

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Tambahan
Sidang Akademik 1991/92

Jun 1992

JAZ 343 - Fizik Moden II/Optik II

Masa: [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

- Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
 - Jawab mana-mana LIMA 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) Untuk corak belauan Fraunhofer dari satu celahan tunggal, hitungkan jarak gelombang cahaya yang menghasilkan minimum kelima yang bertepatan dengan minimum ketujuh untuk cahaya berjarak gelombang 500 nm.

(30 markah)

- (b) Apakah syarat yang mesti dipenuhi supaya maksimum pusat sampel belauan Fraunhofer untuk celahan ganda dua hanya mengandungi cukup-cukup 11 jalur. Berapakah jumlah jalur lengkap di antara minimum pertama dan kedua sampel belauan untuk keadaan ini ?

(40 markah)

- (c) Satu alur cahaya monokromatik yang sempit menuju dalam arah normal kepada satu parutan yang menghasilkan maksimum-maksimum yang tajam pada sudut-sudut berikut dengan normal, $6^\circ 40'$, $13^\circ 30'$, $20^\circ 20'$, $35^\circ 40'$. Tidak ada lagi maksimum yang didapati pada sudut lain antara 0° dan $35^\circ 40'$. Jarak pemisahan antara celahan bersebelahan dalam parutan ialah 5.04×10^{-4} cm. Hitungkan jarak gelombang cahaya yang digunakan.

(30 markah)

2. (a) (i) Lakarkan suatu lingkaran Cornu. Label semua paksi dengan jelas dan terangkan makna parameter-parameter yang digunakan.

- (ii) Jarak antara suatu celahan tunggal (kelebaran celah = 0.05 cm) dengan sumber cahaya dan juga tabir ialah 200 cm. Berapakah nilai parameter v yang perlu digunakan untuk menghuraikan belauan Fresnel apabila cahaya berjarak gelombang 500 nm digunakan? Apakah maksud parameter ini di dalam lingkaran Cornu?

(45 markah)

- (b) (i) Perihalkan secara ringkas suatu kepingan zon.
(ii) Suatu kepingan zon yang berjejari 2.5 mm mengandungi 5 zon. Berapakah jarak fokus kepingan zon ini bagi cahaya berjarak gelombang 500 nm? Di manakah fokus-fokus yang lain?
(55 markah)
3. (a) (i) Perihalkan perambatan cahaya di dalam suatu hablur tak isotropik ekapaksi dan terangkan syarat-syarat untuk menghasilkan pembiasan ganda dua bagi suatu alur yang tiba secara normal pada kepingan hablur tersebut.
(ii) Terangkan bagaimana satu kepingan hablur boleh digunakan untuk menukar cahaya yang berkutuban satah kepada cahaya berkutub bulatan dan hitungkan ketebalan minimum kepingan ini jika indeks biasan untuk sinar biasa dan luar biasa adalah 1.5463 dan 1.5513 masing-masing dan cahaya berjarak gelombang 600 nm digunakan.
(60 markah)
- (b) Anggapkan bahawa persamaan Cauchy adalah sah bagi suatu kaca yang tertentu. Tentukan penyebaran pada 6000 Å jika indeks biasan kaca tersebut ialah 1.63 pada 4000 Å dan indeks biasannya ialah 1.58 pada 5000 Å.
(40 markah)
4. (a) Suatu foton dan suatu zarah (jisim m_0 dan halaju v di mana $v \ll c$) mempunyai jarak gelombang yang sama λ_0 .
(i) Dapatkan tenaga foton dalam sebutan λ_0 dan berikan ungkapan bagi jumlah tenaga zarah dalam sebutan λ_0 dan m_0 .
(ii) Apakah nilai λ_0 bagi elektron yang bergerak dengan halaju 10^6 m/s. (m_0 bagi elektron = 9.1×10^{-31} kg).
(30 markah)

- (b) Berapakah masa yang diperlukan untuk mengukur tenaga kinetik suatu elektron yang bergerak dengan halaju 10 m/s supaya ketaktentuannya tidak melebihi 0.1%? (Diberi : $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{Js}$) (20 markah)

- (c) Jika $\hat{L}_+ = \hat{L}_x + i \hat{L}_y$ dan $\hat{L}_- = \hat{L}_x - i \hat{L}_y$, bagi tiap-tiap pasangan yang berikut:

$$\hat{L}_+ \text{ dengan } \hat{L}_z; \hat{L}^2 \text{ dengan } \hat{L}_+; \text{ dan } \hat{L}_+ \text{ dengan } \hat{L}_-$$

tunjukkan sama ada pengukuran serentak boleh dibuat ke atas kedua-dua kuantiti di dalam setiap pasangan.

$$\text{Diketahui } \hat{L}^2 = \hat{L}_x^2 + \hat{L}_y^2 + \hat{L}_z^2$$

$$[\hat{L}_i^2, \hat{L}_x] = [\hat{L}^2, \hat{L}_y] = [\hat{L}^2, \hat{L}_z] = 0$$

dan

$$[\hat{L}_i^2, \hat{L}_j] = i\hbar \hat{L}_k \quad ; \quad i, j, k \equiv x, y, z$$

(permutasi bulatan)

(50 markah)

5. (a) Fungsi gelombang bagi zarah dalam kotak satu dimensi adalah

$$\psi_n = N \sin \frac{n \pi x}{L} \quad ; \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

di mana L adalah dimensi kotak dan N pemalar normalisasi.

- (i) Tunjukkan bahawa fungsi eigen bagi sistem ini adalah berotogon di antara satu dengan lain.
(ii) Cari nilai jangkaan $\langle x \rangle$ bagi sistem ini di dalam keadaan kuantum $n = 1$.

(60 markah)

(b) Arus ketumpatan kebarangkalian dalam tiga dimensi adalah

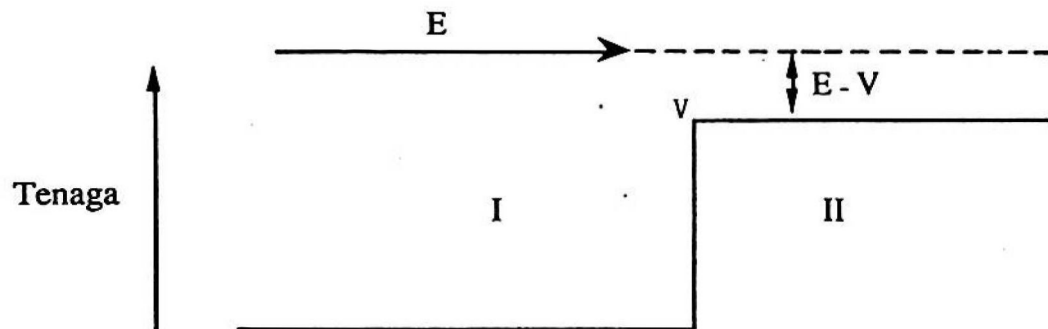
$$\vec{S} = -\frac{i\hbar}{2m} [\psi^* \vec{\nabla} \psi - \psi \vec{\nabla} \psi^*]$$

Jika $\psi^* \vec{\nabla} \psi = (\psi \vec{\nabla} \psi^*)^*$, tunjukkan bahawa

$$\vec{S} = \text{Re} \left(\frac{i\hbar}{m} \psi \vec{\nabla} \psi^* \right)$$

(40 markah)

6.



Pertimbangkan suatu bim zarah yang mempunyai tenaga kinetik E . Bim zarah ini menuju ke satu potensial bertangga bermagnitud V di kedudukan $x = 0$ (lihat rajah).

(a) Dengan menggunakan

$$k_1^2 = \frac{2mE}{\hbar^2} \quad ; \quad k^2 = \frac{2m}{\hbar^2} (E - V)$$

selesaikan persamaan Schroedinger di kawasan I dan II.

(30 markah)

(b) Terangkan mengapa $e^{-ik'x}$ perlu ditolak sebagai satu penyelesaian.

(10 markah)

- (c) Tunjukkan bahawa kebarangkalian bagi penghantaran adalah

$$T = \frac{4k_1^2}{(k_1 + k')^2} \quad (30 \text{ markah})$$

- (d) Satu bim elektron bermagnitud 1mA bergerak dengan halaju 2×10^6 m/s. Bim ini memasuki satu kawasan yang mempunyai satu sempadan yang nyata di mana halajunya telah berkurangan sebanyak 1×10^6 m/s akibat dari perbezaan potensial di sempadan tersebut. Cari nilai-nilai k_1 , k' , T dan nilai arus penghantaran.

(30 markah)

ooo0ooo