

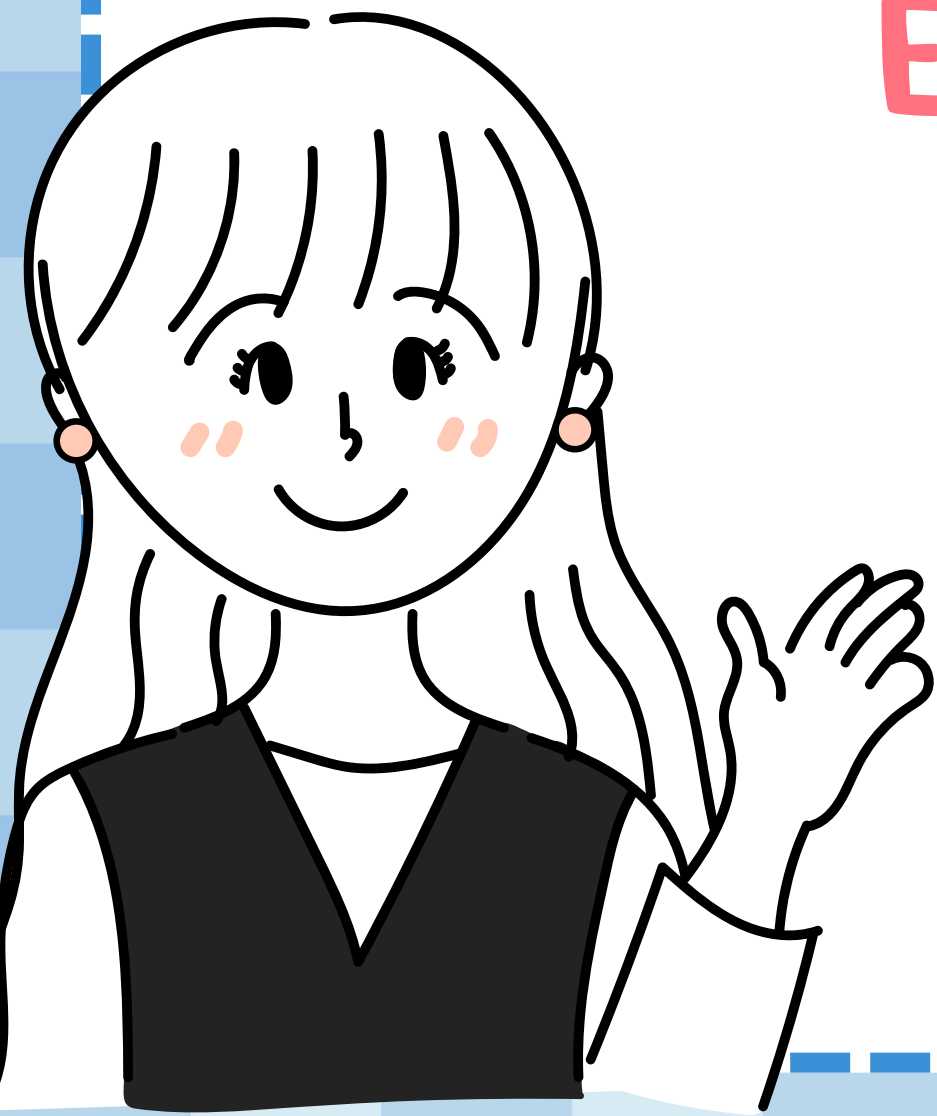
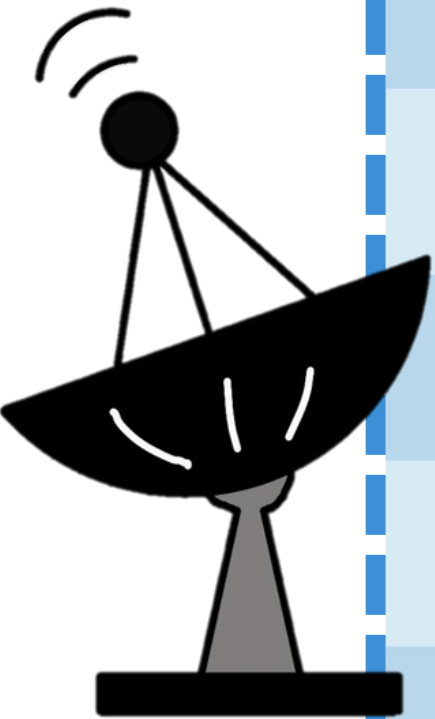
วิชาฟิสิกส์ 6

ว30206



# คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

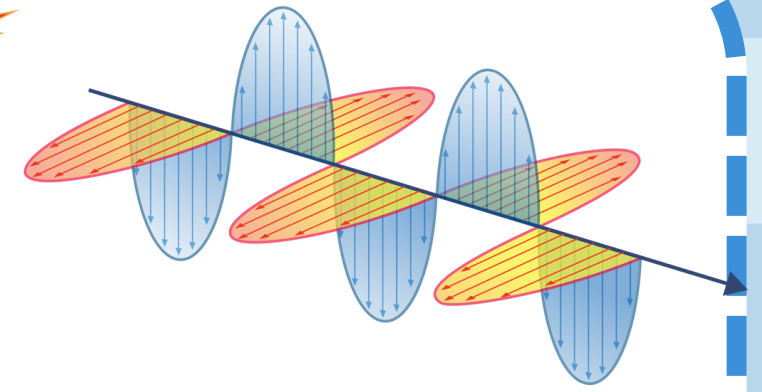
Electromagnetic Wave



ครูบุษกร มากจิต  
โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา

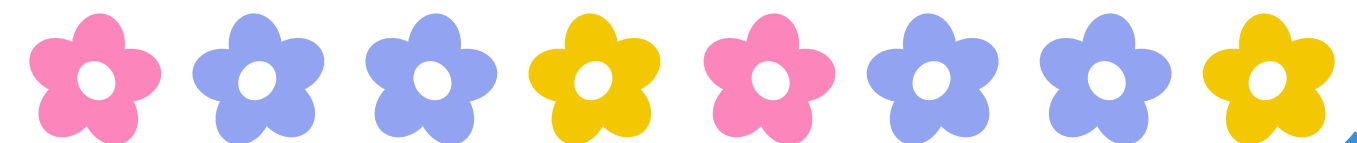


# คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



1. การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
3. โฟลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
4. การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
5. การสื่อสารโดยอาศัย

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



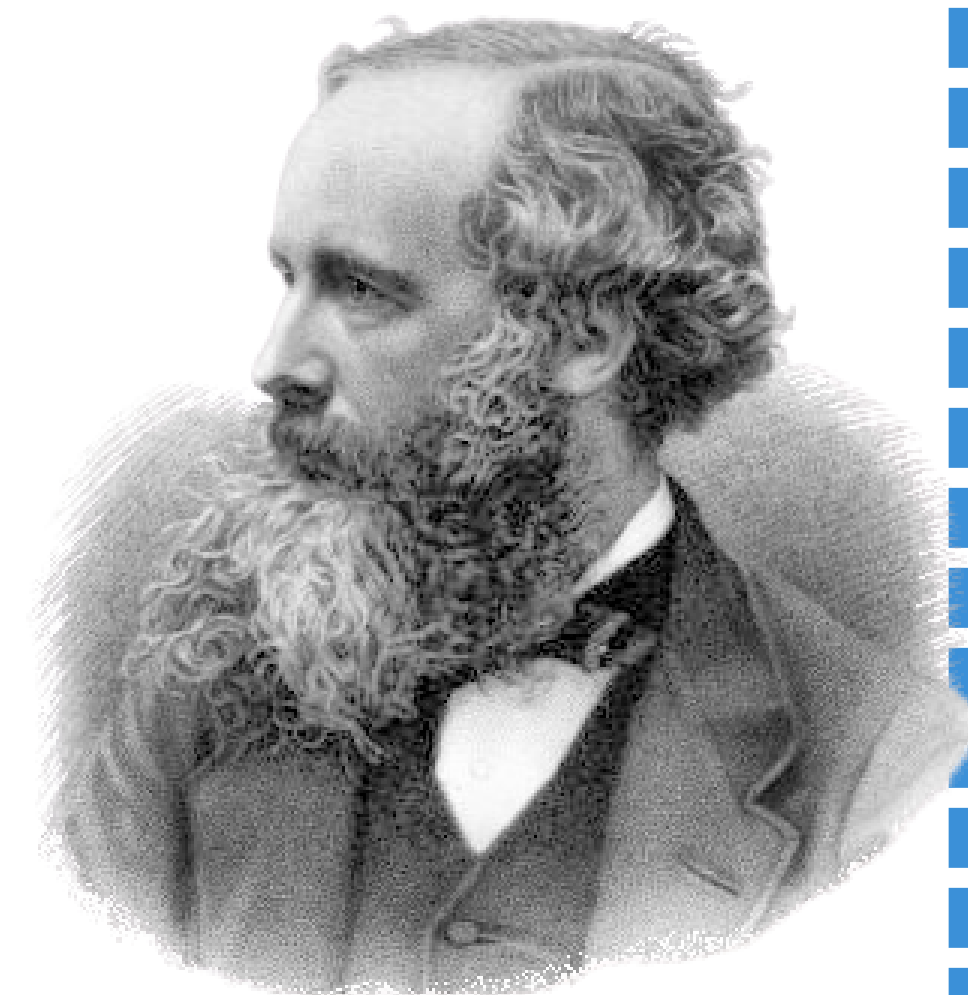
# 1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



เจมส์ คลาร์ก แมกซ์เวลล์

(James Clerk Maxwell, ค.ศ.1831 - 1879)

- ได้อธิบายการมีอยู่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคนแรก
- ได้รวบรวมสมการเกี่ยวกับสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
- แล้วนำเสนอสมการคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วแสง
- นำไปสู่ข้อสรุปว่าแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



James Clerk Maxwell



# 1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



James Clerk Maxwell

แนวคิดสำคัญในการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า  
ของแมกซ์เวลล์:

1. สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงได้ส่งผลต่อกัน
  - เมื่อสนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง (เช่นเกิดจากการเร่งของประจุไฟฟ้า) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และ
  - ในทางกลับกัน หากสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลง ก็จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าใหม่
  - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงเป็นผลมาจากการที่สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กสร้างและเสริมกันไปมา



# 1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

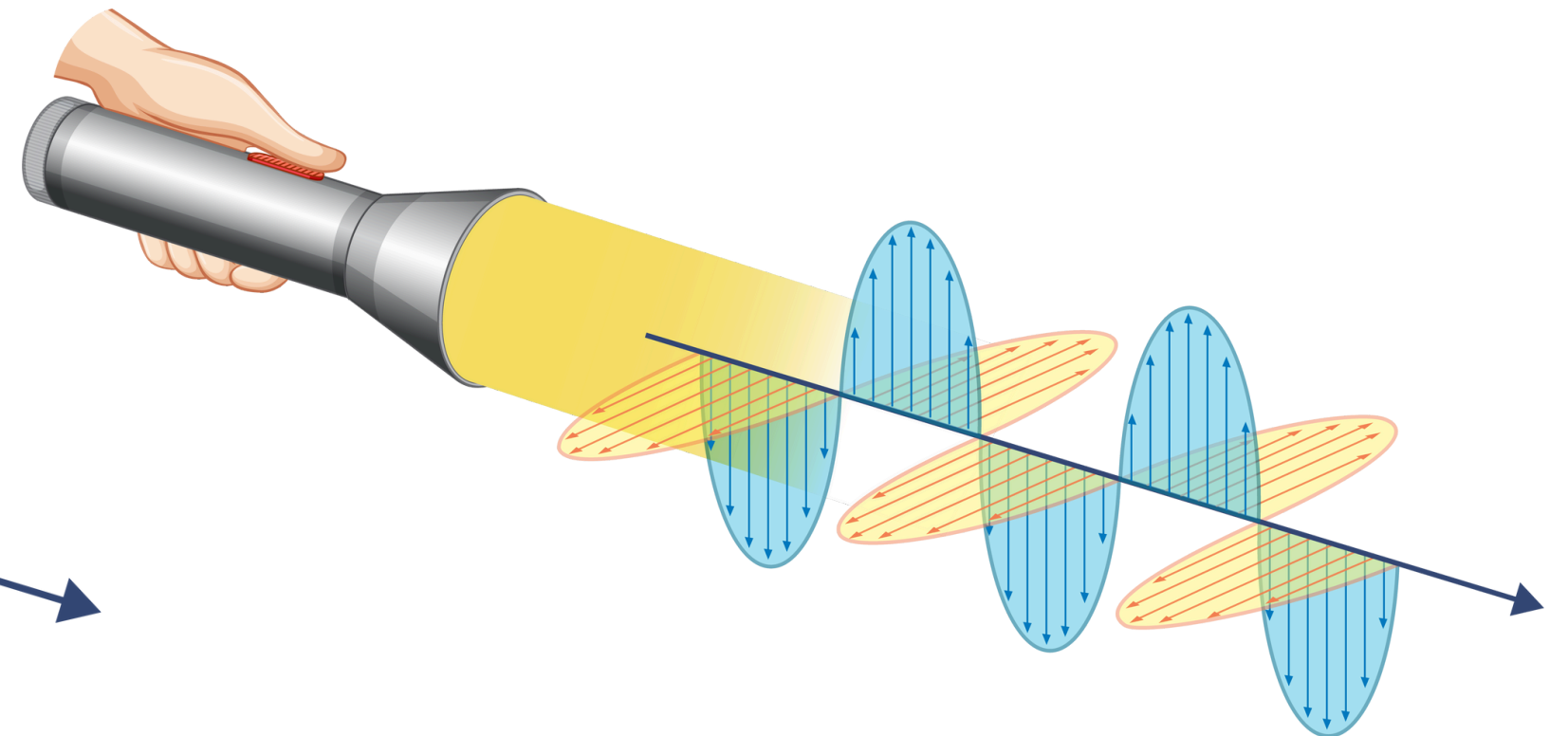
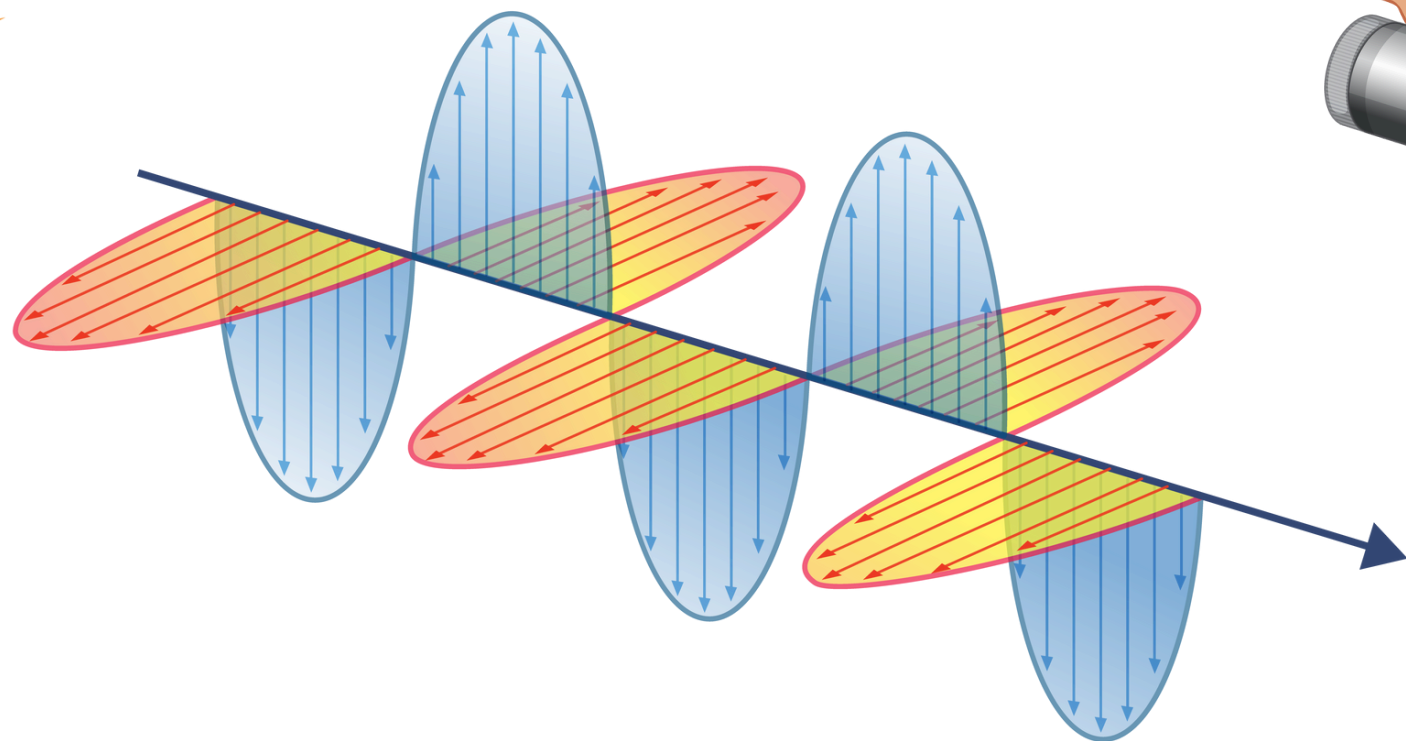
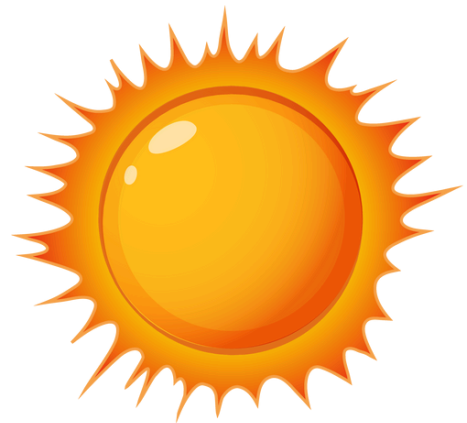
แนวคิดสำคัญในการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า  
ของแมกซ์เวลล์:

2. สนามทั้งสองสิ้นในทิศทางตั้งฉากกัน:

- สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะสิ้นในแนวตั้งฉากต่อกัน และตั้งฉากกับทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่



James Clerk Maxwell



# 1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

แนวคิดสำคัญในการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า  
ของแมกซ์เวลล์:



James Clerk Maxwell

3. การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า:

- จากสมการของแมกซ์เวลล์ แสดงให้เห็นว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถแพร่กระจายได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง (สามารถเคลื่อนที่ในสุญญากาศ) ด้วยความเร็วคงที่คือ ความเร็วแสง ( $c$ )



1

# การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



James Clerk Maxwell

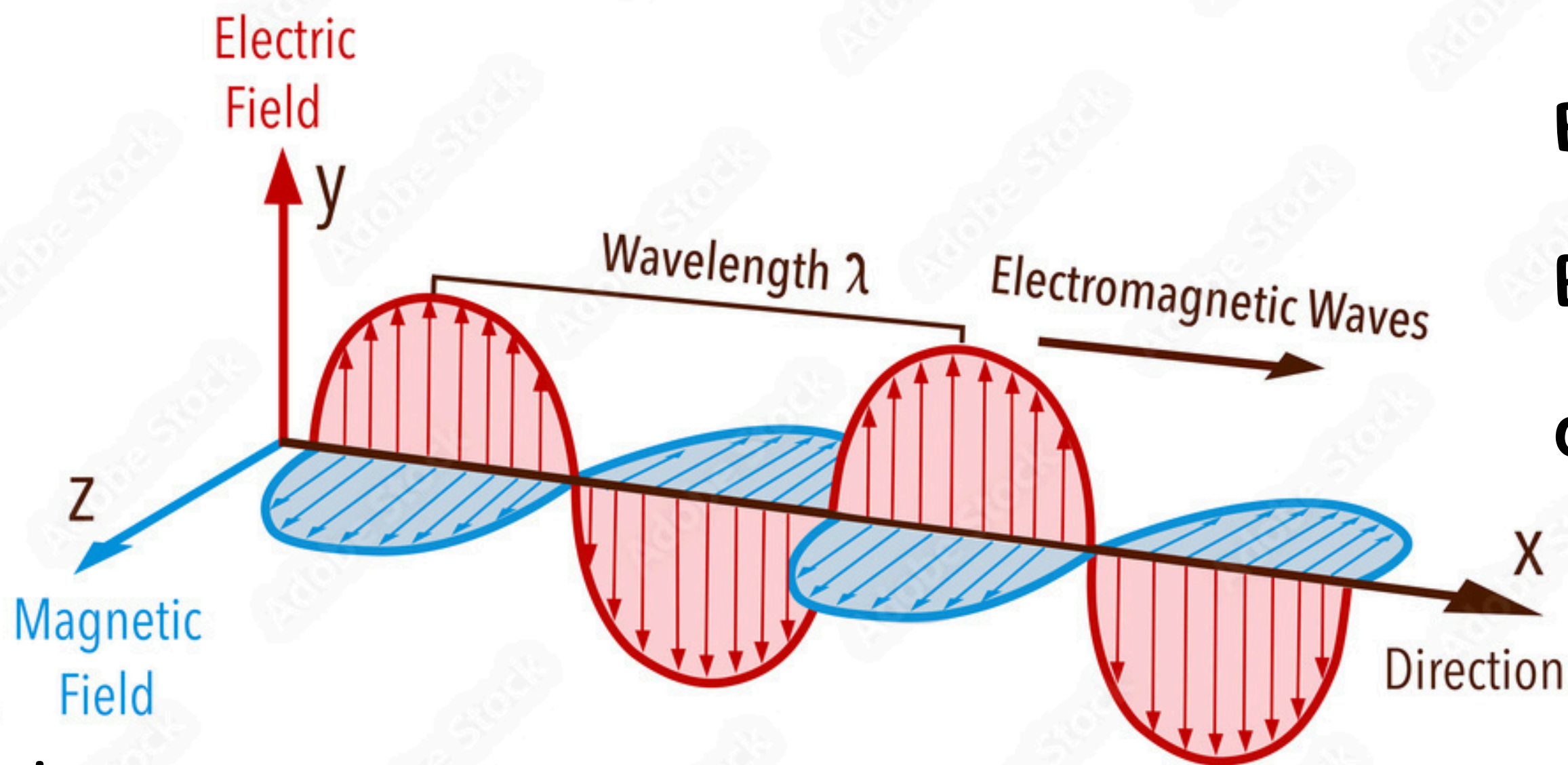
แนวคิดสำคัญในการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า  
ของแมกซ์เวลล์:

4. การรวมทฤษฎีไฟฟ้าและแม่เหล็กเป็นหนึ่งเดียว:

- ผลงานของแมกซ์เวลล์สามารถอธิบายได้ว่าไฟฟ้าและแม่เหล็กไม่ใช่ปรากฏการณ์ที่แยกจากกัน แต่มีความเชื่อมโยงกันอย่างใกล้ชิด ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ แสงที่มองเห็นได้ รังสีเอกซ์ เป็นต้น



# 1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

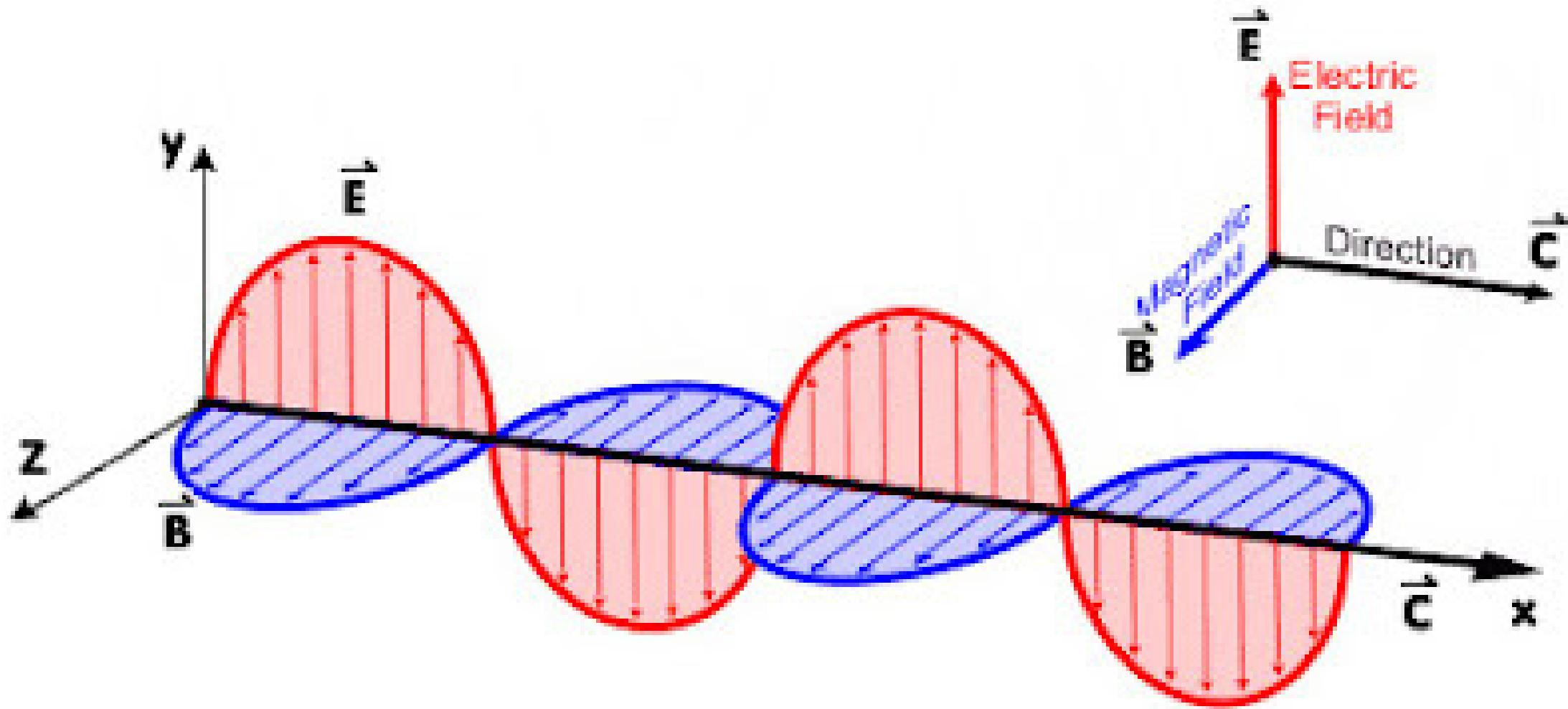


- E คือ สนามไฟฟ้า
- B คือ สนามแม่เหล็ก
- c คือ อัตราเร็วแสง

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic waves) เกิดจากการเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทั้งสองสนามตั้งฉากกันและตั้งฉากกับทิศของความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

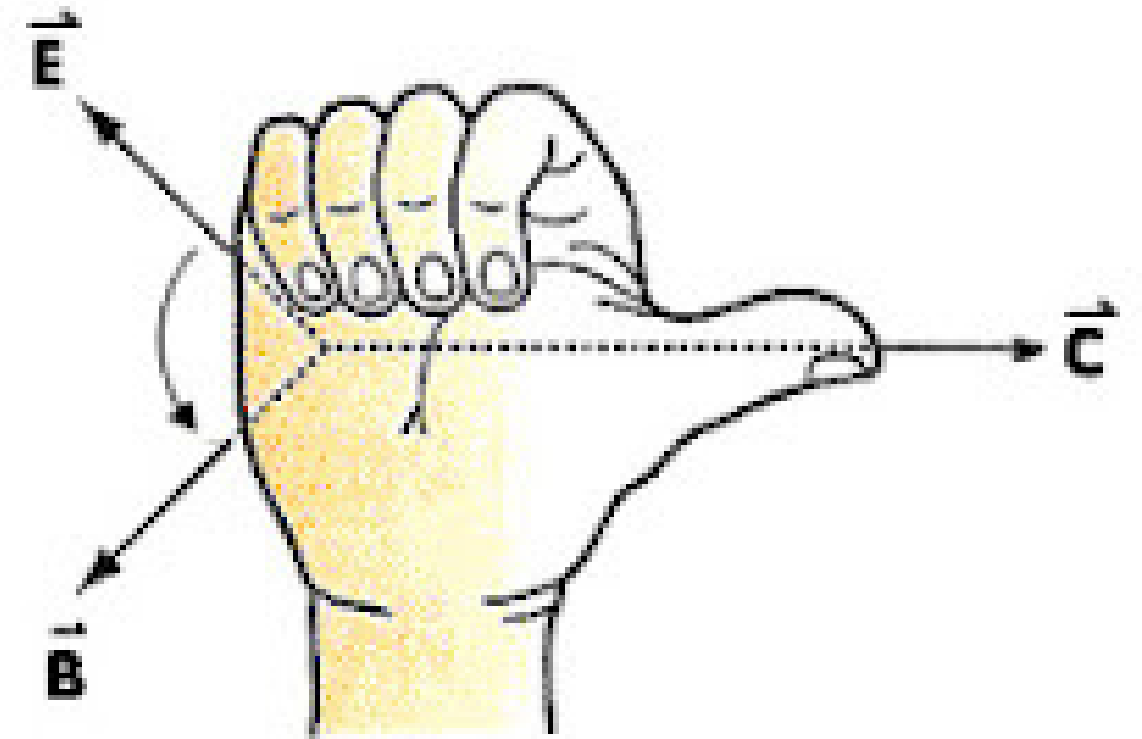


# 1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



ภาพ 6 : คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วย

$\vec{E}$  และ  $\vec{B}$  ที่ตั้งฉากกัน



ภาพ 7 : ผลคูณเชิงเวกเตอร์ของ  $\vec{E}$  และ  $\vec{B}$

## การหาทิศทางความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



1

# การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

## สมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวาง
2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วแสง ในสุญญากาศ (ถ้าคลื่นเคลื่อนที่ในตัวกลางอื่นที่มีความหนาแน่นมาก จะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่านี้)
3. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกตัวมีพลังงาน
4. ถ้าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถูกดูดกลืน จะทำให้วัตถุที่รับคลื่นนั้นร้อน
5. เคลื่อนที่ผ่านโลหะไม่ได้



1

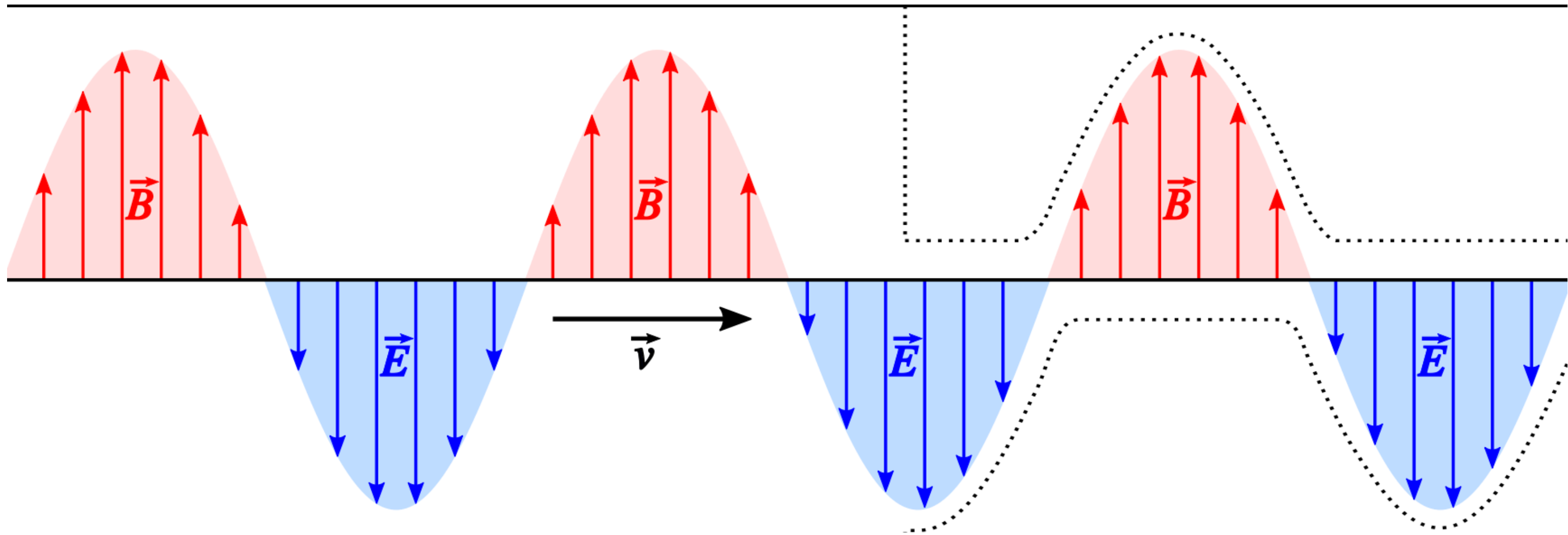
# สรุปการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. เกิดจากประจุบวกและประจุลบ มีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาแบบซิมเปิลฮาร์โมนิกในตัวนำ
2. เกิดจากประจุไฟฟ้าบวกหรือลบเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง หรือความหน่วง (ถ้าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จะเกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นรอบๆ โดยอำนาจแม่เหล็กที่แต่ละตำแหน่งจะมีค่าคงที่ จึงไม่เห็นขั้วนำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า **ดังนั้นในไฟฟ้ากระแสตรงที่กระแสไฟฟ้ามีค่าคงที่ จึงไม่เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**)
3. วัตถุที่อุณหภูมิสูงกว่าศูนย์องศาสัมบูรณ์จะมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (รังสีอินฟราเรด) ออกมา
4. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอม
5. เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานของนิวเคลียส



# 1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

## กิจกรรม EMW Model



# 1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ไฮน์ริช เฮิรตซ์ (Heinrich Hertz, ค.ศ. 1857 - 1894)  
ได้สร้างเครื่องกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเครื่องแรก  
โดย - ใช้วงจรไฟฟ้าที่มีแท่งโลหะที่มีช่องว่างเล็กๆ  
อยู่ระหว่างกึ่งกลาง

- เมื่อเกิดการสปาร์กระหว่างช่องว่าง  
ประจุไฟฟ้าจะสั่นด้วยความถี่สูง จะเกิดคลื่น  
แม่เหล็กไฟฟ้าออกมา

- คลื่นที่ค้นพบ คือ คลื่นวิทยุ

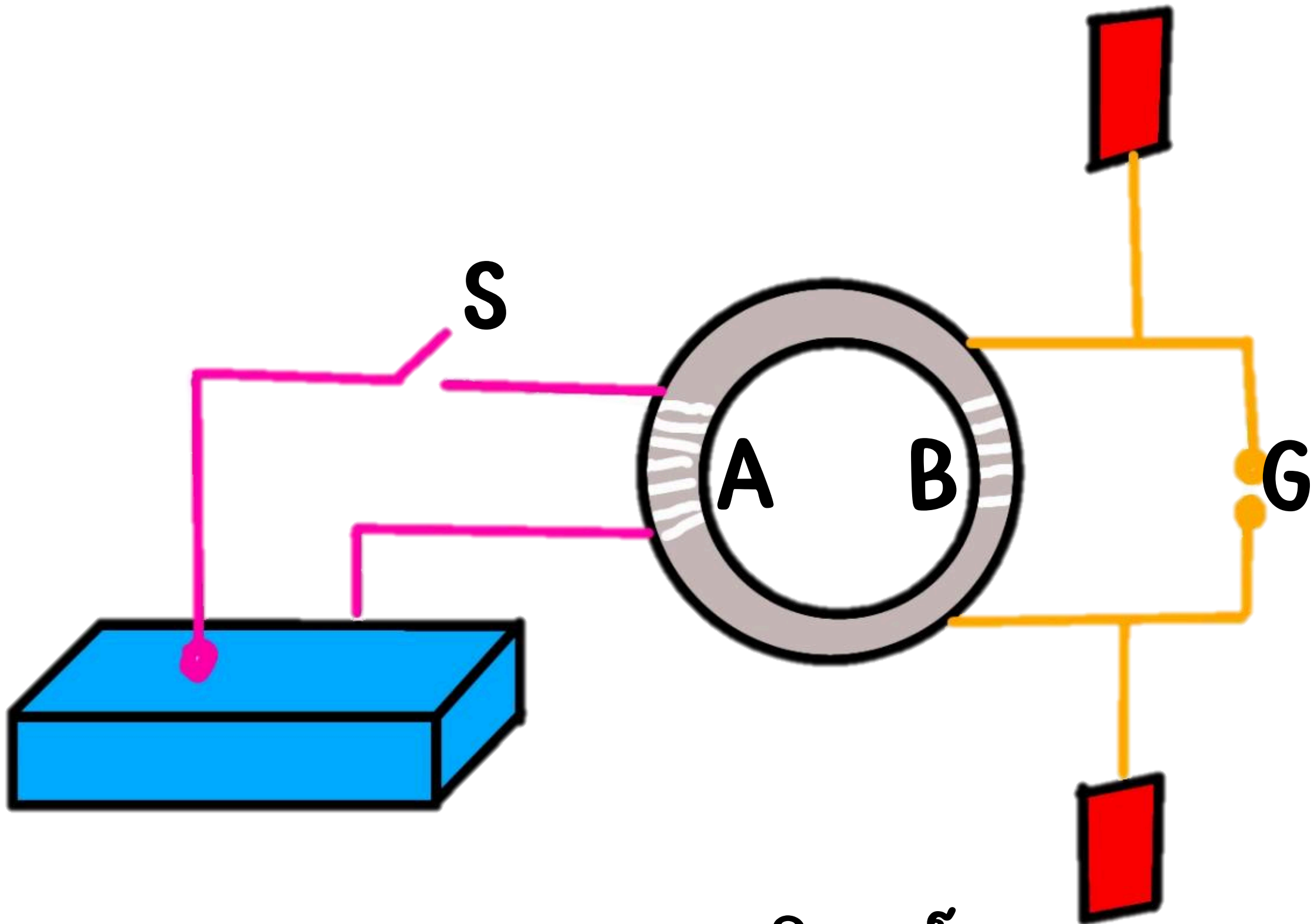


Heinrich Hertz

ซึ่งการทดลองนี้สนับสนุนการทำนายของแมกซ์เวลล์  
ว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีอยู่จริง



# 1 การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



Heinrich Hertz

การทดลองของเฮิร์ตซ์





## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

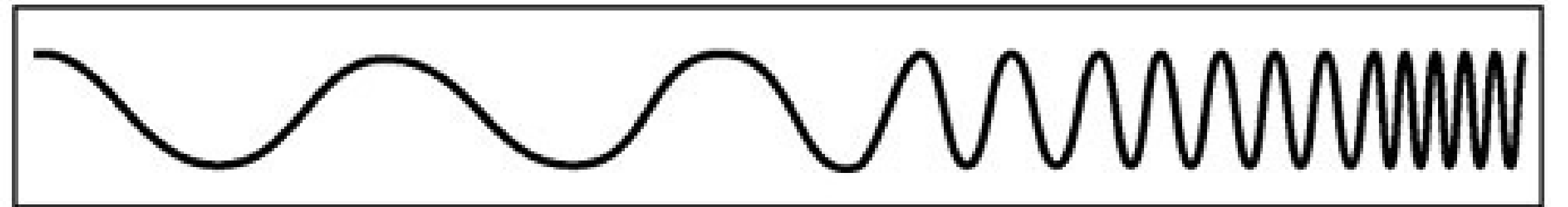
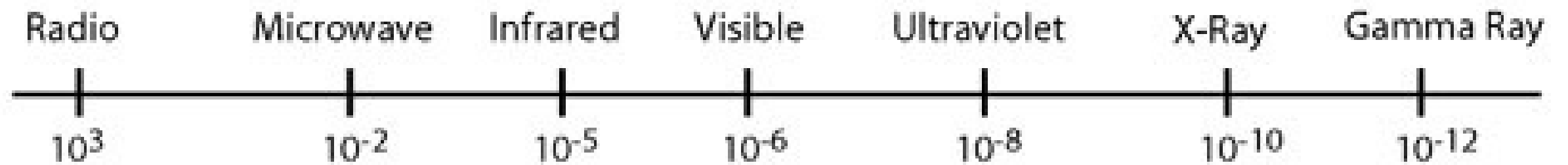
อัตราเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ ( $v$ ) กับ ความถี่ ( $f$ ) และความยาวคลื่น ( $\lambda$ ) มีความสัมพันธ์ตาม สมการ

เมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสุญญากาศอื่น ๆ อัตราเร็วและความยาวคลื่นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไป แต่ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะไม่เปลี่ยนแปลง

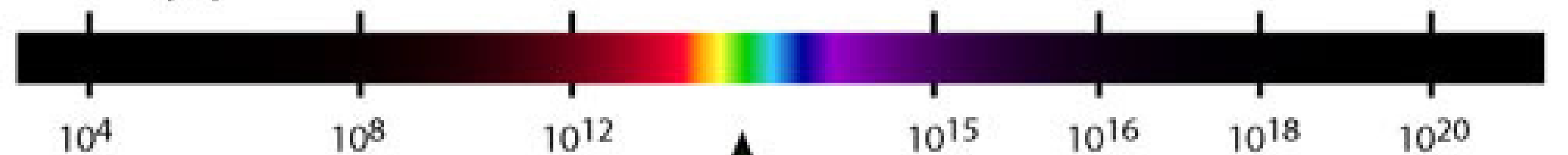
## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### THE ELECTRO MAGNETIC SPECTRUM

Wavelength  
(metres)



Frequency  
(Hz)



สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า:

- คลื่นวิทยุ (Radio waves)
- ไมโครเวฟ (Microwaves)
- รังสีอินฟราเรด (Infrared radiation)
- แสงที่ตามองเห็น (Visible light)
- รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet rays)
- รังสีเอ็กซ์ (X-rays)
- รังสีแกมมา (Gamma rays)

## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### คลื่นวิทยุ

- ผลิตจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยวงจรออสซิลเลเตอร์
- มีความถี่ในช่วง 104 - 109 เฮิรตซ์
- ใช้ในการสื่อสาร ส่งกระจายเสียงโดยใช้คลื่นฟ้าและคลื่นดิน
- สามารถเลี้ยวเบนผ่านสิ่งกีดขวางที่มีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่นได้
- โลหะมีสมบัติในการสะท้อนและดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี ดังนั้นคลื่นวิทยุจึงผ่านไม่ได้
- การกระจายเสียงออกอากาศมีทั้งระบบ F.M. และ A.M.



## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### 1.1 คลื่นวิทยุระบบเอเอ็ม (A.M. = amplitude modulation)

- มีช่วงความถี่ 530 - 1600 kHz
- สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้าไปกับคลื่นวิทยุเรียกว่า "คลื่นพาหะ"
- โดยแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง
- คลื่นระบบ A.M. สามารถส่งคลื่นได้ทั้งคลื่นดินเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขนานกับผิวโลกและคลื่นฟ้าโดยคลื่นจะไปสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แล้วสะท้อนกลับลงมา จึงไม่ต้องใช้สายอากาศตั้งสูงรับ



## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- ### 1.2 คลื่นวิทยุระบบเอฟเอ็ม (F.M. = frequency modulation)
- มีช่วงความถี่ 88 - 108 MHz
  - สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นพาหะ โดยความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง
  - คลื่นระบบ F.M. ส่งคลื่นได้เฉพาะคลื่นดินอย่างเดียว ถ้าต้องการส่งให้คลุมพื้นที่ต้องมีสถานีถ่ายทอดและเครื่องรับต้องตั้งเสาอากาศสูงๆ รับ

## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ

- มีความถี่ช่วง 108 - 1012 Hz
- มีประโยชน์ในการสื่อสาร
- ไม่สะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แต่จะทะลุผ่านชั้นบรรยากาศไปนอกโลก
- ในการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์จะต้องมีสถานีถ่ายทอดเป็นระยะๆ เพราะสัญญาณเดินทางเป็นเส้นตรง และผิวโลกมีความโค้ง ดังนั้นสัญญาณจึงไปได้ไกลสุดเพียงประมาณ 80 กิโลเมตรบนผิวโลก



## คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ

- อาจใช้ไมโครเวฟนำสัญญาณจากสถานีส่งไปยังดาวเทียม แล้วให้ดาวเทียมนำสัญญาณส่งต่อไปยังสถานีรับที่อยู่ไกลๆ เนื่องจากไมโครเวฟจะสะท้อนกับผิวโลหะได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจหาตำแหน่งของอากาศยาน เรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า **เรดาร์**
- เรดาร์ จะส่งสัญญาณไมโครเวฟออกไปกระทบอากาศยาน และรับคลื่นที่สะท้อนกลับจากอากาศยาน ทำให้ทราบระยะห่างระหว่างอากาศยานกับแหล่งส่งสัญญาณไมโครเวฟได้
- คลื่นไมโครเวฟ ทำให้โมเลกุลของน้ำ และน้ำมันในอาหารเกิดการสั่นจนกลายเป็นความร้อนในการปรุง หรืออุ่นอาหาร



## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

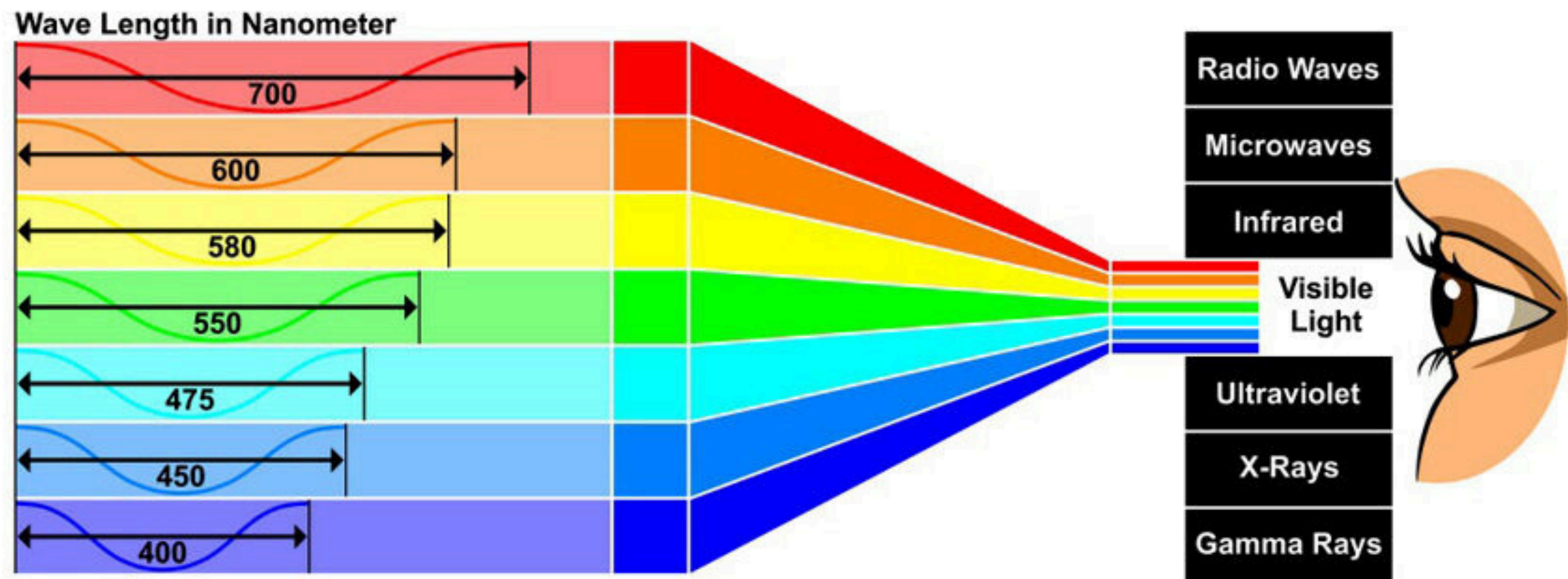
### รังสีอินฟราเรด (infrared rays)

- มีช่วงความถี่  $10^{11}$  -  $10^{14}$  Hz หรือความยาวคลื่นตั้งแต่  $10^{-3}$  -  $10^{-6}$  เมตร ซึ่งมีช่วงความถี่คาบเกี่ยวกับไมโครเวฟ
- รังสีอินฟราเรดสามารถใช้กับฟิล์มถ่ายภาพบางชนิดได้
- ใช้เป็นการควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรล กับเครื่องรับโทรทัศน์ได้
- ใช้ควบคุมจรวดนำวิถี
- สิ่งมีชีวิตแม่ IR ออกมาตลอดเวลา เพราะเป็นคลื่นความร้อน
- ใช้ในการสื่อสาร เช่น ถ่ายภาพพื้นโลกจากดาวเทียม,
- ใช้เป็นพาหะนำสัญญาณในเส้นใยนำแสง (optical fiber)

## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### แสง (light)

แสงมีช่วงความถี่  $10^{14}\text{Hz}$  หรือความยาวคลื่น  $4 \times 10^{-7} - 7 \times 10^{-7}$  เมตร เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประสาทตาของมนุษย์รับรู้ได้ สเปกตรัมของแสงสามารถแยกได้ดังนี้





## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet rays)

- รังสีอัลตราไวโอเล็ต หรือ รังสีเหนือม่วง มีความถี่ช่วง 10<sup>15</sup> - 10<sup>18</sup> Hz เป็นรังสีตามธรรมชาติส่วนใหญ่มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์
- UV ทำให้เกิดประจุอิสระและไอออนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์
- สามารถทำให้เชื้อโรคบางชนิดตายได้ แต่มีอันตรายต่อผิวหนังและตากัน
- ใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ตในการแพทย์โดยใช้ฆ่าเชื้อโรค ทำความสะอาดเครื่องมือแพทย์
- UV ช่วยสร้างวิตามินดี ในร่างกายมนุษย์

## 2 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### รังสีเอกซ์ (X-rays)

- มีความถี่ช่วง  $10^{16} - 10^{22}$  Hz มีความยาวคลื่นระหว่าง  $10^{-8} - 10^{-13}$  เมตร
- สามารถทะลุสิ่งกีดขวางหนาๆ ได้
- หลักการสร้างรังสีเอกซ์คือ การเปลี่ยนความเร็วของอิเล็กตรอน
- ประโยชน์ทางการแพทย์ในการตรวจดูความผิดปกติของอวัยวะภายในร่างกาย
- ในวงการอุตสาหกรรมใช้ในการตรวจหารอยร้าวภายในชิ้นส่วนโลหะขนาดใหญ่
- ใช้ตรวจหาอาวุธปืนหรือระเบิดในกระเป๋าเดินทาง และศึกษาการจัดเรียงตัวของอะตอมในผลึก

## 2 สเปกตัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### รังสีแกมมา

- รังสีแกมมามีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้ามีความถี่สูงกว่ารังสีเอกซ์
- เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์และสามารถกระตุ้นปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้
- มีอำนาจทะลุทะลวงสูง
- ใช้โคบอลต์ 60 เพื่อรักษาโรคมะเร็ง
- ใช้ไอโอดีน 1-3-1 เพื่อรักษาโรคคอพอก
- นำไปใช้ในการตรวจสอบรอยร้าวและรอยร้าวของเครื่องใช้ที่ทำจากโลหะ
- ใช้ในการศึกษาการดูดซึมของแร่ธาตุของรากพืชและการสังเคราะห์แสง
- ใช้ในการรักษาโรคพืชบางชนิด/ใช้เปลี่ยนแปลงพันธุพืช

3

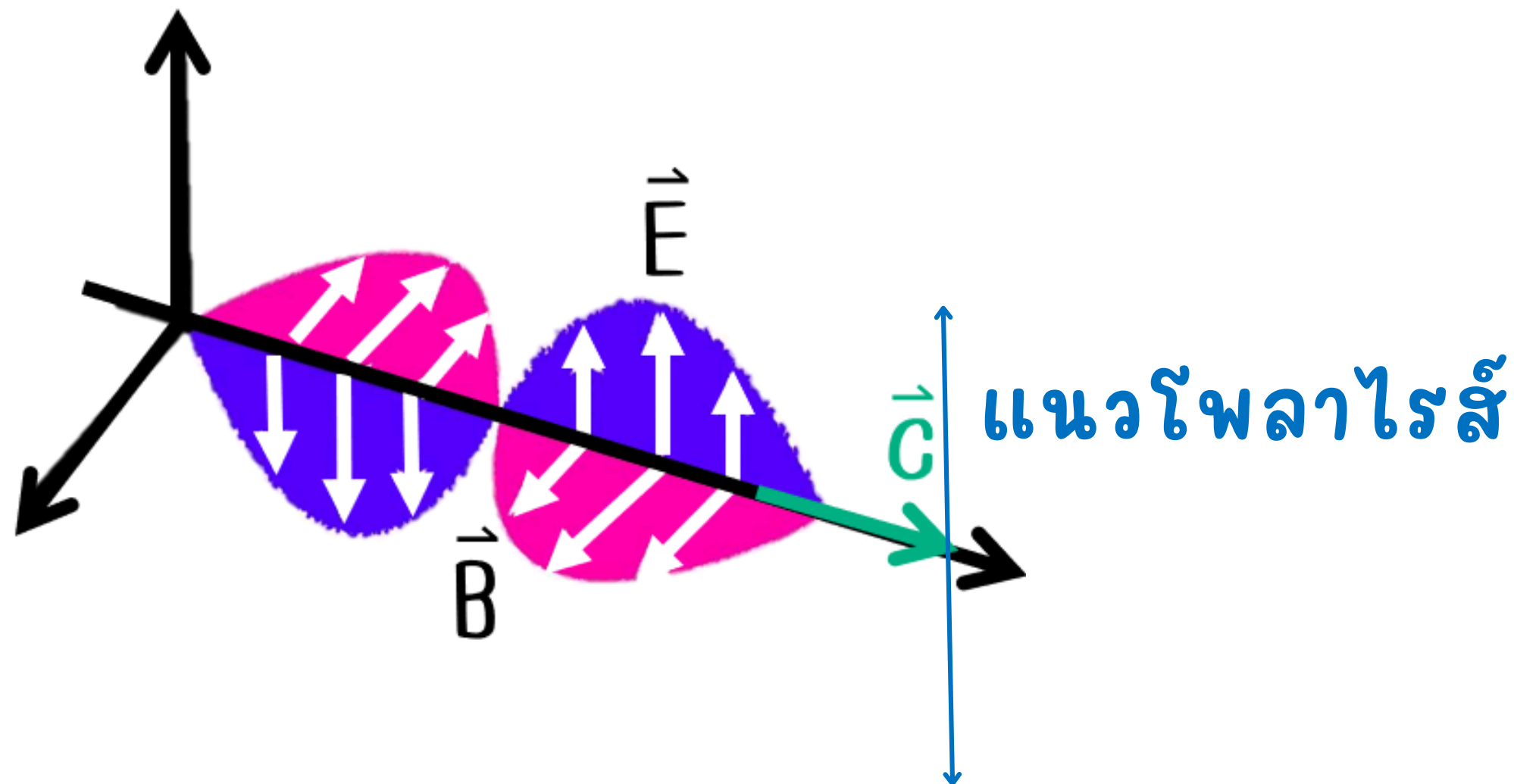
# โพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



แหล่งกำเนิดแสงทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ จะมีสนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาอยู่ในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ แสงจากแหล่งกำเนิดแสงเหล่านี้จึงเป็น **แสงไม่โพลาริส์ (unpolarized light)**

### 3 โพลารไรเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

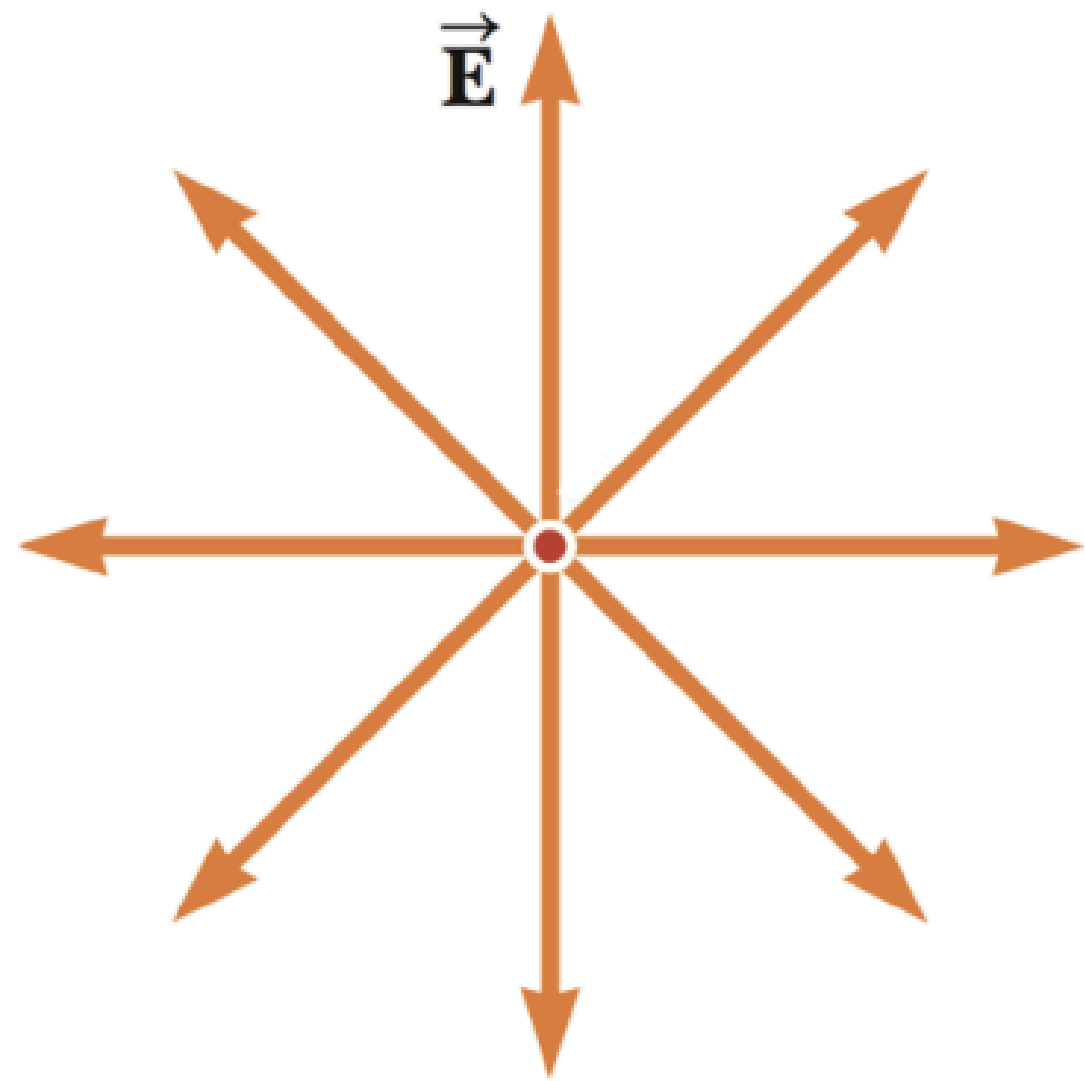
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงกลับไปมาในระนาบเดียว เรียกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลักษณะนี้ว่า **คลื่นโพลารไรส์เชิงเส้น (polarized light)**



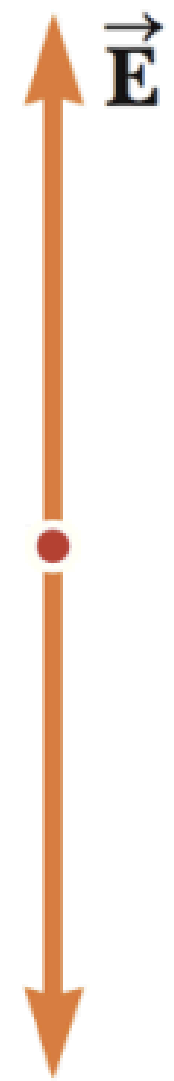


# 3

## โพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



(ก)



(ข)

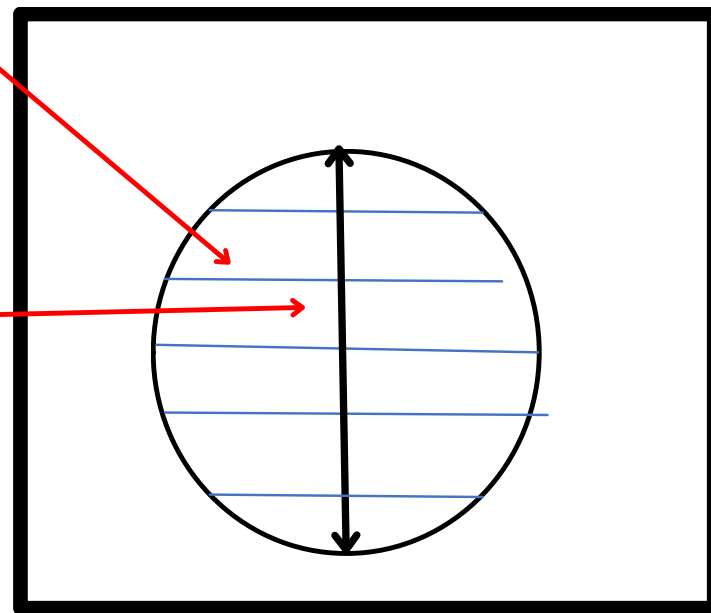
- (ก) สหามไฟฟ้าของแสงไม่โพลาริเซชัน
- (ข) สหามไฟฟ้าของแสงโพลาริเซชัน

### 3 โพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- แสงไม่โพลาไรส์ เมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางอยู่ในระนาบเดียวกับแนวโพลาไรส์ของแผ่นโพลาไรซ์
- แสงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ออกมาจึงเป็นแสงโพลาไรส์เชิงเส้น (linear polarized light)
- สมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่า โพลาริเซชัน (polarization)

แนวการเรียงตัว  
ของโมเลกุล

แนวโพลาไรส์



แผ่นโพลาไรซ์

# 3

## โพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

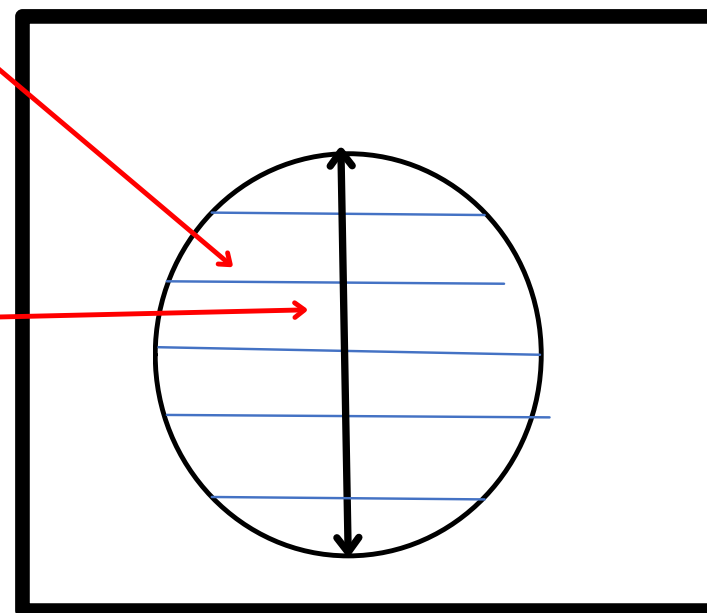
### แผ่นโพลาไรซ์

- มีโมเลกุลของโพลิไวนิลแอลกอฮอล์ฝัง อยู่ในเนื้อพลาสติก
- สนามไฟฟ้าที่มีทิศตั้งฉากกับแนวการเรียงตัวของโมเลกุล จะผ่านแผ่นโพลาไรซ์ออกไปได้
- ส่วนสนามไฟฟ้าที่มีทิศขนานกับ แนวการเรียงตัวของโมเลกุล จะถูกโมเลกุลดูดกลืน

แนวโพลาไรส์ จะตั้งฉากกับ  
แนวการเรียงตัวของโมเลกุล

แนวการเรียงตัว  
ของโมเลกุล

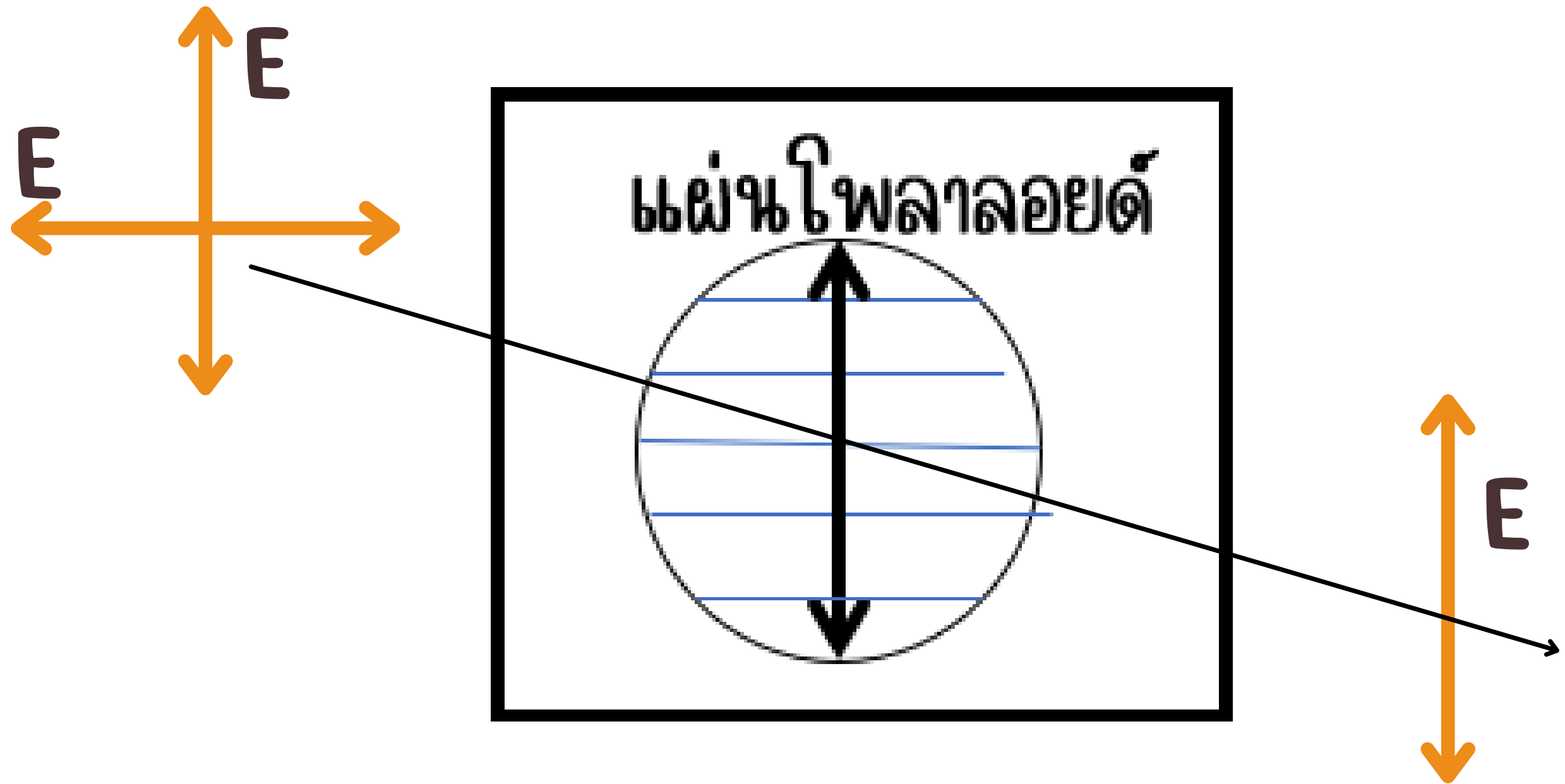
แนวโพลาไรส์



แผ่นโพลาไรซ์



# 3 โพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

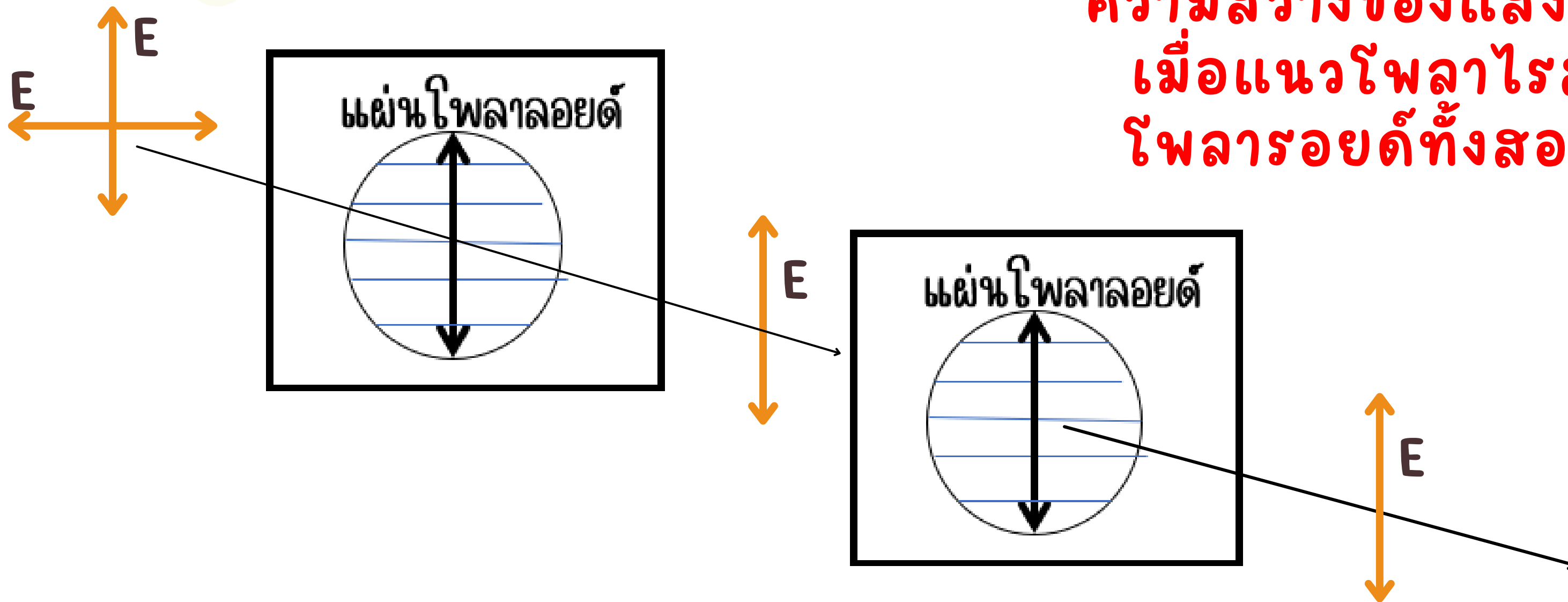


สนามไฟฟ้าของแสงที่ผ่านโพลารอยด์

3

# โพลาไรเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ความสว่างของแสงจะมากที่สุด  
เมื่อแนวโพลาไรส์ของแผ่น  
โพลาไรซ์ทั้งสองขนานกัน

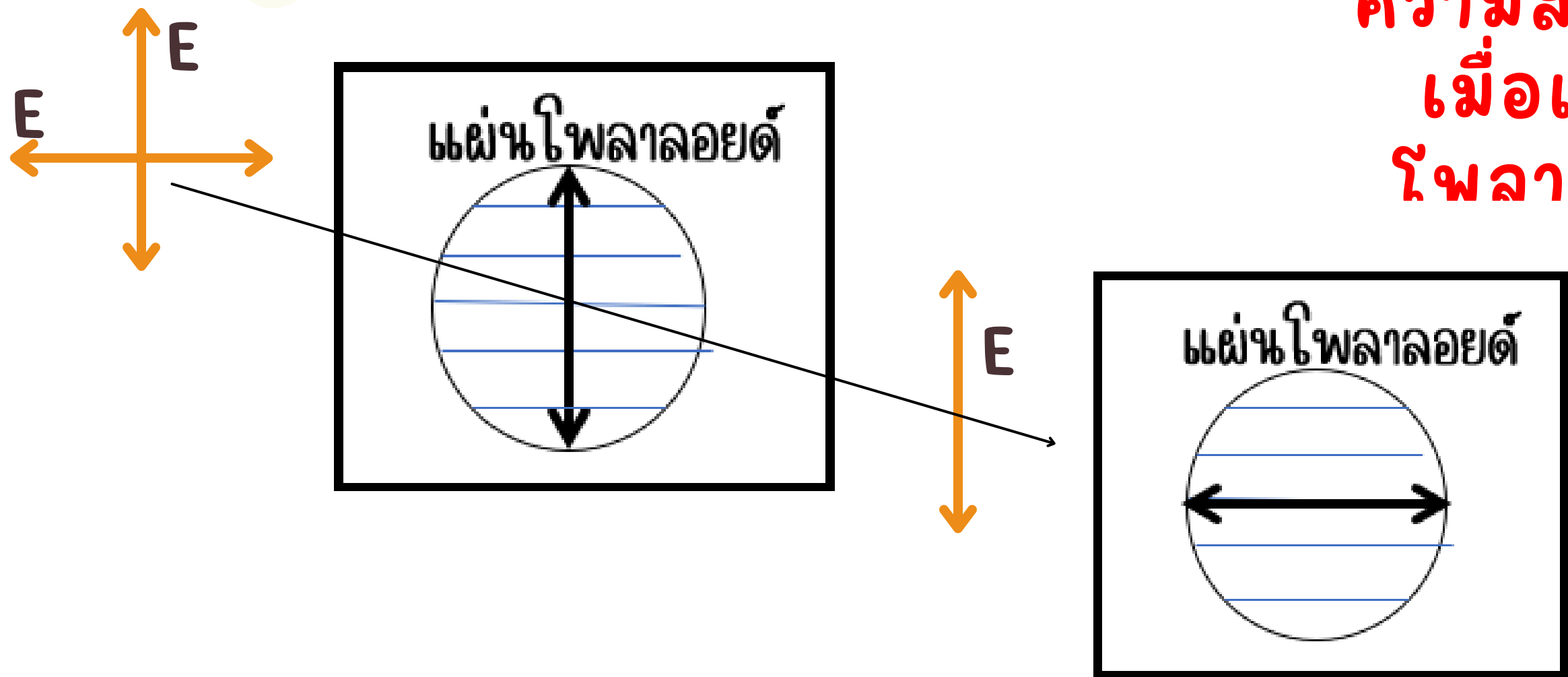


สนามไฟฟ้าของแสงไม่โพลาไรส์ที่ผ่านแผ่น  
โพลาไรซ์สองแผ่นที่มีแนวขนานกัน

3

# โพลาไรเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ความสว่างของแสงจะน้อยที่สุด  
เมื่อแนวโพลาไรส์ของแผ่น  
โพลาไรซ์ทั้งสองตั้งฉากกัน

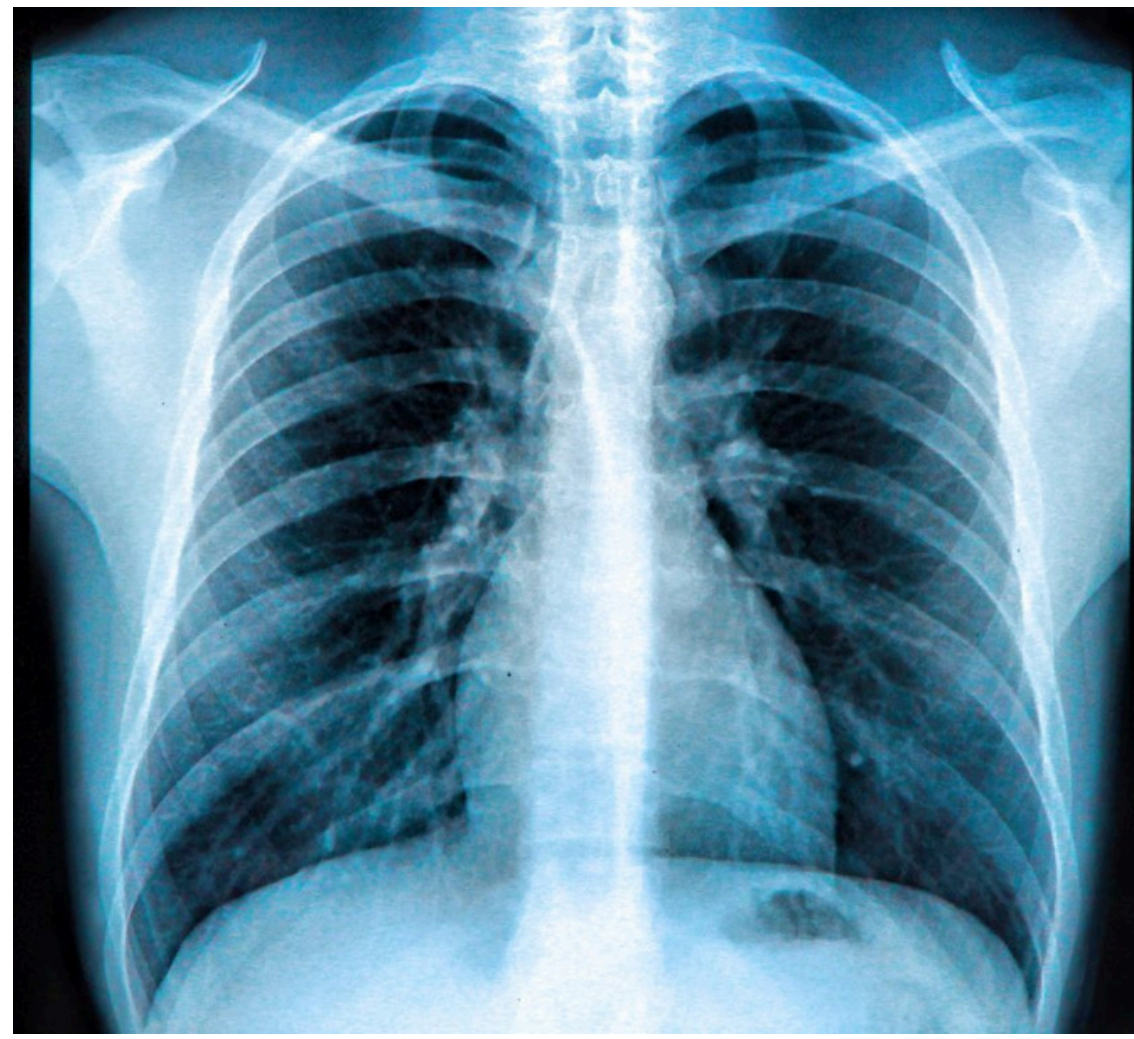
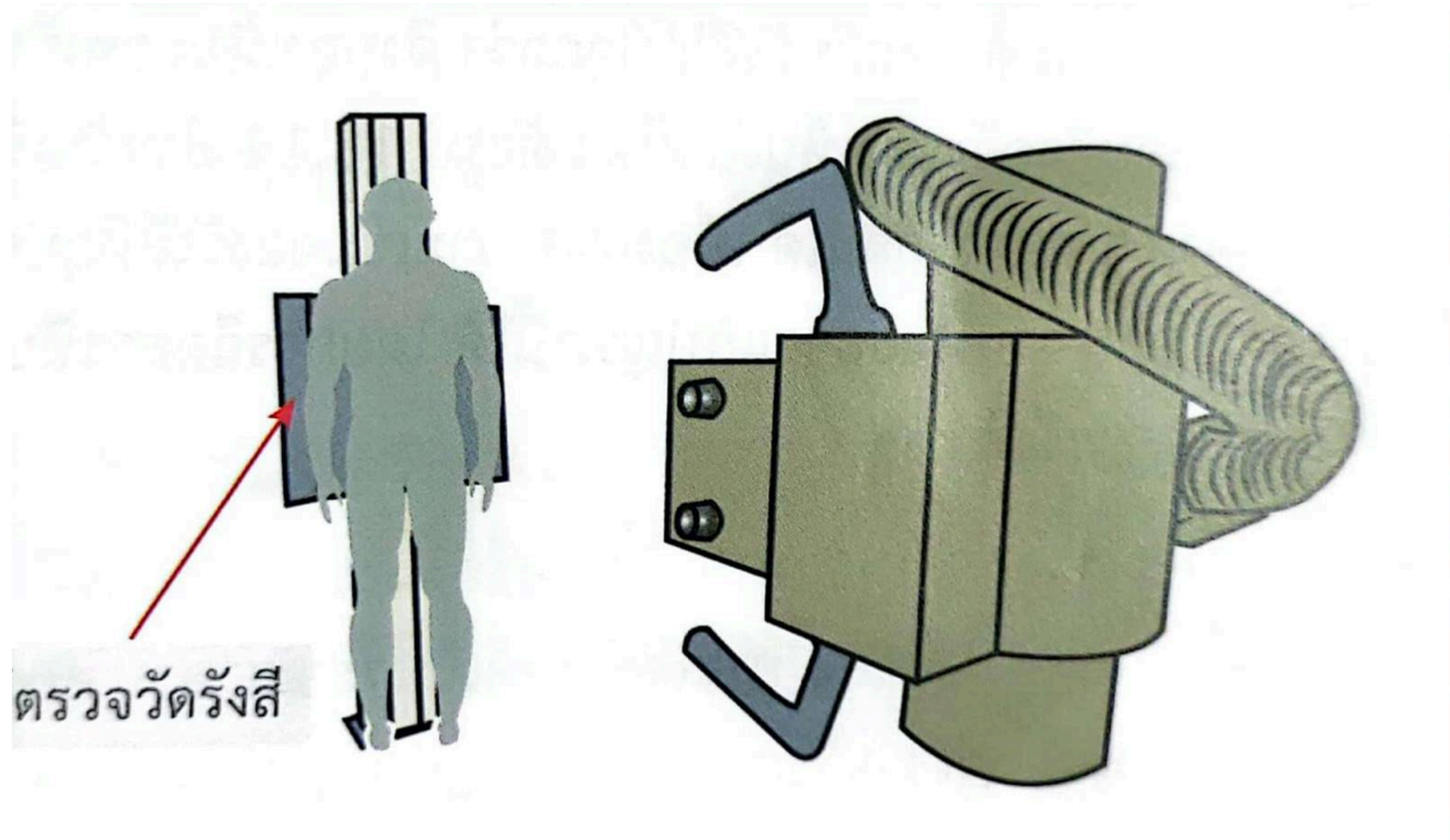


สนามไฟฟ้าของแสงไม่โพลาไรส์ที่ผ่านแผ่น  
โพลาไรซ์สองแผ่นที่มีแนวตั้งฉากกัน

# 4

## การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

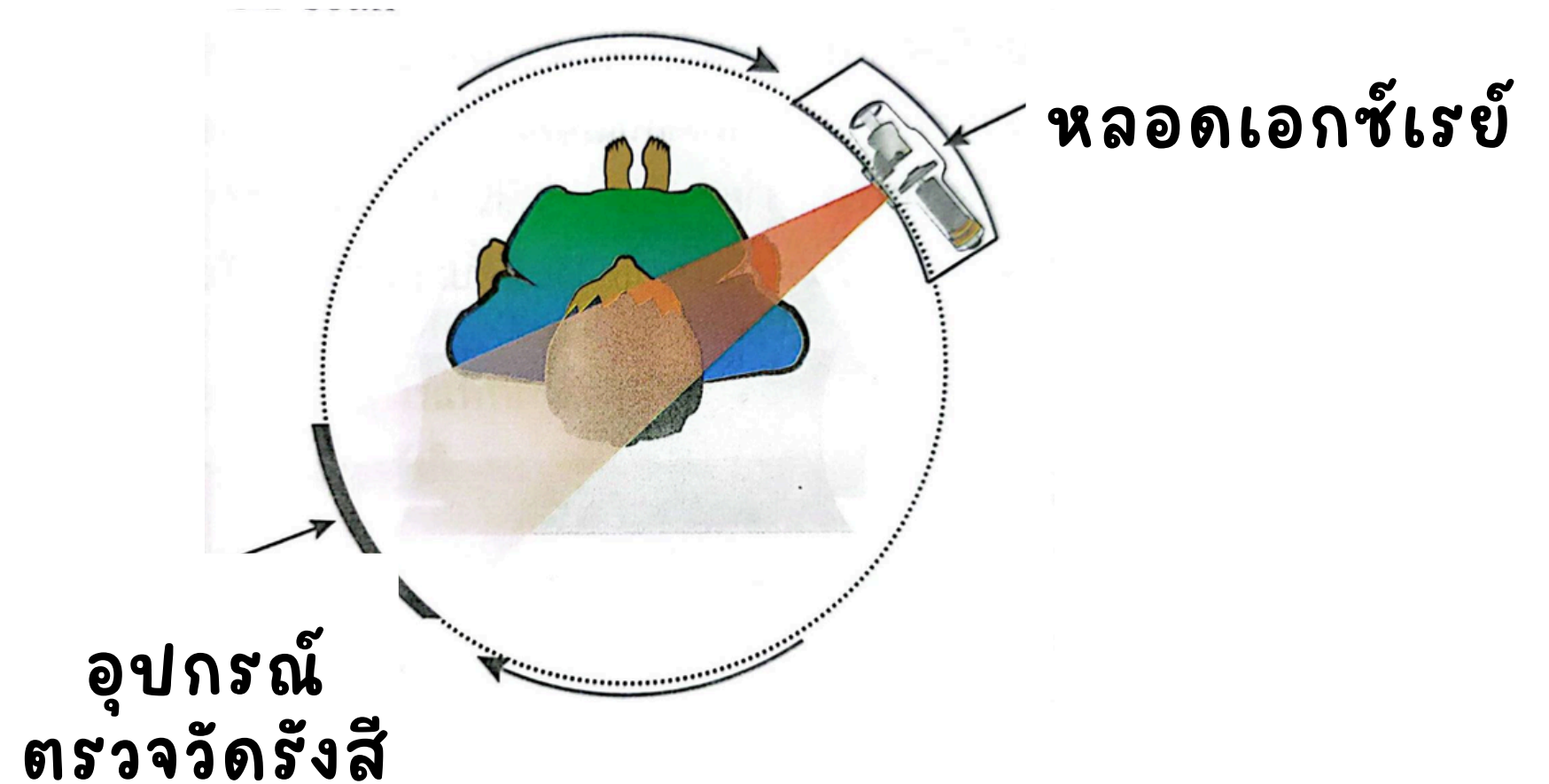
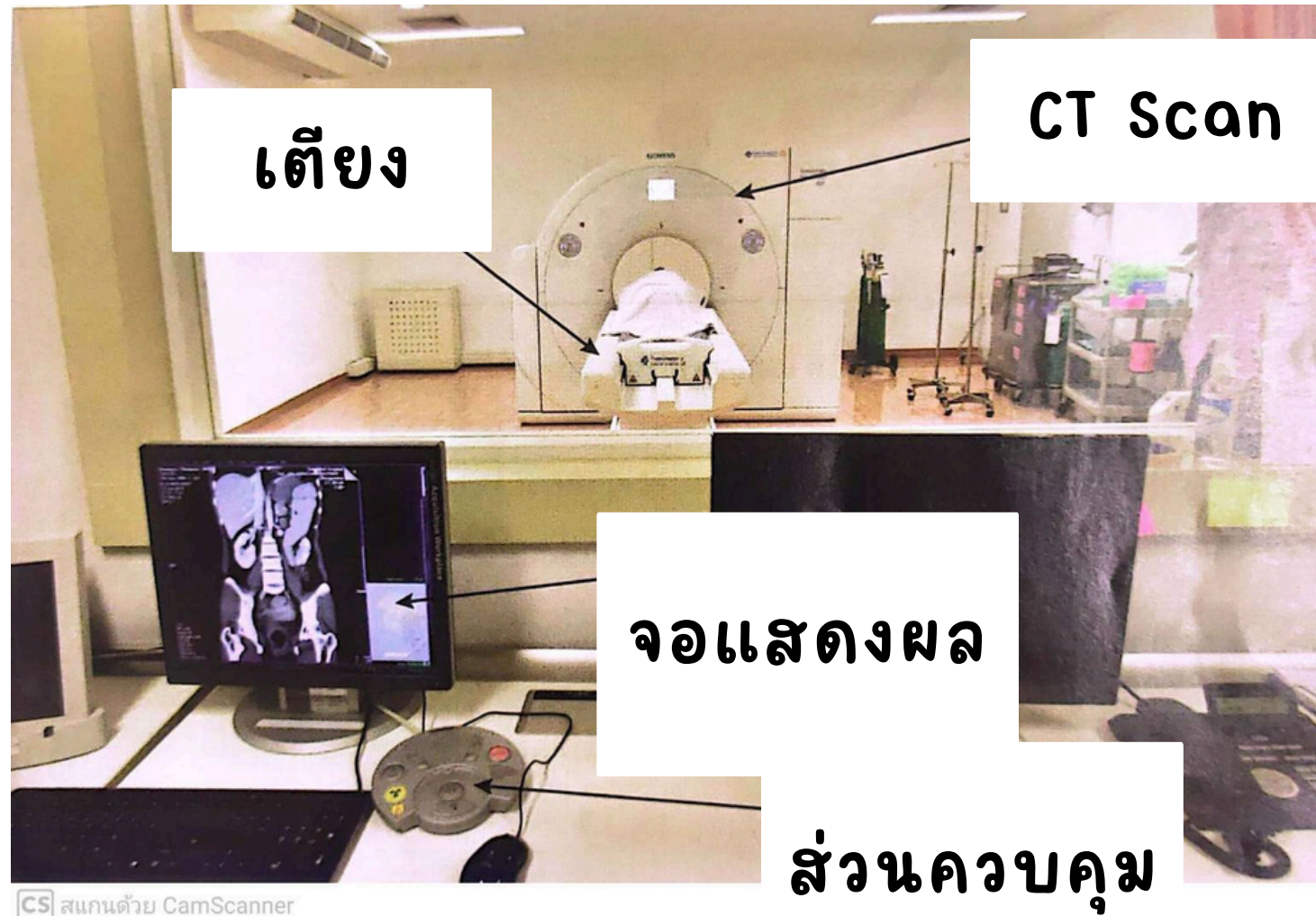
### 1. เครื่องฉายรังสีเอกซ์ (X-ray machine)



เป็นอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงรังสีเอกซ์ฉายผ่านร่างกายในบริเวณที่ต้องการวินิจฉัย

# 4 การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

## 2. เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT Scan)



เป็นอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงรังสีเอกซ์ฉายกราด (scan) ผ่านทั่วอวัยวะหรือร่างกาย และสร้างภาพที่เห็นรายละเอียดโครงสร้างของอวัยวะในร่างกาย

# 4

## การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### 3. เครื่องควบคุมระยะไกล หรือรีโมทคอนโทรลเลอร์



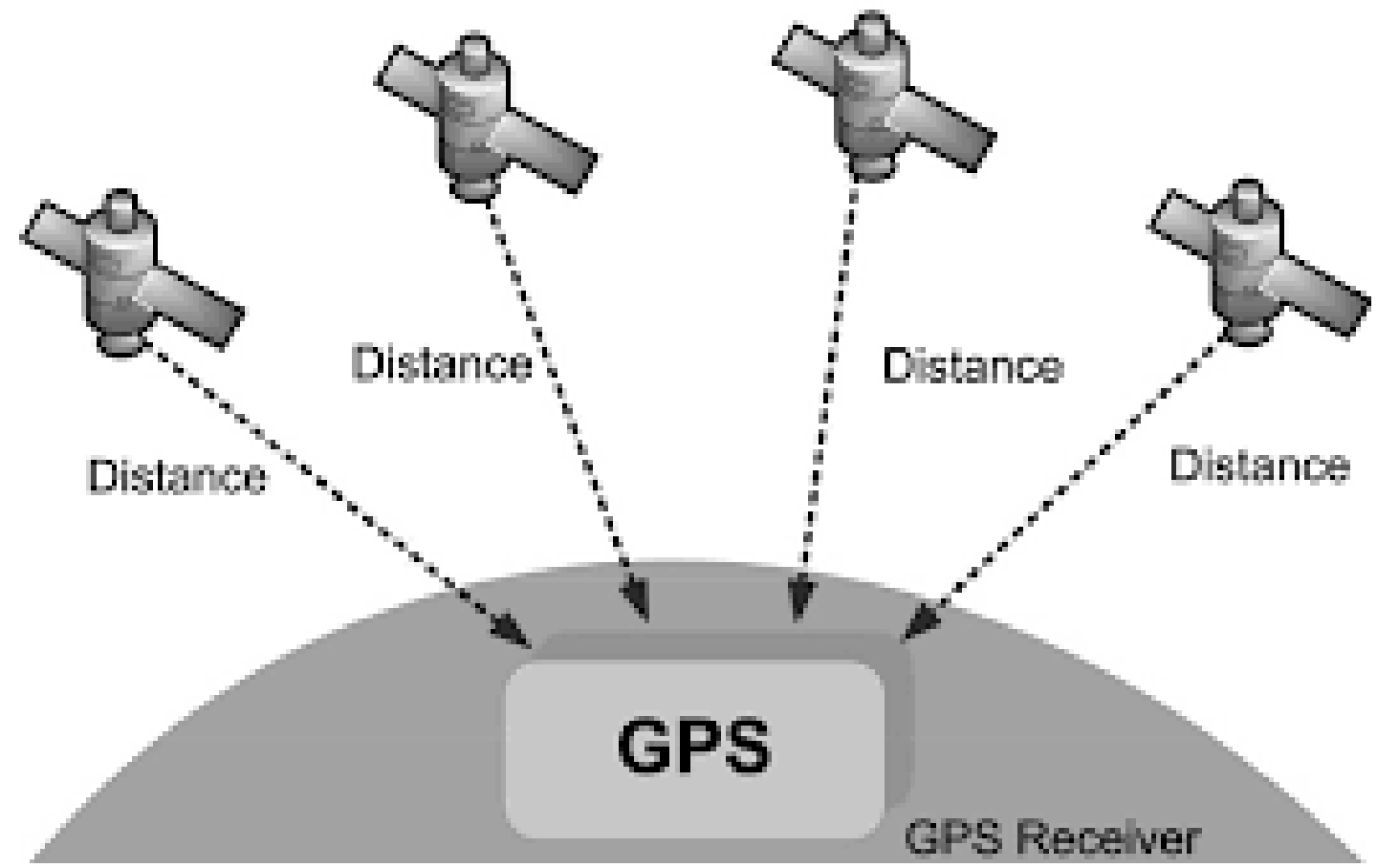
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงรังสีอินฟราเรด สำหรับส่งผ่านข้อมูลไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม

# 4

## การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### 4. เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก หรือ GPS

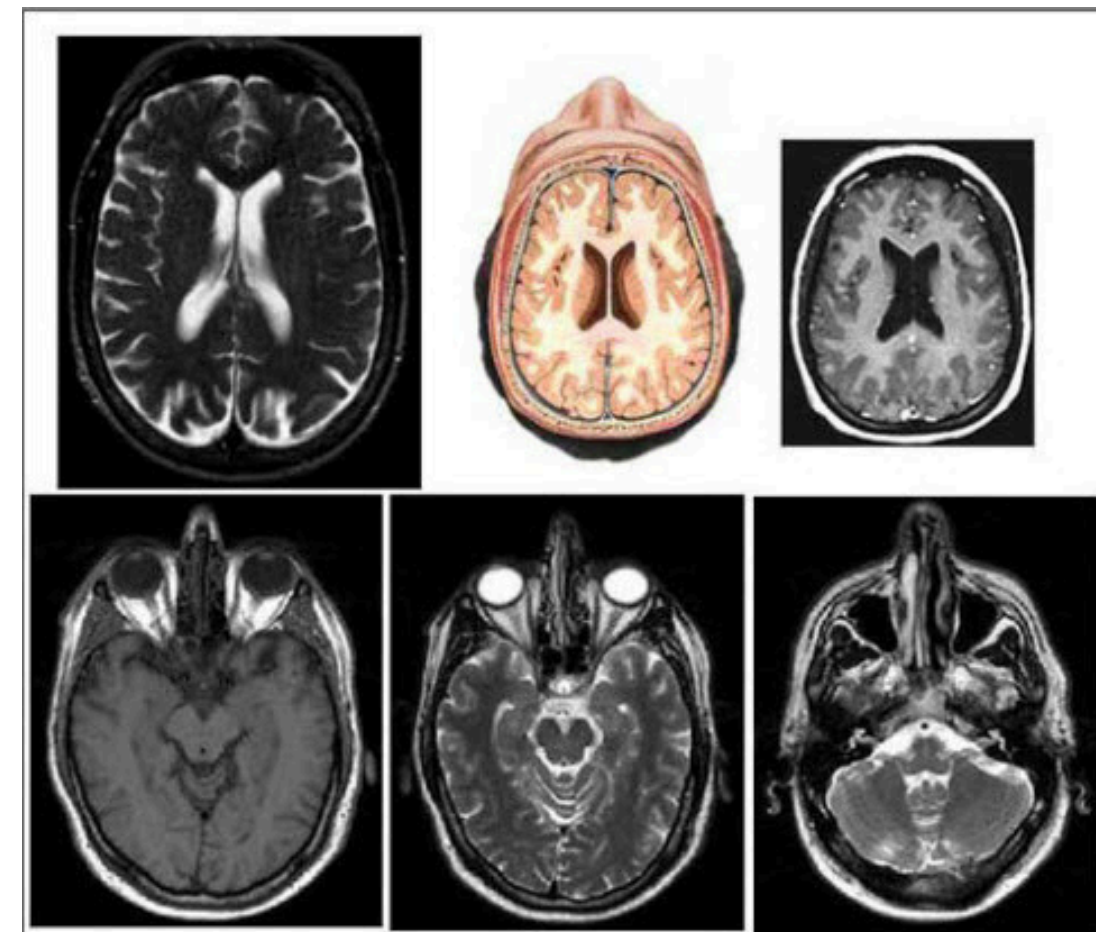
การระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ปัจจุบันใช้ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกหรือจีพีเอส (Global positioning system หรือ GPS) ซึ่งประกอบไปด้วยศูนย์ควบคุมภาคพื้นดิน ดาวเทียมส่งสัญญาณ และเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก



## 4 การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

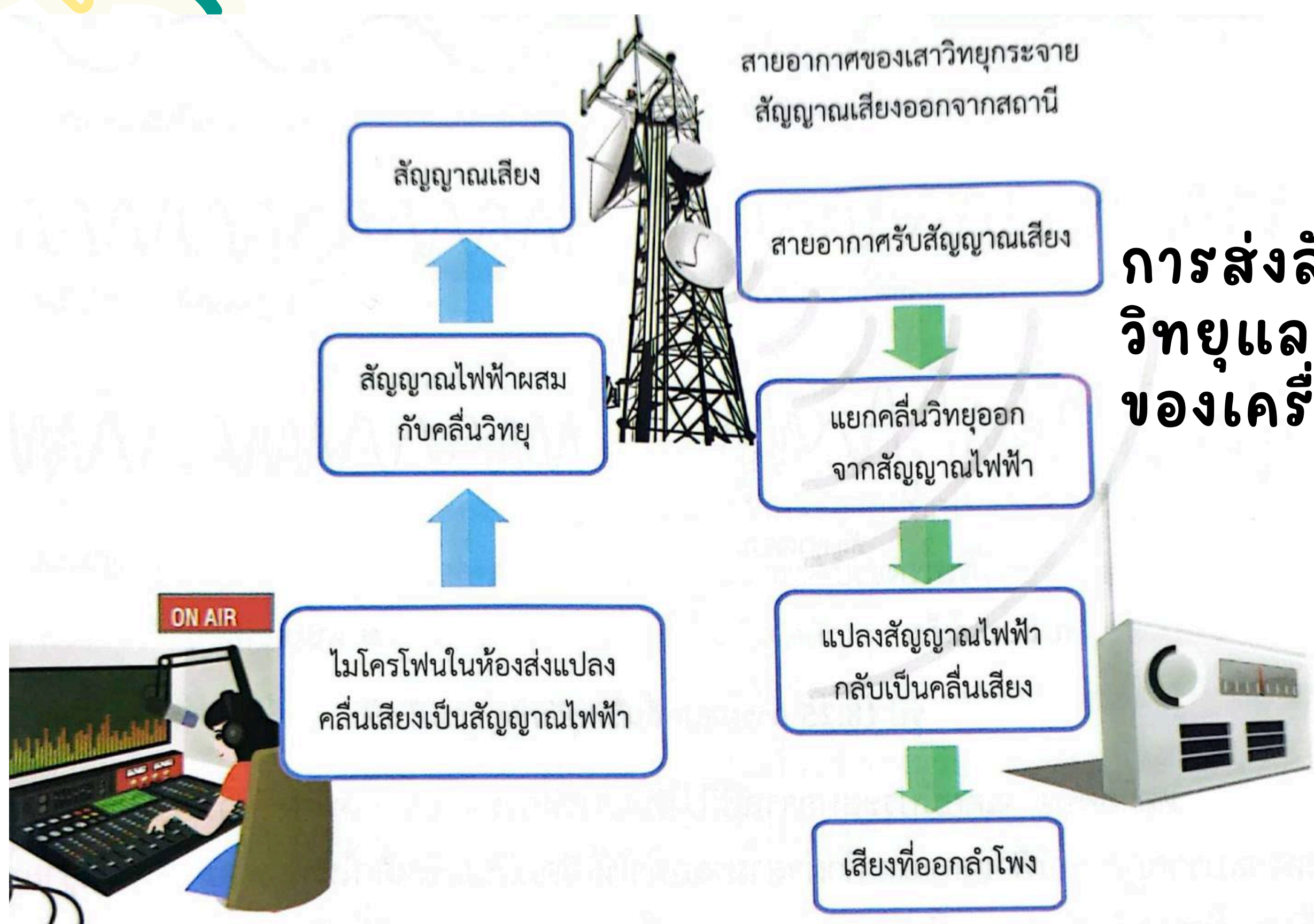
### 5. เครื่องฉายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก หรือ MRI

เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้ประกอบการวินิจฉัยโรค ซึ่งสามารถแยกภาพฉายเนื้อเยื่อต่างชนิดกันเป็นภาคตัดขวาง และภาพ 3 มิติได้ โดยอาศัยคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กของนิวเคลียสของไฮโดรเจน



# 5

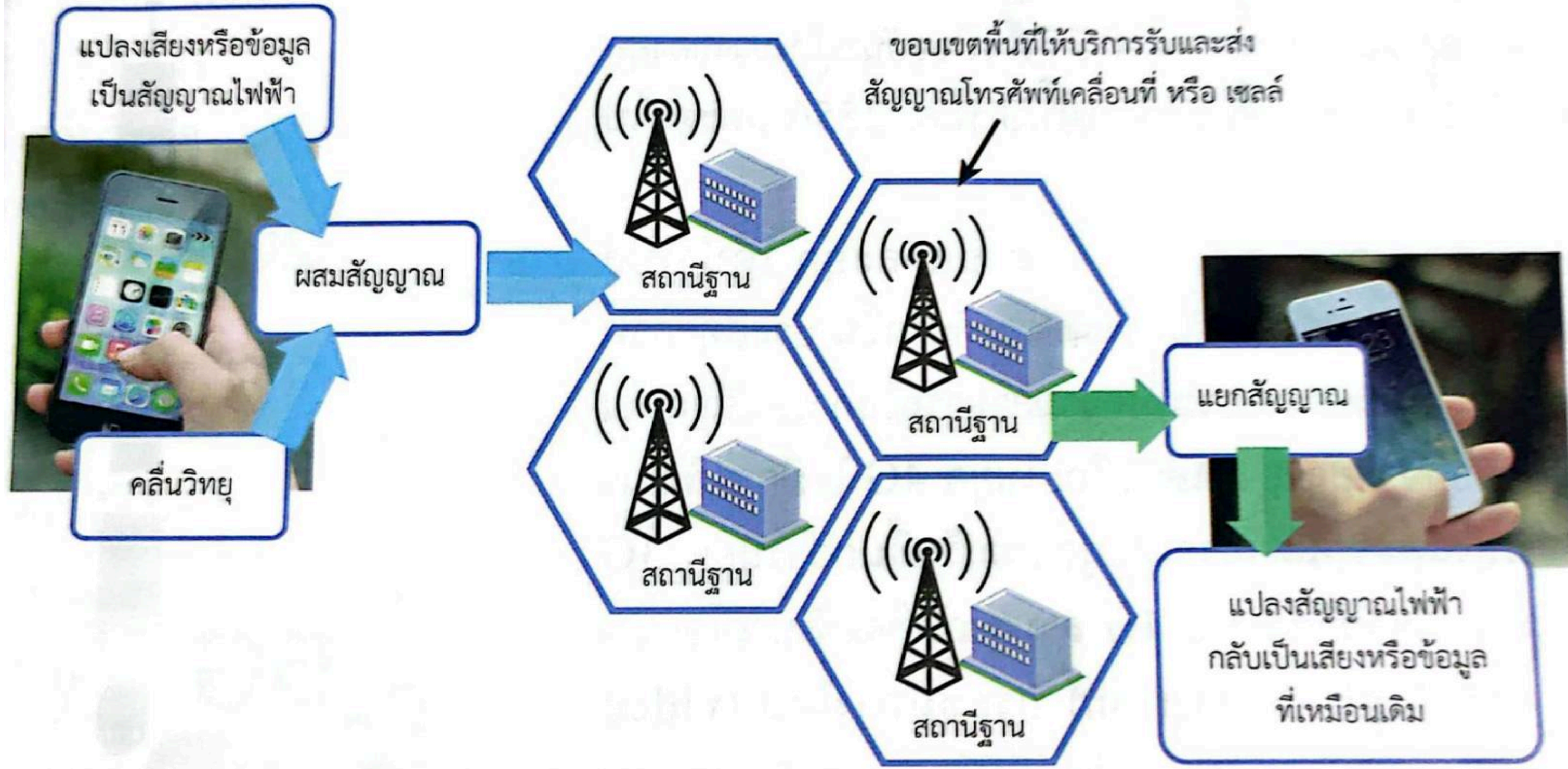
# การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



**การส่งสัญญาณเสียงของสถานีวิทยุและการรับสัญญาณเสียงของเครื่องรับวิทยุ**

# 5

# การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

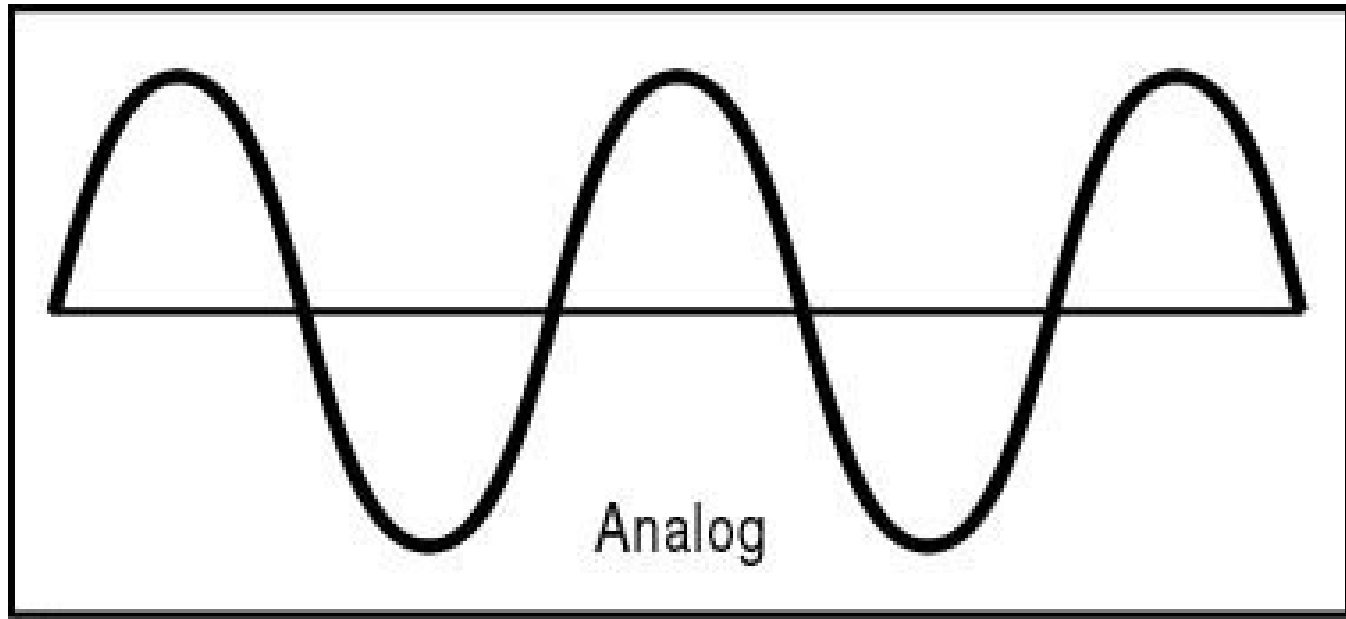


การรับและส่งสัญญาณของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

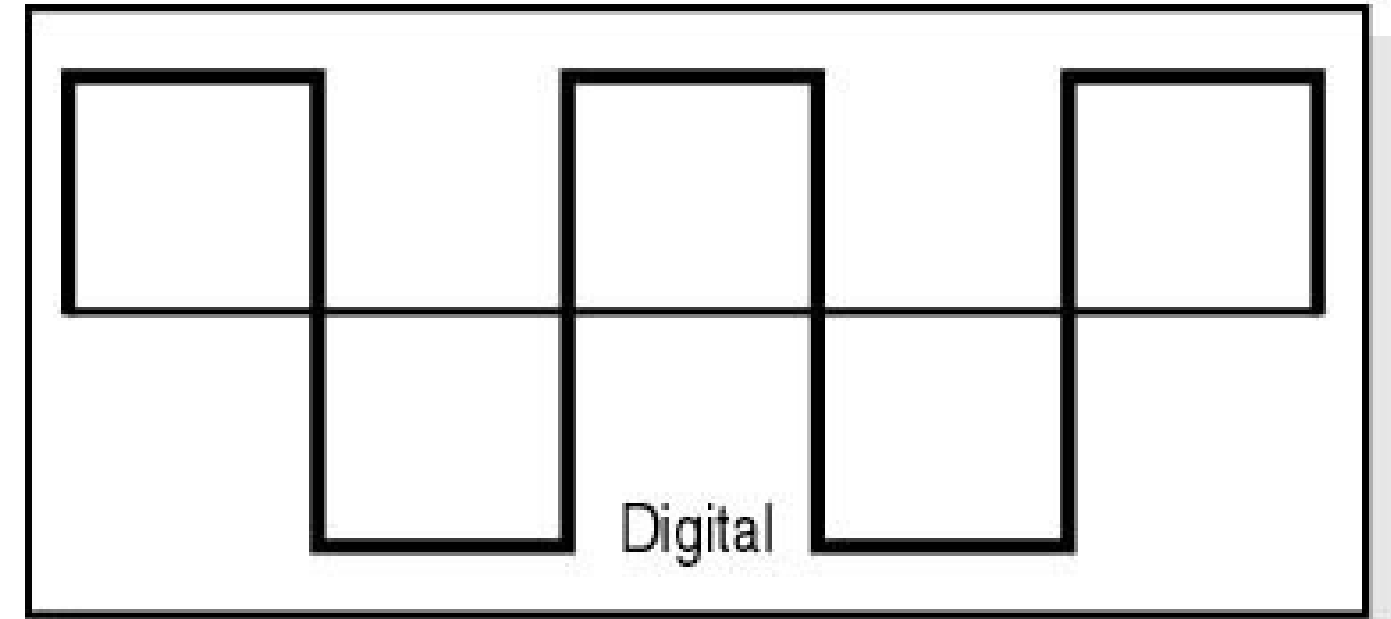
# 6

## การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

### สัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิทัล



ก. สัญญาณแอนะล็อก



ข. สัญญาณดิจิทัล

- สัญญาณแอนะล็อก เป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่องตามเวลา
- สัญญาณดิจิทัล เป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงสองสถานะ เช่น มีหรือไม่มี เปิดหรือปิด โดยไม่มีค่าระหว่างสองสถานะ