

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1994/95

Oktober/November 1994

ZAE 481/4 - Laser dan Penggunaannya

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab KESEMUA LIMA soalan.

Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Gunakan pemalar-pemalar berikut jika perlu:

$$\text{Pemalar Boltzmann} = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

$$\text{Pemalar Planck} = 6.625 \times 10^{-34} \text{ Js}^{-1}$$

1. (a) Dengan menggunakan gambarajah yang sesuai, jelaskan mengenai proses-proses berikut:
 - (i) penyerapan terangsang
 - (ii) pancaran spontan
 - (iii) pancaran terangsang.

(20/100)
- (b) Terangkan dengan ringkas mengenai bahagian-bahagian utama sesebuah peranti laser.

(20/100)
- (c) Terangkan sifat-sifat penting laser.

(30/100)
- (d) Suatu laser nampak berjarak gelombang 500 nm dengan output gaussian dan pinggang alur 2×10^{-4} m telah dihasilkan.
 - (i) Tentukan capahan alur sudut penuh laser tersebut.
 - (ii) Jika pinggang alur semakin kecil, apakah perubahan pada capahan alur sudut penuh cahaya laser tersebut?

(30/100)

2. Prinsip Boltzmann menyatakan pecahan atom-atom yang kepadatan, secara puratanya, dalam sebarang keadaan tenaga tertentu bagi sebarang suhu keseimbangan adalah

$$N_i = N_0 e^{-E_i/kT}$$

- N_i = bilangan atom dalam keadaan teruja
 N_0 = bilangan atom dalam keadaan asas
 E_i = tenaga dalam keadaan teruja diukur relatif kepada tenaga keadaan asas
 T = suhu mutlak
 k = pemalar Boltzmann.

- (a) (i) Lakarkan taburan Boltzmann untuk beberapa paras tenaga.
 (ii) Nyatakan nisbah populasi atom dalam gas untuk dua (2) paras tenaga sembarangan E_j dan E_i , yang mana $E_j > E_i$.
 (iii) Nyatakan nisbah Boltzmann bagi kes-kes suhu rendah, suhu tinggi, dan pemisahan di antara suhu rendah dan suhu tinggi.

(30/100)

- (b) Berdasarkan garis pemisah dalam soalan 2(a)(iii), cari frekuensi transisi pada suhu 23°C dan nyatakan bahagian spektrum frekuensi ini berada.

Diberi: Infra merah dekat: 0.76 μm - 1.3 μm
 Infra merah jauh : >1.3 μm

(30/100)

- (c) Dalam soalan 2(b), apakah kesimpulan yang dapat dibuat mengenai jurang tenaga dengan frekuensi-frekuensi transisi dalam kawasan-kawasan infra merah dekat atau nampak?

(20/100)

- (d) Apakah kaitan taburan Boltzmann dan songsangan populasi. Nyatakan bagaimana songsangan populasi diperolehi dalam suatu laser.

(20/100)

3. (a) Berbantukan gambarajah yang sesuai, jelaskan pengepaman dalam sistem 3-paras.

(30/100)

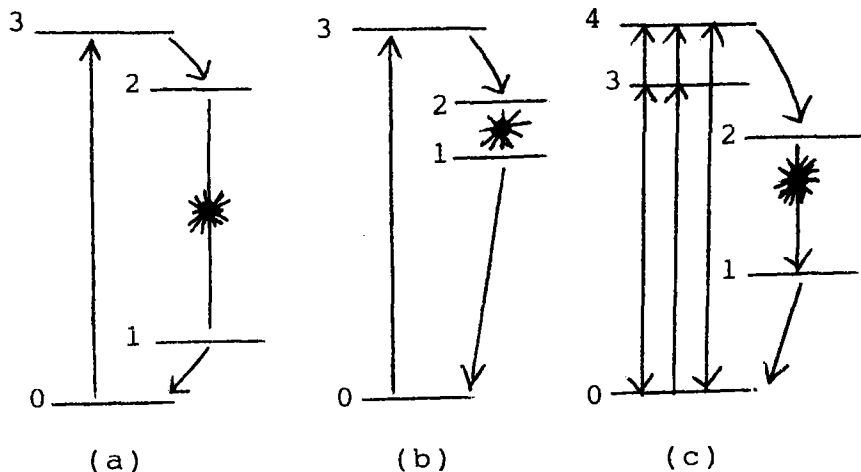
- (b) Dalam soalan 3(a), nyatakan persamaan-persamaan tenaga dan kuasa songsangan yang diperlukan dalam 3-paras skema pengepaman optik.

(20/100)

- (c) Bandingkan 3-paras dan 4-paras skema pengepaman laser. Nyatakan yang mana satu skema pengepaman yang lebih baik.

(25/100)

- (d) Gambarajah di bawah menunjukkan kecekapan-kecekapan laser berdasarkan kepada sistem 4-paras. Nyatakan skema yang paling cekap berdasarkan gambarajah (a), (b) dan (c). Berikan alasan anda.



Rajah

(25/100)

4. (a) Sebuah alat resonator yang digunakan diperihalkan stabil.

- (i) Menggunakan parameter-parameter-g bagi alat resonator, takrifkan g_1 dan g_2 untuk cermin M_1 dan cermin M_2 . Diberi:

L = pemisahan di antara cermin-cermin M_1 , M_2

r_1 = jejari kelengkungan cermin M_1

r_2 = jejari kelengkungan cermin M_2 .

- (ii) Nyatakan hubungan bagi suatu sinar parapaksi yang terus kekal rapat ke paksi optik.

(iii) Sekiranya alat resonator diperihalkan sebagai tak stabil, apakah yang berlaku pada sinar itu? Nyatakan hubungan parameter-parameter g kini.

(iv) Nyatakan situasi di mana alat resonator diperihalkan sebagai hampir-hampir stabil. Nyatakan hubungan parameter-parameter g bagi kes ini.

(40/100)

(b) Lakarkan gambarajah yang sesuai bagi menunjukkan konfigurasi-konfigurasi cermin rongga laser bagi kes-kes berikut:

- (i) konfigurasi stabil
- (ii) konfigurasi tak stabil
- (iii) konfigurasi hampir-hampir stabil.

(30/100)

(c) Lakarkan gambarajah yang menunjukkan kawasan-kawasan kehilangan tertib pertama tinggi dan rendah untuk resonator-resonator umum dengan cermin terlenkung. Jelaskan lakaran anda.

(30/100)

5. Tulis satu esei mengenai penggunaan laser dalam salah satu bidang berikut:

- (a) perubatan, atau
- (b) telekomunikasi, atau
- (c) pengawalan pencemaran.

Terangkan menenai prinsip-prinsip yang digunakan dalam aplikasi tersebut.

Lakarkan gambarajah-gambarajah yang sesuai.

(100/100)