

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

**ZAE 385/4 - Spektroskopi Gunaan**

Masa : 3 jam

---

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

Jawab **LIMA** soalan sahaja. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

No. Avogadro =  $6.023 \times 10^{23}$  /mol  
 Berat atom C = 12.01 g/mol  
 Berat atom O = 16 g/mol  
 Cas elektron =  $1.6 \times 10^{-19}$  C  
 Pemalar Planck  $h = 6.63 \times 10^{-34}$  J.s  
 Pemalar Boltzmann  $k = 1.38 \times 10^{-23}$  J/K

1. (a) Teknologi optik dan fotonik sedang diperkatakan buat masa kini. Setelah mengikuti kursus Spektroskopi Gunaan dengan jayanya apakah bentuk sumbangan anda kepada pembangunan teknologi ini apabila tamat pengajian nanti. (20/100)
- (b) Menggunakan rajah blok lakarkan set eksperimen spektroskopi Jelmaan Fourier Inframerah Jauh yang terdapat di Pusat Pengajian Sains Fizik. (30/100)
- (c) Terangkan langkah –langkah eksperimen yang perlu anda lakukan jika anda ingin mendapatkan spektrum nisbah transmisi bagi suatu sampel gas menggunakan alatan dalam (b). (20/100)
- (d) (i) Suatu sumber dalam julat frekuensi radio mengandungi dua frekuensi iaitu  $\nu$  dan  $2\nu$  dengan amplitud yang sama. Lakarkan rajah spektrum dalam domain frekuensi jika  $\nu = 50\text{MHz}$  (10/200)
- (ii) Jika isyarat dalam (i) mempunyai masa susutan 100 ms, lakarkan dengan jelas rajah spektrum ini dalam domain frekuensi. (20/100)
2. (a) Anda telah memungut sebanyak 20,000 titik interferogram daripada suatu interferometer Michelson dengan selang persampelan (jarak antara titik) sebanyak 300 nm. Titik beza lintasan sifar terletak pada titik ke-10,000. Untuk mendapatkan suatu spektrum, komputer diperlukan bagi melakukan Jelmaan Fourier terhadap interferogram tersebut. Bagaimanapun komputer anda hanya membenarkan proses Jelmaan Fourier bagi jumlah data maksimum sebanyak 16,000.
  - (i) Nyatakan apa yang perlu anda lakukan terhadap interferogram tersebut bagi membolehkan proses Jelmaan Fourier dilakukan?
  - (ii) Hitungkan nilai pelebaran spektrum yang akan terhasil nanti akibat tindakan anda dalam (i). (20/100)

- (b) Dua kaedah eksperimen spektroskopi telah dijalankan bagi mengkaji spektrum serapan gas di dalam julat cahaya nampak. Pertama, menggunakan parutan belauan sebagai elemen serakan dan kedua, menggunakan interferometer sebagai elemen serakan. Nyatakan kelemahan-kelemahan eksperimen pertama berbanding eksperimen kedua.  
(20/100)
- (c) Bagaimanakah fasa sampel mencorakkan spektrum yang dikesan?  
(30/100)
- (d) Bagaimanakah anda menentukan samada dua puncak dapat "dipisahlihtkan" dengan menggunakan kriteria Rayleigh?  
(10/100)
- (e) Suatu parutan belauan mempunyai kawasan berlurah selebar 30.0 cm dengan 1500 lurah/mm dan sudut kupas  $33^{\circ}$ .
- (i) Dapatkan serakan sudut oleh parutan pada tertib ke-5  
(ii) Apakah jarak gelombang sinar yang terserak pada tertib ke-5 ini, kuasa peleraian R dan peleraian  $dv$ ?  
(20/100)
3. (a) Terangkan apakah hubungkait di antara 'ketidaksimetrian' molekul dengan spektrum yang dikesan.  
(10/100)
- (b) Dalam suatu spektrum putaran apakah elemen-elemen yang menentukan:  
(i) tenaga peralihan dan  
(ii) keamatan peralihan  
(20/100)
- (c) Dengan bantuan lakaran graf spektrum kepancaran (%) melawan nombor gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) jelaskan apakah yang anda fahami tentang tenaga peralihan dan keamatan dalam spektrum tersebut?  
(10/100)
- (d) Dalam suatu spektrum kepancaran CO, frekuensi serapan oleh putaran molekul CO pada tertib-1 ialah pada 115.271 (Hz) manakala serapan pada tertib ke-5 ialah 576.268 (Hz).

- (i) Menggunakan penghampiran rotor tegar, tentukan nilai pemalar putaran dan panjang ikatan C-O. (20/100)
- (ii) Dari nilai pemalar putaran yang diperolehi dalam (i), hitung suhu sampel semasa pengukuran dibuat di mana keamatan spektrum menunjukkan nilai maksimum pada  $J=10$ . (15/100)
- (iii) Apakah herotan mengempar? Jelaskan kesannya terhadap tenaga peralihan spektrum putaran. (25/100)
4. (a) Terangkan dengan jelas proses-proses serakan Raman bagi komponen Stokes dan AntiStokes menggunakan rajah-rajah vektor keabadian momentum. (20/100)
- (b) Gunakan rajah vektor keabadian momentum bagi komponen Stokes (daripada soalan (a)) bagi menunjukkan bahawa vektor gelombang pengujaan  $q$  diberi sebagai
- $$q = 2k_I \sin\left(\frac{\phi}{2}\right)$$
- dengan  $k_I$  ialah vektor gelombang cahaya tuju dan  $\phi$  ialah sudut serakan. (30/100)
- (c) Jelaskan maksud fonon dalam serakan Raman tertib pertama berada berdekatan pusat zon Brillouin. (20/100)
- (d) Secara ringkas senarai dan perihalkan komponen-komponen penting bagi suatu sistem Raman. (30/100)
5. (a) Gunakan persamaan-persamaan momen peralihan inframerah dan Raman bagi membezakan peralihan-peralihan yang diizinkan di dalam molekul dwiatom homonukleus dan heteronukleus. (20/100)

- (b) (i) Bincangkan dua jenis ketakharmonikan yang dapat menukar petua-petua pemilihan inframerah dan Raman bagi molekul dwikutub.  
 (ii) Kewujudan ketakharmonikan menghasilkan persamaan nombor gelombang bagi paras getaran  $n$  sebagai

$$\frac{E_n}{hc} = G(n) = \bar{\nu}_e \left( n + \frac{1}{2} \right) - \bar{\nu}_e X_e \left( n + \frac{1}{2} \right)^2 + \bar{\nu}_e Y_e \left( n + \frac{1}{2} \right)^3 + \dots$$

dengan  $\bar{\nu}_e$  ialah nombor gelombang getaran bagi sesaran infinitesimal daripada keseimbangan,  $\bar{\nu}_e X_e$  dan  $\bar{\nu}_e Y_e$  ialah pemalar-pemalar ketakharmonikan.

Tentukan suatu persamaan bagi perbezaan nombor gelombang  $\Delta G$  (sehingga  $n$  bertertib 2) bagi peralihan dari  $(n+1)$  ke  $n$ .

(40/100)

- (c) Persamaan nombor gelombang bagi paras-paras tenaga putaran molekul diberi sebagai

$$F(J) = B_0 J(J+1)$$

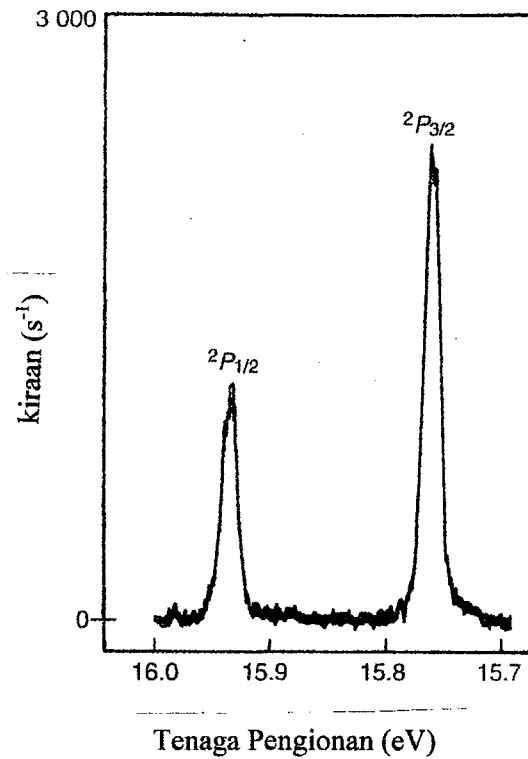
dengan  $B_0$  ialah pemalar putaran dan  $J$  ialah nombor kuantum momentum sudut putaran.

Buktikan bagi spektrum putaran Raman bahawa;

- (i) Dua set garis peralihan putaran dipisahkan di antara satu sama lain oleh jarak  $4B_0$ .  
 (ii) Set pertama peralihan putaran Stokes dipisahkan oleh jarak  $12B_0$  dari set pertama peralihan putaran AntiStokes.

(40/100)

6. (a) Rajah di bawah menunjukkan spektrum fotoelektron ultraungu He I bagi gas argon.



Terangkan dengan jelas punca kewujudan kedua-dua puncak di dalam spektrum tersebut.

(40/100)

- (b) Berpandukan rajah-rajah orbitan atom yang bersesuaian, bincangkan dengan jelas proses spektroskopi elektron Auger dan pendarfluoran sinar-X.

(60/100)