



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุดที่ 5

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



นางสาววาสนา ศิริจันทร์พันธุ์

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนด่านม่วงคำพิทยาคม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23

Watsana Sirichanthapan



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นนวัตกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น เป็นนวัตกรรมที่ช่วยลดบทบาทของครู ตามแนวทางการปฏิรูปการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้องและเหมาะสม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐานชุดนี้ ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มีการปรับปรุงแก้ไขจนได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนและช่วยพัฒนาผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษา และเป็นแนวทางพัฒนาการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ประสบความสำเร็จ ล่วงได้ด้วยดีไว้ ณ โอกาสนี้

วาสนา ศิริจันทร์พันธุ์



สารบัญ

หน้า

คำนำ	ก
สารบัญ	ข
คำชี้แจง	ค
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู.....	ง
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน.....	จ
แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ฉ
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1
สาระสำคัญ	2
จุดประสงค์การเรียนรู้	2
แบบทดสอบก่อนเรียน	3
ใบความรู้ที่ 5.1 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	5
แบบฝึกหัดที่ 5.1	19
แบบฝึกหัดที่ 5.2	20
แบบฝึกหัดที่ 5.3	21
แบบทดสอบหลังเรียน	22
บรรณานุกรม	24
ภาคผนวก	25
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน	26
แบบบันทึกคะแนน	27



คำชี้แจง

1.ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมทั้งหมด 5 ชุด ดังนี้

ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง คลื่นและองค์ประกอบของคลื่น	จำนวน 2 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สมบัติของคลื่น	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ธรรมชาติและสมบัติของเสียง	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ปรากฏการณ์เสียงและการได้ยิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	จำนวน 2 ชั่วโมง

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดนี้เป็นชุดที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัสวิชา ว31101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 แผน เวลา 2 ชั่วโมง

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

- 3.1 คำชี้แจง
- 3.2 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู
- 3.3 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
- 3.4 แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3.5 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้
เวลาที่ใช้ในการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3.6 แบบทดสอบก่อนเรียน
- 3.7 ใบความรู้
- 3.8 กิจกรรมการทดลอง/ แบบฝึกหัด
- 3.9 แบบทดสอบหลังเรียน
- 3.10 บรรณานุกรม
- 3.11 ภาคผนวก
 - 3.12.1 กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
 - 3.12.2 แบบบันทึกคะแนน

4. กรณีที่มีการทดลองให้วัดและประเมินผลงานของนักเรียน การตอบคำถามเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง การเขียนรายงานผลการทดลอง





คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งชุดนี้เป็นชุดที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้และมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรเตรียม ความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารภายในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เข้าใจก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
2. เตรียมสื่อ อุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมและครบจำนวนนักเรียนในชั้นเรียน แต่ละกลุ่ม
3. เมื่อมีกิจกรรมกลุ่มให้แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5 – 6 คน จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับนักเรียนในชั้นเรียน โดยคณะนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ให้มีการเลือกประธานและเลขานุการกลุ่ม พร้อมทั้งให้ทุกคนได้รับผิดชอบหน้าที่ในการดำเนินกิจกรรมในกลุ่ม (แต่ละกิจกรรมไม่ซ้ำคนเดิม)
4. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทตนเอง แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวปฏิบัติในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
5. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ กระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างกระตือรือร้นและตอบข้อสงสัยต่างๆ ระหว่างเรียนพร้อมทั้งสังเกตและประเมินพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน
6. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมครบถ้วน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที แล้วนำผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแจ้งให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าทางการเรียน
7. การวัดและประเมินผล ประเมินจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน สังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติงานกลุ่ม ตรวจจากการทำแบบฝึกกิจกรรมและแบบฝึกหัด
8. เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบ และเก็บชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุ อุปกรณ์ให้เรียบร้อยเพื่อความสะดวกในการใช้ครั้งต่อไป





คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งชุดนี้เป็นชุดที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์ และตั้งใจ ดังนี้

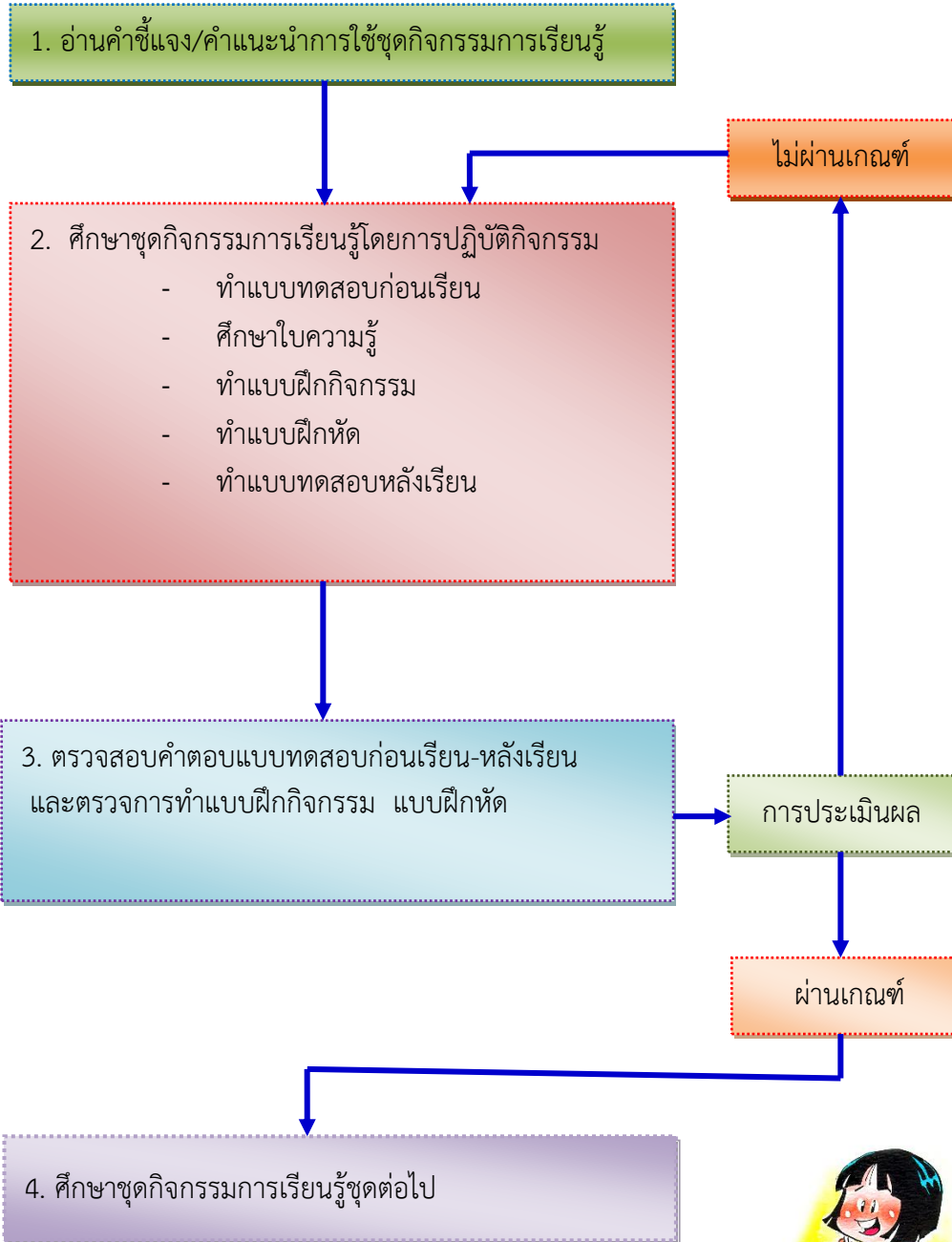
1. แบ่งกลุ่มๆ ละ 5 – 6 คน โดยละนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วเลือกประธานและเลขานุการ พร้อมทั้งให้ทุกคนได้รับผิชอบหน้าที่ในการดำเนินกิจกรรมในกลุ่ม (แต่ละกิจกรรมไม่ซ้ำคนเดิม)
2. สมาชิกในกลุ่มอ่านคำชี้แจง คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เข้าใจก่อนลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบก่อนเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน บันทึกผลคะแนนที่ได้ลงในแบบบันทึกคะแนน
5. ขณะปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น ซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างมีอิสระ มีเหตุผล ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น เรียนรู้อย่างมีความสุข และสามารถขอคำแนะนำจากครู เมื่อมีปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรม
6. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามแบบฝึกกิจกรรม แบบฝึกหัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจคำตอบได้จากแนวการตอบแบบฝึกกิจกรรม และเฉลยแบบฝึกหัด (ครูผู้สอนได้เตรียมไว้ให้) แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึกคะแนนของนักเรียน
8. เมื่อศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมครบทุกกิจกรรมแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 10 นาที
9. ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แล้วบันทึกผลลงในแบบบันทึกคะแนนของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียน ซึ่งนักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนให้ได้ 8 ข้อขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์ และถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด ให้ทบทวนเนื้อหา และทำแบบฝึกใหม่อีกครั้ง หากผ่านเกณฑ์ให้ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดต่อไป
10. นักเรียนควรศึกษาด้วยความเอาใจใส่ มีความรับผิดชอบต่อตนเอง แล้วนักเรียนจะเข้าใจและได้รับประโยชน์ จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้มากที่สุด

เข้าใจแล้ว ให้นักเรียน
ทำแบบทดสอบก่อนเรียน





แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน
เรื่อง คลื่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชุดที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ชุดที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม.4–6/4 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ว 8.1 ม.4–6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.4–6/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.4–6/3 ค้นคว้าวรรวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้และจำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบ เพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

ว 8.1 ม.4–6/4 เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบ อย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ว 8.1 ม.4–6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

ว 8.1 ม.4–6/6 จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

ว 8.1 ม.4–6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป หรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ว 8.1 ม.4–6/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อนของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.4–6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง



ว 8.1 ม.4—6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ว 8.1 ม.4—6/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิง หรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

ว 8.1 ม.4—6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า กล่าวคือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กหรือการเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้า สนามทั้งสองจะเหนี่ยวนำซึ่งกันและกันทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถแผ่กระจายไปได้ทุกที่ไม่ว่าจะเป็นที่ว่างเปล่าหรือในตัวกลางใดๆ จัดเป็นคลื่นตามขวางที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ **สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** หมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความต่อเนื่องกันตั้งแต่ความถี่ต่ำสุดจนถึงความถี่สูงสุด ประกอบด้วย คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ คลื่นไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรด แสง รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา ซึ่งเราสามารถนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น การสื่อสาร เครื่องใช้ต่างๆ ทางแพทย์ การอุตสาหกรรม แต่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็มีอันตรายถ้าเราใช้ไม่ถูกต้องและไม่ระมัดระวัง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกลักษณะสำคัญของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้
2. อธิบายการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้
4. อธิบายประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้
5. ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

ก่อนเรียนรู้จากชุดกิจกรรมนี้
ให้ศึกษาจุดประสงค์
การเรียนรู้และคำชี้แจง
ให้เข้าใจก่อนนะคะ





เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (x) ทับอักษร ก ข ค ง ข้อใดข้อหนึ่งที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุด
เพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

- (O-NET'49) ข้อใดเป็นการเรียงลำดับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากความยาวคลื่นน้อยไปมากที่สุดที่ต้อง
ก. รังสีเอกซ์ อินฟราเรด ไมโครเวฟ
ข. อินฟราเรด ไมโครเวฟ รังสีเอกซ์
ค. รังสีเอกซ์ ไมโครเวฟ อินฟราเรด
ง. ไมโครเวฟ อินฟราเรด รังสีเอกซ์
- (O-NET'50) มนุษย์อวกาศ 2 คนปฏิบัติการภารกิจบนพื้นผิวดวงจันทร์ สื่อสารกันด้วยวิธีใดสะดวกที่สุด
ก. คลื่นเสียงธรรมดา
ข. คลื่นเสียงอัลตราซาวด์
ค. คลื่นวิทยุ
ง. คลื่นโซนาร์
- (O-NET'50) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่นิยมใช้ในรีโมทควบคุมการทำงานของเครื่องโทรทัศน์ คือข้อใด
ก. อินฟราเรด
ข. ไมโครเวฟ
ค. คลื่นวิทยุ
ง. อัลตราไวโอเลต
- (O-NET'53) ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในข้อใดที่ไม่มีผลต่อการแผ่กระจายของคลื่นวิทยุ
ก. การเปลี่ยนแปลงของจุดดับบนดวงอาทิตย์
ข. การเกิดแสงเหนือแสงใต้
ค. การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง
ง. การเกิดกลางวัน กลางคืน
- (O-NET'54) เหตุใดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงจัดเป็นคลื่นตามขวาง
ก. เพราะสนามแม่เหล็กมีทิศตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า
ข. เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
ค. เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
ง. เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
- การที่เราอยู่กลางแดดนานๆ แล้วผิวหนังไหม้ เนื่องมาจากผลของรังสีใด
ก. รังสีอินฟราเรด
ข. รังสีอัลตราไวโอเลต
ค. รังสีเอกซ์
ง. รังสีแกมมา



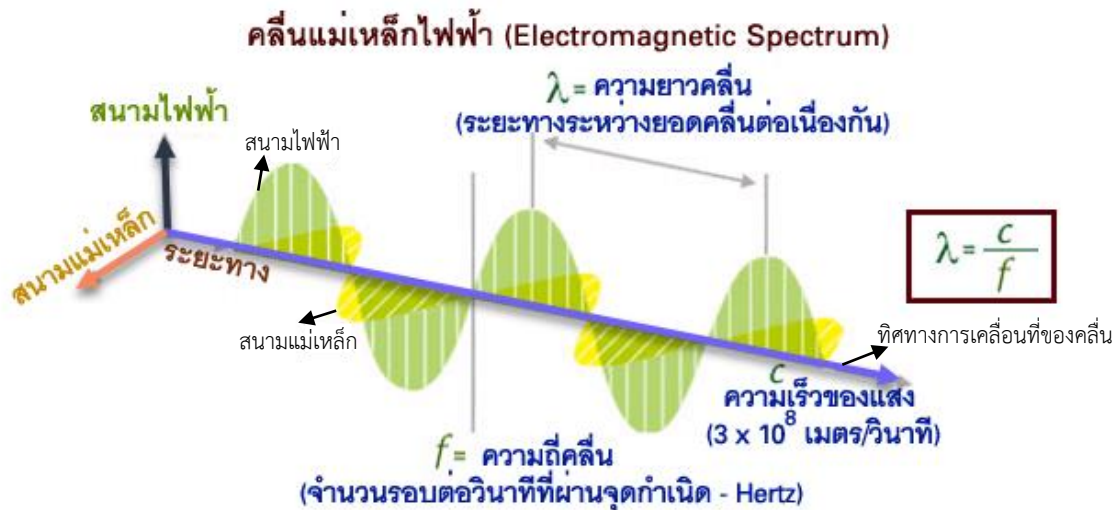
7. (O-NET'53) ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ก. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมีอัตราเร็วในสุญญากาศเท่ากัน
 - ข. มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบางชนิดต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง
 - ค. เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางในตัวกลางที่เปลี่ยนไป อัตราเร็วของคลื่นจะเปลี่ยนไป
 - ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่มีทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
8. (O-NET'51) คลื่นวิทยุ FM ความถี่ 88 เมกะเฮิรตซ์ มีความยาวคลื่นเท่าใด กำหนดให้ความเร็วของคลื่นวิทยุเท่ากับ 3×10^8 เมตร/วินาที
- ก. 3.0 เมตร
 - ข. 3.4 เมตร
 - ค. 6.0 เมตร
 - ง. 6.8 เมตร
9. สมบัติข้อใดของคลื่นไมโครเวฟที่ทำให้อาหารสุกได้
- ก. ทะลุผ่านวัตถุได้ดี
 - ข. มีความถี่สูงกว่าคลื่นวิทยุ
 - ค. ทำให้โมเลกุลของน้ำสั่น
 - ง. เมื่อผ่านวัตถุคลื่นจะสะท้อนไปมาในวัตถุได้
10. วิทยุระบบ เอ.เอ็ม. ดีกว่า ระบบ เอฟ.เอ็ม. ในด้านใด
- ก. ส่งระยะทางไกลดีกว่า
 - ข. กินไฟน้อยกว่าระบบ เอฟ.เอ็ม.
 - ค. ให้กำลังสูงกว่าเมื่อมีขนาดเท่ากัน
 - ง. เสียงดังกว่าเพราะสถานีสามารถส่งกำลังสูงกว่า





ใบความรู้ที่ 5.1 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ธรรมชาติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



ภาพประกอบ 5.1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic disturbance) โดยการทำให้อสนามไฟฟ้า (E) หรือสนามแม่เหล็ก (B) มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อสนามไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก หรือถ้าสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวาง ประกอบด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีการสั่นในแนวตั้งฉากกัน และอยู่บนระนาบตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่โดยไม่อาศัยตัวกลาง จึงสามารถเคลื่อนที่ในสุญญากาศได้ ความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวคลื่น ความถี่ และความเร็วแสง มีดังนี้

$$\text{ความยาวคลื่น} = \frac{\text{ความเร็วแสง}}{\text{ความถี่}}$$

$$\text{เขียนสมการได้ } \lambda = \frac{c}{f}$$

เมื่อ λ คือ ความยาวคลื่น มีหน่วยเป็น เมตร (m)

f คือ ความถี่มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)

c คือ ความเร็วแสง มีค่าเท่ากับ 3×10^8 มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)



สมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. เป็นคลื่นตามขวาง
2. ไม่ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่
3. อัตราเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดในสุญญากาศเท่ากับ 3×10^8 m/s ซึ่งเท่ากับอัตราเร็วของแสง คือ 299,792,458 m/s (ประมาณ 3×10^8 m/s)
4. ถ่ายเทพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งได้
5. ถูกปล่อยออกมาและถูกดูดกลืนได้โดยสสาร
6. ไม่มีประจุไฟฟ้า
7. สามารถแทรกสอด สะท้อน หักเห และเลี้ยวเบนได้



สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Spectrum)

แสงที่ตามองเห็น (Visible light) เป็นเพียงส่วนหนึ่งของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงซึ่งประสาทตาของมนุษย์สามารถสัมผัสได้ ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 400–700 นาโนเมตร (1 เมตร เท่ากับ 1,000,000,000 นาโนเมตร) หากนำแท่งแก้วปริซึมมาหักเหแสงอาทิตย์ เราจะเห็นว่าแสงสีขาวถูกหักเหออกเป็นสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง คล้ายกับสีของรุ้งกินน้ำ เรียกว่า **“สเปกตรัม”** แสงแต่ละสีมีความยาวคลื่นแตกต่างกัน **สีม่วงมีความยาวคลื่นน้อยที่สุด สีแดงมีความยาวคลื่นมากที่สุด**

นอกจากแสงที่ตามองเห็นแล้วยังมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอื่นๆ ได้แก่ รังสีที่มีความยาวคลื่นถัดจากสีแดงออกไป เราเรียกว่า **“รังสีอินฟราเรด”** หรือ **“รังสีความร้อน”** เราองไม่เห็นรังสีอินฟราเรด แต่เรารู้สึกถึงความร้อนได้ สัตว์บางชนิด เช่น งู มีประสาทสัมผัสรังสีอินฟราเรด มันสามารถทราบตำแหน่งของเหยื่อได้ โดยการสัมผัสรังสีอินฟราเรดซึ่งแผ่ออกมาจากร่างกายของเหยื่อ รังสีที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่าแสงสีม่วงเรียกว่า **“รังสีอัลตราไวโอเล็ต”** แม้ว่าเราจะองไม่เห็น แต่เมื่อเรตากแดดนานๆ ผิวหนังจะไหม้ด้วยรังสีชนิดนี้



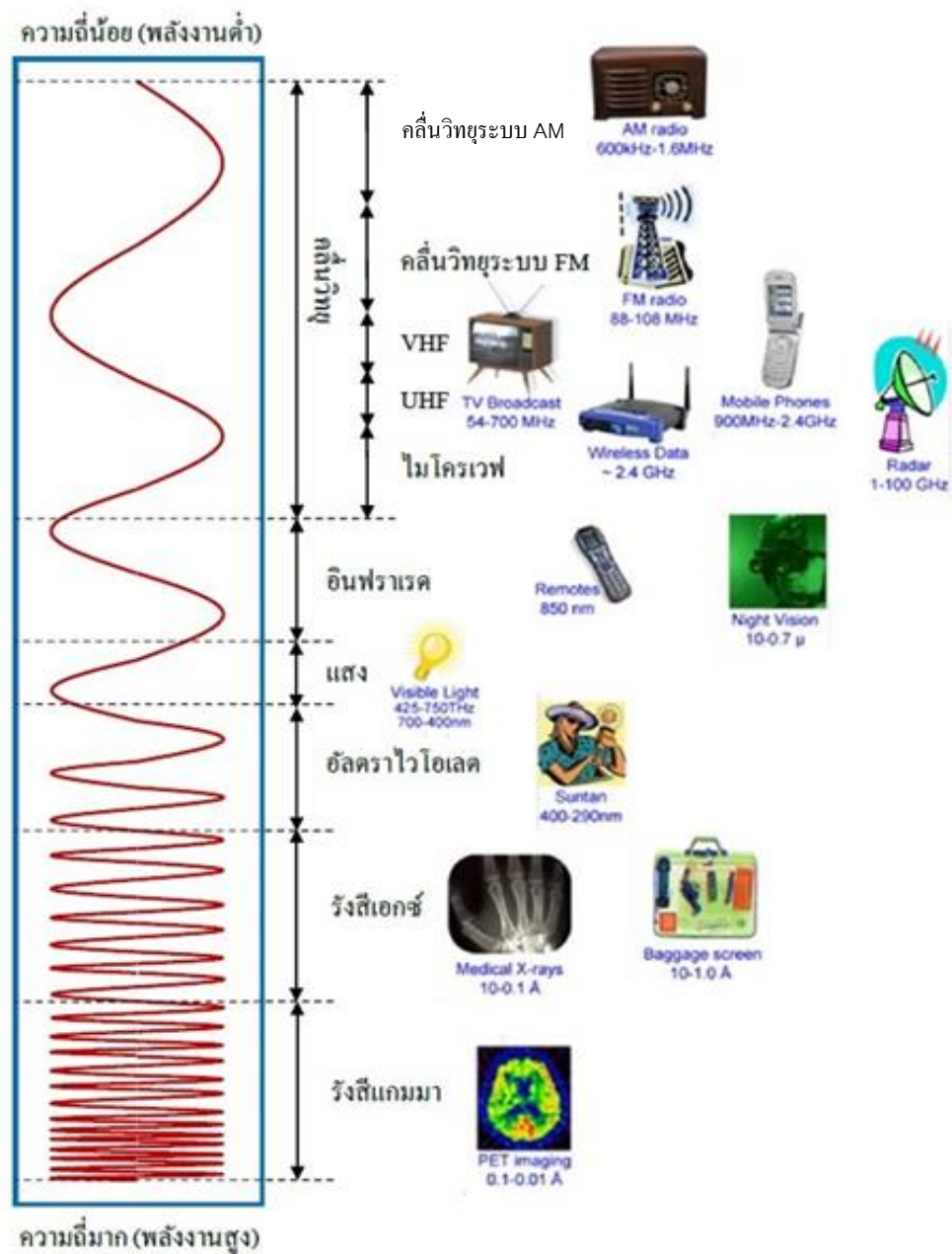
ที่มา : <http://www.healthexphailand.com/Content/Beauty-Cosmetic/โดนแดดเผา>

ที่มา : <https://witpoko.com/?p=4333>

ภาพประกอบ 5.2 ตัวอย่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มองไม่เห็นแต่สัมผัสได้

นอกจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตและรังสีอินฟราเรดแล้ว ยังมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประเภทอื่นๆ

แต่เนื่องจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่างๆ จะมีลักษณะเฉพาะตัว จึงมีชื่อเรียกต่างกัน เมื่อเรียงลำดับจากความถี่ต่ำไปความถี่สูงจะได้ดังนี้ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่ตามองเห็น รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกช่วงที่มีความถี่ที่ต่อเนื่องกัน รวมเรียกว่า **สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum)**



ภาพประกอบ 5.3 สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา : <http://anucha.patun.ac.th/hnwy-kar-reiyn-ru3/bth-thi-3-khlun>



สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum)

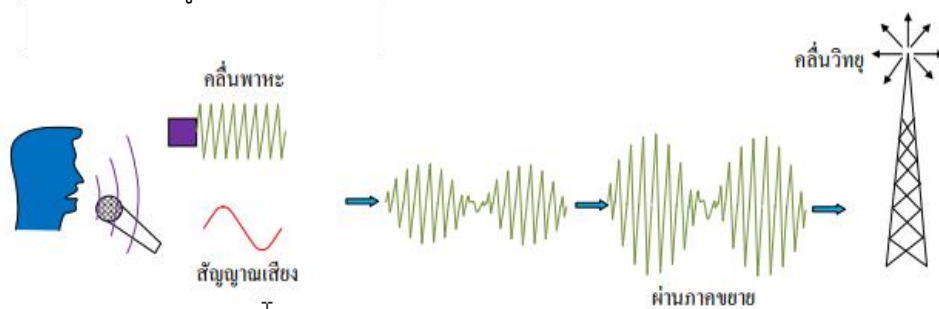
1. คลื่นวิทยุ

1. ช่วงความถี่อยู่ในช่วง $10^4 - 10^9$ Hz (เฮิรตซ์) เป็นคลื่นที่มีความยาวคลื่นมากที่สุด
2. สามารถสะท้อนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ได้ จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการสื่อสาร
3. คลื่นวิทยุสามารถผลิตขึ้นได้ โดยอาศัยวงจรวิทยุของหลอดสุญญากาศหรือวงจรทรานซิสเตอร์
4. คลื่นวิทยุมีการส่งสัญญาณ 2 ระบบคือ

4.1 ระบบเอเอ็ม (A.M. = amplitude modulation) มีช่วงความถี่ 530 - 1600 kHz (กิโลเฮิรตซ์) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นวิทยุเรียกว่า "**คลื่นพาหะ**" โดยแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง การส่งคลื่นระบบ A.M. สามารถส่งคลื่นได้ทั้งคลื่นดินเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขนานกับผิวโลกและคลื่นฟ้าโดยคลื่นจะไปสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แล้วสะท้อนกลับลงมา จึงไม่ต้องใช้สายอากาศตั้งสูงรับ

ข้อดี คือ ทำให้สามารถสื่อสารได้ไกลเป็นพันๆ กิโลเมตร (คลื่นฟ้า)

ข้อเสีย คือ จะถูกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งอื่นๆ แทรกเข้ามารบกวนได้ง่าย

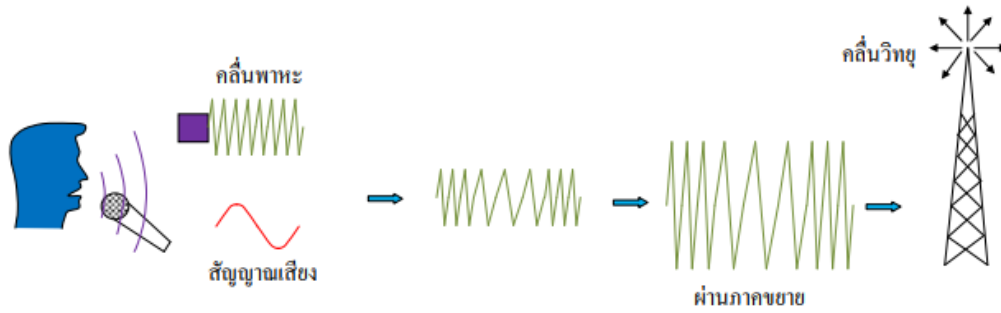


ภาพประกอบ 5.4 การส่งและรับสัญญาณคลื่นวิทยุแบบ AM
ที่มา : <https://www.slideshare.net/DocEdu1/18-8710165>

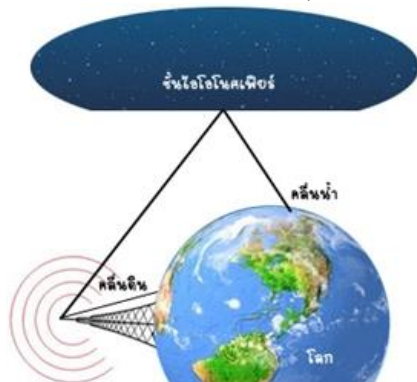
4.2 ระบบเอฟเอ็ม (F.M. = frequency modulation) ระบบเอฟเอ็ม มีช่วงความถี่ 88 - 10 MHz (เมกะเฮิรตซ์) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นพาหะ โดยความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง การส่งคลื่นระบบ F.M. ส่งคลื่นได้เฉพาะคลื่นดินอย่างเดียว ถ้าต้องการส่งให้คลุมพื้นที่ต้องมีสถานีถ่ายทอดและเครื่องรับต้องตั้งเสาอากาศสูง ๆ รับ

ข้อดี คือ ทำให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งอื่นรบกวนได้ยาก

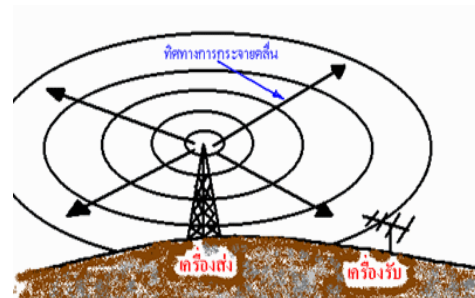
ข้อเสีย คือ สะท้อนบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ได้น้อยมาก ทำให้การส่งกระจายเสียงต้องใช้สถานีถ่ายทอดเป็นระยะๆ (คลื่นดิน)



ที่มา : <https://www.slideshare.net/DocEdu1/18-8710165>



ที่มา : <http://www.thaigoodview.com/node/128997>



ที่มา : <http://www.thaigoodview.com/node/128994>

ภาพประกอบ 5.6 การรับและส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ

สัญญาณคลื่นวิทยุที่ส่งออกจากสถานีส่งไปถึงเครื่องรับมี 2 ชนิด คือ

1) **คลื่นพื้นดิน** หมายถึง คลื่นวิทยุที่ส่งจากสถานีส่งไปถึงเครื่องรับวิทยุโดยตรงมีทั้งระบบ A.M. และ F.M.

2) **คลื่นฟ้า** หมายถึง คลื่นวิทยุที่ส่งขึ้นไปสะท้อนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ แล้วกลับมาถึงเครื่องรับวิทยุ (มีในระบบ A.M. ส่วนระบบ F.M. ไม่มีเพราะคลื่น F.M. ทะลุผ่านบรรยากาศชั้นนี้ได้)

ข้อควรรู้

$$1 \text{ kHz} = 1,000 \text{ Hz} = 10^3 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ MHz} = 1,000 \text{ kHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ GHz} = 1,000 \text{ MHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

สูตรในการหาอัตราเร็วคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า $v = f\lambda$





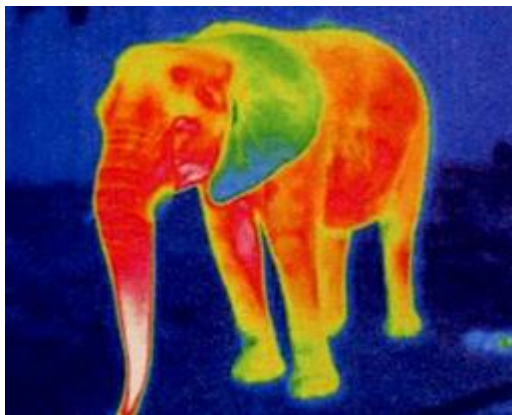
2. คลื่นไมโครเวฟ

เป็นคลื่นในช่วงความถี่ในช่วง $10^9 - 10^{11}$ เฮิร์ตซ์ จัดเป็นคลื่นวิทยุชนิดหนึ่ง แต่เป็นคลื่นที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุดและมีความถี่สูงที่สุด ไม่สะท้อนที่บรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ สะท้อนผิวโลหะได้ดี จึงถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์ซึ่งเรียกว่า เรดาร์ ไม่ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มถ่ายรูป ถูกดูดกลืนด้วยน้ำเป็นอย่างดี

3. รังสีอินฟราเรด

1. แหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรด ได้จากแหล่งกำเนิดความร้อนทุกชนิด เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ บางครั้งเรียกรังสีนี้ว่า รังสีความร้อน
2. มีความถี่ในช่วง $10^{11} - 10^{14}$ เฮิร์ตซ์
3. ประสาทสัมผัสทางผิวหนังของมนุษย์สามารถรับรังสีอินฟราเรดได้
4. สิ่งมีชีวิตจะแผ่รังสีอินฟราเรดออกมาตลอดเวลา
5. คาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ ในบรรยากาศดูดซับรังสีนี้ไว้ ทำให้โลกมีความอบอุ่น เหมาะกับการดำรงชีวิต

สำหรับเตาไฟฟ้าถือเป็นแหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรดอย่างหนึ่ง เมื่อเราปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดความต้านสูงที่เป็นส่วนประกอบของเตาไฟฟ้า ขดลวดจะเริ่มมีความร้อนจนเห็นเป็นสีเหลืองแดง และขดลวดนี้จะให้พลังงานความร้อนออกมา พลังงานความร้อนนี้คือ รังสีอินฟราเรด นั่นเอง บางครั้งเราจะเห็นการใช้หลอดไฟเป็นตัวให้พลังงานความร้อน เช่น การทำตู้ฟักไข่ เป็นต้น



ภาพประกอบ 5.7 การถ่ายเทอร์มोगรามที่เกิดจากการบันทึกภาพโดยใช้รังสีอินฟราเรด

ที่มา : http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=239



4. แสง (Light)

1. มีความถี่ประมาณ 10^{14} เฮิรตซ์ หรือความยาวคลื่น $4 \times 10^{-7} - 7 \times 10^{-7}$ เมตร
2. ประสาทตาของมนุษย์ไวต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงนี้มากที่สุดที่สามารถมองเห็นได้
3. วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ จะเปล่งแสงได้ เช่น ไส้หลอดไฟฟ้า ดวงอาทิตย์
4. ความยาวคลื่นที่ยาวที่สุดของแสง คือ แสงสีแดง ขณะที่ความยาวคลื่นลดลง ความถี่ของแสงจะเพิ่มขึ้น ความยาวคลื่นที่สั้นที่สุดของแสง คือ แสงสีม่วง คลื่นแสง 7 สี เรียงจากความถี่น้อยไปมาก คือ แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง
5. สเปกตรัมของแสงสามารถแยกได้ดังนี้

รังสีช่วงที่ตามองเห็น (visible)	
สี	ความยาวคลื่น (nm)
ม่วง	380-450
น้ำเงิน	450-500
เขียว	500-570
เหลือง	570-590
แสด	590-610
แดง	610-760



ภาพประกอบ 5.8 คลื่นแสง

ที่มา : http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=239

5. รังสีอัลตราไวโอเล็ต

1. มีความถี่อยู่ในช่วง $10^{15} - 10^{18}$ เฮิรตซ์ หรือเรียกว่า รังสีเหนือม่วง
2. รังสีอัลตราไวโอเล็ตส่วนใหญ่เกิดจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ ส่วนมากจะถูกสกัดกั้นไว้จากบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ ซึ่งมีแก๊สโอโซนเป็นองค์ประกอบ แต่ปัจจุบันโอโซนในบรรยากาศมีจำนวนลดลงมากจึงทำให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตแผ่ลงมายังผิวโลกมากขึ้น
3. รังสีนี้เป็นตัวการที่ทำให้เกิดประจุอิสระ และไอออนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ (เพราะรังสีอัลตราไวโอเล็ตมีพลังงานสูงพอที่จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากโมเลกุลอากาศพบว่าในไอโอโนสเฟียร์มีโมเลกุลหลายชนิด เช่น โอโซน ซึ่งสามารถกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ดี)
4. ทำให้สารเรืองแสง เกิดการเรืองแสง
5. สามารถทะลุผ่านวัตถุบาง ๆ บางชนิดได้
6. ทำลายเซลล์เล็ก ๆ บางชนิดได้ เช่น เชื้อโรค



ภาพประกอบ 5.9 รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์
ที่มา : http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=243

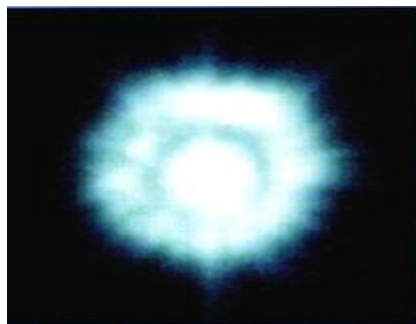


6. รังสีเอกซ์ (X-rays)

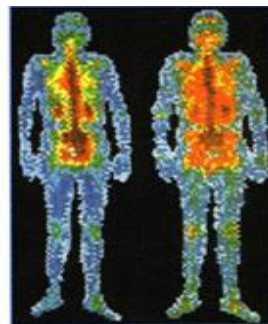
1. มีความถี่ในช่วง $10^{16} - 10^{21}$ เฮิรตซ์
2. แหล่งกำเนิดของรังสีเอกซ์ คือ ดวงอาทิตย์ หลอดรังสีเอกซ์ เครื่องรับโทรทัศน์
3. คุณสมบัติของรังสีเอกซ์
 - 3.1 ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
 - 3.2 เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก
 - 3.3 มีอำนาจทะลุทะลวงสูง
 - 3.4 ทำให้แก๊สหรืออากาศรอบ ๆ แตกตัวเป็นไอออนได้
 - 3.5 ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสง
 - 3.6 ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มถ่ายรูปเหมือนกับแสง
 - 3.7 รังสีเอกซ์มีอันตรายและทำลายเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้

7. รังสีแกมมา (Gamma ray)

1. มีความถี่สูงกว่ารังสีเอกซ์
2. แหล่งกำเนิดของรังสีแกมมา คือ การสลายตัวของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีรังสีคอสมิกที่มาจากนอกโลกจะมีรังสีแกมมาอยู่ด้วย การแผ่รังสีของอนุภาคประจุไฟฟ้าที่ถูกเร่งในเครื่องเร่งอนุภาคก็ทำให้เกิดรังสีแกมมาได้
3. คุณสมบัติของรังสีแกมมา
 - 3.1 ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
 - 3.2 ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสง
 - 3.3 ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มถ่ายรูป และฟิล์มที่ไม่ไวต่อแสง



รังสีแกมมา



การถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา

ภาพ 5.10 การถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมา

ที่มา : http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=245



ประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. คลื่นวิทยุ

การสื่อสาร ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับมนุษย์เรา เรามีการติดต่อสื่อสารกันในหลายลักษณะ นอกจากการพูดคุยกัน การใช้วิทยุ โทรศัพท์ หรือการใช้โทรศัพท์มือถือเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับมนุษย์ที่จะรับทราบความเป็นไปต่างๆ ในโลกยุคโลกาภิวัตน์ ซึ่งอุปกรณ์หรือเครื่องใช้เหล่านี้จะทำงานได้ต้องอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า คลื่นวิทยุ นอกจากนี้เรายังใช้คลื่นวิทยุในด้านต่างๆ เช่น ทางทหาร การติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศ เป็นต้น



ภาพประกอบ 5.11 ประโยชน์ของคลื่นวิทยุในการติดต่อสื่อสารทางการทหาร
ที่มา : http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=162

2. คลื่นไมโครเวฟ

1. ตรวจหาตำแหน่ง โดยในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 0.5 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร เป็นเรดาร์สำหรับตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหว เช่น เครื่องบินหรือวัตถุอื่นๆ ในบรรยากาศ
2. ใช้ทำเรดาร์

เรดาร์(RADAR ย่อมาจาก Radio Detection And Ranging)

- 1) เรดาร์เป็นการส่งคลื่นไมโครเวฟออกไปเป็นช่วง ๆ แล้วรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมาเข้าสู่เครื่องรับปรากฏให้เห็นบนจอภาพ ซึ่งจะบอกชนิดและระยะห่างของวัตถุที่สะท้อนได้
- 2) สายอากาศของเรดาร์ มีลักษณะเป็นจานโค้งรูปพาราโบลา หมุนได้รอบแกนทำหน้าที่ส่งและรับคลื่น ไมโครเวฟ เหตุที่นิยมใช้คลื่นไมโครเวฟในระบบเรดาร์เพราะคลื่นไมโครเวฟมีความถี่สูงสามารถทะลุบรรยากาศ และสะท้อนที่ผิววัตถุได้ดี
- 3) จอรับคลื่นภาพ ลักษณะเป็นวงกลมมีเส้นบอกระยะทางเป็นวงรอบศูนย์กลาง และมีทิศทางกำกับภาพที่ปรากฏบนจอโดยจะบอกตำแหน่งระยะห่าง และทิศทางของวัตถุจากจานสายอากาศด้วย



4) ประโยชน์ของเรดาร์

- 4.1) ใช้ในการคมนาคม ควบคุมการจราจรทางอากาศ สนามบิน การเดินเรือ นำทางเรือ เมื่อหมอกลงจัด
- 4.2) ใช้ในกรมอุตุนิยมวิทยา เช่น ใช้ตรวจหาตำแหน่งและทิศทางของลมพายุ พยากรณ์อากาศ
- 4.3) ใช้ในทางการทหาร ใช้ตรวจหาเครื่องบินข้าศึกเพื่อออกสกัด หรือเตือนภัยทางอากาศ และตรวจการเคลื่อนไหวของศัตรู
- 4.4) ด้านประมง เช่น ใช้ตรวจหาฝูงปลา



ก. โทรศัพท์เคลื่อนที่

ข. การสื่อสารผ่านดาวเทียม

ค. การตรวจหาตำแหน่งของวัตถุด้วยเรดาร์

ภาพ 5.12 ประโยชน์ของคลื่นไมโครเวฟ

ที่มา : <https://sites.google.com/site/fisiksm666152101/2-khlun-thorthasn-laea-mikhorwef>

โดยทั่วไปเรามักจะพบการนำคลื่นไมโครเวฟไปใช้ในการสื่อสาร ปัจจุบันการปรุงอาหารนิยมใช้เตาไมโครเวฟกันทั้งนี้เพราะสะดวกและรวดเร็ว หลักการทำงานของเตาไมโครเวฟ คือ แหล่งกำเนิดคลื่นยิ่งคลื่นไมโครเวฟไปยังวัตถุเพื่อให้วัตถุกระจายคลื่นไมโครเวฟไปทั่วเตา เมื่อคลื่นไมโครเวฟกระทบกับอาหาร มันจะส่งสนามไฟฟ้าเข้าไปในอะตอมของน้ำที่อยู่ในอาหารนั้น ทำให้อะตอมของน้ำซึ่งมีประจุชนิดตรงกันข้าม (dipole) เกิดการหมุนอย่างรวดเร็วทั่วไปประมาณ 2.4×10^9 รอบต่อวินาที ทำให้เกิดพลังงานความร้อนขึ้น อาหารที่ถูกปรุงโดยไมโครเวฟจะสุกทั่วหมดและรวดเร็ว เพราะคลื่นไมโครเวฟกระจายไปทั่ว

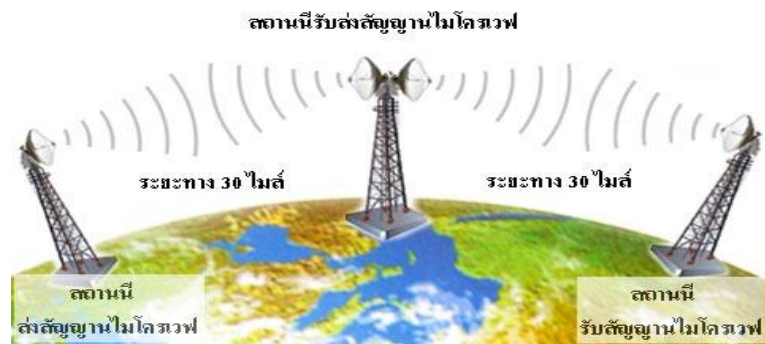


ภาพประกอบ 5.13 การทำงานของเตาไมโครเวฟ

ที่มา : <http://oknation.nationtv.tv/blog/nonglek/2010/05/09/entry-1>

คลื่นไมโครเวฟสามารถทะลุผ่านวัสดุบางอย่างได้ดีมาก เช่น แก้วและพลาสติก ภาชนะที่ใช้ในเตาไมโครเวฟมักทำจากแก้วและพลาสติก ซึ่งคลื่นไมโครเวฟจะไม่ทำให้ภาชนะเหล่านี้ร้อนขึ้น แต่การที่ภาชนะร้อนเป็นเพราะได้รับการถ่ายโอนพลังงานมาจากอาหาร ส่วนภาชนะพวกโลหะไม่ควรใช้ ในเตาไมโครเวฟเนื่องจากคลื่นไมโครเวฟจะสะท้อนได้ดี ทำให้เกิดประกายไฟขึ้นและเกิดอันตรายได้

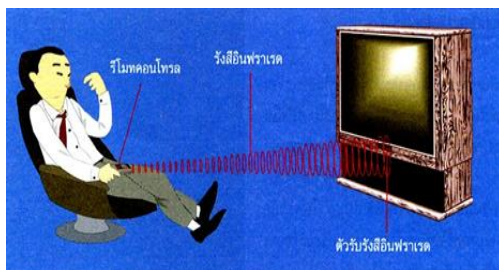
3. ใช้ในการสื่อสาร เช่น ดาวเทียม โทรศัพท์มือถือ เพราะคลื่นนี้มีความถี่สูงจึงสามารถผ่านชั้นโอโซนสเฟียร์ออกไปได้ แล้วใช้ดาวเทียมเป็นตัวสะท้อนคลื่นกลับมายังปลายทางบนโลก



ภาพประกอบ 5.14 การใช้ประโยชน์จากคลื่นไมโครเวฟในการสื่อสารผ่านดาวเทียม
ที่มา : <http://intimenetwork.blogspot.com/2016/05/microwave.html>

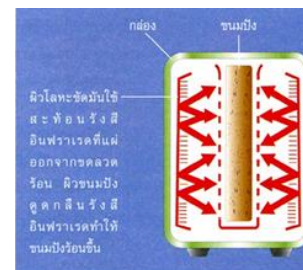
3. รังสีอินฟราเรด

1. ใช้อบอาหารในเตาที่ใช้รังสีอินฟราเรด
2. फिल्मถ่ายภาพบางชนิดสามารถถ่ายรูปได้โดยอาศัยรังสีอินฟราเรด
3. คาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ ในบรรยากาศดูดซับรังสีนี้ไว้ ทำให้โลกมีความอบอุ่นเหมาะกับการดำรงชีวิต
4. สามารถทะลุผ่านเมฆหมอกที่หนาเกินกว่าแสงธรรมดาส่งผ่านได้ จึงอาศัยสมบัตินี้ถ่ายภาพพื้นโลกจากดาวเทียม เพื่อศึกษาการแปรสภาพของป่าไม้หรือการเคลื่อนย้ายของฝูงสัตว์
5. รังสีอินฟราเรดเป็นตัวนำคำสั่งจากอุปกรณ์ควบคุมไปยังเครื่องรับที่ เรียกว่า รีโมทคอนโทรล สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์ เช่น การปิด การเปิด การเปลี่ยนสถานี
6. ใช้ในทางการแพทย์นำไปใช้เกี่ยวกับการควบคุมการใช้อาวุธนำวิถีเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมาย
7. ใช้ในวงการอุตสาหกรรม เช่น การผลิตรถยนต์ การอบสีรถ การฆ่าเชื้อโรคก่อนบรรจุใส่ภาชนะ



ภาพประกอบ 5.15 การใช้รังสีอินฟราเรดในรีโมทคอนโทรล

http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=250



ภาพประกอบ 5.16 การนำรังสีอินฟราเรดมาใช้ในการทำเครื่องปั้นดินเผา

http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=249



4. แสง (Light)

เครื่องกำเนิดเลเซอร์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงอาพันธ์ที่ให้แสงได้โดยไม่อาศัยความร้อน เช่น วงการแพทย์ ใช้เลเซอร์ในการผ่าตัดต้อกระจก

5. รังสีอัลตราไวโอเล็ต

5.1 ประโยชน์ของรังสีอัลตราไวโอเล็ต

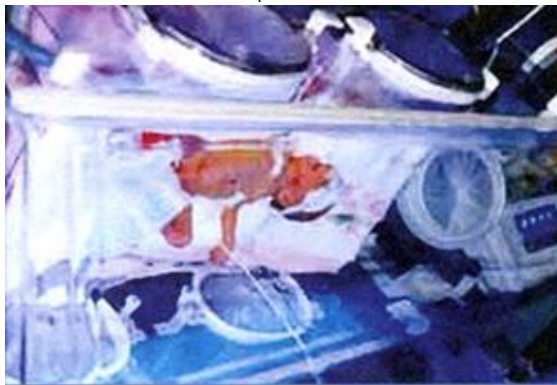
5.1.1 ในอุตสาหกรรมผลิตอาหาร นำรังสีนี้มาฆ่าเชื้อโรค

5.1.2 ใช้รักษาอาการตัวเหลืองในทารก

5.1.3 ใช้ในการแพทย์โดยการฆ่าเชื้อโรค ทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์

5.1.4 การรับรังสีอัลตราไวโอเล็ตในปริมาณที่ไม่มากเกินไปจนเป็นอันตรายจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ในการช่วยสร้างวิตามินดี

5.2 โทษจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต อันตรายต่อผิวหนังและตาคน เมื่อรับมาจำนวนมาก ๆ อาจเป็นมะเร็งที่ผิวหนัง และเป็นอันตรายต่อนัยน์ตาของมนุษย์ได้



ภาพประกอบ 5.17 การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ตเพื่อรักษาอาการตัวเหลืองในทารก

ที่มา : http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=250

6. รังสีเอกซ์ (X-rays)

6.1. ประโยชน์ของรังสีเอกซ์

6.1.1 ใช้ในวงการแพทย์ ตรวจวินิจฉัยโรค ตลอดจนการรักษาโรคมะเร็ง

6.1.2 ใช้ในวงการอุตสาหกรรม และการก่อสร้าง เพื่อตรวจสอบรูรั่วหรือรอยร้าวต่าง ๆ

6.1.3 ใช้ตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม หรืออาวุธในกระเป๋าหรือหีบห่อต่าง ๆ

6.1.4 ใช้ตรวจสอบวัตถุโบราณว่ามีอายุยาวนานเท่าไร



6. 2 โทษของรังสีเอกซ์

6.2.1 เมื่อร่างกายรับเข้าไปมาก เซลล์จะตายหรือเสื่อมคุณภาพ

6.2.2 อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งได้

6.2.3 อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในยีน มีผลต่อกรรมพันธุ์

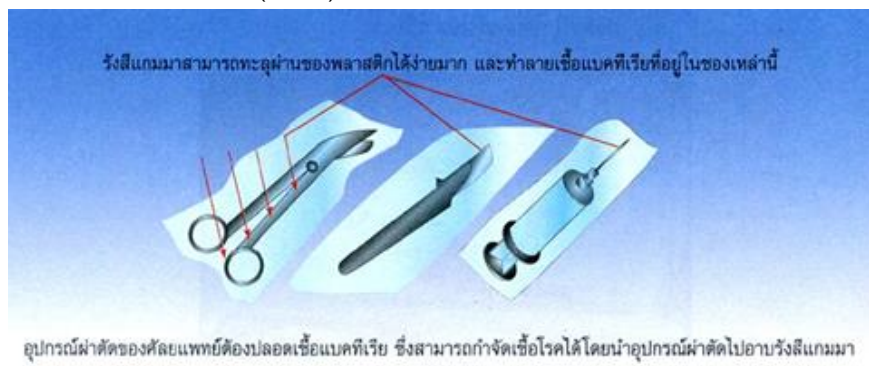


ภาพ 5.18 รังสีเอกซ์สามารถทะลุผ่านเนื้อเยื่อต่างๆ ของคนได้แล้วทำให้เกิดบริเวณมืดบนแผ่นฟิล์ม ส่วนกระดูกจะดูดกลืนรังสีเอกซ์ทำให้เกิดเป็นสีขาวหรือเทา บนแผ่นฟิล์มที่ล้างแล้ว

ที่มา : http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=244

7. รังสีแกมมา (Gamma ray)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อันตรายมากที่สุดคือ รังสีแกมมา เนื่องจากเป็นคลื่นที่มีพลังงานมากที่สุดสามารถทะลุผ่านสิ่งต่างๆ ได้ดี แต่เราก็นำมาใช้ประโยชน์ในการทางการแพทย์เพื่อรักษาโรคได้ เช่น การใช้รังสีแกมมาจากการสลายตัวของโคบอลต์-60 (Co-60) เพื่อรักษาโรคมะเร็ง การใช้รังสีแกมมาจากการสลายตัวของไอโอดีน-131 (I-131) เพื่อรักษาโรคคอพอก

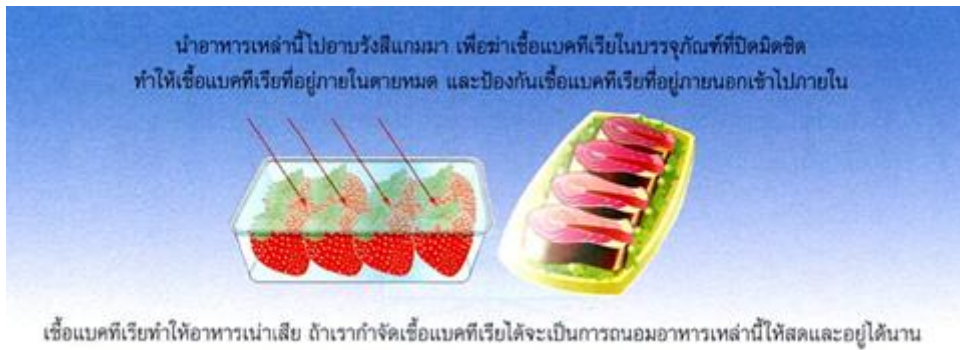


ภาพประกอบ 5.19 เครื่องมือแพทย์ที่มักใช้รังสีแกมมาทำความสะอาด

ที่มา : http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=251



นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการตรวจรอยร้าวและรอยร้าวของเครื่องใช้ที่ทำจากโลหะ ในการศึกษาการดูดซึมแร่ธาตุของรากพืชและการสังเคราะห์แสง ใช้ในการรักษาโรคพืชบางชนิด ใช้เปลี่ยนแปลงพันธุ์พืช ใช้ฉายลงบนผลผลิตทางการเกษตรบางชนิดเพื่อให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตไว้ได้เป็นเวลานานขึ้น เป็นต้น



ภาพประกอบ 5.20 การใช้รังสีแกมมารักษาสภาพผลผลิตทางการเกษตรในอุตสาหกรรม

ที่มา : http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2098&Itemid=5&limit=1&limitstart=252

อันตรายจากรังสีแกมมามีหลายประการ เช่น ทำลายเซลล์ร่างกาย เนื้อเยื่อต่าง ๆ ถ้าได้รับเข้าไปมากๆ จะเป็นอันตรายถึงชีวิต อาจทำให้เกิดมะเร็งได้

ศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจดีแล้ว
เริ่มทำแบบฝึกหัดแล้วทำ
แบบทดสอบหลังเรียนได้เลยค่ะ





แบบฝึกหัดที่ 5.1 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ถูก และกาเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อที่ผิด

-1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า โดยทิศของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กตั้งฉากกัน แต่ขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
-2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวางเช่นเดียวกับคลื่นบนผิวน้ำ
-3. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง
-4. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นมากความถี่จะมาก
-5. เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางในตัวกลางที่เปลี่ยนไป อัตราเร็วของคลื่นจะเปลี่ยนไปด้วย
-6. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากันคือ 3×10^8 เมตร/วินาที
-7. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถสะท้อนได้ที่บรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ คือ คลื่นวิทยุ
-8. คำสั่งจากรีโมทคอนโทรล เพื่อเปิด - ปิด หรือเปลี่ยนสถานีโทรทัศน์จะใช้รังสีอินฟราเรดเป็นตัวนำ
-9. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ฉายผ่านร่างกายมนุษย์ไปตกบนฟิล์ม เพื่อตรวจดูลักษณะผิดปกติของอวัยวะ
-10. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุดคือ คลื่นวิทยุ





แบบฝึกหัดที่ 5.2

เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนชื่อสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตรงกับสมบัติที่กำหนดให้แต่ละข้อต่อไปนี้

คลื่นวิทยุ

ไมโครเวฟ

อินฟราเรด

แสง

อัลตราไวโอเล็ต

รังสีเอกซ์

รังสีแกมมา

1. มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
2. รังสีเหม็นม่วง
3. สามารถแผ่รังสีความร้อน
4. มีความยาวคลื่นยาวที่สุด
5. เป็นคลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด
6. ทะลุผ่านสิ่งกีดขวางหนาๆ ได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นกระดุกหรือตะกั่ว
7. มีความถี่สูงสุด
8. ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง
9. AM FM
10. ได้รับปริมาณน้อยช่วยร่างกายผลิตวิตามินดี





แบบฝึกหัดที่ 5.3

เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ความสมบูรณ์และถูกต้อง

1. คลื่นที่เคลื่อนที่โดยไม่อาศัยตัวกลาง คือ.....
2. ชุดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีความถี่และความยาวคลื่นต่างกัน แล้วต่อเนื่องกัน เรียกว่า.....
3. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความเร็วเท่ากับความเร็วเมื่อเคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศ คือ มีค่าเท่ากับ.....
4. บรรยากาศของโลกชั้นใดสะท้อนคลื่นวิทยุได้ และสะท้อนคลื่นวิทยุระบบใด.....
5. เราตากแดดนานๆ ทำให้ผิวหนังของเราไหม้เกรียม เป็นเพราะได้รับรังสีใด.....
6. เมื่อรังสีเอกซ์ตกกระทบบนฟิล์มถ่ายภาพจะทำให้ฟิล์มนั้นมีสีอะไร.....
7. เป็นคลื่นที่มีความถี่และพลังงานสูงที่สุดและเป็นคลื่นที่อันตรายที่สุด.....
8. เป็นคลื่นวิทยุประเภทหนึ่งที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด และใช้ส่งสัญญาณมือถือ.....

จากแผนภาพที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 9-10

รังสีแกมมา	A	รังสีอัลตราไวโอเล็ต	แสง	รังสีอินฟราเรด	B	C
------------	---	---------------------	-----	----------------	---	---

9. สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่หายไปจากแผนภาพ

9.1 A คือ

9.2 B คือ

9.3 C คือ

10. ปริมาณต่างๆ ต่อไปนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ถ้าเรียงลำดับจาก แกมมา $\longrightarrow$ C

10.1 ความยาวคลื่น

10.2 ความถี่

10.3 อัตราเร็ว





เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (×) ทับอักษร ก ข ค ง ข้อใดข้อหนึ่งที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

- (O-NET'50) มนุษย์อวกาศ 2 คนปฏิบัติการภารกิจบนพื้นผิวดวงจันทร์ สื่อสารกันด้วยวิธีใดสะดวกที่สุด
 - คลื่นเสียงธรรมดา
 - คลื่นเสียงอัลตราซาวด์
 - คลื่นวิทยุ
 - คลื่นโซนาร์
- (O-NET'49) ข้อใดเป็นการเรียงลำดับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากความยาวคลื่นน้อยไปมากที่สุด
 - รังสีเอกซ์ อินฟราเรด ไมโครเวฟ
 - อินฟราเรด ไมโครเวฟ รังสีเอกซ์
 - รังสีเอกซ์ ไมโครเวฟ อินฟราเรด
 - ไมโครเวฟ อินฟราเรด รังสีเอกซ์
- (O-NET'50) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่นิยมใช้ในรีโมทควบคุมการทำงานของเครื่องโทรทัศน์ คือข้อใด
 - อัลตราไวโอเลต
 - ไมโครเวฟ
 - คลื่นวิทยุ
 - อินฟราเรด
- (O-NET'54) เหตุใดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงจัดเป็นคลื่นตามขวาง
 - เพราะสนามแม่เหล็กมีทิศตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า
 - เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
 - เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
 - เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
- (O-NET'53) ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในข้อใดที่ไม่มีผลต่อการแผ่กระจายของคลื่นวิทยุ
 - การเปลี่ยนแปลงของจุดดับบนดวงอาทิตย์
 - การเกิดแสงเหนือแสงใต้
 - การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง
 - การเกิดกลางวัน กลางคืน
- (O-NET'51) คลื่นวิทยุ FM ความถี่ 88 เมกะเฮิรตซ์ มีความยาวคลื่นเท่าใด กำหนดให้ความเร็วของคลื่นวิทยุเท่ากับ 3×10^8 เมตร/วินาที
 - 3.0 เมตร
 - 3.4 เมตร
 - 6.0 เมตร
 - 6.8 เมตร



7. การที่เราอยู่กลางแจ้งแดดนานๆ แล้วผิวหนังไหม้ เนื่องมาจากผลของรังสีใด
- ก. รังสีอินฟราเรด
 - ข. รังสีอัลตราไวโอเลต
 - ค. รังสีเอกซ์
 - ง. รังสีแกมมา
8. (O-NET'53) ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ก. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมีอัตราเร็วในสุญญากาศเท่ากัน
 - ข. มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบางชนิดต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง
 - ค. เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางในตัวกลางที่เปลี่ยนไป อัตราเร็วของคลื่นจะเปลี่ยนไป
 - ง. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่มีทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
9. วิทยุระบบ เอ.เอ็ม. ดีกว่า ระบบ เอฟ.เอ็ม. ในด้านใด
- ก. ส่งระยะทางไกลดีกว่า
 - ข. กินไฟน้อยกว่าระบบ เอฟ.เอ็ม.
 - ค. ให้กำลังสูงกว่าเมื่อมีขนาดเท่ากัน
 - ง. เสียงดังกว่าเพราะสถานีสามารถส่งกำลังสูงกว่า
10. สมบัติข้อใดของคลื่นไมโครเวฟที่ทำให้อาหารสุกได้
- ก. ทะลุผ่านวัตถุได้ดี
 - ข. มีความถี่สูงกว่าคลื่นวิทยุ
 - ค. ทำให้โมเลกุลของน้ำสั่น
 - ง. เมื่อผ่านวัตถุคลื่นจะสะท้อนไปมาในวัตถุได้





บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.) , 2545.

จำนง ฉายเชิด และ พูลศักดิ์ อินทวิ. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.4 – ม.6 ช่วงชั้นที่ 4. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2547.

ช่วง ทมทิตชงค์และคณะ. HI-ED Physics ฟิสิกส์ ม.4-6 (รายวิชาพื้นฐาน). กรุงเทพมหานคร :

โรงพิมพ์ฐานบัณฑิต, 2554.

นิรันดร์ สุวรรณ์. ตะลุยโจทย์ Entrance ฟิสิกส์ ม.4-5-6. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พัฒนา, 2545.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว, 2553.

. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร :

โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว, 2558.

อุดม ทิพราชและคณะ. คู่มือฟิสิกส์ ม. 4. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ประสานมิตร, 2534.

ออนไลน์. แหล่งที่มา

<http://kruweerajit1.blogspot.com> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2559.

<https://krubenjamat2012.wordpress.com/ฟิสิกส์พื้นฐาน> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2559

<http://www.krukird.com/Lesson18.doc> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2559

<http://anucha.patum.ac.th/hnwy-kar-reiyn-ru3/bth-thi-3-khlun> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2559

<http://mammatheng.blogspot.com/p/3.html> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2559

http://www.ben.ac.th/obeclms/file/information_ben/.../electromagnetic%20wave.doc ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2559

<https://www.slideshare.net/ArtfloorclubBCW/ss-28676633> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2559

<http://www.school.net.th/library/snet3/saowalak/spectrum/spectrum.htm> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2559

<http://www.thaigoodview.com/node/128994> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2559

<http://www.vcharkarn.com/lesson/1037> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2559

<https://www.slideshare.net/DocEdu1/18-8710165> ; [ออนไลน์] ; เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2559



ภาคผนวก



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน
ชุดที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล.....เลขที่..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/.....

ทดสอบก่อนเรียน						ทดสอบหลังเรียน					
ข้อที่	ก	ข	ค	ง		ข้อที่	ก	ข	ค	ง	
1						1					
2						2					
3						3					
4						4					
5						5					
6						6					
7						7					
8						8					
9						9					
10						10					

แบบบันทึกคะแนน	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน		☐ ผ่าน
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		☐ ไม่ผ่าน

หมายเหตุ นักเรียนต้องทำคะแนนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 (ทำถูก 8 ข้อขึ้นไป)





แบบบันทึกคะแนน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน
ชุดที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



คำชี้แจง นำคะแนนที่นักเรียนทำกิจกรรม แบบฝึกหัดและแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
บันทึกลงในช่องคะแนน

กิจกรรม	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ทดสอบก่อนเรียน	10		
ทดสอบหลังเรียน	10		
แบบฝึกหัดที่ 5.1	10		
แบบฝึกหัดที่ 5.2	10		
แบบฝึกหัดที่ 5.3	10		

ลงชื่อผู้บันทึก





เฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน
ชุดที่ 5 เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/.....

ทดสอบก่อน-หลังเรียน					
ข้อที่	ก	ข	ค	ง	
1			×		
2	×				
3				×	
4			×		
5			×		
6		×			
7	×				
8		×			
9	×				
10			×		

แบบบันทึกคะแนน	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน		☐ ผ่าน
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		☐ ไม่ผ่าน

หมายเหตุ นักเรียนต้องทำคะแนนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 (ทำถูก 8 ข้อขึ้นไป)





Watsana Sirichanthaphan