



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551

วิชา ENE 325 Electromagnetic fields and waves

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ปีที่ 3

สอบ วันศุกร์ที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2551

เวลา 9.00-12.00 น.

คำเตือน

1. ข้อสอบวิชานี้มี 10 ข้อ 12 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. ให้ทำทุกข้อลงในข้อสอบ
3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารประกอบการเรียนเข้าห้องสอบ
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้
5. ให้เขียนชื่อ-นามสกุล และเลขประจำตัวลงในข้อสอบทุกหน้า

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือออกจากรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ชื่อ-สกุล.....รหัสประจำตัว.....

อาจารย์สุวัฒน์ ภัทรมาลัย

อาจารย์ราชวัติ ศิลพันธ์

ผู้ออกข้อสอบ

โทร 0-2470-9062

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการประจำภาควิชาแล้ว

ผศ.ดร.วุฒิชัย อัสวินชัยโชติ

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

ส่วนที่ 1 Electrostatics (25 คะแนน)

1. (4 marks) given points $A(8, -5, 4)$ and $B(-2, 3, 2)$, find:
 - a. The distance from A to B .
 - b. A unit vector directed from A towards B .
 - c. A unit vector directed from the origin to the midpoint of the line AB .
 - d. The coordinates of the point on the line connecting A to B at which the line intersects the plane $z = 3$.

2. (3 marks) Given the vector field $\mathbf{E} = 4zy^2 \cos 2x \mathbf{a}_x + 2zy \sin 2x \mathbf{a}_y + y^2 \sin 2x \mathbf{a}_z$ for the region $|x|$,

$|y|$, and $|z|$ less than 2, find

a. The surfaces on which $E_y = 0$.

b. The region in which $E_y = E_z$

3. (5 marks) Four 10nC positive charges are located in the $z = 0$ plane at the corners of a square 8cm on a side. A fifth 5nC positive charge is located at a point 8cm distant from the other charges. Calculate the magnitude of the total force on this fifth charge for $\epsilon_0 = 8.85\text{e-}12$.

4. (5 marks) A uniform line charge of 16 nC/m is located along the line defined by $y = -2, z = 5$.

a. Find \mathbf{E} at $P(1, 2, 3)$

b. Find \mathbf{E} at that point in the $z = 0$ plane where the direction of \mathbf{E} is given by $(1/3)\mathbf{a}_y -$

$(2/3)\mathbf{a}_z$.

5. (6 marks) Spherical surfaces at $r = 2$, 4 , and 6 m carry uniform surface charge densities of 20

nC/m^2 , -4 nC/m^2 , and ρ_{s0} , respectively.

- a. Find \mathbf{D} at $r = 1, 3$ and 5 m.
- b. Determine ρ_{s0} such that $\mathbf{D} = 0$ at $r = 7$ m.

6. (2 marks) A cube is defined by $1 < x, y, z < 1.2$. If $\mathbf{D} = 2x^2y\mathbf{a}_x + 3x^2y^2\mathbf{a}_y \text{ C/m}^2$

- evaluate $\nabla \cdot \mathbf{D}$ at the center of the cube
- Estimate the total charge enclosed within the cube

7. (2 marks: Bonus) If $\mathbf{D} = 2r \mathbf{a}_r \text{ C/m}^2$, find the total electric flux leaving the surface of the cube, $0 <$

$x, y, z < 0.4$.

ส่วนที่ 2 Magnetostatics (คะแนนที่ระบุในโจทย์ส่วนที่ 2 จะถูกนำไปปรับสัดส่วนให้คะแนนรวมทั้งหมดในส่วนนี้เท่ากับ 15 คะแนน)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

1. Ampère's law: $\oint \vec{H} \cdot d\vec{L} = I_{en}$

โดยที่ \vec{H} = ความเข้มสนามแม่เหล็ก (A/m)

I_{en} = ปริมาณกระแส (A)

2. Magnetic properties: $\vec{B} = \mu \vec{H}$ Tesla

โดยที่ \vec{B} = ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Tesla)

$\mu = \mu_r \mu_0$ = magnetic permeability (H/m)

3. Boundary conditions:

1) $\hat{a}_{21} \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2) = \vec{K}$

โดยที่ \hat{a}_{21} คือ unit vector ที่พุ่งตั้งฉากจากตัวกลาง 2 ไปยังตัวกลางที่ 1

2) $\vec{B}_{n1} = \vec{B}_{n2}$

โดยที่ n = normal component หรือองค์ประกอบตั้งฉาก

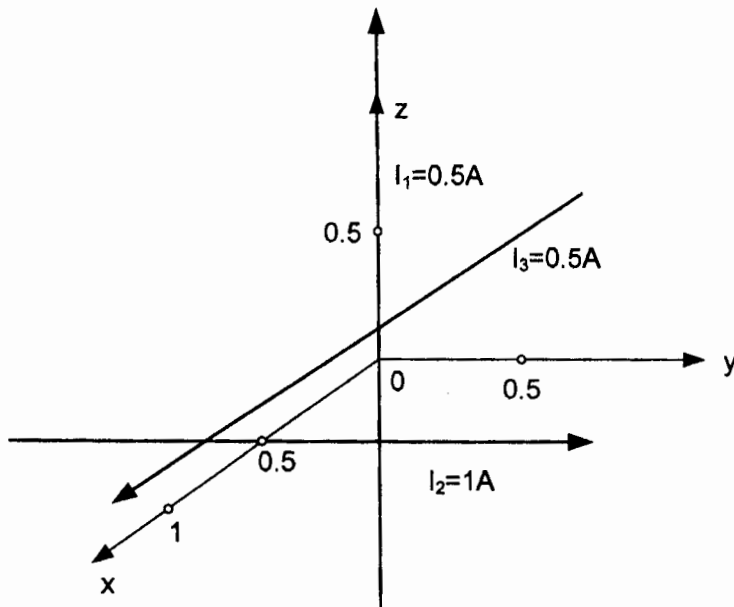
8. จากบทเรียนเรื่อง Magnetostatics จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

a) จงเขียนนิยามของ Ampère's law และลักษณะของการนำไปใช้งานเมื่อเทียบกับ Bio Savart's law (5 คะแนน)

b) ดันกำเนิดของสนามแม่เหล็กมีอะไรบ้าง (5 คะแนน)

c) ดันกำเนิดของ magnetic dipole moment มีอะไรบ้าง (5 คะแนน)

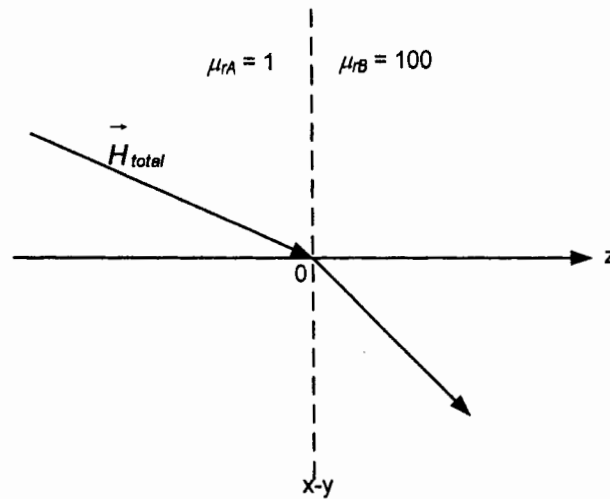
9. กำหนดให้เส้นลวดนำกระแสขนาดคอนันต์ 3 เส้นวางตัวในอากาศดังรูป โดยเส้นที่ 1 วางตัวตามแนวแกน z มีกระแสไหล $I_1 = 0.5 \text{ A}$ เส้นที่ 2 วางตัวตามแนวแกน y ที่ $x = 0.5 \text{ m}$ และ $z = 0 \text{ m}$ มีกระแสไหล $I_2 = 1 \text{ A}$ และ เส้นที่ 3 วางตัวตามแนวแกน x ที่ $y = 0.5 \text{ m}$ และ $z = 0.5 \text{ m}$ มีกระแสไหล $I_3 = 0.5 \text{ A}$ จงคำนวณ (20 คะแนน)



a) ขนาดความเข้มสนามแม่เหล็กรวม (H_{total}) ที่ตำแหน่ง $x = 1 \text{ m}$, $y = 0 \text{ m}$, $z = 0 \text{ m}$ (10 คะแนน)

b) ความหนาแน่นสนามแม่เหล็กรวม (\vec{B}_{total}) จากข้อ a) เป็นปริมาณเวกเตอร์ โดยกำหนดให้ค่า relative permeability ของเส้นที่ 1 มีค่า $\mu_{r1} = 2$ เส้นที่ 2 มีค่า $\mu_{r2} = 5$ และ เส้นที่ 3 มีค่า $\mu_{r3} = 10$ โดย $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m (10 คะแนน)

10. Boundary condition: จากรูปกำหนดให้สนามแม่เหล็กรวม \vec{H}_{total} ที่คำนวณได้ในข้อ 2 พุ่งไปตกกระทบบ
 ตัวกลาง B ที่มีค่า $\mu_{rB} = 100$ ที่รอยต่อ $z = 0$ ให้คำนวณ (15 คะแนน)



a) \vec{H}_{tB} (5 คะแนน)

b) \vec{H}_{nB} (5 คะแนน)

c) เปรียบเทียบขนาดความเข้มสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในตัวกลาง B นี้ กับที่เกิดขึ้นในอากาศ (ตัวกลาง A)
 จงวิเคราะห์ว่าเหตุใดขนาดของสนามแม่เหล็กจึงมีค่าไม่เท่ากัน (5 คะแนน)