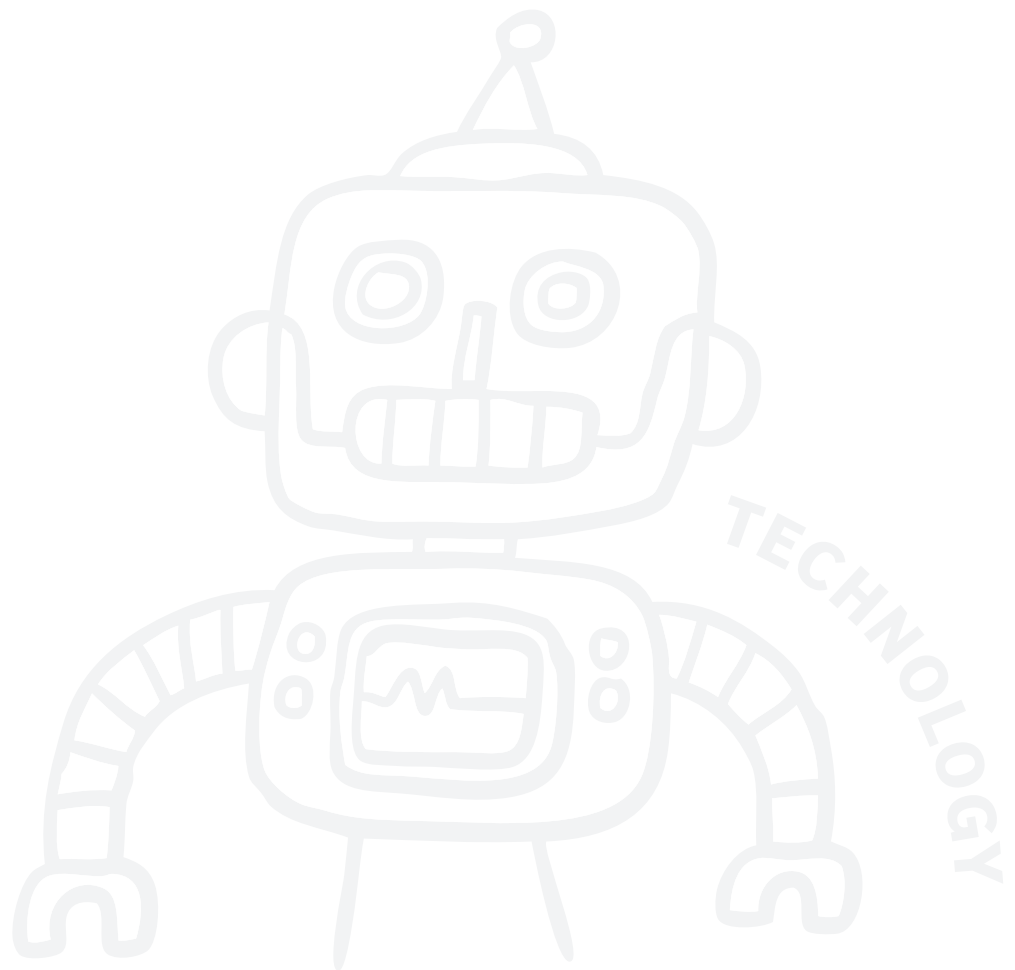
ตาราง D

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

คำถาม ณ: โทรศัพท์มือถือ

ข้อความได้อธิบายแนวโน้มของผลลัพธ์ที่นำเสนออยู่ในกราฟ 1 ได้ดีที่สุด

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



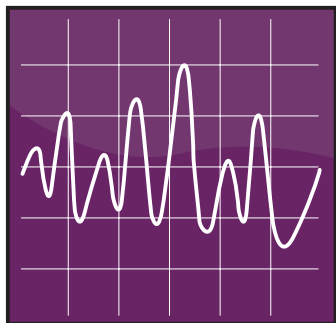
ใบความรู้เรื่อง: สัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัล

Analogue and digital signals

สัญญาณสื่อสารสามารถทำเป็นแอนะล็อกหรือดิจิทัล

สัญญาณแอนะล็อก

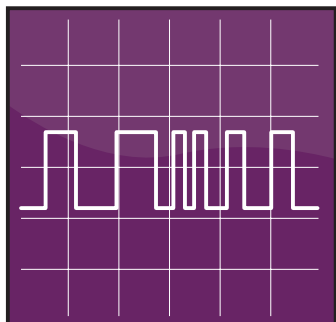
เพลงและการกล่าวสุนทรพจน์เป็นความถี่และแอมพลิจูดที่ต่อเนื่อง ในทางเดียวกันสัญญาณแอนะล็อกสามารถเปลี่ยนแปลงทั้งในความถี่ แอมพลิจูด หรือทั้งสองคุณน่าจะได้ยินคำว่าวิทยุ เอฟ เอ็ม (FM) หรือ เอ เอ็ม (AM) การผสมทางความถี่ของคลื่นวิทยุ (Frequency Modulated Radio) หรือการผสมทางแอมพลิจูดของคลื่นวิทยุ (Amplitude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

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

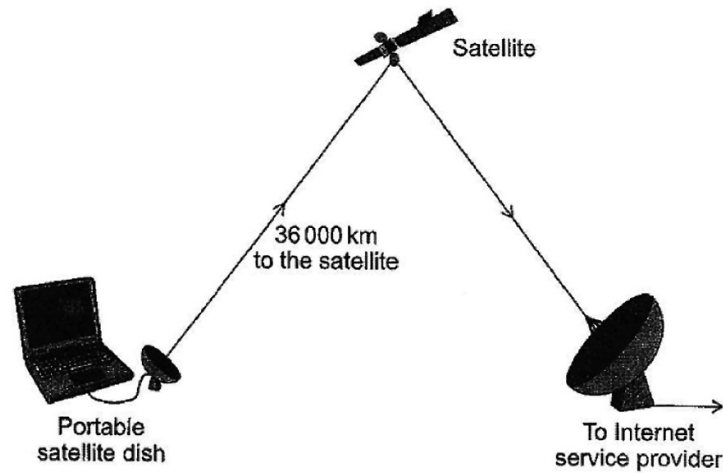
ระดับที่เหนือกว่า

สายใยแก้วนำแสงสามารถส่งข้อมูลได้มากกว่าเพราะว่าการรวมสัญญาณ ซึ่งทำให้สัญญาณดิจิทัลจำนวนมากถูกแทรกสอดหรือส่งผ่านไปพร้อมกันโดยไม่รวมกัน การส่งสัญญาณวิทยุและโทรทัศน์ดิจิทัลก็สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่าการส่งสัญญาณแอนะล็อก เพราะสามารถที่จะรวมสัญญาณได้ ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้ที่มากกว่าความถี่วิทยุที่มีอยู่ ตัวอย่างเช่นสามารถที่จะส่งผ่านช่องสัญญาณได้มากขึ้น และทำให้มีสัญญาณโทรทัศน์คมชัดสูง (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 หลายพื้นที่ในประเทศเคนยาซึ่งอยู่ในทวีปแอฟริกาเชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตด้วย เส้นใยแก้วนำแสงความเร็วสูง ก่อนหน้านั้นการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตทั้งหมดต้องผ่านดาวเทียม

1 (c) (i) จงเติมช่องว่างในประโยคต่อไปนี้

สัญญาณสามารถถูกส่งผ่านเส้นใยแก้วนำแสงด้วยการใช้แสงที่มองเห็นได้หรือ.....

(1 คะแนน)

1 (c) (ii) จงบอกเหตุผลประการหนึ่งว่าเหตุใดการส่งสัญญาณผ่านเส้นใยแก้วนำแสงจึงไปถึงที่หมายได้เร็วกว่า การส่งแบบเชื่อมต่อกับดาวเทียม

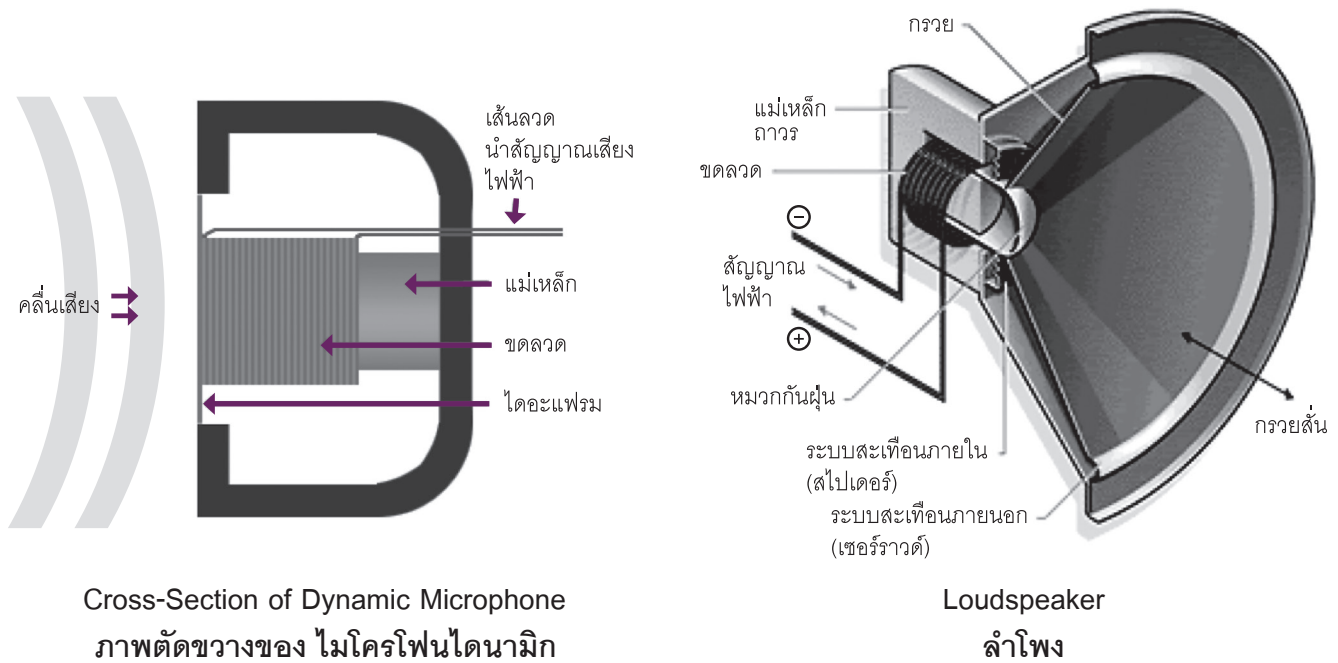
.....
.....
.....

(1 คะแนน)

ใบความรู้เรื่อง: การใช้กฎของฟาราเดย์ Faraday's law in action

การใช้กฎของฟาราเดย์

ให้นักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าอธิบายการทำงานของเครื่องมือนี้ โดยสามารถวาดและเขียนบรรยายพร้อมเขียนคำอธิบายได้

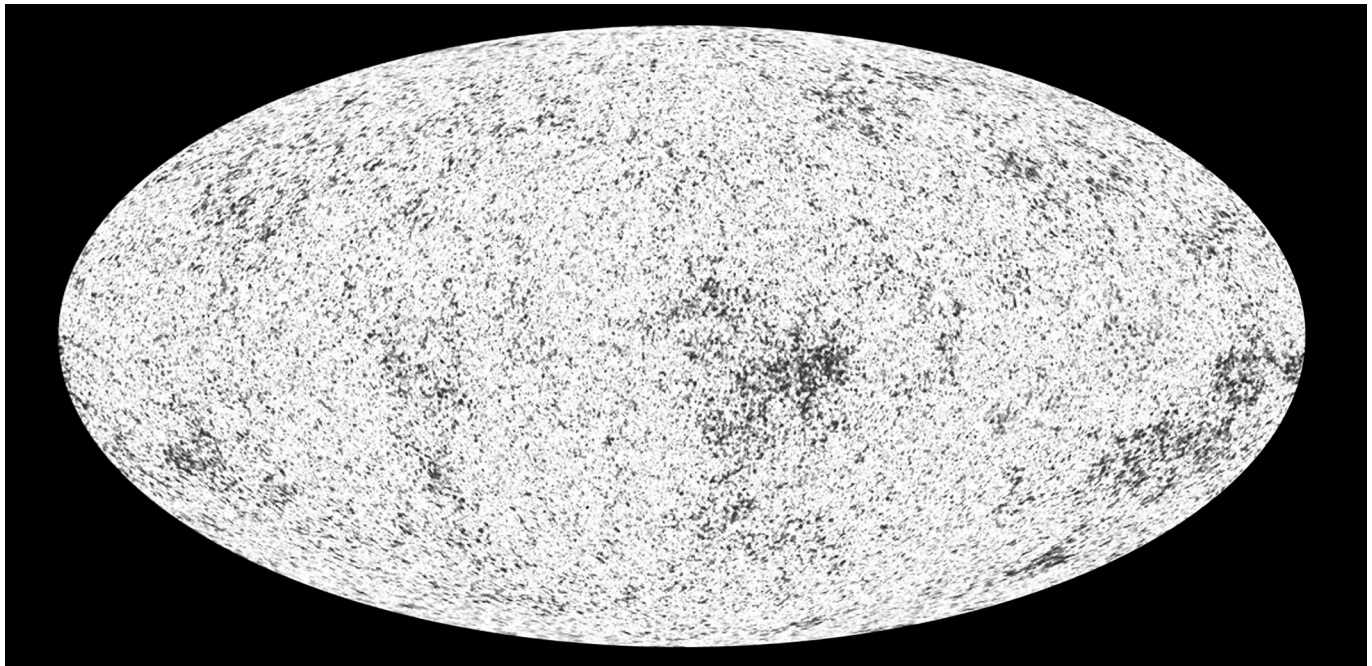


บทความเรื่อง จักรวาล: เสียงสะท้อนของบิกแบง Cosmic anniversary: Big bang echo

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

“มันอัศจรรย์สำหรับผมและที่ผู้คนชอบบางสิ่งที่เป็นหนึ่งในสิบส่วนของล้านส่วนของพื้นหลังจักรวาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีพื้นที่ที่ชัดเจนการทำงานมากมาย” เขาได้กล่าวใน Space.com เดือนมีนาคม

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

การเฉลิมฉลองการค้นพบ

ห้องปฏิบัติการเบลล์ได้เป็นเจ้าภาพฉลองครบรอบ 50 ปีที่ฮอมเดิลล์ 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

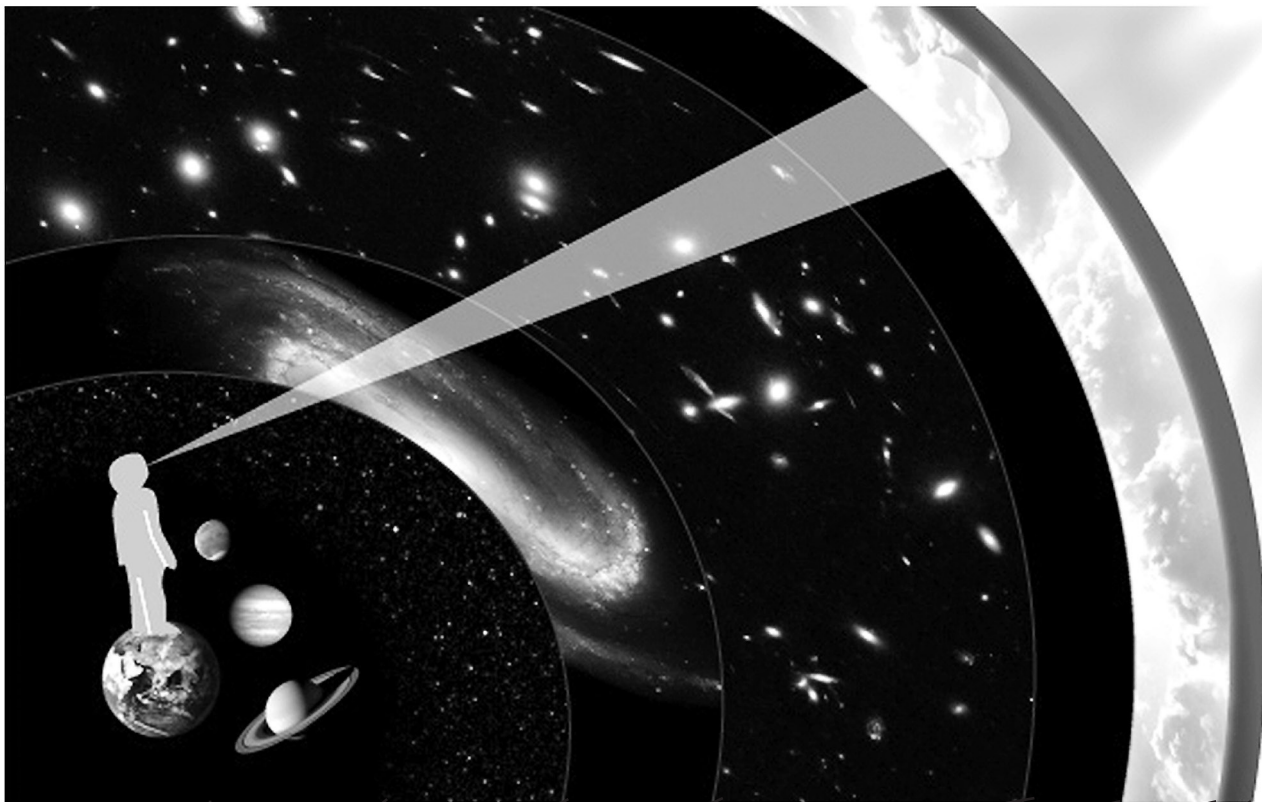


ด้านบน: ภาพแสดงอุณหภูมิที่แตกต่างกันในรังสีไมโครเวฟพื้นหลัง (ขอบคุณ: สถาบันแพลงค์)

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	ยุคมีด (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>

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 อภิธรรมพงศ์
8. นางสาววรรณิการ์ ชุมภูแก้ว
9. นางสาวชัชฎาภรณ์ คงงาม
10. นางสาวชุตินา ไชคณกวีพัฒนา
11. นางสาวประทีน เลียนจำรูญ
12. นางสาวสมปอง ตุ่มวารี
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>