

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang  
Academic Session 2007/2008

Jun 2008

**JIF 217 – Electricity and Magnetism**  
**[JIF 217 – Keelektrikan dan Kemagnetan]**

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains **SIX** printed pages before you begin the examination.

Answer **ALL** questions. You may answer **either** in Bahasa Malaysia or in English.

Read the instructions carefully before answering.

Each question carries 100 marks.

*Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM muka surat yang bercetak sebelum anda menjawab sebarang soalan.*

*Jawab SEMUA soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

*Baca setiap arahan dengan teliti sebelum menjawab.*

*Setiap soalan bernilai 100 markah.*

Useful formulae:

For cylindrical coordinates

1.  $\hat{\rho} = \cos \phi \hat{x} + \sin \phi \hat{y}$

2.  $d\tau = \rho d\rho d\phi dz$

3.  $da_\rho = \pm \rho d\phi dz$ ,  $da_\phi = \pm d\rho dz$ ,  $da_z = \pm \rho d\rho d\phi$

4.  $\bar{\nabla} \times \bar{v} = \left[ \frac{1}{\rho} \frac{\partial v_z}{\partial \phi} - \frac{\partial v_\phi}{\partial z} \right] \hat{\rho} + \left[ \frac{\partial v_\rho}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial \rho} \right] \hat{\phi} + \frac{1}{\rho} \left[ \frac{\partial}{\partial \rho} (\rho v_\phi) - \frac{\partial v_\rho}{\partial \phi} \right] \hat{z}$

1. Charge is distributed over the surface of a disk of radius  $a$  lying in the  $xy$  plane with the origin at the center. The surface density is given in cylindrical coordinates by  $\sigma = A\rho^2$ , where  $A$  is a constant.
- (a) What is the unit of  $A$ ? (15 marks)
  - (b) What is total charge on the disk? (25 marks)
  - (c) Find the force produced by this charge distribution on a point charge  $q$  located on the  $z$  axis. (60 marks)

*Cas ditaburkan pada satu cakera berjajari  $a$ . Bulatan ini berada di satah  $xy$  dengan pusat bulatan berada di asalan. Ketumpatan cas permukaan diberikan dalam koordinat silinderan sebagai  $\sigma = A\rho^2$ , dengan  $A$  sebagai pemalar.*

- (a) *Apakah unit  $A$ ? (15 markah)*
- (b) *Apakah jumlah cas pada cakera? (25 markah)*
- (c) *Carikan daya yang dikenakan oleh taburan cas ini pada satu cas titik  $q$  yang terletak pada paksi  $z$ . (60 markah)*

2. Two concentric spheres have radii  $a$  and  $b$  with  $b > a$ . The region between them ( $a \leq r \leq b$ ) is filled with charge of constant density. The charge density is zero everywhere else. Find  $\vec{E}$  at all points and express it in terms of the total charge  $Q$ . (100 marks)

*Dua sfera sepusat mempunyai jejari  $a$  and  $b$ , dengan  $b > a$ . Kawasan antara dua sfera ini ( $a \leq r \leq b$ ) diisi dengan ketumpatan cas yang tetap. Ketumpatan cas adalah sifar di tempat yang lain. Carikan  $\vec{E}$  di semua titik dengan menuliskannya dalam sebutan jumlah cas  $Q$ .*

*(100 markah)*

3. The coaxial cylindrical conductors of Figure 1 are used as a capacitor with charges per unit length  $q_l$  and  $-q_l$ .

(a) Find the energy of a length  $L$  of this system. (50 marks)

(b) Show that the capacitance is  $C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$ .

(50 marks)

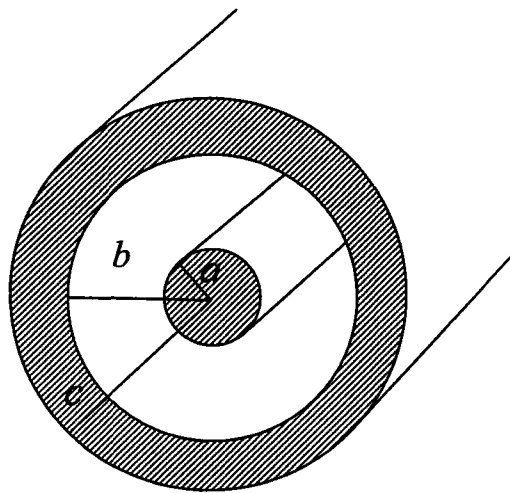


Figure 1

Dua silinder konduktor sepaksi (Rajah 1) digunakan sebagai suatu kapasitor dengan cas per unit panjang  $q_l$  and  $-q_l$ .

(a) Carikan tenaga untuk panjang  $L$  bagi sistem ini. (50 markah)

(b) Tunjukkan bahawa kapasitans ialah  $C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$ .

(50 markah)

4. A tightly wound solenoid (helical coil) consists of  $n$  turns per unit length wrapped around a cylindrical tube of radius  $a$  and carrying current  $I$ .
- (a) Find the magnetic field at point  $P$  on the axis of the solenoid, as shown in Figure 2. Express your answer in terms of  $\theta_1$  and  $\theta_2$ .  
(80 marks)
- (b) What is the field on the axis of an infinite solenoid (infinite in both directions)?  
(20 marks)

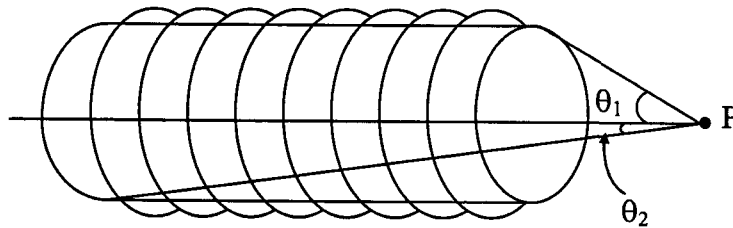


Figure 2

*Suatu solenoid (lingkaran heliks) yang diikat ketat terdiri daripada  $n$ -pusingan per unit panjang telah dililitkan pada tiub silinder berjari  $a$  dan membawa arus  $I$ .*

- (a) *Dengan menuliskan jawapan dalam sebutan  $\theta_1$  dan  $\theta_2$ , carikan medan magnet pada titik  $P$  pada paksi solenoid, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.*  
(80 markah)
- (b) *Apakah medan pada paksi suatu solenoid tak terhingga (tak terhingga dalam kedua-dua arah)?*  
(20 markah)

5. A long circular cylinder of radius  $R$  carries a magnetization  $\vec{M} = k\rho^2\hat{\phi}$ , where  $k$  is a constant,  $\rho$  is the distance from the axis, and  $\hat{\phi}$  is the usual azimuthal unit vector (Figure 3).
- (a) Determine the bound currents (volume and surface). (30 marks)
- (b) Show that the total current is zero. (25 marks)
- (c) Find the magnetic field due to  $\vec{M}$ , for points inside and outside the cylinder. (45 marks)

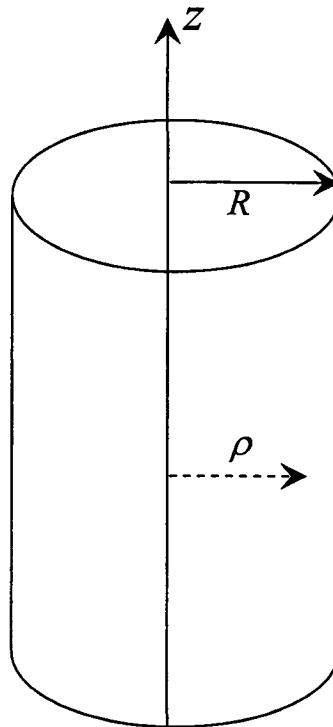


Figure 3

Suatu silinder membulat yang panjang, berjajeri  $R$ , membawa suatu pemagnetan  $\vec{M} = k\rho^2\hat{\phi}$ , dengan  $k$  suatu pemalar,  $\rho$  jarak dari paksi silinder, dan  $\hat{\phi}$  adalah vektor unit azimuthal yang biasa (Rajah 3).

- (a) Tentukan arus-arus terikat (isipadu dan permukaan). (30 markah)
- (b) Tunjukkan bahawa jumlah arus adalah sifar. (25 markah)
- (c) Carikan medan magnet yang diaruhkan oleh  $\vec{M}$ , untuk titik-titik di dalam dan di luar silinder. (45 markah)