

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1997/98

September 1997

EEE 234 - Teori Elektromagnet

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEPULUH (10)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Agihan markah bagi soalan diberikan di sut sebelah kanan soalan berkenaan.

Semua soalan hendaklah dijawab di dalam Bahasa Malaysia. Jika pelajar memilih menjawab di dalam Bahasa Inggeris sekurang-kurangnya satu soalan mesti dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

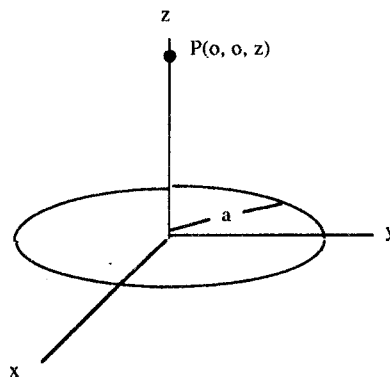
1. (a) Pada setiap bucu segiempat yang panjang sisinya ℓ , terletak satu cas bernilai $\sqrt{4\pi\epsilon_0}$ coulomb. Cari daya elektrik pada setiap cas.

On the vertices of a square of side ℓ lie point charges each of value $\sqrt{4\pi\epsilon_0}$ coulombs. Find the electric force on each charge.

(30%)

- (b) Cas Q coulomb teragih dengan ketumpatan seragam sepanjang gelang bulat berjajari a yang berada di satah x - y dan pusatnya berada dalam asalan seperti ditunjukkan dalam Rajah 1.1.

Charge Q coulombs is distributed with uniform density along a circular ring of radius a lying in the x - y plane and having its center at the origin as shown in Figure 1.1.



Rajah 1.1 Figure 1.1

Cari medan elektrik E yang dihasil olehnya pada titik $[0, 0, z]$ dalam paksi- z .
Find the electric field E at a point $[0, 0, z]$ on the z -axis due to it.

(35%)

...3/-

- (c) Tunjukkan sebagai tambahan lazim bagi masalah 1(b), bahawa medan elektrik terhasil daripada kepingan cas yang luasannya tak terhingga diberi oleh

Show that, as a natural extension of problem 1(b), the electric field arising out of an infinitely wide sheet of charge is given by

$$\mathbf{E} = \frac{\rho_s}{2\epsilon_0} \hat{\mathbf{i}}_n$$

ρ_s ialah ketumpatan cas permukaan dan $\hat{\mathbf{i}}_n$ ialah vektor normal kepada permukaan kepingan

where ρ_s is the surface charge density, and $\hat{\mathbf{i}}_n$ is normal to the sheet surface.

(35%)

2. (a) (i) Nyatakan hukum Gauss untuk medan elektrik.
State Gauss' Law for electric field.

(10%)

- (ii) Pertimbangan kelompang sfera nipis berjari 'a', diisi dengan jumlah cas Q coulomb . Cari medan elektrik terhasil dari cas kelompang sfera yang dinyatakan di atas bagi $r < a$ dan $r \geq a$.

Consider a thin spherical shell of radius 'a' filled uniformly with a total charge Q coulombs. Find the electric field due to the charge on the given spherical shell for both $r < a$ and $r \geq a$.

(25%)

...4/-

- (b) Medan elektrik dalam kelompok sfera tersebut didapati seakan-akan sifar. Ini bermakna daya coulomb di antara 2 cas berkadar songsang dengan jarak kuasa dua. Buktikan.

Inside the spherical shell the electric field is identically zero. This, in turn, implies that the coulomb's force between two charges varies with distance exactly as inverse square. Prove it.

(30%)

- (c) Nyatakan dan terbitkan syarat sempadan untuk komponen tanjen bagi medan elektrik E dan komponen normal bagi ketumpatan fluks sesaran, D . Nyatakan syarat-syarat ini untuk sempadan di antara dielektrik dan pengalir.

State and derive the boundary conditions for the tangential component of electric field, E and, the normal component of displacement flux density, D . State these conditions for the boundary between a dielectric and a conductor.

(35%)

3. (a) (i) Nyatakan persamaan kesinambungan.

State the continuity equation.

(10%)

- (ii) Diberi $J = (x \hat{i}_x + y \hat{i}_y + z \hat{i}_z)$, cari kadar masa susut untuk cas yang terkandung dalam isipadu yang dilingkungi oleh satah $x=0$, $x=1$, $y=0$, $y=1$, $z=0$ dan $z=1$.

Given $J = (x \hat{i}_x + y \hat{i}_y + z \hat{i}_z)$ A/m², find the time rate of decrease of the charge contained within a volume bounded by the planes $x=0$, $x=1$, $y=0$, $y=1$, $z=0$ and $z=1$.

(25%)

...5/-

- (b) Nyatakan teorem stoke. Sahkan teorem tersebut untuk medan upaya vektor $\mathbf{A} = xy \hat{i}_x + yz \hat{i}_y + zx \hat{i}_z$ dan laluan tertutup yang terdiri daripada satu garisan dari (0, 0, 0) ke (1, 1, 1) dan (1, 1, 1) ke (1, 1, 0) dan dari (1, 1, 0) kepada (0, 0, 0).

State Stokes' theorem. Verify it for a vector potential field $\mathbf{A} = xy \hat{i}_x + yz \hat{i}_y + zx \hat{i}_z$ and the closed path comprising the straight lines from (0, 0, 0) to (1, 1, 1) from (1, 1, 1) to (1, 1, 0) and from (1, 1, 0) to (0, 0, 0).

(35%)

- (c) Tunjukkan menggunakan sistem koordinate Cartesian bahawa (a) $\nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{A}) = 0$ untuk sebarang \mathbf{A} dan (b) $\nabla \times \nabla \phi = 0$ untuk sebarang ϕ .

Show by expansion in the cartesian coordinate system that (a) $\nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{A}) = 0$ for any \mathbf{A} and (b) $\nabla \times \nabla \phi = 0$ for any ϕ .

(30%)

4. (a) (i) Nyatakan Hukum Biot-Savart.

State Biot-Savart Law.

(15%)

- (ii) Enam unsur arus yang seiras $I dz \hat{i}_z$ terletak di titik sama jarak pada bulatan berjejari seunit berpusat di asalan dan berada di Satah x-y. Titik pertama ialah (1, 0, 0). Cari daya magnet pada setiap unsur arus.

Six identical current elements $I dz \hat{i}_z$ are located at equally spaced points on a circle of radius unity centered at the origin and lying in the x-y plane. The first point is (1, 0, 0). Find the magnetic force on each current element due to other elements.

(25%)

...6/-

(b) (i) Nyatakan Hukum Ampere.

State Ampere's law.

(15%)

(ii)

Arus I mengalir mengikut arah $+z$ dengan ketumpatan permukaan seragam pada permukaan silinder $r=a$. Arus ini kembali semula mengikut arah $-z$ dengan ketumpatan seragam pada permukaan silinder kedua $r=b$. Agihan arus permukaan diberi dengan

Current I flows in the $+z$ direction with uniform surface density on the cylindrical surface $r=a$ and returns in the $-z$ direction with uniform density on a second cylindrical surface $r=b$ so that the surface current distribution is given by

$$\mathbf{J}_s = \begin{cases} \frac{I}{2\pi a} \hat{\mathbf{i}}_z & \text{for } r = a \\ \frac{-I}{2\pi b} \hat{\mathbf{i}}_z & \text{for } r = b \end{cases} \quad \text{and } b > a.$$

Gunakan Hukum litaran Ampere, cari medan magnet dan kemudian cari ketumpatan tenaga dalam medan magnet.

Apply Ampere's circuital law and find the magnetic field and thereby find the energy density in the magnetic field.

(25%)

...7/-

- (c) Berikan penerangan dan gambaran konduktor, semikonduktor, superkonduktor dan bukan-konduktor berdasarkan pengaliran dan sebab-sebab yang berkaitan.

From the point of view of conduction, and the reasons thereof, how are conductors, semi conductors, super conductors and nonconductors described.

(20%)

5. (a) (i) Apakah hukum Gauss untuk medan magnet?
What is the Gauss' law for the magnetic field?

(10%)

- (ii) Tentukan sama ada vector $\mathbf{A} = \frac{1}{\rho^2} (\cos \phi \hat{i}_\rho + \sin \phi \hat{i}_\alpha)$ dalam koordinat silinder boleh mewakili medan magnet \mathbf{B} .

Determine if the vector $\mathbf{A} = \frac{1}{\rho^2} (\cos \phi \hat{i}_\rho + \sin \phi \hat{i}_\alpha)$ in cylindrical coordinates can represent a magnetic field \mathbf{B} .

(25%)

- (b) (i) Nyatakan Hukum Faraday berserta dengan hukum Lenz.
State Faraday's Law together with Lenz's Law.

(15%)

...8/-

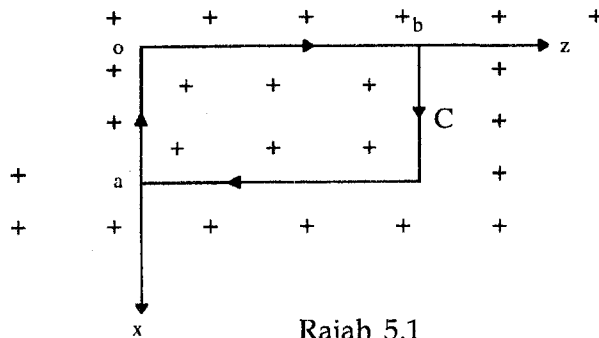
- (ii) Medan magnet yang berubah mengikut masa diberikan oleh
A time-varying magnetic field is given by

$$\mathbf{B} = B_0 \cos \omega t \hat{i}_y$$

di sini B_0 ialah pemalar. Cari emf yang teraruh sekeliling gelung segi empat C dalam satah x-y yang disempadani oleh garis $x=0$, $x=a$, $z=0$ dan $z=b$ seperti ditunjukkan di Rajah 5.1.

where B_0 is a constant. Find the induced emf around the rectangular loop C in the x-z plane bounded by the lines $x=0$, $x=a$, $z=0$ and $z=b$ as shown in Figure 5.1.

(25%)



Rajah 5.1

Figure 5.1

- (c) Nyatakan persamaan talian penghantaran. Kemukakan kaedah penyelesaian serta takrifkan ciri galangan dan pekali pantulan.

State the transmission line equations. Suggest the solution method. Define characteristic impedance and reflection coefficient.

(25%)

...9/-

6. (a) Ukuran data berikut diperolehi dari talian berlubang alur dan bergalangan ciri 50Ω . Pertamanya dengan penamatan litar pantas, voltan minimum didapati 20 cm antara satu sama lain. Kemudian, dengan salah satu titik minimum ditanda sebagai rujukan dan litar pantas diganti dengan muatan yang tidak diketahui. SWR didapati bernilai 3.0 dan voltan minima didapati 5.80 cm daripada titik rujukan menghala ke beban. Apakah impedance beban yang tidak diketahui.

On a slotted line of characteristic impedance 50Ω the measurements yielded the following data. First, with the short circuit termination, voltage minima were found to be 20 cm apart. Next, with one of the minima marked as reference and the short circuit replaced by unknown load, the SWR was found to be 3.0 and a voltage minima was found to be at 5.80 cm from the reference point towards the load. What is the unknown load impedance?

(40%)

- (b) Terangkan teknik padanan transformer suku-gelombang.
Explain the Quarter Wave Transformer matching technique.

(20%)

- (c) Talian penghantaran berciri galangan 50Ω ditamatkan dengan galangan beban $Z_R = (15 - j20)\Omega$. Dengan menggunakan carta smith, dapatkan kuantiti berikut:-

A transmission line of characteristic impedance 50Ω is terminated by a load impedance $Z_R = (15 - j20)\Omega$. Obtain the following quantities with the use of a Smith Chart.

...10/-

- (i) Pekali pantulan pada beban
Reflection coefficient at the load
- (ii) SWR pada talian
SWR on the line
- (iii) Jarak voltan minima pertama bagi corak gelombang pegun dari beban

Distance of the first voltage minimum of the standing wave pattern from the load

- (iv) Galangan talian pada $d = 0.05\lambda$
Line impedance at $d = 0.05\lambda$

- (v) Lelasan talian pada $d = 0.05\lambda$
Line admittance at $d = 0.05\lambda$

- (vi) Lokasi paling dekat dengan beban iaitu sekiranya talian sama dengan galangan lelasan ciri talian

Location nearest to the load where the real part of the line admittance is equal to the line characteristic impedance.

(40%)

ooo0ooo