



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551

วิชา ENE 325 Electromagnetic fields and waves

ภาควิชา วศ.อิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 3

สอบ วันศุกร์ที่ 3 ตุลาคม พ.ศ.2551

เวลา 9.00-12.00 น.

คำเตือน

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

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ชื่อ-สกุล.....รหัสประจำตัว.....

อาจารย์สุวัฒน์ ภัทรมาลัย โทร. 0-2470-9066

อาจารย์ราชวัติ ศิลพันธ์ โทร. 0-2470-9062

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการประจำภาควิชาแล้ว

(ผศ.ดร.วุฒิชัย อัสวินชัยโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

ส่วนที่ 1: ทั้งหมด 15 คะแนน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

1. Coulomb Law $F_{12} = Q_1 Q_2 / (4 \pi \epsilon_0 R_{12}^2) \hat{a}_{12}$

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

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

4. $\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon} = -\nabla V$ 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

5. Work $W = -Q \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{L}$ J

6. Electric potential $V = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{L}$ V

7. Ohm's Law $I = \oint \vec{J} \cdot d\vec{S}$ Ampere, $R = \frac{V_{ab}}{I} = \frac{-\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{L}}{\oint \sigma \vec{E} \cdot d\vec{S}}$ ohm

8. Capacitance $C = \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon A}{d}$ Farad

9. Polarization $\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}$

10. Energy stored in Capacitance $W = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} Q V = \frac{Q^2}{2C}$ J/m.

1. (8 คะแนน) จงคำนวณหาสนามไฟฟ้าในข้อต่อไปนี้

1.1 หาที่จุด Q_1 ที่มีประจุ 1.0nC และอยู่ที่ตำแหน่ง $(0.0, 0.0, 4.0)$ เมตร โดยมีอีกประจุคือ Q_2 ที่มีประจุ 2.0nC ที่ตำแหน่ง $(-3.0, 0.0, 0.0)$ เมตร (2 คะแนน)

1.2 หาที่รัศมี 5 เมตร จากวัตถุประจุทรงกลมขนาด 2 เมตรที่มีประจุอยู่ 20nC/m^2 (3 คะแนน)

1.3 หาที่ตำแหน่ง $(3.0, 2.0, 4.0)$ เมตร ในอากาศที่มีศักย์ไฟฟ้า $V=6XYZ$ (V) (3 คะแนน)

2. (7 คะแนน) จงคำนวณค่าต่างๆในข้อต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2.1 จงหาความต่างศักย์ไฟฟ้า V_{BA} ระหว่างจุด A(-6.0, 0.0, 0.0) และ B(0.0, 2.0, 0.0) โดยที่มีประจุจุด 100nC อยู่ที่ตำแหน่ง (0.0, 0.0, 0.0) (3 คะแนน)

2.2 จงหางาน, W ที่ต้องใช้ในการเคลื่อนประจุ 2nC จากจุด Aไปยังจุด B ในข้อ 2.1(1 คะแนน)

2.3 จงหาความจุ, C และขนาดประจุ, Q บนขั้วใดขั้วหนึ่งของตัวประจุไฟฟ้าแบบแผ่นเหล็กรูปขนานที่มีพื้นผิว 1.0 ตารางเมตรในแต่ละแผ่น และห่างกัน 2.0 มิลลิเมตรซึ่งกันด้วยวัตถุไดอิเล็กตริกที่มีค่า permittivity 1200 โดยมีความต่างศักย์ไฟฟ้า $V=12$ volts (3 คะแนน)

ส่วนที่ 2: คะแนนในส่วนนี้จะถูกปรับสัดส่วนให้เหลือ 50% ของคะแนนรวม

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

Dynamic fields

1. $emf = -\frac{\partial \phi}{\partial t} \text{ V}$

2. Transformer emf: $emf = -\int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \text{ V } (\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} \text{ Wb})$

3. Motional emf: $emf = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} \text{ V}$

Uniform Plane waves

4. Loss tangent, $\tan \delta = \frac{\sigma}{\omega \epsilon}$

5.

	Lossless media	Low loss media	High loss media
Attenuation constant, α (Np/m)	0	$\cong \frac{\sigma}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\sqrt{\pi f \mu \sigma}$ $= \frac{1}{\delta}$ where δ = skin depth (m)
Phase constant, β (rad/m)	$\omega \sqrt{\mu \epsilon}$	$\cong \omega \sqrt{\mu \epsilon}$	$\sqrt{\pi f \mu \sigma}$
Intrinsic impedance, η (Ω)	$\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\cong \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\cong \sqrt{\frac{j\omega \mu}{\sigma}}$

6. ความเร็วคลื่น $u_p = \frac{\omega}{\beta} \text{ m/s}$

7. ความสัมพันธ์ระหว่างสนามไฟฟ้า \vec{E} และสนามแม่เหล็ก \vec{H}

$$\vec{E} = -\eta \hat{a}_r \times \vec{H} \text{ V/m}$$

$$\vec{H} = \frac{1}{\eta} \hat{a}_r \times \vec{E} \text{ A/m}$$

$$\langle S \rangle = P_{av} = \frac{1}{2} \text{Re}(\vec{E} \times \vec{H}^*) \text{ W/m}^2$$

โดย \hat{a}_r = unit vector ที่ชี้ไปในทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

Constants

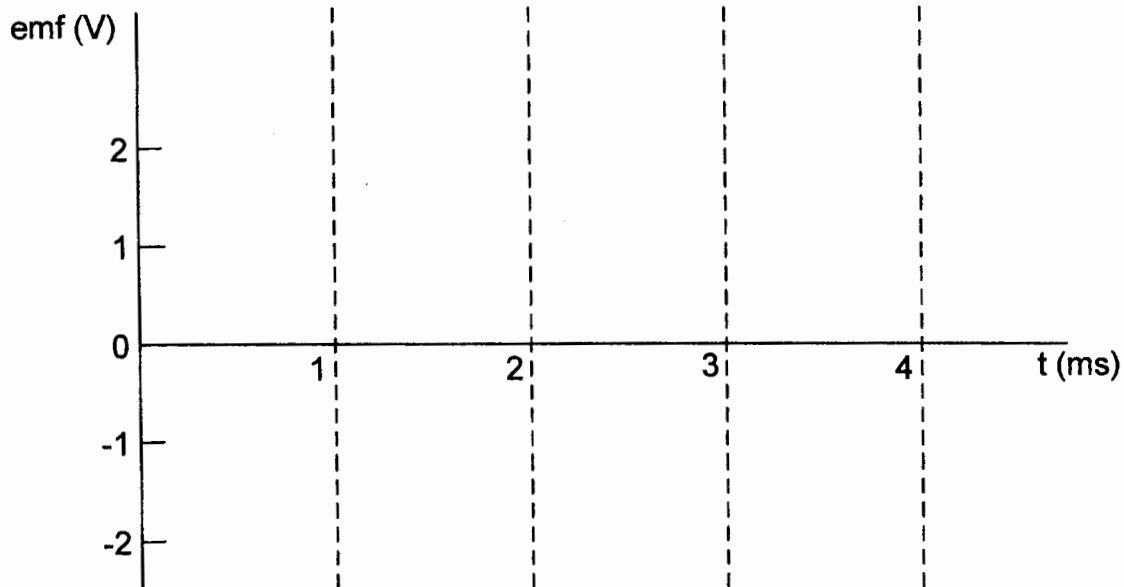
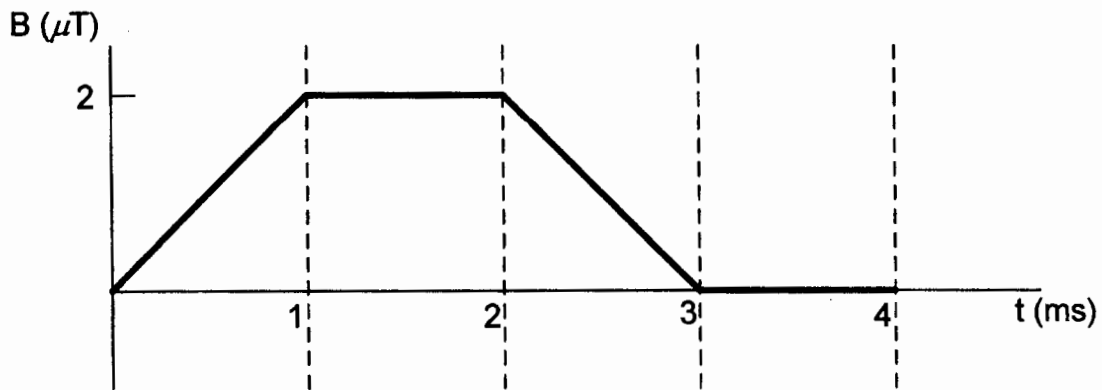
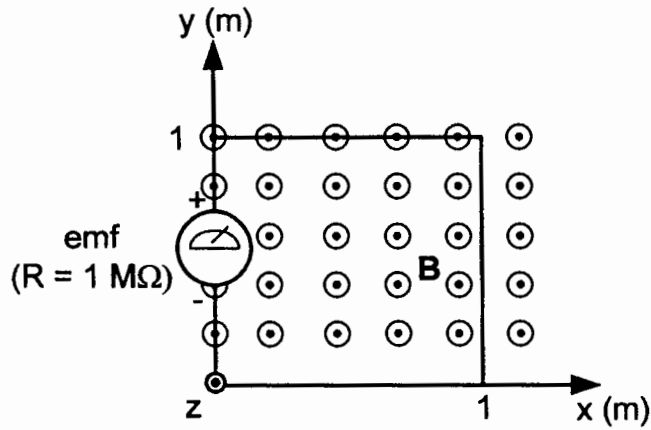
Free space permeability $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

Free space permittivity $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$

Free space intrinsic impedance $\eta_0 = 120\pi \Omega$

1. Dynamic fields: วงจรไฟฟ้าดังรูปวางอยู่ในสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาดังกราฟ

สมมติให้โวลต์มิเตอร์มีความต้านทานภายใน $1\text{ M}\Omega$ จงพล็อตกราฟแสดงค่า emf ในเทอมของเวลา t ที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ลงบนแกนที่ให้มา และแสดงการคำนวณค่า emf ในช่วง 1-4 ms มาด้วย (20 คะแนน)



ตามที่ยกมา

2. Uniform Plane Wave: คลื่น UPW ความถี่ 10 GHz มีค่าสนามแม่เหล็ก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

$\vec{H}(z,t) = 10e^{-\alpha z} \cos(\omega t - \beta z + 30^\circ) \hat{a}_y$ A/m เคลื่อนที่เข้าหาตัวกลางอุดมที่มีคุณสมบัติดังนี้ σ

$= 3.82 \times 10^7$ S/m $\epsilon_r = 10$ และ $\mu_r = 1$ จงคำนวณคุณสมบัติของคลื่นดังต่อไปนี้ (25 คะแนน)

a) ค่าคงที่ของการลดทอน (attenuation constant), α (5 คะแนน)

b) ค่าคงที่ของเฟส (phase constant), β (5 คะแนน)

c) ความเร็วคลื่น (phase velocity), v_p (5 คะแนน)

ชื่อ _____ รหัสประจำตัว _____ เลขที่นั่งสอบ _____

ภาคนิเทศ

d) ความต้านทานคลื่น (intrinsic impedance), η (5 คะแนน)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

e) skin depth, δ (5 คะแนน)

3. Power transmission: จากข้อ 2 จงคำนวณ (20 คะแนน)

a) สนามไฟฟ้า $\vec{E}(z,t)$ (10 คะแนน)

b) ความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (time-averaged power density), P_{av} (10 คะแนน)