

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

วิชา ENE 325 Electromagnetic fields and waves ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 3 โครงการ 2 ภาษา
สอบ วันศุกร์ที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 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

Formula sheet

1. Spherical coordinate system (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. Cylindrical coordinate system (ρ, ϕ, z)

Differential element

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

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

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

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

4. Cartesian to Cylindrical coordinates' transformation

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

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

where $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$

ϵ_r = relative permittivity (ϵ_r of air = 1)

ϵ_0 = free space permittivity = 8.854×10^{-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 for a charge-free interface

$$\begin{aligned} \vec{E}_{n1} &= \vec{E}_{n2} \\ \vec{D}_{n1} &= \vec{D}_{n2}, \end{aligned}$$

where the angle with respect to the normal of the interface is $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{|E_t|}{|E_n|} \right)$.

Name _____ Student ID _____ Desk no. _____

1. Electric field calculation: How many laws or techniques can be applied to determine the electric field intensity? What are they? Explain in brief. (20 pts)

Name _____ Student ID _____ Desk no. _____

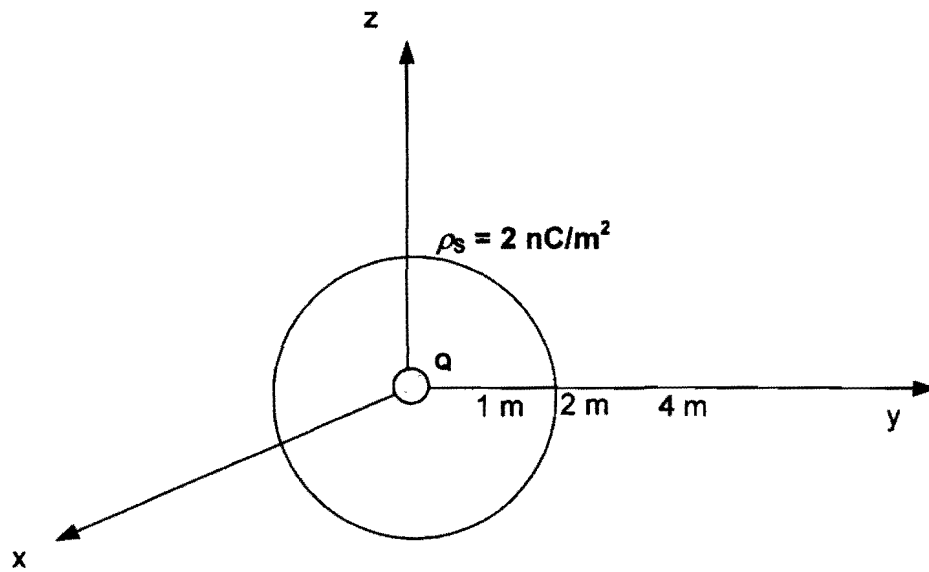
2. Coordinate system: Given $\vec{E} = e^{-x} z \hat{a}_x + 2xy \hat{a}_y + \hat{a}_z$ V/m (20 pts),

a) determine \vec{E} in the cylindrical coordinate system. (10 pts)

b) Given that the electric field travels in free space, determine \vec{D} and calculate the amount of flux passing through the surface bounded by $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$, and $y = 2$ (10 pts)

Name _____ Student ID _____ Desk no. _____

3. Gauss's law: A 2m radius sphere containing the charge density $\rho_s = 2 \text{ nC/m}^2$ encloses a charge of Q coulombs. (20 pts)



a) Determine Q that causes a zero total flux density \vec{D} on the y-axis at $y = 4 \text{ m}$. (10 pts)

b) From a), determine \vec{D} at $r = 1 \text{ m}$. (10 pts)

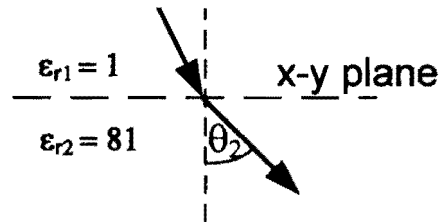
Name _____ Student ID _____ Desk no. _____

4. Work and electric potential: Given $\vec{E} = 2xy\hat{a}_x + yz\hat{a}_y + z\hat{a}_z$ V/m, determine the work done in moving a 1 C charge from P (0, 0, 0) to Q (3, 4, 5). Is the calculated work done by the electric or the external field? (20 pts)

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

Name _____ Student ID _____ Desk no. _____

5. Electric boundary conditions: Consider the interface between air and sea water as shown, where the dielectric constants of air and sea water are $\epsilon_{r1} = 1$ and $\epsilon_{r2} = 81$ respectively, given that $\vec{D}_1 = 1\hat{a}_x + 3\hat{a}_z \text{ C/m}^2$, determine (20 pts)



a) \vec{D}_2 (10 pts)

b) \vec{E}_2 (5 pts)

c) θ_2 . (5 pts)