



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550

วิชา ENE 325 Electromagnetic fields and waves

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ปีที่ 3

สอบ วันศุกร์ที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2550

เวลา 9.00-12.00 น.

คำเตือน

1. ข้อสอบวิชานี้มี 5 ข้อ 9 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. ให้ทำทุกข้อลงในข้อสอบ
3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารประกอบการเรียนเข้าห้องสอบ
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้
5. ให้เขียนชื่อ-นามสกุล และเลขประจำตัวลงในข้อสอบทุกหน้า

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ
เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ
ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ชื่อ-สกุล.....รหัสประจำตัว.....

อาจารย์ราชวดี ศิลาพันธ์

ผู้ออกข้อสอบ

โทร 0-2470-9062

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการประจำภาควิชาแล้ว

ผศ.ดร.วุฒิชัย อัสวินชัยโชติ

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

1. พิกัดทรงกลม (r, θ, ϕ) Differential element

volume: $dv = r^2 \sin \theta dr d\theta d\phi$

surface vector: $d\vec{s} = r^2 \sin \theta d\theta d\phi \hat{a}_r$

2. พิกัด Cylindrical (ρ, ϕ, z) Differential element

volume: $dv = \rho d\rho d\phi dz$

surface vector (ด้านบน): $d\vec{s} = \rho d\rho d\phi \hat{a}_z$

surface vector (ด้านข้าง): $d\vec{s} = \rho d\phi dz \hat{a}_\rho$

3. Unit vector $\hat{a}_R = \frac{\vec{R}}{R}$

4. Electric flux $\psi = \oint \vec{D} \cdot d\vec{S}$ coulomb

5. Gauss's law $Q_{en} = \oint \vec{D} \cdot d\vec{S}$ coulomb

6. $\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon}$ V/m

โดย $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$

ϵ_r = relative permittivity (ϵ_r ของอากาศ = 1)

ϵ_0 = free space permittivity = 8.854×10^{-12} F/m

7. $\vec{E} = -\nabla V$

8. Conductor-dielectric boundary conditions

$$E_t = 0$$

$$D_n = \rho_s$$

โดย ρ_s = ความหนาแน่นประจุต่อพื้นที่ (C/m^2)

1. Coordinate system: กำหนดจุด P ($\rho = 0.03$, $\phi = 120^\circ$, $z = 0.03$) และสนามไฟฟ้า

$$\vec{E} = 2\rho z^2 \hat{a}_\rho + z^2 \cos\phi \hat{a}_\phi + 2\rho^2 z \sin\phi \hat{a}_z \text{ V/m จงคำนวณ (20 คะแนน)}$$

a) \vec{E} ที่จุด P (10 คะแนน)

b) $|\vec{E}|$ ที่จุด P (5 คะแนน)

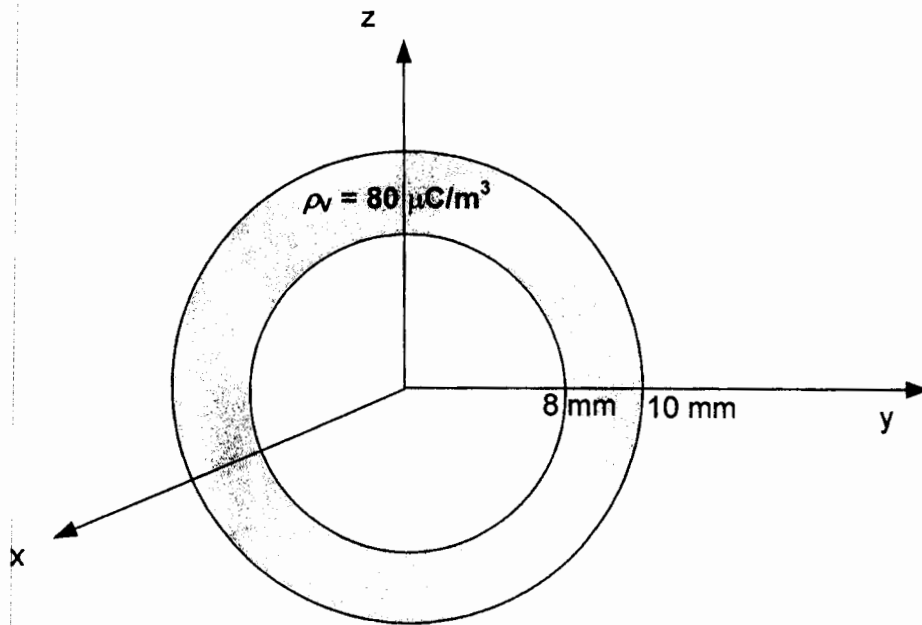
c) unit vector ในทิศทาง \vec{E} ที่จุด P (5 คะแนน)

2. สนามไฟฟ้าจากข้อ 1 พุ่งผ่านส่วนของท่อซึ่งมีรัศมีภายใน $\rho_{in} = 3$ cm รัศมีภายนอก $\rho_{out} = 5$ cm, $\phi = 90^\circ$ ถึง $\phi = 150^\circ$, และ $z = 3$ cm ถึง $z = 4.5$ cm, กำหนดให้เนื้อท่มี $\epsilon_r = 1$ จงคำนวณ (20 คะแนน)

a) พื้นที่ด้านข้าง (ไม่รวมส่วนที่มี surface vector ในแนว \hat{a}_ϕ) (10 คะแนน)

b) ฟลักซ์ซึ่งพุ่งผ่านพื้นที่ด้านข้างของท่อ (ไม่รวมส่วนที่มี surface vector ในแนว $\hat{\phi}$) (10 คะแนน)
(แนะนำ: ท่อมีลักษณะกลวงดังนั้นต้องคำนวณฟลักซ์ที่เกิดจากทั้งพื้นที่ด้านในและด้านนอก)

3. จากรูปทรงกลมกลวงซึ่งมีรัศมี r ภายใน 8 mm และภายนอก 10 mm มีความหนาแน่นประจุ ρ_v $80 \mu\text{C}/\text{m}^3$ กำหนดให้ $\rho_v = 0$ ที่ $0 < r < 8 \text{ mm}$ จงคำนวณ (25 คะแนน)



- a) ค่าของประจุทั้งหมดที่อยู่ในพื้นผิวทรงกลมนี้ (10 คะแนน)

b) ใช้ Gauss's law คำนวณความหนาแน่นฟลักซ์ D_r ที่ $r = 10$ mm (10 คะแนน)

c) ถ้าไม่มีประจุใดๆอีกเลยที่ $r > 10$ mm D_r จะเป็นเท่าไรที่ $r = 20$ mm (5 คะแนน)

4. กำหนดให้ $V = 2xy^2z + \ln(x^2 + 2y + 3z^2)$ V ในตัวกลางฉนวนที่มีค่า $\epsilon_r = 4$ จงคำนวณค่าต่อไปนี้อย่างละเอียด P (3, 2, -1) (20 คะแนน)

a) $|V|$ และงานที่ใช้ในการลากประจุ 1 หน่วยนี้มาจากสนามไฟฟ้าหรือแรงจากภายนอก (5 คะแนน)

b) \vec{E} (5 คะแนน)

c) $|\vec{E}|$ (5 คะแนน)

d) \vec{D} (5 คะแนน)

5. ตัวกลาง 1 ($x \leq 0$) เป็นสารฉนวนต่อกับตัวกลาง 2 ($x \geq 0$) ซึ่งเป็นตัวนำและมีค่า $\rho_s = 50 \text{ nC/m}^2$ ที่บริเวณรอยต่อ กำหนดให้ $\vec{E}_1 = -200\hat{a}_x \text{ V/m}$ จงคำนวณ (15 คะแนน)

a) \vec{E}_{t1} และ \vec{D}_{n1} (5 คะแนน)

b) ค่า relative permittivity ϵ_r ของตัวกลาง 1 (5 คะแนน)

c) \vec{E}_{n2} (5 คะแนน)