

เอกสารประกอบการบรรยาย: วิชา 2304102 ฟิสิกส์ทั่วไป 2
ครั้งที่ 12 ภาคการศึกษาปลาย พ.ศ. 2551
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2551

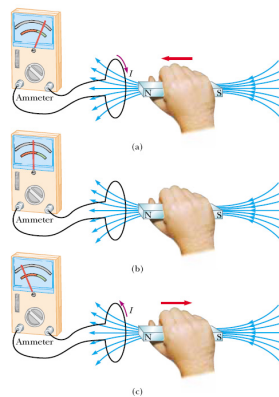
สารบัญ

1 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

1

1 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์

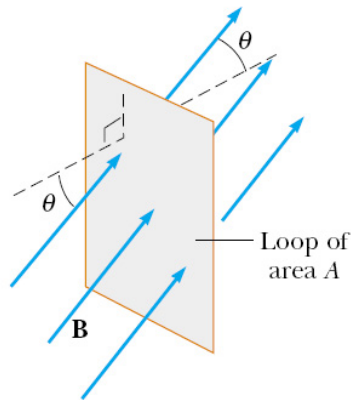


กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ (Faraday's Law of Induction): แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (induced emf, ε) ในวงจรแปรผันตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านวงจรต่อเวลา

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

กรณีที่ เป็นห่วง N ห่วงจะได้ว่า $\varepsilon = -N(d\Phi_B/dt)$

ปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ



$$\varepsilon = -\frac{d}{dt}(BA \cos \theta)$$

ดังนั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดได้จาก

1. ขนาดของสนาม $\vec{B}$ เปลี่ยนตามเวลา
2. พื้นที่ของวงจรมีค่าเปลี่ยนตามเวลา
3. มุม θ ระหว่าง $\vec{B}$ กับเส้นตั้งฉากกับวงจรมีค่าเปลี่ยนตามเวลา
4. เมื่อเกิดทุกเหตุการณ์ข้างต้นรวมกัน

ตัวอย่าง

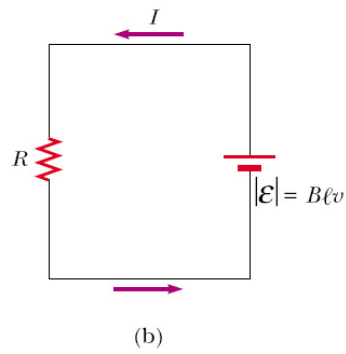
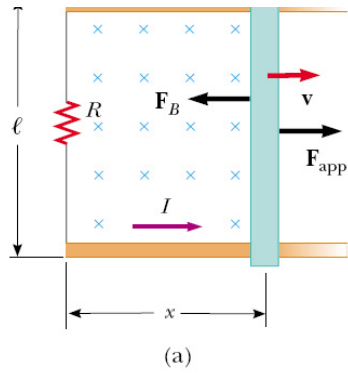
ขดลวดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 18 cm จำนวน 200 รอบ วางอยู่ในสนามแม่เหล็กที่ตั้งฉากกับระนาบขดลวด ถ้าสนามเปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 0.50 T ใช้เวลา 0.80 s จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขณะสนามเปลี่ยน

$$\text{พื้นที่ของขดลวดมีค่าเป็น } (0.18 \text{ m})^2 = 0.0324 \text{ m}^2$$

$$\Phi_B = BA = (0.50)(0.0324) = 0.0162$$

$$\begin{aligned} |\varepsilon| &= N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} \\ &= 200 \frac{(0.0162) - 0}{0.80} = 4.1 \text{ V} \end{aligned}$$

แรงเคลื่อนไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่



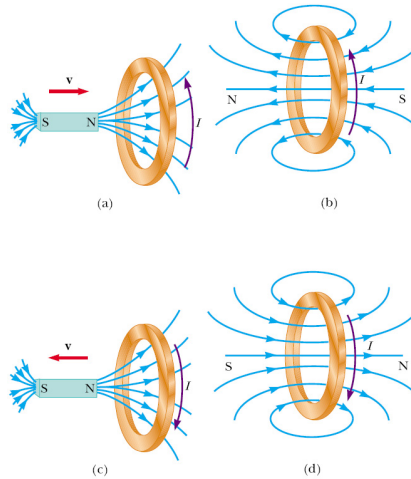
พื้นที่ในวงของเส้นลวดมีค่าเป็น ℓx ซึ่งจะได้ $\Phi_B = B\ell x$

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -\frac{d\Phi_B}{dt} \\ &= -B\ell \frac{dx}{dt} \\ &= -B\ell v\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I &= \frac{|\varepsilon|}{R} \\ &= \frac{B\ell v}{R}\end{aligned}$$

I ผ่าน $\vec{B}$ จะมี $F_B = I\ell B$ ทำให้ต้องออกแรง F_{app} ในทิศตรงข้ามกับ F_B ทำให้ได้กำลังในการดึงแท่งโลหะเป็น

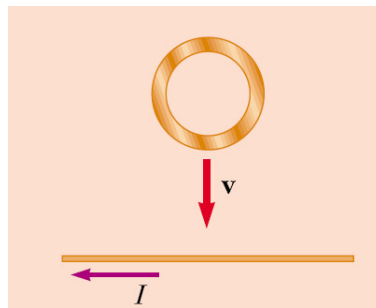
$$\begin{aligned}P &= F_{app}v = I\ell Bv \\ &= \frac{B\ell v}{R} \ell Bv \\ &= \frac{B^2 \ell^2 v^2}{R} \\ &= \frac{\varepsilon^2}{R}\end{aligned}$$



กฎของเลนส์ (Lenz's Law): ทิศของกระแสไฟฟ้าเป็นไปในทิศทางที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กในทิศที่ตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กภายในวงปิดของตัวนำนั้นๆ หาทิศการไหลของกระแสโดยใช้กฎมือขวาของบีโอท์–สวาร์ต โดยกำหนดให้ทิศของสนามแม่เหล็กใหม่มีทิศตรงข้ามกับสนามเดิมเมื่อสนามเดิมเพิ่มขึ้นและสนามแม่เหล็กใหม่มีทิศเดียวกับสนามเดิมเมื่อสนามเดิมลดลง

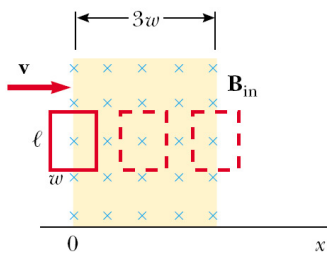
ตัวอย่าง

จงหาทิศการไหลของกระแสในห่วงวงกลมเมื่อ ก) ห่วงหยุดนิ่ง ข) ห่วงเคลื่อนที่ลง ค) ห่วงเคลื่อนที่ขึ้น

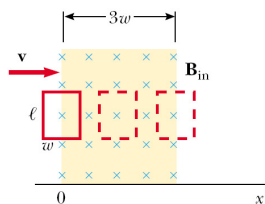


ตัวอย่าง

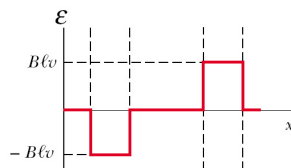
กำหนดให้ห่วงเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ ดังรูป จงเขียนกราฟระหว่างระยะทางกับ ก) ฟลักซ์แม่เหล็ก ข) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ค) แรงภายนอกที่ให้กับระบบ



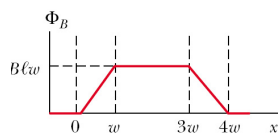
(a)



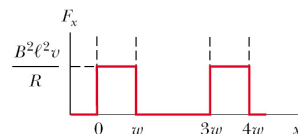
(a)



(c)

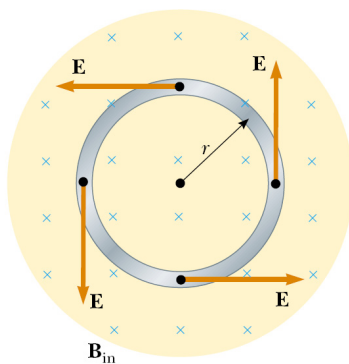


(b)



(d)

สนามไฟฟ้ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ



งานที่ทำโดยสนามไฟฟ้าต่อประจุ q หาได้จาก

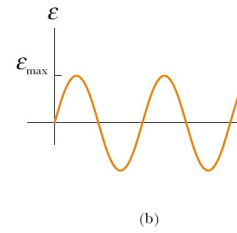
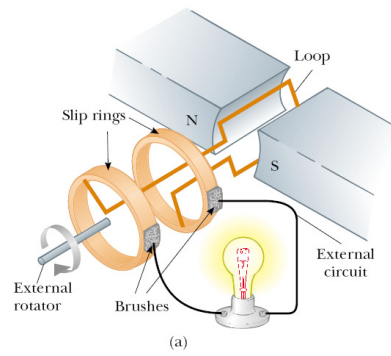
$$q\varepsilon = qE(2\pi r)$$

$$E = -\frac{1}{2\pi r} \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

สนามไฟฟ้าที่ได้ไม่อนุรักษ์

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ



เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

