

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1990/91

Mac/April 1990

JAZ 343 Fizik Moden II/Optik II

Masa: [3 jam]

---

ARAHAN KEPADA CALON:

- Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LIMA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
- Jawab SEMUA soalan. Setiap soalan bernilai 100 markah dan markah subsoalan diperlihatkan di penghujung subsoalan itu.
- Setiap jawapan mesti dijawab di dalam buku jawapan yang disediakan.
- Alat pengira elektronik boleh digunakan.

1. (a) (i) Terangkan apa yang anda faham tentang kuantum tenaga dan konsep kedualan sifat cahaya.
- (ii) Andaikan terdapat dua gelombang yang boleh ditulis seperti berikut:

$$\psi_1(\vec{x}, t) = B \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{x})$$

dan 
$$\psi_2(\vec{x}, t) = B \cos[(\omega + d\omega)t - (\vec{k} + d\vec{k}) \cdot \vec{x}]$$

dengan B adalah suatu pemalar. Dapatkan pernyataan gelombang paduan yang terhasil sekiranya kedua gelombang di atas bertindih, dan terangkan erti fizik persamaan yang diperolehi.

(50 markah)

- (b) Nyatakan bagaimana rumusan Prinsip Ketakpastian Heisenberg bagi momentum dan kedudukan diperolehi. Seterusnya dapatkan hubungan di dalam sebutan frekuensi dan masa.

Katakan suatu atom teruja dan memancarkan sinaran foton pada bila-bila masa. Andaikan secara purata atom teruja mempunyai masa hayat  $10^{-9}$  saat. Dapatkan apakah ketakpastian minimum  $\Delta v$  dalam frekuensi foton. Hitung juga ketakpastian  $\Delta E$ .

(50 markah)

2. (a) Jelaskan apa yang anda faham tentang kebarangkalian Born.

Diberi  $\nabla$  adalah suatu operator sembarangan dan  $\psi$  adalah suatu fungsi gelombang. Seterusnya dengan menggunakan persamaan Schrödinger dapatkan pernyataan arus kebarangkalian di dalam tiga dimensi.

(60 markah)

- (b) Diberi  $\psi = \sin kx$ .

Buktikan bahawa fungsi gelombang pegun di atas bukanlah eigenfungsi bagi operator momentum tetapi adalah eigenfungsi bagi operator Hamiltonan

$$\mathcal{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2}$$

(40 markah)

3. (a) (i) Terangkan apa yang anda faham tentang kesan penerowongan.

- (ii) Diberi keupayaan osilator harmonik isotropik di dalam tiga dimensi sebagai  $V(r) = \frac{1}{2}kr^2$ . Dengan menggunakan persamaan

Schrödinger seperti berikut:

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + \frac{1}{2}kr^2 \right] \psi(r) = E\psi(r).$$

Hitung jumlah tenaga bagi osilator harmonik di dalam tiga dimensi dan jelaskan.

(50 markah)

- (b) Huraikan asal indeks biasan daripada segi teori elektromagnet. Tunjukkan bahawa ungkapan bagi indeks biasan sebagai fungsi  $\omega$  diberi oleh persamaan

$$n^2(\omega) = 1 + \frac{Ne^2}{m\epsilon_0} \sum_i \left[ \frac{f_i}{\omega_i^2 - \omega^2} \right]$$

(50 markah)

4. (a) Bincangkan dengan lengkap tentang prinsip, struktur dan ciri-ciri penting bagi suatu kepingan zon Fresnel.

(25 markah)

- (b) Hitung keamatan paduan daripada suatu kepingan zon Fresnel yang mendedahkan 10 zon ganjil yang pertama.

(15 markah)

- (c) Terangkan dengan lengkap bagaimana lingkaran Cornu terbentuk.

(30 markah)

- (d) Tunjukkan bagaimana anda dapat menyelesaikan masalah belauan Fresnel yang terhasil daripada belauan dari celah tunggal (yang tidak sempit) dengan menggunakan lingkaran Cornu. Lakarkan juga corak-corak yang didapati.

(30 markah)

5. (a) Terangkan perbezaan-perbezaan penting antara belauan Fresnel dan belauan Fraunhofer.

(20 markah)

- (b) Tunjukkan bagaimana kedudukan minimum dan maksimum bagi belauan celah tunggal Fraunhofer didapati dan berikan syarat-syarat minimum dan maksimum.

(20 markah)

- (c) Suatu celah yang mempunyai lebar 0.3850 mm disinari oleh cahaya dengan jarak gelombang  $6563 \text{ \AA}$  yang menuju secara normal. Sebuah kanta dengan jarak fokus 50 cm diletakkan dibelakang celah tersebut dan membentuk corak belauan di atas tabir.

- (i) Hitung jarak dari minimum ke-3 ke minimum ke-5.  
(ii) Tunjukkan bahawa jarak antara kedudukan minimum berurutan adalah sama.

(20 markah)

- (d) Lukiskan secara kualitatif corak keamatan yang dihasilkan oleh lima (5) celah yang diruangkan sama jarak dan mempunyai  $d/b = 4$ . Labelkan di atas paksi-x dengan nilai  $\beta$  dan  $\gamma$  yang sepadan.

(20 markah)

- (e) Jelaskan apa yang dimaksudkan dengan penyebaran biasa dan penyebaran janggal. Berikan juga persamaan-persamaan yang berkaitan dengan dengan penyebaran biasa dan janggal.

(20 markah)

ooooo0ooooo

