**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**

**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**(Electromagnetic waves)เป็นคลื่นที่เคลื่อนที่โดยไม่อาศัยตัวกลาง สามารถเคลื่อนที่ในสุญญากาศได้ เช่น คลื่นแสง คลื่นวิทยุและโทรทัศน์ คลื่นไมโครเวฟ รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา

**สเปคตรัมของแสง**

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างหนึ่ง ดังนั้น **สเปกตรัม** (spectrum) คือ แถบรังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นต่างๆกัน สเปกตรัมที่มองเห็นได้คือแสง เมื่อแสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการหักเหเป็นแสงสีต่างๆ ซึ่งเรียกสเปกตรัมตั้งแต่ความยาวคลื่นน้อยไปหามากตามลำดับ ดังนี้ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง



ภาพที่ 1 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

 จากการศึกษายังพบว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ต่างๆ มีลักษณะเฉพาะตัว จึงมีชื่อเรียกต่างกัน เมื่อเรียงลำดับจากความถี่ต่ำไปความถี่สูงจะได้ดังนี้ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรด แสงที่ตามองเห็น รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกช่วงที่มีความถี่ที่ต่อเนื่องกัน รวมเรียกว่า **สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** (electromagnetic spectrum)

ดังนั้น **สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** หมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความต่อเนื่องกันตั้งแต่ความถี่ต่ำสุด ถึง ความถี่สูงสุด จะพบว่าสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีชื่อเรียกต่างๆกันตามแหล่งกำเนิดและวิธีการตรวจวัด แต่มีคุณสมบัติที่เหมือนกัน คือ

1. คุณสมบัติการสะท้อน, การหักเห, การแทรกสอด,การเลี้ยวเบน และมีสมบัติเป็นโพราไรเซชัน

2. มีความเร็วเท่ากับความเร็วแสง คือ 3 x 108 m/s

3. มีพลังงานส่งผ่านไปพร้อมๆ กับคลื่น ซึ่งพลังงานนี้จะขึ้นอยู่กับความถี่ และความยาว คลื่นโดยพิจารณาในรูปพลังงานโฟตอน

กรณีของคลื่นแสง  v คือ ความเร็วแสง c = 3 x 108 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าคงที่ ดังนั้น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้น จะมีความถี่คลื่นสูง คลื่นที่มีความยาวคลื่นยาวจะมีความถี่ต่ำ

  คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นคลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด อัลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ รังสีแกมมา ฯลฯ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากันหมด คือ ความเร็วแสง แม้ว่าคลื่นแต่ละชนิดดังกล่าวจะมีพลังงานไม่เท่ากัน

**แสง (Light)**

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งในบรรดาพลังงานการแผ่รังสี(Radiant energy) ซึ่งได้แก่ คลื่นวิทยุ คลื่นแสง รังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีคอสมิก ฯลฯ พลังงานการแผ่รังสีเหล่านี้เดินทางเป็นคลื่นและเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ โดยปกติคลื่นเหล่านี้เดินทางด้วยความเร็วเท่ากันในสุญญากาศ(ประมาณ 186,000 ไมล์ต่อวินาที หรือ 3 x 1010 เซนติเมตรต่อวินาที) ผู้ที่ทำการทดลองวัดความเร็วของแสงได้สำเร็จเป็นคนแรกเป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ชื่อ Albert Michelson (ค.ศ. 1852-1931) ทำการวัดบนยอดเขาวิลสัน(Wilson)ในรัฐแคลิฟอร์เนีย

แสง คลื่นวิทยุ รังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ และ รังสีแกมมา ต่างก็เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งสิ้น คลื่นสามารถถ่ายโอนพลังงานได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ซึ่งจัดเป็นคลื่นตามขวาง และมีสมบัติทั้งทางไฟฟ้าแม่เหล็ก ดังนั้น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงประกอบไปด้วย สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง

ผลจากทฤษฎีของแมกซ์เวลได้ทำนายว่า การเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้า จะเหนี่ยวนำทำให้เกิดสนามแม่เหล็กในทิศทางตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า ดังภาพที่ 2 และการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้าในทิศทางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก เมื่อสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงค่าอยู่ตลอดเวลา การเหนี่ยวนำจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงของสนามทั้งสองกระจายออกไปจากต้นกำเนิดในลักษณะของคลื่น จึงเรียกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



ภาพที่ 2 เจมส์ คลาร์ก แมกซ์เวลล์ ผู้คิดค้นทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

อาจสรุปสิ่งที่สำคัญเกี่ยวกับลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้ดังนี้

1.การเปลี่ยนแปลงค่าสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน ดังนั้น สนามทั้งสองจึงมีค่าสูงสุดพร้อมกันและมีค่าต่ำสุดเกิดขึ้นพร้อมๆกัน คือ มีเฟสตรงกัน

2.สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศทางตั้งฉากกันและตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น ดั้งนั้นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงเป็นคลื่นตามขวาง ซึ่งเขียนแทนได้ด้วยกราฟของการเปลี่ยนแปลงของสนามทั้งสองได้ดังภาพที่ 2

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีลักษณะเป็นคลื่นตามขวาง คือ เดินทางขึ้นๆ ลงๆ ตั้งฉากกับทิศทางที่คลื่นเดินทางไป เหมือนกับเวลาเรากระตุกปลายเชือกขึ้นลง ระยะทางจากจุดสูงสุด หรือต่ำสุดของคลื่นมาถึงตรงกลางเรียกว่า แอมพลิจูด(Amplitude) ระยะทางระหว่างยอดคลื่นหนึ่งถึงยอดคลื่นหนึ่งถัดไปเรียกว่า ความยาวคลื่น(Wave length) หรือเท่ากับ 1 ลูกคลื่น จำนวนคลื่นที่เดินทางได้ใน 1 วินาที เรียกว่า ความถี่(Frequency) อัตราเร็วของคลื่นเท่ากับความถี่คูณด้วยความยาวคลื่น เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องคลื่นน้ำ คลื่นเสียง

ความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความถี่

-คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นมากที่สุดจะมีความถี่ต่ำสุด(สัญญาณต่ำ)

-คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นน้อยสุดจะมีความถี่มากที่สุด(สัญญาณแรง)

**สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** แบ่งตามความถี่ได้ดังนี้

1.คลื่นวิทยุ(Radio wave) 2.คลื่นไมโครเวฟ(Microwave)

3.รังสีอินฟราเรด(Infrared ray) 4.แสง(Light wave) หรือ (Visible light)

5.รังสีอัลตราไวโอเลต(Ultraviolet) 6.รังสีเอกซ์(X-ray)

7.รังสีแกมมา(Gamma ray)

1. คลื่นวิทยุ(Radio wave)

-เป็นคลื่นที่มีความถี่ในช่วง 104 – 109 Hz

 -เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นยาวที่สุดและมีความถี่ต่ำสุด

 -แบ่งการส่งสัญญาณคลื่นวิทยุได้ 2 ระบบ ได้แก่ ระบบ AM และระบบ FM

ระบบ AM (Amplitude modulation)

- ความถี่ที่ส่ง 530-1600 kHz ช่วงกว้างความถี่ 10 kHz

- คลื่นวิทยุ AM เดินทางได้ 2 ทาง คือ คลื่นดิน (r = 80 km)

 คลื่นฟ้า (สะท้อนในชั้นไอโอโนสเฟียร์)

ระบบFM (Frequency modulation)

- ส่งความถี่ในช่วง 88 – 108 MHz ช่วงกว้างความถี่ 150 kHz

 - ความถี่ของระบบ FM มีค่าสูงมากจึงทะลุผ่านชั้นไอโอโนสเฟียร์ ออกไป จึงไม่สามารถใช้คลื่นฟ้าได้ คลื่นวิทยุ FM จึงเดินทางระยะใกล้ๆ

2. คลื่นไมโครเวฟ(Microwave)

ไมโครเวฟ (microwave) เป็นคลื่นความถี่วิทยุชนิดหนึ่งที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 108 – 1012 Hz เป็นคลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุดและมีความถี่สูงที่สุด ไม่สะท้อนที่บรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ แต่สะท้อนผิวโลหะได้ดี จึงถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์ที่เรียกว่า เรดาร์ ลักษณะของคลื่นวิทยุไมโครเวฟ ได้แก่ เดินทางเป็นเส้นตรง สามารถหักเหได้ (Refract) สามารถสะท้อนได้ (Reflect) สามารถแตกกระจายได้ (Diffract) สามารถถูกลดทอน(ดูดกลืนด้วยน้ำ)เนื่องจากฝน (Attenuate) สามารถถูกลดทอนเนื่องจากชั้นบรรยากาศ และไม่ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มถ่ายรูป

3. รังสีอินฟราเรด(Infrared ray)

แหล่งกำเนิดของรังสีอินฟราเรดนั้นก็คือความร้อนหรือการแผ่รังสีความร้อน จากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าค่า Absolute zero (- 273.15 องศาเซลเซียส หรือ 0 องศาเคลวิน) จะมีการแผ่รังสีในย่านอินฟราเรดออกมา แม้แต่น้ำแข็งที่เย็นเฉียบก็ยังแผ่รังสีอินฟราเรดออกมาได้  โดยวัตถุที่ร้อนจะแผ่รังสีออกมามากกว่าวัตถุที่เย็น

- เป็นคลื่นในช่วงความถี่ 1011 – 1014 Hz

- มีความยาวคลื่นสั้นและมีความถี่สูงกว่าคลื่นวิทยุและคลื่นไมโครเวฟ ความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง

10-13 – 10-16 m บางครั้งเรียกว่า รังสีความร้อน

- ทำปฏิกิริยากับฟิล์มถ่ายรูปบางชนิด ทะลุผ่านเมฆหมอกที่หนาได้

- ควบคุมระยะไกลโดยไม่ต้องใช้สายจากรีโมทคอนโทรลแต่ใช้สัญญาณอินฟราเรด เช่น รีโมททีวี เครื่องยิงบาร์โค้ทในห้างสรรพสินค้า เตาไฟฟ้า ถือเป็นแหล่งกำเนิดอินฟราเรด

4. แสง(Light wave) หรือ (Visible light)

- เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่ประมาณ 103 Hz หรือ ความยาวคลื่นในช่วง 14 x 10-7 – 7 x 10-7 เมตร

- เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีความยาวคลื่นสั้นและมีความถี่สูงกว่ารังสีอินฟราเรด

- ความยาวคลื่นจากแสงขาวที่ยาวที่สุดของแสง คือ แสงสีแดง และความยาวคลื่นจากแสงขาวที่สั้นที่สุดของแสงคือ แสงสีม่วง โดยเรียงลำดับความถี่จากน้อยไปมากได้ คือ แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง (RAINBOW)

5. รังสีอัลตราไวโอเลต(Ultraviolet)

- เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ 1015 – 1018 Hz เรียกรังสีนี้ว่า รังสีเหนือม่วง

- มีความยาวคลื่นสั้นกว่าแสงที่เรามองเห็น ความถี่สูงกว่าแสง จึงทำให้มีพลังงานมากกว่า

- เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ทำให้อากาศบริเวณชั้นไอโอโนสเฟียร์แตกตัวเป็นอิสระและเกิดไอออนได้

- รังสีมีค่าพลังงานสูงพอที่จะทำลายหรือฆ่าเซลล์ที่มีชีวิตได้ สามารถใช้รังสี UV ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

- การได้รับ UV ให้แก่ร่างกายในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยกระตุ้นให้ผิวหนังสร้างวิตามินดี เสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง การได้รับ UV แก่ร่างกายในปริมาณมากเกินไปจะเป็นสาเหตุของมะเร็งผิวหนังได้

6. รังสีเอกซ์(X-ray)

- เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ 1016 – 1022 Hzหรือความยาวช่วงคลื่น 10-8 – 10-12 m

- มีความยาวคลื่นสั้นมากและมีความถี่สูงกว่ารังสี UV เล็กน้อย

- เกิดจากการที่อิเล็กตรอนพลังงานสูงวิ่งเข้าชนโลหะหนัก

7. รังสีแกมมา(Gamma ray)

- เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่าและมีความถี่สูงกว่ารังสีเอกซ์

- เป็นรังสีที่มีพลังงานมากที่สุด ทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้ดีกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอื่นๆ ส่วนใหญ่เกิดจากสารกัมมันตรังสีบางชนิดและเกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์

- รังสีนี้ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายเราได้ถ้าขาดการควบคุม

- รังสีแกมมาสามารถใช้ฆ่าเซลล์มะเร็งได้ เรียกว่า การบำบัดโดยการฉายรังสี (Radiotherapy or Radiation therapy)

ประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นวิทยุ

 - ใช้ในการติดต่อสื่อสาร เช่น วิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์

คลื่นไมโครเวฟ

 - ใช้ในการหาต่ำแหน่ง เช่น เรดาร์สำหรับตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหว เตาไมโครเวฟ

 - ใช้ในการส่งสัญญาณ GPS ในรถยนต์

คลื่นอินฟราเรด

 - ใช้ในการค้นหาสัตว์ป่าในที่มืด

 - ใช้ในการถ่ายภาพในช่วงที่มีเมฆหมอกหนา ใช้อบอาหารในเตาที่ใช้อินฟราเรด

 - ใช้ในอุตสาหกรรมอบสี ใช้รักษาโรคผิวหนังบางชนิด ตลอดจนตรวจหาความผิดปกติของเซลล์

รังสีอัลตราไวโอเลต

 - การใช้ UV ในการฆ่าเชื้อโรค , ทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์ ใช้ใน อุตสาหกรรมอาหาร โดยนำ UV มาช่วยฆ่าเชื้อโรค ใช้ UV เพื่อรักษาอาการตัวเหลืองในทารก

รังสีเอกซ์

 - ใช้ X-ray ตรวจสอบรอยร้าวของอุปกรณ์สิ่งก่อสร้างทางอุตสาหกรรม ใช้ตรวจหาอาวุธหรือวัตถุระเบิด ใช้ตรวจอวัยวะภายในร่างกายและใช้รักษาโรคมะเร็ง ใช้ในการศึกษาการจัดเรียงตัวของอะตอมในผลึก

รังสีแกมมา

 - ใช้แกมมาจาก Co-60 บำบัดรักษาโรคมะเร็ง และใช้แกมมาจาก I-131 เพื่อวินิจฉัยต่อมไทรอยด์

 - ใช้ในการตรวจสอบรอยรั่ว และรอยร้าวของเครื่องใช้ที่ทำจากโลหะ

 - ใช้ในการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมพืชและทำหมันแมลง ตลอดจนรังสีแกมมายังช่วยถนอมผลผลิตทางการเกษตรให้ได้นานขึ้น

แบบฝึกหัด

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีลักษณะที่สำคัญอย่างไร

2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถแสดงสมบัติการสะท้อน หักเห เลี้ยวเบน และแทรกสอดได้หรือไม่ อย่างไร

3. เพราะเหตุใดเราจึงจัดแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง

4. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้

5. เหตุใดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงต้องมีสเปกตรัมของคลื่นเหล็กไฟฟ้า

6. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เราสามารถสัมผัสได้มีอะไรบ้าง

7. เตาไมโครเวฟทำให้อาหารสุกได้อย่างไร

8. จงอธิบายการใช้ประโยชน์จากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามที่นักเรียนสนใจมา 3 ตัวอย่าง

9. รังสีอัลตราไวโอเลตมีประโยชน์และโทษอย่างไรบ้าง