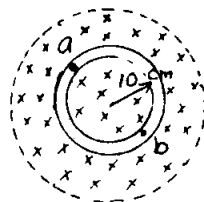


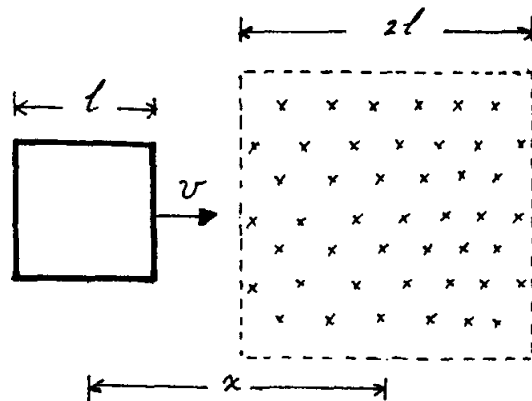
๕ ๖ ๕
แบบฝึกหัดที่ 5

- 5.1 ขดลวดขดหนึ่ง รัศมี 0.10 เมตร มีลวดพันไว้ 200 รอบ วางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก
เอกรูป ความเข้ม 0.2 เทสลา จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดนี้ ถ้าหาก
ในเวลา 0.1 วินาที
- (ก) สนามแม่เหล็กมีค่าเป็นสองเท่า
(ข) สนามแม่เหล็กลดลงเป็นศูนย์
(ค) สนามกลับทิศทาง
(ง) ขดลวดหมุนไป 90°
(จ) ขดลวดหมุนไป 180°
- และให้เขียนแผนภาพแสดงทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าในแต่ละกรณีด้วย
- 5.2 จากโจทย์ข้อ 4.27 ถ้ากระแสเปลี่ยนแปลงไปตามสมการ $I = I_0 \sin \omega t$ จงคำนวณ
แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในวงจรรนี้
- 5.3 เมื่อสนามแม่เหล็กมีหน่วยเป็นเกาส์ พื้นที่เป็นตารางเซนติเมตร และฟลักซ์แม่เหล็กมีหน่วย
เป็นแมกซ์เวลล์
- (ก) จงให้นิยามหน่วยแมกซ์เวลล์
(ข) จงแสดงว่า 1 วีเบอร์ = 10^8 แมกซ์เวลล์
(ค) แทนค่าเป็นตัวเลขในสมการ (5.1) เพื่อให้ V_E มีหน่วยเป็นโวลต์ และ Φ_B
เป็นแมกซ์เวลล์
- 5.4 สนามแม่เหล็ก B ที่จุดทุกจุดภายในวงกลมเส้นประ มีค่า 0.5 เทสลา ทิศทางเข้าไปใน
ระนาบของกระดาษ และมีค่าลดลงด้วยอัตรา 0.1 เทสลา ต่อวินาที

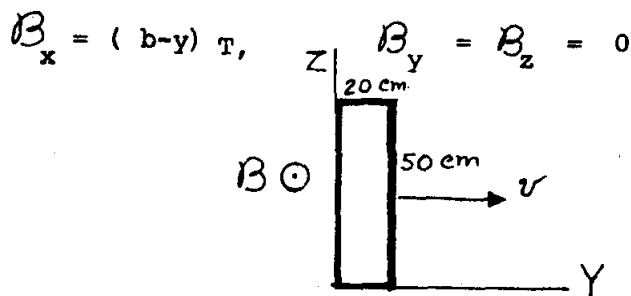


- (ก) จงหารูปร่างของเส้นแรงของสนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำในรูป ภายในวงกลม เส้นประ
- (ข) จงหาขนาดและทิศทางของสนามนี้ ที่จุดใด ๆ ของตัวนำของวงแหวนกลม และหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงแหวนนี้
- (ค) จงหาความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุดใด ๆ บนวงแหวน
- (ง) ถ้าวางแหวนถูกตัดที่ใดที่หนึ่งแล้วให้ปลายที่ถูกตัดนั้นอยู่ใกล้กันมาก ความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองนี้มีค่าเท่าไร

5.5 เส้นลวดวงจรรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ v ตัดผ่านสนามแม่เหล็กเอกกรุป ซึ่งถูกจำกัดให้อยู่ในบริเวณรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส ซึ่งความยาวของด้านเป็นสองเท่าของความยาวของวงจรรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส จงเขียนกราฟแสดงแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในวงจรถ้าเป็นฟังก์ชันของ x จาก $x = -2L$ ถึง $x = +2L$ การเขียนกราฟให้เขียนแรงเคลื่อนไฟฟ้าตามเข็มนาฬิกาไปทางบวกและทวนเข็มนาฬิกาไปทางลบ



5.6 วงจรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เคลื่อนที่ผ่านบริเวณสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีค่าตามสมการ



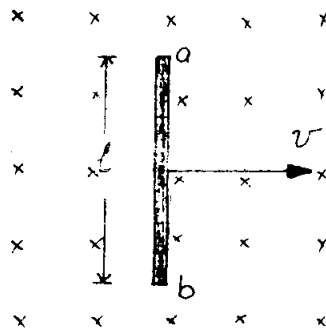
จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจรถึงเป็นฟังก์ชันของเวลา กำหนดให้วงจรถึงอยู่ในตำแหน่งที่แสดงไว้ในรูปเมื่อ $t = 0$

- (ก) ถ้า $v = 2$ เมตรต่อวินาที
- (ข) ถ้าวงจรถึงเริ่มจากหยุดนิ่งและมีความเร็ว 2 เมตรต่อวินาที
- (ค) ทำซ้ำอย่างเดิมอีก แต่ให้การเคลื่อนที่อยู่ในแนว oz แทน oy

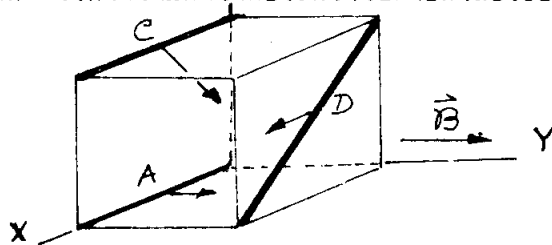
5.7 สมมุติว่าวงจรถึงในข้อ 5.6 หมุนรอบแกน oz

- (ก) จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ย ระหว่าง 90° แรกของการหมุน เมื่อคาบของการหมุนเป็น 0.2 วินาที
- (ข) จงคำนวณหาแรงเคลื่อนไฟฟ้า เมื่อเวลาใดเวลาหนึ่ง เป็นฟังก์ชันของเวลา

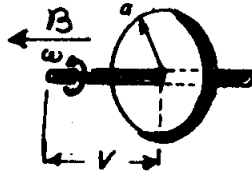
5.8 ตามรูป กำหนดให้ $L = 1.5$ เมตร, $B = 0.5$ เทสลา และ $v = 4$ เมตรต่อวินาที ให้หาความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำ ปลายข้างไหนมีศักย์สูงกว่ากัน



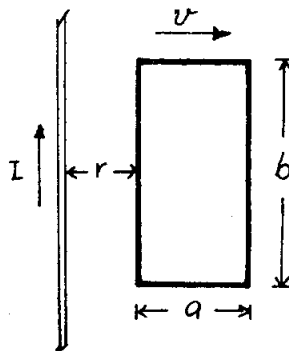
5.9 สีสี่เหลี่ยมลูกบาศก์มีด้านยาวด้านละหนึ่งเมตร วางอยู่ในสนามแม่เหล็กเอกรูป 0.2 เทสลา มีทิศทางไปตามแกน y ลวด A , C และ D เคลื่อนที่ในทิศทางดังแสดงในรูป มีความเร็ว 0.5 เมตร ต่อวินาที จงหาความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดแต่ละเส้น



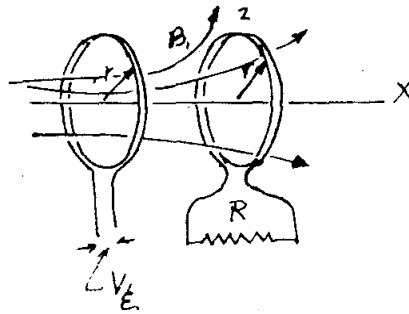
- 5.10 จานโลหะอันหนึ่งมีรัศมี a หมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ω ในระนาบซึ่งมีสนามแม่เหล็กเอก
 รูป ขนานกับแกนของจานนี้ จงแสดงว่าความต่างศักย์ระหว่างจุดศูนย์กลางและปลายแกน
 เป็น $\frac{1}{2}\omega a^2 B$



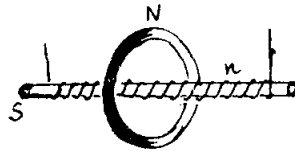
- 5.11 จงหาการเหนี่ยวนำภายในของโซลินอยด์ รูปทรงกลมตัน ซึ่งมีจำนวน N รอบ ถือว่า
 รัศมีของขดลวดมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับรัศมีของรูปทรงกลมตัน
- 5.12 ฟลักซ์แม่เหล็กจำนวน 0.8 Wb ผ่านวงจรรันหนึ่งซึ่งมีกระแสไหล 2 แอมแปร์ จงหา
 การเหนี่ยวนำภายใน, จงคำนวณหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในวงจรร ถ้าภายในเวลา
 0.2 วินาที กระแสเป็น
- สองเท่า
 - ลดลงเป็นศูนย์
 - ไหลกลับทาง
- 5.13 ถ้าวงจรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเคลื่อนที่หนีกระแสตรงด้วยความเร็ว v จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้า
 เหนี่ยวนำ ไขทั้ง ๒ วิธี (ข้อเสนอนะ ดูข้อ 4.27 และอย่าลืมว่า $v = dr/dt$)



- 5.14 จงคำนวณหาความหนาแน่นของพลังงานแม่เหล็ก
- ที่ระยะทาง 1.0 เมตร จากลวดตรงยาวอนันต์ มีกระแสไหล 2.0 แอมแปร์
 - ภายในทอรอยด์ซึ่งมีรัศมี 0.5 เมตร มีลวดพัน 2,000 รอบ มีกระแสไหล 1 แอมแปร์
- 5.15 โซลินอยด์ท่อนหนึ่งมีความยาว 0.30 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 1.2×10^{-3} เมตร² ข้างกลางของโซลินอยด์มีลวดพัน 300 รอบ จงคำนวณหา
- การเหนี่ยวนำสับสนเนื่อง
 - แรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดกระแสในโซลินอยด์เมื่อเริ่มแรกเป็น 2 แอมแปร์และไหลกลับทางในเวลา 0.2 วินาที โซลินอยด์มีลวดพัน 2,000 รอบ
- 5.16 ขดลวด A และ B มีจำนวนรอบ 200 และ 800 รอบตามลำดับ กระแส 2 แอมแปร์ในขดลวด A ทำให้เกิดฟลักซ์แม่เหล็ก 1.8×10^{-4} Wb ต่อแต่ละขดของ B จงคำนวณหา
- การเหนี่ยวนำสับสนเนื่อง
 - ฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่าน A เมื่อมีกระแสใน B 4 แอมแปร์
 - แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำใน B เมื่อกระแสใน A ลดจาก 3 แอมแปร์ เป็น 1 แอมแปร์ ในเวลา 0.3 วินาที
- 5.17 ขดลวดสองขดวางรวมกันดังรูป ขดลวดที่ 1 ต่อกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าภายนอก V_0 จัดขดลวดให้อยู่ในตำแหน่งที่ฟลักซ์แม่เหล็กของขดที่ 1 ผ่านขดที่ 2 ได้เพียง $\frac{1}{5}$ ส่วนของเส้นเส้นแรงทั้งหมด และในทำนองเดียวกัน ฟลักซ์ของขดที่ 2 ก็ผ่านขดที่ 1 ได้เพียง $\frac{1}{5}$ ส่วนเช่นกัน จำนวนฟลักซ์ทั้งหมดที่เกิดจากขด 1 เป็น $\phi_B = L_1 I_1$, เมื่อ L_1 เป็นค่าการเหนี่ยวนำภายในของขด 1
- จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดที่ 2 เมื่อ I_1 เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจาก 0 ถึง I_0 ในเวลา t วินาที
 - จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขด 2 เมื่อ $I_1 = I_0 \sin \omega t$
 - จงหาสัมประสิทธิ์ การเหนี่ยวนำต่อเนื่อง ในรูปของ L_1
 - จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในวงจร 1 เมื่อกระแสในวงจร 2 เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจาก 0 เป็น I_0 ในเวลา t วินาที



- 5.18 ขดลวดขดหนึ่งมีจำนวน N รอบ วางสรวมทับโซลินอยด์ซึ่งยาวมาก โซลินอยด์มีพื้นที่หน้าตัด S มีจำนวนรอบ n รอบ ต่อหน่วยความยาว จงแสดงว่าการเหนี่ยวนำของระบบ ค่า $\mu_0 nNS$



- 5.19 ขดลวดขดหนึ่งมี 1000 รอบ พันรอบโซลินอยด์ ซึ่งยาวมากและมีจำนวน 10^4 รอบต่อเมตร มีพื้นที่หน้าตัด 2×10^{-3} ตารางเมตร กระแสในโซลินอยด์มีค่า 10 แอมแปร์ ในช่วงเวลาสั้น ๆ กระแสในโซลินอยด์มีค่า
- เพิ่มเป็นสองเท่า
 - ลดลงเป็นศูนย์
 - กลับทาง
- จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดแต่ละกรณี

- 5.20 จงพิจารณาสนามไฟฟ้ามีขนาดตามสมการ

$$\vec{E} = \vec{u}_x \times (8 - 6t^2) \text{ NC}^{-1}$$

จงหากระแสที่ไหลผ่านสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ซึ่งมีด้านยาวด้านละ a และขนานกับแกนโคออดิเนต

(ข้อ เสนอแนะ, ตอนแรกให้หาฟลักซ์ที่ผ่านลูกบาศก์ก่อนแล้วจึงหาอนุพันธ์เทียบกับเวลา)

- 21 ใช้สนามไฟฟ้าที่กำหนดไว้ในข้อ 5.20 และรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ a จงคำนวณหาเซอร์คิวเลชันของสนามแม่เหล็ก (นั่นคือ แรงเคลื่อนแม่เหล็ก) บนแต่ละด้านของกล่อง