



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
การสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

วิชา ENE 325 Electromagnetic fields and waves  
สอบ วันศุกร์ที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2552

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 3  
เวลา 9.00-12.00 น.

คำเตือน

1. ข้อสอบวิชานี้มี 5 ข้อ 7 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. ให้ทำทุกข้อลงในข้อสอบ
3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารประกอบการเรียนเข้าห้องสอบ
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้
5. ให้เขียนชื่อ-นามสกุล และเลขประจำตัวลงในข้อสอบทุกหน้า

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ  
เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ  
ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ชื่อ-สกุล.....รหัสประจำตัว.....

อาจารย์ราชดิ ศิลพันธ์  
ผู้ออกข้อสอบ  
โทร 0-2470-9062

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการประจำภาควิชาแล้ว

ผศ.ดร.วุฒิชัย อัสวินชัยโชติ

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

### สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

#### 1. พิกัดทรงกลม ( $r, \theta, \phi$ )

##### 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 ( $\rho, \phi, z$ )

##### 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. เวกเตอร์หนึ่งหน่วย (Unit vector) $\hat{a}_R = \frac{\vec{R}}{R}$

#### 4. การแปลงจากพิกัดคาร์ทีเซียนไปเป็นพิกัดทรงกระบอก

ขนาด	เวกเตอร์หนึ่งหน่วย
$x = \rho \cos \phi$ $y = \rho \sin \phi$ $z = z$	$\begin{bmatrix} \hat{a}_x \\ \hat{a}_y \\ \hat{a}_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \phi & -\sin \phi & 0 \\ \sin \phi & \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{a}_\rho \\ \hat{a}_\phi \\ \hat{a}_z \end{bmatrix}$

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

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

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

โดย  $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$

$\epsilon_r$  = relative permittivity ( $\epsilon_r$  ของอากาศ = 1)

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

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

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

#### 10. Boundary conditions สำหรับรอยต่อที่ปราศจากประจุอิสระ

$$\vec{E}_{t1} = \vec{E}_{t2}$$

$$\vec{D}_{n1} = \vec{D}_{n2}$$

โดยมุมที่สนามไฟฟ้าทำกับรอยต่อคือ  $\theta = \tan^{-1} \left( \frac{|E_t|}{|E_n|} \right)$

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัสประจำตัว \_\_\_\_\_ เลขที่นั่งสอบ \_\_\_\_\_

1. Electric field calculation: จากเนื้อหาวิชาที่ผ่านมา มีกฎหรือวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณความเข้มสนามไฟฟ้า (Electric field intensity) จงอธิบายพอสังเขป (20 คะแนน)

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัสประจำตัว \_\_\_\_\_ เลขที่นั่งสอบ \_\_\_\_\_

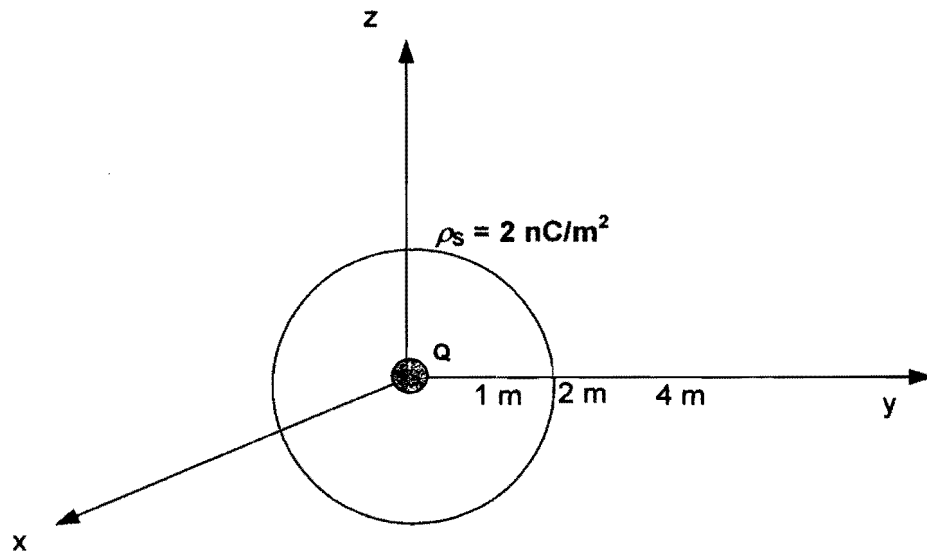
2. Coordinate system: กำหนดให้ค่าความเข้มสนามไฟฟ้า  $\vec{E} = e^{-x}z\hat{a}_x + 2xy\hat{a}_y + \hat{a}_z$  V/m (20 คะแนน)

a) จงแสดงค่า  $\vec{E}$  ในพิกัดทรงกระบอก (10 คะแนน)

b) กำหนดให้สนามไฟฟ้าเดินทางในอวกาศ จงแสดงค่า  $\vec{D}$  ในพิกัดคาร์ทีเซียนและคำนวณขนาดฟลักซ์ที่เดินทางผ่านผิว  $0 \leq x \leq 1$  และ  $0 \leq z \leq 1$  และ  $y = 2$  (10 คะแนน)

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัสประจำตัว \_\_\_\_\_ เลขที่นั่งสอบ \_\_\_\_\_

3. Gauss's law: รูปทรงกลมนำไฟฟ้ารัศมี 2 เมตรมีความหนาแน่นประจุ  $\rho_s = 2 \text{ nC/m}^2$  ล้อมรอบก้อนประจุขนาด  $Q$  คูลอมป์ (20 คะแนน)



a) จงคำนวณขนาดประจุ  $Q$  ที่ทำให้ค่าฟลักซ์สนามไฟฟ้า  $\vec{D}$  บนแกน  $y$  ณ ตำแหน่ง  $y = 4 \text{ m}$  มีค่าเป็นศูนย์ (10 คะแนน)

b) จากคำตอบในข้อ a) จงคำนวณความหนาแน่นฟลักซ์  $\vec{D}$  ที่ตำแหน่ง  $r = 1 \text{ เมตร}$  (10 คะแนน)

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัสประจำตัว \_\_\_\_\_ เลขที่นั่งสอบ \_\_\_\_\_

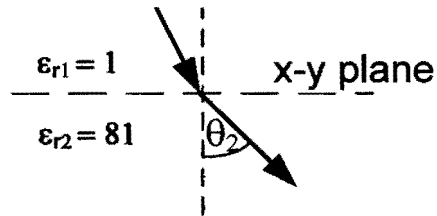
4. Work and electric potential: กำหนดให้  $\vec{E} = 2xy\hat{a}_x + yz\hat{a}_y + z\hat{a}_z$  V/m จงคำนวณงานในการลากประจุขนาด 1 C จากจุด P (0, 0, 0) ไปยังจุด Q (3, 4, 5) งานที่คำนวณได้เป็นงานที่ทำจากสนามไฟฟ้าหรือจากแรงภายนอก (20 คะแนน)

แนะนำ:  $d\vec{l} = dx\hat{a}_x + dy\hat{a}_y + dz\hat{a}_z$

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัสประจำตัว \_\_\_\_\_ เลขที่นั่งสอบ \_\_\_\_\_

5. Electric boundary conditions: พิจารณารอยต่อระหว่างอากาศกับน้ำทะเลดังแสดงในรูป อากาศมี

$\epsilon_{r1} = 1$  และน้ำทะเลมี  $\epsilon_{r2} = 81$  กำหนดให้  $\vec{D}_1 = 1\hat{a}_x + 3\hat{a}_z \text{ C/m}^2$ , จงคำนวณ (20 คะแนน)



a)  $\vec{D}_2$  (10 คะแนน)

b)  $\vec{E}_2$  (5 คะแนน)

c) มุม  $\theta_2$  ที่ทำกับแนวตั้งฉากกับรอยต่อ (5 คะแนน)