

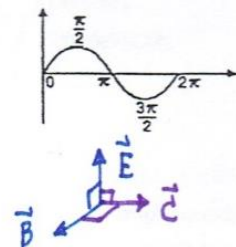
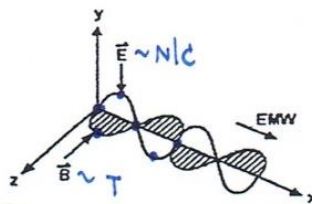


CHAPTER ELETROMAGNATICS WAVE

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า $\sim 3 \times 10^8$ m/s (O-NET)

เป็นคลื่นตามขวางไม่ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่ ประกอบด้วย $\vec{E}$ และ $\vec{B}$ ตั้งฉากกัน และมีสมบัติที่สำคัญ คือ

1. $\vec{E} \perp \vec{B}$
2. ณ จุดใด ๆ $\vec{E}$ และ $\vec{B}$ มีเฟสเดียวกัน
3. มีความเร็วในอากาศ $= 3 \times 10^8$ m/s
4. มีทิศทางตาม $\vec{E} \times \vec{B} = \vec{C}$
5. เกิดจากการเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องระหว่าง $\vec{E}$ และ $\vec{B}$ ไม่ว่าจะเป็นตัวนำ ฉนวน หรือ ที่ว่างเปล่า



① ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของ Maxwell มี 4 ข้อ

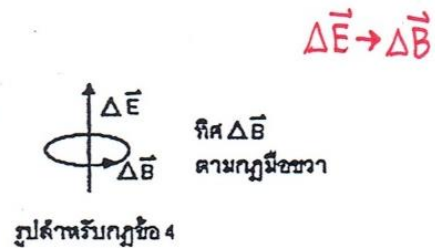
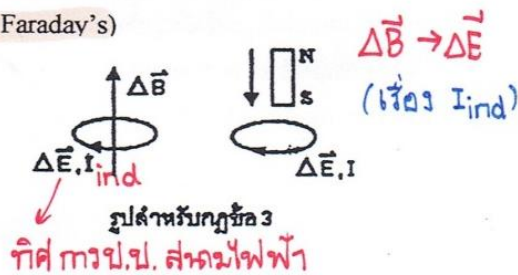
1. เกี่ยวกับ $\vec{E} \rightarrow$ เกิดจากประจุไฟฟ้า ($E = \frac{kQ}{r^2}$)
(Coulomb)

2. เกี่ยวกับ $\vec{B} \rightarrow$ เกิดจาก I
(Oersted)



3. บริเวณใด ๆ (ตัวนำ, ที่ว่าง, ฉนวน) ถ้า $\vec{B}$ เปลี่ยนแปลง จะทำให้เกิด $\vec{E}$ เหนี่ยวนำ ซึ่งจะนำไปหา I เหนี่ยวนำ (จากกฎ Faraday's)

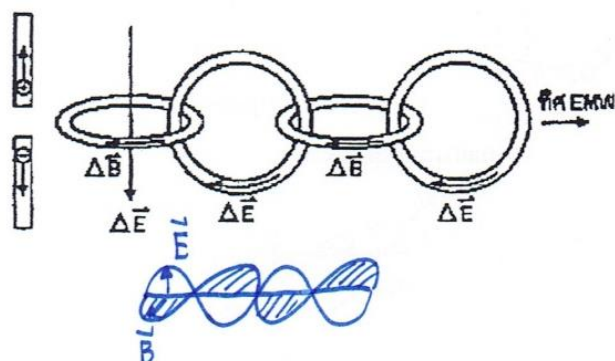
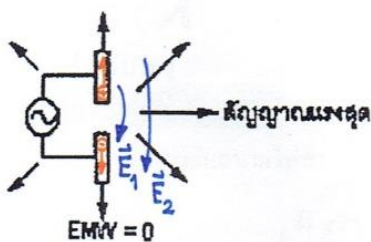
4. บริเวณใด ๆ ถ้า $\vec{E}$ เปลี่ยน จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$



② การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสายอากาศ

or ความหนาแน่น (จี เปลี่ยน)

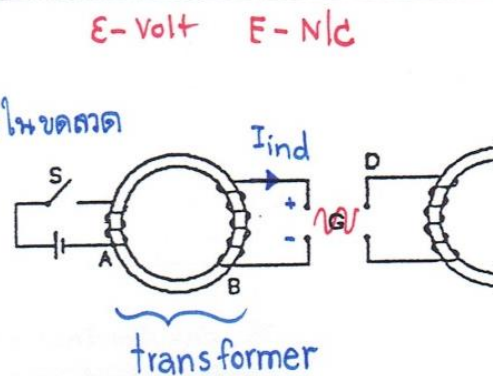
EMW จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วย ความเร่ง โดยมีแนวส่งในสายอากาศ ดังรูป



③ การทดลองคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของเฮิร์ตซ์

การทดลองและผลการทดลอง

1. ใช้สวิตช์ S แบบสั่น เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ϕ
2. เห็นขั้วนำให้เกิด $I_{\text{เหนี่ยวนำ}}$ ที่ขดลวด B คล้ายหม้อแปลง
3. เกิด $E_{\text{เหนี่ยวนำ}}$ ในขดลวด B ทำให้อากาศช่องแคบ G แฉกตัว (Spark) e^- กระโดดข้ามไปมาเกิดความร้อน
4. เกิด EMW ทำให้เกิด Spark ที่ D



④ สเปกตรัมของคลื่น EMW คือ คลื่นในช่วง f ต่างกัน

ชนิดของคลื่นเรียงลำดับจากความถี่น้อย (λ มาก) ไปความถี่มาก (λ น้อย)

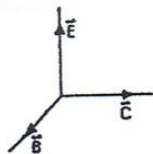
คลื่นไฟฟ้าได้

- A.C. (กระแสสลับใช้ตามบ้าน) ใช้ตามบ้าน
- คลื่น A.M. สะท้อนบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ มีคลื่นไฟฟ้าและคลื่นคั่น การส่งผสมกันระหว่างสัญญาณเสียง + คลื่นพาหะ (คลื่นวิทยุ) โดย f คงที่ Amplitude เปลี่ยนแปลง
- คลื่น F.M. สะท้อนไม่ได้ รวมกับคลื่นพาหะ f เปลี่ยนแปลง Amplitude คงที่ (*T.V. ส่งภาพ A.M., เสียง F.M.)
- โทรทัศน์, ไมโครเวฟ, เรดาร์ สะท้อนโลหะได้ดี สามารถตรวจจับคลื่นโดยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์
- IR หรือรังสีอินฟราเรด ทะลุเมฆหมอก, องค์ประกอบรีโมทคอนโทรล, เกิดจาก Heat สามารถตรวจจับโดยใช้แผ่นฟิล์ม, ประสาทผิวหนังไวต่อคลื่นชนิดนี้
- แสงที่มองเห็น $4 \times 10^{-7} \rightarrow 7 \times 10^{-7}$ (ม่วง - แดง) ประยุกต์กำเนิดแสงเลเซอร์ วัตถุที่ Temp. สูง จะให้แสง f สูง (ควาถูกยสีน้ำเงิน Temp. > ควาถูกยสีแดง)
- UV (เหนือม่วง) บรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์แตกตัว ผ่านแก้วไม่ได้ เพราะจะเปลี่ยนไปเป็น Heat ผ่านแร่ควอทซ์ได้ดี
- X-ray ทะลุผ่านสิ่งกีดขวางหนาๆ ได้ (เกิดจาก e^- ชนโลหะหนัก) ตรวจสอบอวัยวะก่อนได้
- γ - ray เกิดได้ตามธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากอนุภาคเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว



⑤ การรับและส่งคลื่นวิทยุ

- การส่งตามทิศ $\vec{E} \times \vec{B} = \vec{C}$



- เครื่องรับวิทยุ

- 1) แบบเส้น รับสัญญาณ $\vec{E}$ โดยสายอากาศขนานกับสนามไฟฟ้า



- เสาอากาศเครื่องรับสนามไฟฟ้า



$$L = \frac{\lambda}{2}$$

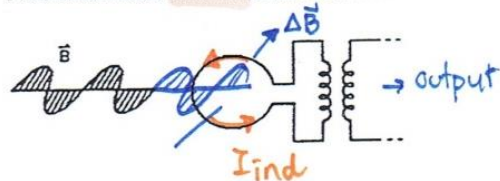
$$L \geq \frac{\lambda}{2}$$

$$s = vt$$

$$v = f\lambda$$

- 2) แบบห่วง รับสัญญาณ $\vec{B}$ โดย

วางในแนวตั้งและตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก



Ex 1 ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้องตามทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

- ก. ขณะประจุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งหรือความหน่วง จะแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ✓
 ข. เมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้าโดยรอบ ยกเว้นบริเวณนั้นเป็นฉนวน ✗
 ค. บริเวณรอบตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าจะเกิดสนามแม่เหล็ก ✓

1. ข้อ ก., ข. และ ค.

~~2~~ ข้อ ก. และ ค.

3. ข้อ ค. เท่านั้น

4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

Ex 2 จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ✗
 ข. กลุ่มอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในคาน้ำ ✗
 ค. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง ✓ เหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ

1. ข้อ ก. และ ข.

2. ข้อ ข. และ ค.

3. ข้อ ข.

~~4~~ ข้อ ค.

Ex 3 จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ก. เมื่อสนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงจะเกิดการเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และมีแรงเคลื่อนแม่เหล็กเกิดขึ้น ✗
 ข. เมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงจะเกิดการเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้า และมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้น ✓
 คำตอบที่ถูกต้อง คือ

~~1~~ ข้อ ก. ผิด ข้อ ข. ถูก

2. ข้อ ก. ถูก ข้อ ข. ผิด

3. ข้อ ก. และ ข. ถูก

4. ข้อ ก. และ ข. ผิด

Ex 4 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจาก

- ก. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดตัวนำ ✗
 ข. การเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ✓ คำตอบที่ถูกต้อง คือ

1. ข้อ ก.

~~2~~ ข้อ ข.

3. ข้อ ก. และ ข.

4. ไม่มีข้อถูก

Ex 5 แนวความคิดที่สำคัญอย่างหนึ่งของแมกซ์เวลล์ (Maxwell) เกี่ยวกับทฤษฎีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดจะต้องมีความยาวคลื่นต่างกัน
~~2~~ เมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้น
 3. การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จำเป็นต้องอาศัยการสั่นของอนุภาคตัวกลาง
 4. ทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะต้องอยู่ในทิศเดียวกับสนามแม่เหล็ก

Ex 6 ในรูปเป็นลวด 2 เส้น ซึ่งต่ออยู่กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ แล้วทำให้เกิดการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกจากเส้นลวด การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นนี้เนื่องจาก

- ~~1~~ การเคลื่อนที่ของประจุด้วยความเร่งระหว่างเส้นลวด
 2. การเคลื่อนที่ของประจุด้วยความเร็วสม่ำเสมอระหว่างเส้นลวด
 3. การไหลของกระแสระหว่างเส้นลวด
 4. เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นภายในเส้นลวด

