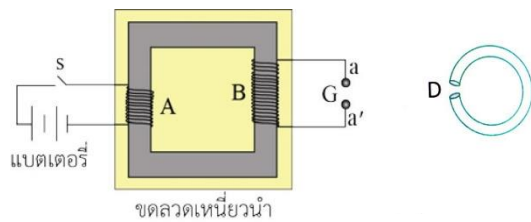


คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์

“ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าตลอดเวลาเหนี่ยวนำทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก พอเกิดสนามแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำทำให้เกิดสนามไฟฟ้า เกิดต่อเนื่องกันตลอดเวลาและสนามแม่เหล็กกับสนามไฟฟ้าตั้งฉากกันตลอดเวลา” สามารถหาทิศของความเร็วได้โดยใช้กฎมือขวา และเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในทุกที่ไม่ว่าจะเป็นที่ว่าง ตัวนำหรือฉนวน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดจะมีความเร็วเท่ากันในสุญญากาศ คือ $3 \times 10^8 \text{ m/s}$



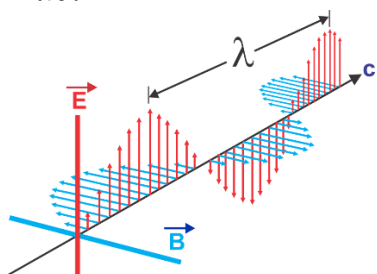
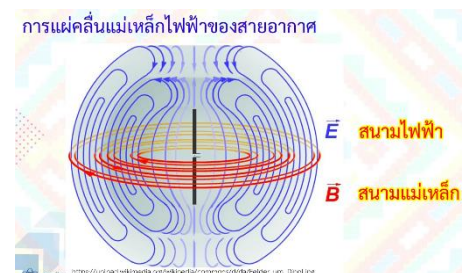
เฮิร์ตซ์ได้ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์แนวคิดของแมกซ์เวลล์ ชุดการทดลองของเฮิร์ตซ์ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้ารูปรองกลม 2 ขั้วต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และทุกครั้งที่เราสวิตช์ปิดหรือเปิดวงจร จะเกิดเป็นประกายไฟที่ช่องแคบ G และ D แสดงว่าการที่สนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงและเกิดประกายไฟที่ช่องแคบ G ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกมาจากช่องแคบ G เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำวงกลม จะทำให้เกิดความ

ต่างศักย์และสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง จึงเกิดประกายไฟที่ช่องแคบ D และมีความถี่ของสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเท่ากับที่ช่องแคบ G

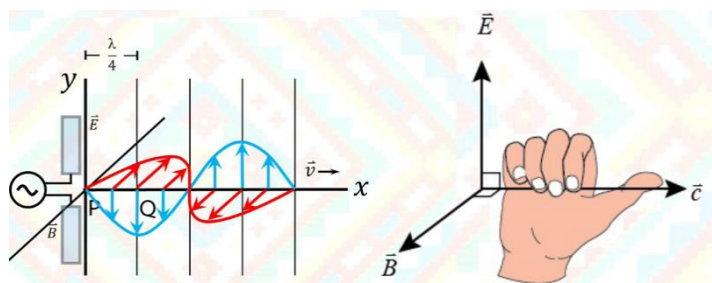
จากแนวคิดของแมกซ์เวลล์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเกิดขึ้นเมื่อทำให้สนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงและทำให้สนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตามเวลา

การแผ่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสายอากาศ

เมื่อประจุเคลื่อนที่ขึ้นลงด้วยความเร่งหรือความหน่วง จะแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาทุกทิศทาง ยกเว้นเหนือเสาอากาศ เมื่อเสาอากาศต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ถ้าความต่างศักย์มีการเปลี่ยนแปลงกับเวลารูปไซน์ จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้ากลับไปกลับมาในเสาอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กรอบเสาอากาศ ดังนั้นเมื่อเกิดสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กพร้อม ๆ กัน ส่งผลให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เคลื่อนที่ต่อเนื่องกันไป ในทิศทางตั้งฉากกับสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ดังนั้นไฟฟ้าแม่เหล็กจึงเป็นคลื่นตามขวาง



แผนภาพสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ สนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ และทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า $\vec{c}$



การหาทิศทางของสนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก และทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นโดยใช้กฎมือขวา

คำถามตรวจสอบความเข้าใจที่ 1

ข้อที่ 1 พิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ A : สายไฟภายในบ้านที่มีกระแสไฟฟ้าสลับความถี่ 50 Hz ไหลผ่าน

สถานการณ์ B : สายไฟที่ต่อระหว่างแบตเตอรี่รถยนต์กับหลอดไฟหน้ารถ โดยมีกระแสไฟฟ้าคงที่ไหลผ่าน

ข้อความใดต่อไปนี้กล่าวได้ ถูกต้องที่สุด เกี่ยวกับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสายไฟทั้งสองเส้น

1. ทั้งสถานการณ์ A และ B มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เนื่องจากมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในสายไฟทั้งคู่
2. สถานการณ์ B เท่านั้นที่มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพราะกระแสไฟฟ้าไหลอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ
3. สถานการณ์ A มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นประมาณ 6,000 กิโลเมตร ส่วนสถานการณ์ B มีเพียงสนามแม่เหล็กคงที่รอบสายไฟ
4. สถานการณ์ A มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นประมาณ 600 กิโลเมตร ส่วนสถานการณ์ B มีเพียงสนามไฟฟ้าคงที่รอบสายไฟ
5. ไม่มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในทั้งสองสถานการณ์ เพราะความถี่ 50 Hz ต่ำเกินกว่าจะเกิดการเหนี่ยวนำ

ข้อที่ 2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขบวนหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ในสุญญากาศไปทางทิศ $+Z$ ณ เวลา t หนึ่ง พบว่าสนามไฟฟ้า (E) มีทิศชี้ไปทาง $-X$ ถามว่า ณ ตำแหน่งและเวลาเดียวกันนั้น สนามแม่เหล็ก (B) จะมีทิศทางใด

1. ทิศ $+Y$
2. ทิศ $-Y$
3. ทิศ $+X$
4. ทิศ $-Z$
5. ทิศ $+Z$

ข้อที่ 3 สถานีส่งสัญญาณวิทยุตั้งอยู่บนเส้นศูนย์สูตร ทำการส่งคลื่นวิทยุ (คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า) ขนานกับพื้นโลกมุ่งหน้าไปยังผู้รับสัญญาณที่อยู่ทาง ทิศเหนือ หากสายอากาศของผู้ส่งถูกออกแบบให้สร้างสนามไฟฟ้า (E) เปลี่ยนแปลงกลับไป-มาในแนว ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก สนามแม่เหล็ก (B) ของคลื่นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในแนวใดเทียบกับผู้สังเกตที่ยืนอยู่บนพื้นดิน

1. แนวทิศเหนือ-ทิศใต้
2. แนวทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก
3. แนวราบขนานกับพื้นโลกในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
4. แนวตั้ง (ชี้ขึ้นฟ้า-ลงดิน)
5. ไม่สามารถระบุได้ เนื่องจากสนามแม่เหล็กจะวนเป็นวงกลมรอบทิศทางการเคลื่อนที่

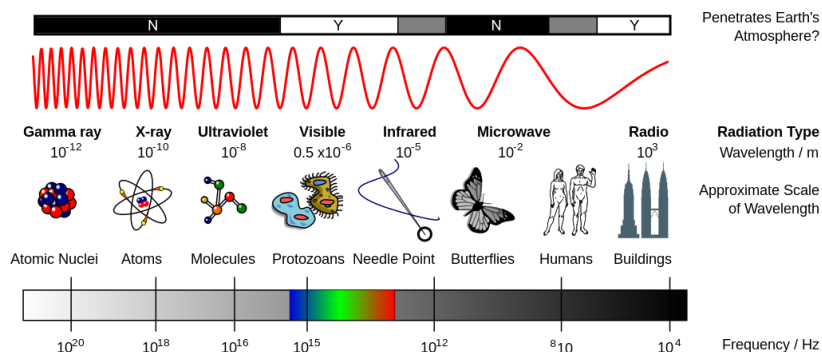
2. สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทั้งสองสนามจะตั้งฉากกันและตั้งฉากกับทิศทางของความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนั้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวาง สามารถแผ่ออกไปได้ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วแสง หรือ ประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที และมีอัตราเร็วลดลงขึ้นกับตัวกลางและชนิดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

อัตราเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถหาได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความยาวคลื่น และความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่นเดียวกับคลื่นกลตามสมการ $v = f\lambda$

เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ในตัวกลางอื่น ๆ อัตราเร็วและความยาวคลื่นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไป แต่ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะไม่เปลี่ยนแปลง

สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ แถบแสดงความถี่ หรือความยาวคลื่นต่าง ๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเรียงตามลำดับความถี่ เมื่อเรียงลำดับจากความถี่ต่ำไปความถี่สูงจะได้ดังนี้ **คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่ตามองเห็น รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา** คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกช่วงที่มีความถี่ที่ต่อเนื่องกันรวมเรียกว่า **สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum)**

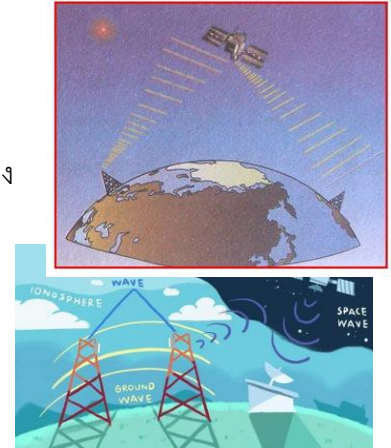


คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงเป็นคลื่นที่มีความถี่ตั้งแต่หลายสิบกิโลเฮิรตซ์ จนกระทั่งถึงรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาที่มีความถี่สูงมากๆ เมื่อความถี่เปลี่ยนไปคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้นๆ ก็ย่อมเปลี่ยนแปลงไปด้วยแต่ก็ยังมีคุณสมบัติร่วมกันอยู่คือมีอัตราเร็วเท่ากับ 3×10^8 เมตร/วินาที

๒.1 คลื่นวิทยุ และโทรทัศน์

- ช่วงความถี่อยู่ประมาณในช่วง $10^6 - 10^9$ เฮิรตซ์
- คลื่นวิทยุความถี่ตั้งแต่ 530 – 1600 กิโลเฮิรตซ์ สถานีวิทยุจะส่งออกอากาศในระบบ A.M.
- ช่วงความถี่จาก 88 – 108 เมกะเฮิรตซ์ เป็นการส่งคลื่นแบบ F.M.
- สัญญาณคลื่นวิทยุที่ส่งออกจากสถานีส่งไปถึงเครื่องรับมี 2 ชนิด คือ
 - คลื่นภาคพื้น หมายถึง คลื่นวิทยุที่ส่งจากสถานีส่งไปถึงเครื่องรับวิทยุโดยตรงมีทั้งระบบ A.M. และ F.M.
 - คลื่นฟ้า หมายถึง คลื่นวิทยุที่ส่งขึ้นไปสะท้อนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ แล้วกลับมาถึงเครื่องรับวิทยุ (มีในระบบ A.M. ส่วนระบบ F.M. ไม่มีเพราะคลื่น F.M. ทะลุผ่านบรรยากาศชั้นนี้ได้)
- คลื่นวิทยุสามารถผลิตขึ้นได้ โดยอาศัยวงจรวิทยุของหลอดสุญญากาศหรือวงจรทรานซิสเตอร์
- ไม่สามารถทะลุผ่านโลหะ หรือสิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ แต่สามารถอ้อมผ่านสิ่งกีดขวางที่มีขนาดเล็กใกล้เคียงกับความยาวคลื่นได้
- สามารถสะท้อนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ได้

ระบบเอเอ็ม (A.M. = amplitude modulation) มีช่วงความถี่ 530 - 1600 kHz (กิโลเฮิร์ตซ์) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้าไปกับคลื่นวิทยุเรียกว่า **"คลื่นพาหะ"** โดยแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง การส่งคลื่นระบบ A.M. สามารถส่งคลื่นได้ทั้งคลื่นดินและคลื่นฟ้า คลื่นดินเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขนานกับผิวโลกและคลื่นฟ้าโดยคลื่นจะไปสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์แล้วสะท้อนกลับลงมา จึงไม่ต้องใช้สายอากาศตั้งสูงรับ



ข้อดี คือ ทำให้สามารถสื่อสารได้ไกลเป็นพัน ๆ กิโลเมตร (คลื่นฟ้า)

ข้อเสีย คือ จะถูกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งอื่นๆ แทรกเข้ามารบกวนได้ง่าย

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

ข้อดี คือ ทำให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งอื่นรบกวนได้ยาก

ข้อเสีย คือ สะท้อนบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ได้น้อยมาก ทำให้การส่งกระจายเสียงต้องใช้สถานีถ่ายทอดเป็นระยะๆ

2.2 คลื่นไมโครเวฟ

มีช่วงความถี่อยู่ในช่วง 0.3GHz - 300GHz และมีความยาวคลื่นอยู่ในระดับมิลลิเมตรจนถึงเซนติเมตร คลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นที่มีย่านความถี่กว้างมาก และเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ทั้งงานด้านตรวจจับวัตถุเคลื่อนที่ งานสื่อสาร และงานด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น

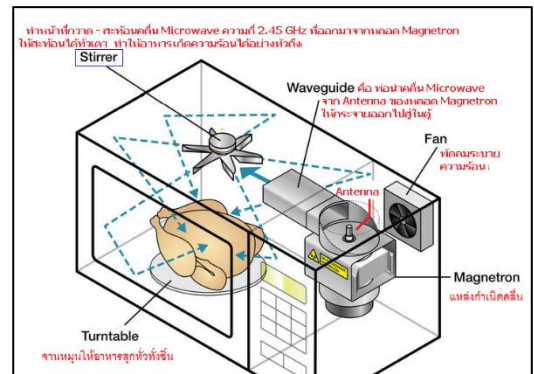
เรดาร์ (ย่อมาจาก Radio Detection And Ranging)

- เรดาร์เป็นการส่งคลื่นไมโครเวฟออกไปเป็นช่วง ๆ แล้วรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมาเข้าสู่เครื่องรับปรากฏให้เห็นบนจอภาพ ซึ่งจะบอกชนิดและระยะห่างของวัตถุที่สะท้อนได้
- เสาอากาศของเรดาร์ มีลักษณะเป็นจานโค้งรูปพาราโบลา หมุนได้รอบแกน ทำหน้าที่ส่งและรับคลื่นไมโครเวฟ เหตุที่นิยมใช้คลื่นไมโครเวฟในระบบเรดาร์เพราะคลื่นไมโครเวฟมีความถี่สูงสามารถทะลุบรรยากาศและสะท้อนที่ผิววัตถุได้ดี
- จอรับคลื่นภาพ ลักษณะเป็นวงกลมมีเส้นบอกระยะทางเป็นวงรอบศูนย์กลาง และมีทิศทางกำกับภาพที่ปรากฏบนจอโดยจะบอกตำแหน่งระยะห่าง และทิศทางของวัตถุจากจานสายอากาศด้วย
- ประโยชน์ของเรดาร์
 - ใช้ในการคมนาคม ควบคุมการจราจรทางอากาศ สนามบิน การเดินเรือ นำทางเรือเมื่อหมอกลงจัด
 - ใช้ในกรมอุตุนิยมวิทยา เช่น ใช้ตรวจหาตำแหน่งและทิศทางของลมพายุ พยากรณ์อากาศ
 - ใช้ในทางการทหาร ใช้ตรวจหาเครื่องบินข้าศึกเพื่อออกสกัด หรือเตือนภัยทางอากาศ และตรวจการเคลื่อนไหวของศัตรู
 - ด้านประมง เช่น ใช้ตรวจหาฝูงปลา

เตาไมโครเวฟจะผลิตคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความเข้มสูง ในช่วงความถี่ไมโครเวฟออกมา ประมาณ 2.45 จิกะเฮิร์ตซ์ หรือ 2.45×10^9 เฮิร์ตซ์ ซึ่งพอเหมาะที่จะทำให้โมเลกุลของน้ำสั่น จนทำให้น้ำที่เป็นส่วนประกอบของอาหารมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเดือด

นอกจากการใช้ไมโครเวฟทำให้อาหารมีอุณหภูมิสูงขึ้นแล้ว ยังนำไมโครเวฟไปประยุกต์ใช้ส่งสัญญาณเสียงและภาพ หรือใช้ในการส่งสัญญาณระยะไกลจากเครื่องส่งไปยังดาวเทียม หรือจากดาวเทียมไปยังเครื่องรับที่อยู่ไกลออกไป โดยการส่งสัญญาณดังกล่าวเป็นการผสมสัญญาณแบบแอมพลิจูดมอดูเลชันไมโครเวฟประจำตำแหน่งบนพื้นโลกหรือที่เรียกว่า GPS

ไมโครเวฟในระบบสื่อสารจะใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความเข้มน้อย มีความถี่ระหว่าง $1 \text{ GHz} - 60 \text{ GHz}$ เพราะเป็นย่านความถี่ที่สามารถผลิตขึ้นได้ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



2.3 รังสีอินฟราเรด infrared : รังสีได้แดง

1. มีความถี่อยู่ในช่วง $10^{11} - 10^{14}$ เฮิร์ตซ์
2. วัตถุร้อนจะแผ่รังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 10^{-4} เมตรออกมา
3. ประสาทสัมผัสทางผิวหนังของมนุษย์สามารถรับรังสีอินฟราเรดได้
4. फिल्मถ่ายภาพชนิดสามารถถ่ายภาพได้โดยอาศัยรังสีอินฟราเรด
5. สิ่งมีชีวิตจะแผ่รังสีอินฟราเรดออกมาตลอดเวลา
6. สามารถทะลุผ่านเมฆหมอกที่หนาเกินกว่าแสงธรรมดาดูผ่านได้ จึงอาศัยสมบัตินี้ถ่ายภาพพื้นโลกจากดาวเทียม เพื่อศึกษาการแปรสภาพของป่าไม้หรือการเคลื่อนย้ายของฝูงสัตว์
7. รังสีอินฟราเรดเป็นตัวนำคำสั่งจากอุปกรณ์ควบคุมไปยังเครื่องรับที่เรียกว่า รีโมทคอนโทรล หรือการควบคุมระยะไกล สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์ เช่น การปิด การเปิด การเปลี่ยนสถานี
8. ใช้ในทางการทหารนำไปใช้เกี่ยวกับการควบคุมการใช้อาวุธนำวิถีเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมาย
9. แหล่งกำเนิดของรังสีอินฟราเรด ได้จากแหล่งกำเนิดความร้อนทุกชนิด เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ
10. ใช้ในวงการแพทย์ เช่น การฆ่าเชื้อโรค กายภาพบำบัด การตรวจวินิจฉัยโรค
11. ใช้ในวงการอุตสาหกรรม เช่น การผลิตรถยนต์ การอบสีรถ การฆ่าเชื้อโรคก่อนบรรจุใส่ภาชนะ



รังสีอินฟราเรดสามารถแบ่งตามความยาวคลื่น โดยเทียบกับความยาวคลื่นของแสงที่ตามองเห็นได้เป็น 3 ชนิดดังนี้

1. รังสีอินฟราเรดใกล้

มีความยาวคลื่นในช่วง 0.7 ไมโครเมตร ถึง 1.5 ไมโครเมตร เป็นรังสีอินฟราเรดช่วงที่มีพลังงานสูงที่สุดจึงถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการ ความร้อนสูงเช่น การอบสี การอบแห้งผลิตภัณฑ์

2. รังสีอินฟราเรดปานกลาง

มีความยาวคลื่นในช่วง 1.5 ไมโครเมตรถึง 4.0 ไมโครเมตร ซึ่งถูกนำไปใช้ในการสื่อสารด้วยเส้นใยนำแสง

3. รังสีอินฟราเรดไกล

มีความยาวคลื่นในช่วง 4.0 ไมโครเมตรถึง 1000 ไมโครเมตร เป็นรังสีอินฟราเรดช่วงที่มีพลังงาน ต่ำที่สุด นำไปใช้ในอุปกรณ์ให้ความร้อน เช่น ตู้อบขนานาระบบอินฟราเรด

2.4 แสง visible light

1. มีความถี่ประมาณ 4.3×10^{14} Hz ถึง 7.5×10^{14} Hz เอิร์ตซ์ ความยาวคลื่นในช่วง 400 - 700 นาโนเมตร
2. ประสาทตาของมนุษย์ไวต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงนี้มาก
3. วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ จะเปล่งแสงได้ เช่น ไส้หลอดไฟฟ้า ดวงอาทิตย์
4. เครื่องกำเนิดเลเซอร์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงอาพันธ์ที่ให้แสงได้โดยไม่อาศัยความร้อน เช่น วงการแพทย์ ใช้เลเซอร์ในการผ่าตัดต้อกระจก
5. แสงความถี่เดียวที่มีความเข้มสูง เรียกว่า แสงเลเซอร์ เลเซอร์ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ เช่น ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม โดยใช้เลเซอร์ในการเชื่อม ตัด เจาะ สกัด

2.5 รังสีอัลตราไวโอเล็ต ultraviolet

1. มีความถี่อยู่ในช่วง 10^{15} - 10^{18} เอิร์ตซ์
2. รังสีนี้เป็นตัวการที่ทำให้เกิดประจุอิสระ และไอออนในบรรยากาศชั้นโอโซนสเฟียร์
3. ทำให้สารเรืองแสง เกิดการเรืองแสง
4. สามารถทะลุผ่านวัตถุบาง ๆ บางชนิดได้ เช่น เสื้อผ้า แผ่นพลาสติก
5. ทำลายเซลล์เล็ก ๆ บางชนิดได้ เช่น เชื้อโรค
6. ประโยชน์ของรังสีอัลตราไวโอเล็ต เช่น
 - ใช้ทำการพิสูจน์เอกสาร ตรวจสอบลายเซ็น ช่วยร่างกายสังเคราะห์วิตามินดี ใช้ตรวจคุณภาพอาหารว่าเสียหรือไม่ใช้ในการแสดงบนเวที ใช้ตรวจสอบสารเคมี
7. **โทษจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต** อันตรายต่อผิวหนัง และตาคน เมื่อรับมาจำนวนมาก ๆ อาจเป็นมะเร็งที่ผิวหนังได้
8. รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มาจากดวงอาทิตย์ ส่วนใหญ่จะถูกสกัดกั้นไว้จากบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ ซึ่งมีแก๊สโอโซนเป็นองค์ประกอบ แต่ปัจจุบันโอโซนในบรรยากาศมีจำนวนลดลงมากจึงทำให้อัลตราไวโอเล็ตแผ่ลงมายังผิวโลกมากขึ้น

องค์การอนามัยโลก (WHO) แบ่งรังสี UV ออกเป็น 3 ย่านหลัก ตามความยาวคลื่นและความสามารถในการทะลุทะลวงชั้นบรรยากาศและผิวหนัง ดังนี้ครับ:

ประเภท	ความยาวคลื่น (nm)	การผ่านชั้นบรรยากาศ	ผลกระทบต่อมนุษย์
UVA	315 - 400	ผ่านลงมาได้มากที่สุด (95% ของ UV ที่ถึงพื้นโลก)	ทะลุเข้าสู่ชั้นผิวหนังแท้ (Dermis) ทำลายคอลลาเจน ทำให้ผิวเหี่ยวย่น แก่ก่อนวัย และกระตุ้นมะเร็งผิวหนังได้
UVB	280 - 315	ผ่านลงมาได้บางส่วน (ถูกโอโซนดูดซับไว้ส่วนใหญ่)	ทำลายชั้นผิวหนังกำพร้า (Epidermis) ทำให้ผิวไหม้แดด (Sunburn) แสบ แดง ลอก และเป็นสาเหตุหลักของมะเร็งผิวหนัง
UVC	100 - 280	ผ่านลงมาไม่ได้เลย (ถูกชั้นโอโซนและออกซิเจนดูดซับไว้หมด)	เป็นอันตรายที่สุด ทำลายเนื้อเยื่อรุนแรง แต่ในธรรมชาติเราไม่ได้รับผลกระทบ ยกเว้นจากแหล่งกำเนิดมนุษย์สร้างขึ้น เช่น หลอดฆ่าเชื้อ

2.6 รังสีเอกซ์

1. มีความถี่อยู่ในช่วง $10^{16} - 10^{21}$ เฮิรตซ์
2. แหล่งกำเนิดของรังสีเอกซ์ คือ ดวงอาทิตย์ หลอดรังสีเอกซ์ เครื่องรับโทรทัศน์
3. คุณสมบัติของรังสีเอกซ์
 - 3.1. ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
 - 3.2. มีอำนาจทะลุทะลวงสูง
 - 3.3. ทำให้แก๊สหรืออากาศรอบ ๆ แตกตัวเป็นไอออนได้
 - 3.4. ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสง
 - 3.5. ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มถ่ายรูปเหมือนกับแสง
 - 3.6. รังสีเอกซ์มีอันตรายและทำลายเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้
4. ประโยชน์ของรังสีเอกซ์
 - 4.1. ใช้ในการแพทย์ ตรวจวินิจฉัยโรค ตลอดจนการรักษาโรคมะเร็ง
 - 4.2. ใช้ในการอุตสาหกรรม และการก่อสร้าง เพื่อตรวจสอบรูรั่วหรือรอยร้าวต่าง ๆ
 - 4.3. ใช้ตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม หรืออาวุธในกระเป๋าหรือหีบห่อต่าง ๆ
 - 4.4. ใช้ตรวจสอบวัตถุโบราณว่ามีอายุยาวนานเท่าไร
5. โทษของรังสีเอกซ์
 - 5.1. เมื่อร่างกายรับเข้าไปมาก เซลล์จะตายหรือเสื่อมคุณภาพ
 - 5.2. อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งได้
 - 5.3. อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในยีน มีผลต่อกรรมพันธุ์

2.7 รังสีแกมมา

1. มีความถี่สูงกว่ารังสีเอกซ์
2. แหล่งกำเนิดของรังสีแกมมา คือ การสลายตัวของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี รังสีคอสมิกที่มาจากนอกโลก จะมีรังสีแกมมาอยู่ด้วย การแผ่รังสีของอนุภาค ประจุไฟฟ้าที่ถูกเร่งในเครื่องเร่งอนุภาคก็ทำให้เกิดรังสีแกมมาได้
3. คุณสมบัติของรังสีแกมมา
 - 3.1. ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า
 - 3.2. ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสง
 - 3.3. ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มถ่ายรูป และฟิล์มที่ไม่ไวต่อแสง
4. ประโยชน์ของรังสีแกมมา
 - 4.1. ใช้ในการแพทย์ ใช้รักษาโรคมะเร็ง
 - 4.2. ใช้ในการเกษตร ศึกษาโรคพืชต่างๆ การดูดัชนีแร่ธาตุของรากพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การเปลี่ยนแปลงพันธุ์พืช
 - 4.3. อาบผลไม้ต่าง ๆ ตลอดจนผลผลิตอื่น ๆ ให้เก็บรักษาไว้ได้นาน ๆ
5. โทษของรังสีแกมมา ทำลายเซลล์ร่างกาย เนื้อเยื่อต่าง ๆ อาจทำให้เกิดมะเร็งได้

แบบทดสอบ เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. คลื่นวิทยุที่ส่งออกจากสถานีวิทยุสองแห่ง มีความถี่ 90 เมกะเฮิรตซ์ และ 100 เมกะเฮิรตซ์ ความยาวคลื่นของคลื่นวิทยุทั้งสองนี้ต่างกันเท่าใด

1. 3.33 m
2. 3.00 m
3. 0.33 m
4. 0.16 m

2. คลื่นวิทยุ FM ความถี่ 88 เมกะเฮิรตซ์ มีความยาวคลื่นเท่าใด

1. 3.0 m
2. 3.4 m
3. 6.0 m
4. 6.8 m

3. ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในข้อใดที่ไม่มีผลต่อการแผ่กระจายของคลื่นวิทยุ

1. การเปลี่ยนขนาดของจุดดับบนดวงอาทิตย์
2. การเกิดแสงเหนือแสงใต้
3. การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง
4. การเกิดกลางวัน กลางคืน

4. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมีอัตราเร็วในสุญญากาศเท่ากัน
2. มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบางชนิดต้องอาศัยตัวกลางในการเดินทาง
3. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่มีทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
4. เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางในตัวกลางที่เปลี่ยนไป อัตราเร็วของคลื่นจะเปลี่ยนไป

5. เหตุใดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงจัดเป็นคลื่นตามขวาง

1. เพราะสนามแม่เหล็กมีทิศตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า
2. เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
3. เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น
4. เพราะสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีทิศเดียวกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

6. ตัวเลือกใดต่อไปนี้ไม่ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. ไฟฟ้ากระแสสลับ
2. ไฟฟ้ากระแสตรง
3. ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง
4. การเปลี่ยนระดับพลังงานของนิวเคลียส

7. ข้อใดที่สามารถเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

1. กระแสไฟฟ้าที่มีค่าคงที่ไหลจากแบตเตอรี่ผ่านตัวนำไฟฟ้า
2. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าด้วยความเร่ง
3. การเคลื่อนที่ของนิวตรอนด้วยความเร่ง
4. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าด้วยความเร็วคงที่

8. แนวความคิดที่สำคัญอย่างหนึ่งของแมกซ์เวลล์ (Maxwell) เกี่ยวกับทฤษฎีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือข้อใด

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดจะต้องมีความยาวคลื่นต่างกัน
2. เมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้น
3. การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจำเป็นต้องอาศัยการสั่นของอนุภาคตัวกลาง
4. ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะต้องอยู่ในทิศเดียวกับสนามแม่เหล็ก

9. ในเรื่องเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. ทิศทางของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าจะตั้งฉากกันเสมอ
2. สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าเกิดจากการเหนี่ยวนำซึ่งกันและกัน
3. ผลิตขึ้นได้จากการที่ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง
4. บางความยาวคลื่นต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

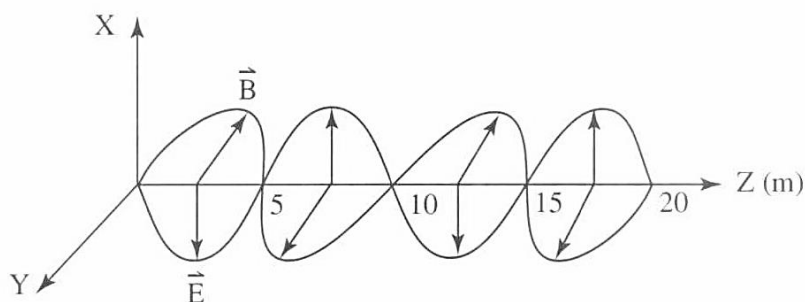
10. วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงสามารถให้กำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

1. ไม่เกิด เพราะความร้อนเป็นพลังงานจลน์ของโมเลกุล ไม่ใช่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า
2. ไม่เกิด เพราะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต้องเกิดจากวงจรไฟฟ้าหรือสายอากาศเท่านั้น
3. เกิด เพราะความร้อนทำให้อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในวัตถุสั่นด้วยความเร่ง จึงแผ่รังสีออกมา
4. เกิด แต่จะเกิดเฉพาะแสงสว่างที่มองเห็นได้เท่านั้น ไม่สามารถเกิดคลื่นชนิดอื่นได้

11. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

1. การเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กทำให้เกิดสนามไฟฟ้า
2. สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีเฟสต่างกัน 90 องศา
3. สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กมีทิศตั้งฉากซึ่งกันและกัน และตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นด้วย
4. ในตัวกลางเดียวกัน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกความถี่มีความเร็วเท่ากันหมด

12. จากรูปคลื่นไฟฟ้าที่กำหนดให้ ค่าความยาวคลื่นเป็นเท่าไร



1. 5 m
2. 10 m
3. 15 m
4. 20 m

13. ถ้าเราอยู่บนพื้นโลก ณ ประเทศไทย ขณะนั้นมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านขึ้นไปทางทิศเหนือหากตรงที่เราอยู่บนขั้วโลกเหนือมีสนามไฟฟ้าพุ่งไปทางทิศตะวันออก สนามแม่เหล็กของคลื่นจะพุ่งในทิศใด

1. ทิศตะวันตก
2. ทิศเหนือ
3. แนวตั้งพุ่งขึ้น
4. แนวตั้งพุ่งลง

14. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแตกต่างจากคลื่นน้ำอย่างไร

1. เป็นคลื่นตามขวาง
2. ไม่หักเห
3. ไม่อาศัยตัวกลาง
4. ไม่โพลาไรเซชัน

15. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจาก

- ก. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ
- ข. การเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า

คำตอบที่ถูกต้อง คือข้อใด

1. ก เท่านั้น
2. ข เท่านั้น
3. ก และ ข
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

16. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้องตามทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- ก. ขณะประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งหรือความหน่วงจะแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ข. เมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้าโดยรอบ ยกเว้นบริเวณนั้นเป็นฉนวน
- ค. บริเวณรอบตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าจะเกิดสนามแม่เหล็ก

1. ก ข และ ค
2. ก และ ค
3. ค เท่านั้น
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

17. แหล่งกำเนิดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีหลายอย่าง ข้อใดที่ไม่ใช่

1. วัตถุที่มีอุณหภูมิสูง
2. อะตอมปลดปล่อยพลังงาน
3. อิเล็กตรอนปลดปล่อยพลังงาน
4. อิเล็กตรอนในกระแสไฟฟ้าตรงปลดปล่อยพลังงาน

18. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

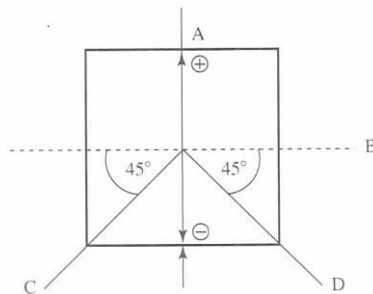
ก. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง

ข. กลุ่มอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในตัวนำ

ค. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง เหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือข้อใด

1. ก และ ข
2. ข และ ค
3. ข เท่านั้น
4. ค เท่านั้น

19. หากมีประจุเคลื่อนที่กลับไปกลับมาคู่หนึ่ง ดังรูป ตามทฤษฎีแมกซ์เวลล์ ประจุคู่นี้จะแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา แต่มีแนวหนึ่งที่ไม่มีการแผ่คลื่นออกมาเลย แนวนั้นคือข้อใด

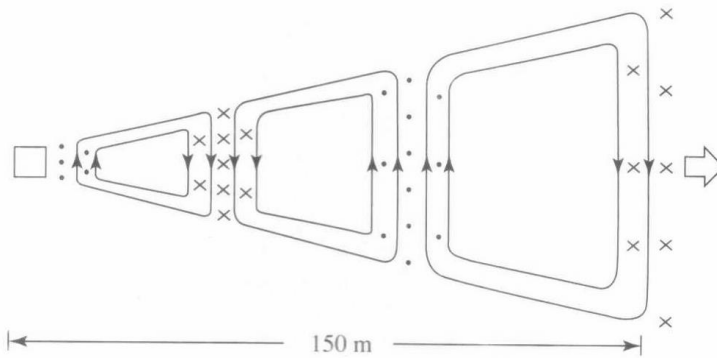


1. A
2. B
3. C
4. D

20. ตามทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ เมื่อเรานำเครื่องมือที่สามารถวัดสนามไฟฟ้าของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ไปตั้งไว้ในที่โล่ง ที่ซึ่งมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดินทางผ่านมา เครื่องมือควรจะแสดง อาการอย่างไรให้เราทราบ

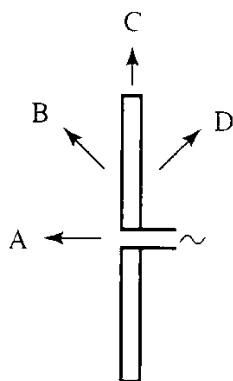
1. สนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
2. สนามไฟฟ้ามีค่าคงตัว
3. สนามไฟฟ้ามีค่าไม่แน่นอน
4. สนามไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์

21. จากรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กำหนดให้ → คือ สนามไฟฟ้า • และ x คือ สนามแม่เหล็ก ความถี่ของคลื่นมีค่าเป็นกี่เฮิรตซ์ ถ้าคลื่นมีอัตราเร็ว 3×10^8 เมตรต่อวินาที



1. 1.5×10^8 Hz
2. 1.5×10^{10} Hz
3. 3×10^6 Hz
4. 3×10^{10} Hz

22. หากมีกระแสไฟฟ้าสลับความถี่สูงเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในสายอากาศดังรูปจะมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปในทิศต่างๆ ทิศใดที่คลื่นแผ่ออกแรงที่สุด



1. A
2. B
3. C
4. D

23. ในสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พบว่ามีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลายชนิดตามแหล่งกำเนิดและวิธีการตรวจจับที่ต่างกัน ในบรรดาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหล่านั้นจะมีสมบัติหนึ่งที่เหมือนกันคือตัวเลือกใด

1. พลังงานเท่ากัน
2. ทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน
3. อัตราเร็วเท่าแสง
4. ทำปฏิกิริยากับฟิล์มถ่ายรูป

24. ข้อใดเรียงลำดับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ตามความถี่จากน้อยไปมากได้ถูกต้อง

1. รังสีแกมมา แสง ไมโครเวฟ คลื่นวิทยุ
2. คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ แสง รังสีแกมมา
3. แสง รังสีแกมมา ไมโครเวฟ คลื่นวิทยุ
4. ไมโครเวฟ คลื่นวิทยุ แสง รังสีแกมมา

25. คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ รั้งสีอินฟราเรด แสง รั้งสีอัลตราไวโอเล็ต รั้งสีเอกซ์ รั้งสีแกมมา สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าข้างบนเรียงลำดับโดยอาศัยสมบัติอะไร

1. พลังงานของสเปกตรัมต่างๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากค่าน้อยไปยังค่ามาก
2. โมเมนตัมของสเปกตรัมต่างๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากค่ามากไปยังค่าน้อย
3. ความถี่ของสเปกตรัมต่างๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากค่ามากไปยังค่าน้อย
4. ความยาวคลื่นของสเปกตรัมต่างๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากค่าน้อยไปยังค่ามาก

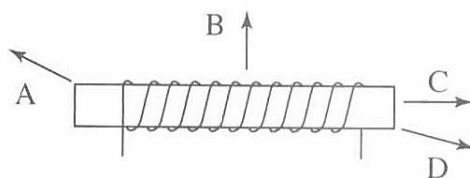
26. การส่งกระจายเสียงด้วยคลื่นวิทยุระบบเอเอ็มสามารถส่งไปได้ไกลโดยไกลกว่าระบบเอฟเอ็มเพราะระบบเอเอ็มมีลักษณะอย่างไร

1. ความถี่ต่ำกว่า
2. พลังงานสูงกว่า
3. กำลังส่งสูงกว่า
4. ทั้งคลื่นยาวและคลื่นสั้น

27. ถ้านักเรียนเปิดเครื่องรับวิทยุฟังในลิฟต์ซึ่งผนังทุกด้านทำด้วยโลหะ ข้อสรุปใดถูกต้อง

1. เสียงจะดังเท่ากับเมื่ออยู่นอกลิฟต์
2. เสียงจะค่อยกว่าเมื่ออยู่นอกลิฟต์
3. เสียงจะดังๆ ค่อยๆ สลับกันไป
4. เงียบไม่ได้ยินเสียงจากเครื่องรับ

28. ขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กเฟอร์ไรต์ (ferrite) ในเครื่องรับวิทยุทำหน้าที่เป็นสายอากาศด้วย จากความรู้เกี่ยวกับคลื่นวิทยุ สถานีส่งอยู่ในทิศใดที่ทำให้วิทยุเงียบ (ได้รับสัญญาณน้อยที่สุด)

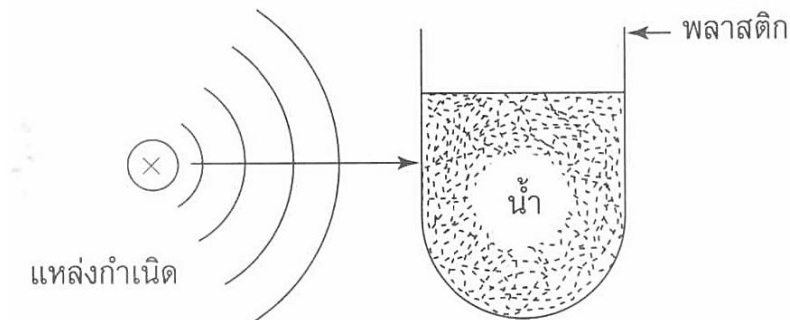


1. A
2. B
3. C
4. D

29. สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งหนึ่งออกอากาศด้วยคลื่นความถี่ 100 เมกะเฮิร์ตซ์ ถ้าต้องการสร้างสายอากาศสำหรับรับคลื่นวิทยุของสถานีแห่งนี้ ความยาวของสายอากาศที่เหมาะสมควรมีค่าเท่าไร

1. 0.5 m
2. 1.0 m
3. 1.5 m
4. 2.0 m

30. ยิงไมโครเวฟไปยังน้ำที่บรรจุในภาชนะพลาสติก สิ่งที่เกิดขึ้นคือปรากฏการณ์ใด



1. การหักเหและแทรกสอด
2. การสะท้อนและแทรกสอด
3. อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น
4. อุณหภูมิของน้ำลดลง

31. นักวิทยาศาสตร์รู้ว่าดาวฤกษ์ดวงหนึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าอีกดวงหนึ่ง จากคุณสมบัติตามข้อใด

1. คลื่นแสงที่ดาวฤกษ์ปล่อยออกมา
2. คลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ดาวฤกษ์ปล่อยออกมา
3. คลื่นรังสีเอกซ์ที่ดาวฤกษ์ปล่อยออกมา
4. คลื่นวิทยุที่ดาวฤกษ์ปล่อยออกมา

32. ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์บรรจุไอปรอทไว้ ซึ่งจะปล่อยรังสีอัลตราไวโอเล็ตออกมาเมื่อไอปรอทถูกกระตุ้นด้วยอิเล็กตรอน รังสีอัลตราไวโอเล็ตมีหน้าที่อะไรสำหรับกรณีนี้

1. เกิดขึ้นเองจึงไม่มีหน้าที่อะไร
2. กระตุ้นสารวาแวแสงให้เรืองแสง
3. กันไม่ให้มีอิเล็กตรอนในหลอดมากไป
4. ทำให้ตามมนุษย์เห็นแสงนวลสบายตา

33. เครื่องใช้ในบ้านในตัวเลือกใดต่อไปนี้อาจพบรังสีเอกซ์ได้

1. เตารีดไฟฟ้า
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์
3. เครื่องรับโทรทัศน์
4. ตู้เย็น

34. รังสีเอกซ์และรังสีแกมมาต่างก็เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะสาเหตุใด

1. มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูงมาก
2. สามารถทำให้ร่างกายระดับอะตอมแตกตัวเป็นไอออน
3. มีความถี่สูงมากสั่นโมเลกุลน้ำในร่างกายให้ร้อน
4. มีความถี่และพลังงานสูงมาก

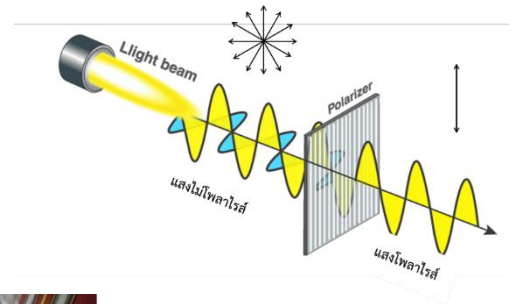
35. นำปลากะป๋องใส่เข้าไปในเตาอบไมโครเวฟแล้วปิดเครื่องให้ทำงาน สิ่งที่เกิดขึ้นคือตัวเลือกใด

1. ปลากะป๋องอุณหภูมิคงเดิม เพราะไมโครเวฟไม่สามารถทะลุทะลวงโลหะเข้าไปได้
2. ปลากะป๋องอุณหภูมิคงเดิม เพราะปลากะป๋องไม่ไวต่อไมโครเวฟ
3. ปลากะป๋องอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เพราะปลากะป๋องมีน้ำประกอบอยู่ด้วย
4. ปลากะป๋องอุณหภูมิเพิ่มขึ้น เพราะปลากะป๋องไวต่อไมโครเวฟ

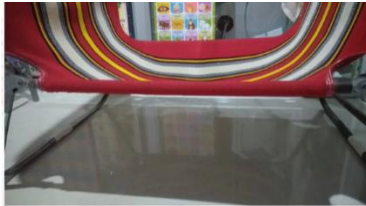
3. โพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

โพลาริเซชันของแสง

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีการสั่นของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กได้หลายทิศทาง แต่ในบางกรณีคลื่นจะสั่นในระนาบเดียว เรียกว่า คลื่นโพลารไรส์



สังเกตภาพถ่ายทั้งสอง ภาพทั้งสองเหมือนกันหรือต่างกัน



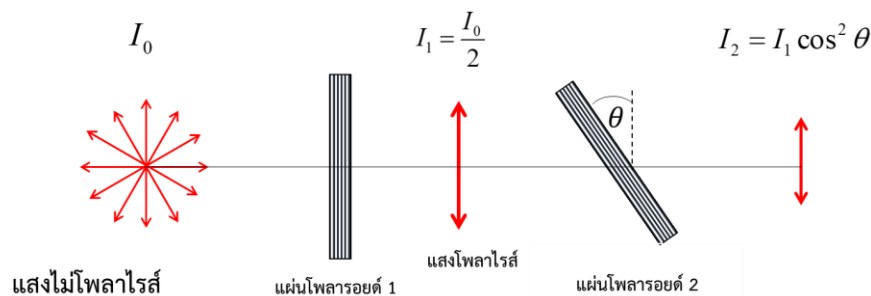
ภาพที่มีแสงสะท้อนไม่ได้ใช้แผ่นโพลารอยด์

ภาพที่ใช้แผ่นโพลารอยด์จะลดการสะท้อน

การสร้างแสงโพลารไรส์

1. การสร้างแสงโพลารไรส์โดยใช้แผ่นโพลารอยด์

แผ่นโพลารอยด์ เป็นแผ่นพลาสติกใสหรือกระจกเคลือบสารเคมีพิเศษที่ยอมให้สนามไฟฟ้าที่สั่นในแนวเดียวกับแผ่นโพลารอยด์ผ่านไปได้ โดยมีความเข้มแสง I_0 ลดลงครึ่งหนึ่ง ถ้านำแผ่นโพลารอยด์ 2 แผ่น มาวางต่อกัน แผ่นแรกที่แสงผ่านเข้ามาเรียกว่า แผ่นโพลารไรส์ ส่วนแผ่นที่สอง เรียกว่า แผ่นวิเคราะห์



- แสงที่ผ่านแผ่นวิเคราะห์ จะมีค่าความเข้มแสงตามกฎของมาลัส (Malus's Law)

$$I_2 = I_1 \cos^2 \theta$$

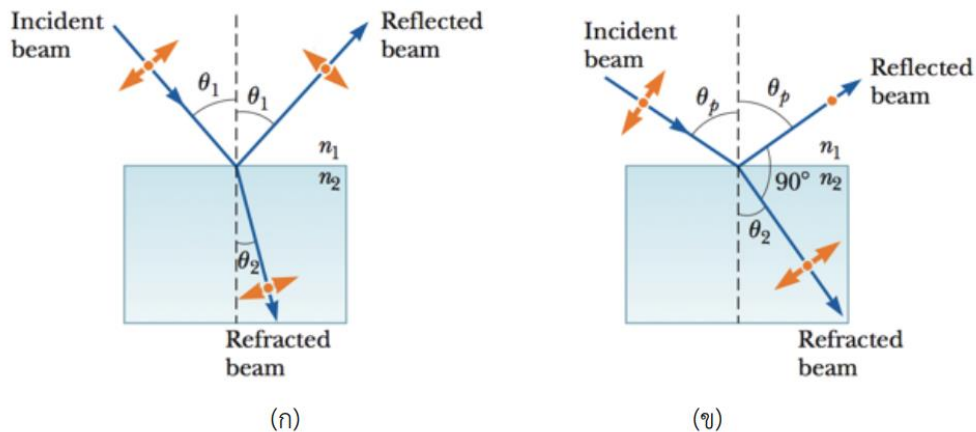
I_1 ความเข้มแสงก่อนผ่านแผ่นโพลารอยด์ แผ่นที่ 2 (W/m^2)
 I_2 ความเข้มแสงหลังผ่านแผ่นโพลารอยด์ แผ่นที่ 2 (W/m^2)
 θ มุมระหว่างแนวของแผ่นโพลารอยด์ทั้ง 2 แผ่น

* ถ้าแนวของแผ่นโพลารอยด์ทั้ง 2 แผ่น ตั้งฉากกัน จะไม่มีคลื่นออกมาเลย

จากกฎของมาลัส พบว่าความเข้มของแสงที่เดินทางผ่านตัววิเคราะห์ (แผ่นโพลารอยด์ P_2) จะมีค่าสูงสุด เมื่อแนวของแกนส่งผ่านทำมุม 0 หรือ π และความเข้มแสงเป็น ศูนย์เมื่อ $\theta = \frac{\pi}{2}$ หรือ $\frac{3\pi}{2}$ ดังนั้น ถ้าหมุนตัววิเคราะห์แล้ว ความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาจะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ θ แสดงว่าเป็นแสงโพลารไรส์ แต่ถ้าความเข้มของแสงที่ผ่านออกมาไม่เปลี่ยนแปลงแสดงเป็น แสงไม่โพลารไรส์หรือเป็นแสงโพลารไรส์บางส่วน

2. การสร้างแสงโพลาไรส์โดยการสะท้อน

เมื่อแสงไม่โพลาไรส์ ตกกระทบบนผิวของตัวกลาง เช่น ผิวน้ำ ผิวแก้ว แล้วแสงที่สะท้อนออกมาของตัวกลางอาจจะเป็นแสงโพลาไรส์หรือแสงไม่โพลาไรส์ก็ได้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบบ้าง ถ้าแสงตกกระทบบนทำมุม 0° หรือ 90° กับผิวของตัวกลางแล้วแสงสะท้อนออกมาจะเป็นแสงไม่โพลาไรส์ และจากการทดลองพบว่า มีมุมตกกระทบบ้างหนึ่งที่ทำให้แสงสะท้อนเป็นโพลาไรส์ดังภาพ



จากภาพ แสดงแสงไม่โพลาไรส์ที่ประกอบด้วยสนามไฟฟ้าสองแนวคือแนวตั้งฉาก (จุด) และ แนวขนาน (ลูกศร) กับระนาบของแสงกระทบบนผิวของตัวกลางทั้งสองแนวนั้นมีแอมพลิจูดเท่ากัน เมื่อแสงไม่โพลาไรส์ตกกระทบบนผิวของตัวกลางด้วยมุมตกกระทบบ θ ค่าหนึ่งๆ ดังภาพ (ก) แล้ว เราจะพบว่าทั้งรังสีสะท้อนและรังสีหักเหเป็นแสงโพลาไรส์บางส่วนและถ้าปรับมุมกระทบบไปจนกระทั่งถึงมุมตกกระทบบค่าหนึ่งที่ทำให้รังสีสะท้อนกับรังสีหักเหตั้งฉากซึ่งกันและกันแล้วแสงที่สะท้อนจะเป็นโพลาไรส์ ที่มีสนามไฟฟ้าตั้งฉากกับระนาบการเคลื่อนที่ของแสงที่สะท้อนจากผิวตัวกลาง ดังภาพที่ (ข) และเรียกมุมตกกระทบบที่ทำให้เกิดแสงโพลาไรส์ดังกล่าวนี้ว่า มุมโพลาไรส์ (Polarizing Angle ; θ_p) หรือ มุมบรูว์สเตอร์ (Brewster's Angle)

จากกฎของสเนลล์จะได้

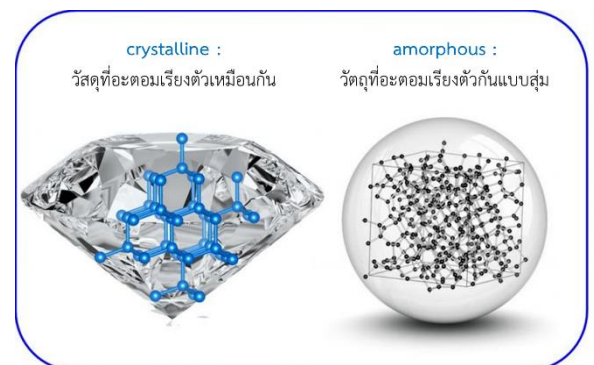
$$\frac{n_2}{n_1} = \tan \theta_p$$

ถ้า n_1 คือ ดรรชนีหักเหของแสงในอากาศ และ n_2 คือดรรชนีหักเหของตัวกลางใดๆ แล้ว จะได้ว่า

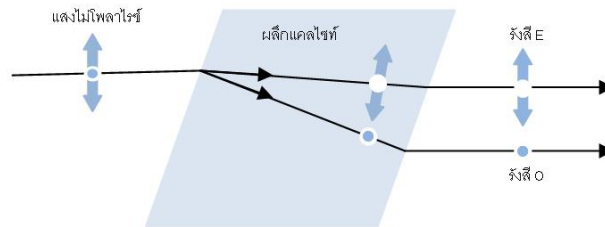
$$n_2 = \tan \theta_p$$

3. โพลาไรเซชันโดยการหักเหสองแนว

เมื่อแสงเดินทางผ่านเข้าไปในตัวกลางที่เป็นสัณฐาน (amorphous : วัตถุที่อะตอมเรียงตัวกันแบบสุ่ม เช่น แก้ว) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแสงจะเท่ากันในทุกทิศทาง เพราะ แก้วที่มีดรรชนีหักเหค่าเดียวกันเท่านั้น แต่ถ้าแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นผลึก (crystalline : วัสดุที่อะตอมเรียงตัวเหมือนกัน อาทิเช่น โซเดียมคลอไรด์และควอตซ์) ความเร็วของแสงในแต่ละทิศทางจะมีค่าไม่เท่ากัน โดยขึ้นอยู่กับทิศทางการแผ่ของคลื่นและระนาบโพลาไรเซชันของแสง โดยจะเรียกปรากฏการณ์ที่วัสดุมีดรรชนีหักเหสองค่านี้ว่า การหักเหสองแนว (double refracting หรือ birefringent)



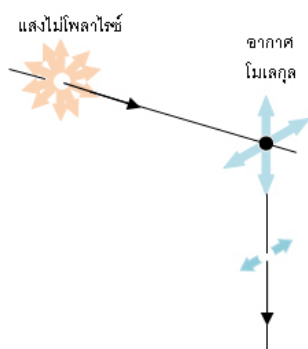
เมื่อแสงไมโพลารไรซ์เคลื่อนที่เข้าไปในผลึกแคลไซต์ แสงไมโพลารไรซ์จะแยกออกเป็นรังสีธรรมดาหรือรังสี O (Ordinary Ray) และรังสีพิเศษหรือรังสี E (Extraordinary Ray) และรังสีของแสงทั้งสองแนวจะเป็นแสงโพลาไรซ์ที่ตั้งฉากกัน และจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและทิศทางที่แตกต่างกัน



การหักเหสองแนวเมื่อแสงไมโพลารไรซ์ผ่านผลึกแคลไซต์

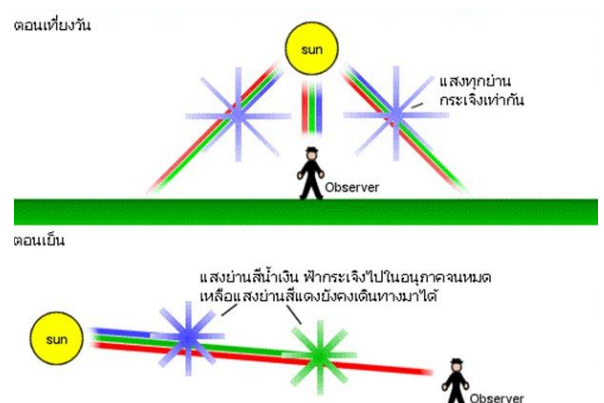
4. โพลารไรเซชันโดยการกระเจิง

เมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบกับอนุภาค เช่น แก๊สหรืออิเล็กตรอนในโมเลกุลของตัวกลางอนุภาคจะดูดกลืนพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แล้วแผ่ขยายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาทุกทิศทาง ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า การกระเจิง (Scattering) และเมื่อแสงไมโพลารไรซ์ไปตกกระทบกับอนุภาค แสงที่กระเจิงออกมาจะเป็นแสงโพลาไรซ์ ซึ่งตรวจสอบได้โดยการสังเกตความเข้มของแสงที่เปลี่ยนไปเมื่อมองแผ่นแผ่นโพลาไรซ์ที่มุมต่างๆ



แสงจากดวงอาทิตย์เป็นแสงที่ไม่โพลารไรซ์ เมื่อตกกระทบกับโมเลกุลในอากาศ จะทำให้อิเล็กตรอนในโมเลกุลสั่นโดยที่สนามไฟฟ้าในแนวราบจะทำให้อิเล็กตรอนสั่นในแนวราบ และสนามไฟฟ้าในแนวตั้ง จะทำให้อิเล็กตรอนสั่นในแนวตั้ง ดังนั้นแสงที่กระเจิงออกมานอกจากการสั่นในแนวราบจะเป็นแสงโพลาไรซ์ที่มีทิศโพลารไรเซชันในแนวราบและแสงที่กระเจิงออกมาในแนวตั้งจะเป็นแสงโพลาไรซ์ที่มีทิศของการโพลารไรเซชันในแนวตั้ง

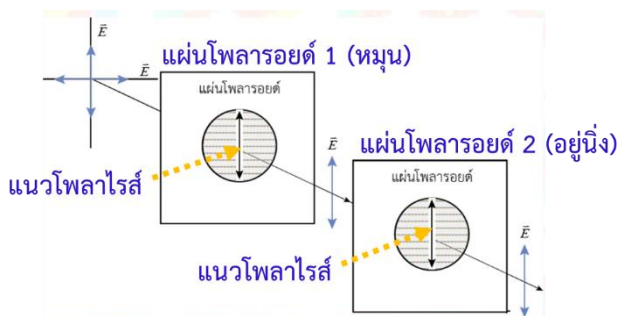
การกระเจิงของแสงในชั้นบรรยากาศของโลกจะขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสง เนื่องจากอนุภาคในอากาศมีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่นแสงในช่วงที่เรามองเห็น (~400-700 นาโนเมตร) และจะกระเจิงแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นได้มากกว่าแสงที่มีความยาวคลื่นยาว ดังนั้น แสงสีครามหรือสีฟ้าจึงกระเจิงแสงออกมาได้มากกว่าแสงสีเหลืองและแสงสีแดง ซึ่งเมื่อแหงนดูท้องฟ้าในแนวเกือบตั้งฉากกับดวงอาทิตย์จึงมองเห็นแสงที่กระเจิงออกมาส่วนใหญ่เป็น สีฟ้า และสีคราม ส่วนแสงสีเหลืองและสีแดงซึ่งมีความยาวคลื่นมากกว่าจะเคลื่อนที่ไปตามการเดินทางของแสงที่ส่งผ่าน โมเลกุลของบรรยากาศและในช่วงเวลาเย็นๆ ขณะที่ดวงอาทิตย์กำลังจะลับขอบฟ้า จะเห็นแสงสีแดงหรือสีเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากขณะนั้นดวงอาทิตย์อยู่ไกลออกไปในท้องฟ้า แสงจากดวงอาทิตย์ใช้เวลาจะเดินทางผ่านบรรยากาศมาถึงผู้สังเกต แสงสีฟ้าและสีครามส่วนใหญ่จะถูกกระเจิงออกไปนอกโลกเหลือแต่แสงสีแดงและสีส้ม จึงทำให้มองเห็นท้องฟ้าเป็นสีแดงและสีส้ม แต่ถ้าโลกไม่มีอากาศห่อหุ้มท้องฟ้าจะมีมืดมิด จะเห็นแสงได้เฉพาะในทิศที่ดวงอาทิตย์อยู่เท่านั้น ดังนั้นท้องฟ้าที่สวยงามในโลกของเราจึงเกิดจากการกระเจิงของแสงสีต่างๆ ซึ่งมีความยาวคลื่นไม่เท่ากันนี้เองที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ฟ้าเปลี่ยนสี



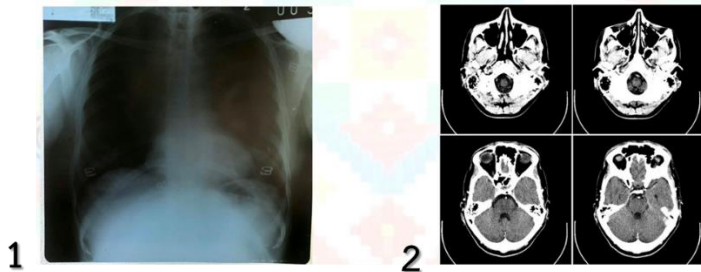
คำถามตรวจสอบความเข้าใจ

1. ขณะแสงไมโพลาไรส์ผ่านแผ่นโพลาไรซ์กลายเป็นแสงโพลาไรส์เชิงเส้นได้อย่างไร และสมบัติของแสงโพลาไรส์เชิงเส้น เรียกว่าอะไร

2. ในการส่งดูแสงด้วยแผ่นโพลาไรซ์ 2 แผ่นซ้อนกัน จากแหล่งกำเนิดแสงไมโพลาไรส์ หากเปลี่ยนการหมุนจากแผ่นโพลาไรซ์แผ่นที่สองเป็นการหมุนแผ่นแรกแทนไปจนครบ 1 รอบ ความสว่างของแสงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ทั้งสองที่ออกมาจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใด



3. ภาพใดได้จากเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ภาพใดได้จากเครื่องเอกซเรย์ทั่วไป



4. เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก (MRI) ต่างจากเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปอย่างไร

5. ผู้ที่จะเข้ารับการตรวจด้วยเครื่องถ่ายภาพสัณพ้องแม่เหล็กควรหลีกเลี่ยงสิ่งใด

6. ความแม่นยำของการระบุตำแหน่งโดยเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกขึ้นกับปัจจัยใดบ้าง

7. ในการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถส่งสัญญาณไฟฟ้าของข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับได้อย่างไร

8. การฝากสัญญาณเสียงไปกับคลื่นในระบบวิทยุแบบเอเอ็ม คลื่นวิทยุที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร

9. แสงจากดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นถนนที่เปียกน้ำ แล้วสะท้อนเข้าตาคนขับรถ ทำให้เกิดแสงจ้า (Glare) หากคนขับรถสวมแว่นกันแดดแบบ Polaroid เพื่อตัดแสงสะท้อนนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะของแสงสะท้อนและแกนของแว่นกันแดด

1. แสงสะท้อนมีสนามไฟฟ้าสั่นในแนวตั้ง แว่นกันแดดต้องมีแกนส่งผ่านในแนวนอน
2. แสงสะท้อนมีสนามไฟฟ้าสั่นในแนวนอน แว่นกันแดดต้องมีแกนส่งผ่านในแนวตั้ง
3. แสงสะท้อนมีสนามไฟฟ้าสั่นในแนวนอน แว่นกันแดดต้องมีแกนส่งผ่านในแนวนอน
4. แสงสะท้อนเป็นแสงไม่โพลาไรซ์ แว่นกันแดดช่วยลดความเข้มลง 50% ทุกทิศทาง
5. แสงสะท้อนมีสนามแม่เหล็กสั่นในแนวนอน แว่นกันแดดต้องตัดสนามแม่เหล็กนี้