

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 1998/99

April 1999

KFT 434 – Kimia Fizik IV

Masa : (3 jam)

Jawab sebarang LIMA soalan.

Hanya LIMA jawapan yang pertama sahaja akan diperiksa.

Jawab tiap-tiap soalan pada muka surat yang baru.

Kertas ini mengandungi TUJUH soalan semuanya (5 muka surat).

1. (a) Tentukan yang mana di antara fungsi berikut adalah fungsi eigen bagi operator momentum $-i\hbar \frac{d}{dx}$:-

- (i) $A \cos kx$
- (ii) $A(\sin kx + \cos kx)$
- (iii) $A(\sin kx + i \cos kx)$

Bagi fungsi-fungsi di atas, A dan k adalah pemalar.

(6 markah)

- (b) Operator \hat{R} adalah operator Hermitian jika

$$\int \varphi_m^* \hat{R} \varphi_n d\tau = \int \varphi_n (\hat{R} \varphi_m)^* d\tau$$

di mana φ_m dan φ_n adalah sebarang fungsi gelombang yang berkelakuan baik.

Tunjukkan sama ada operator yang berikut Hermitian atau tidak:

- (i) $\frac{d}{dx}$
- (ii) x

(8 markah)

- (c) Apakah kesan terhadap ϕ dan E jika Hamiltonian \mathcal{H} bagi persamaan Schrödinger $\mathcal{H}\phi = E\phi$ menjadi $\mathcal{H} + V_0$ di mana V_0 adalah satu keupayaan tetap?

(6 markah)

2. Pertimbangkan satu zarah yang jisimnya m bergerak di dalam sebuah kotak satu dimensi. Tenaga keupayaan $U(x) = 0$ bila $0 \leq x \leq \ell$ dan $U = \infty$ di tempat lain. Fungsi gelombang yang dibenarkan adalah

$$\phi = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin\left(\frac{n\pi x}{\ell}\right)$$

- (a) Kiralah kebarangkalian untuk mendapati zarah itu di dalam kawasan antara $\frac{1}{4}\ell$ dengan $\frac{1}{2}\ell$ bagi keadaan asas.

(8 markah)

- (b) Berapakah tenaga diperlukan untuk mengalihkan zarah itu dari keadaan

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{\pi x}{\ell}$$

ke keadaan

$$\phi_3 = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{3\pi x}{\ell} \quad ?$$

(6 markah)

- (c) Apakah syarat-syarat yang dikenakan untuk mengakibatkan pengkuantuman tenaga sistem itu?

(6 markah)

3. Tenaga yang dibenarkan bagi suatu zarah, jisimnya m , yang dihadkan di dalam sebuah kotak tiga dimensi dinyatakan dengan

$$E = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2} + \frac{n_z^2}{c^2} \right).$$

- (a) Jika kotak itu adalah kotak kiubik dengan dimensi a , berapa banyakkah (i) keadaan yang bertenaga dalam julat 0 hingga $16 h^2/8ma^2$? (ii) paras tenaga yang terletak di dalam julat itu?

(14 markah)

- (b) Mengapa keadaan $(0, 0, 0)$, $(0, n_y, n_z)$, $(n_x, 0, n_z)$ dan $(n_x, n_y, 0)$ tidak dapat diterima?

(6 markah)

4. (a) Tuliskan nota ringkas bagi tajuk-tajuk yang berikut:

- (i) Prinsip ketidakpastian Heisenberg,
(ii) Fungsi yang berkelakuan baik.

(10 markah)

- (b) Berikan momentum sudut bagi elektron 2p di dalam atom hidrogen.

(4 markah)

- (c) Hitungkan momentum sudut bagi molekul CO di dalam keadaan putaran dengan $L = 1$. Bandingkan keputusan dari (b) dan (c) dan berikan alasan.

(6 markah)

5. Fungsi kerja bagi natrium bernilai 2.28 eV.

- (a) Berikan jarak gelombang maksimum bagi cahaya yang boleh menghasilkan fotoelektron dari natrium.

(6 markah)

- (b) Berapakah tenaga kinetik maksimum (dalam unit eV) bagi fotoelektron yang dipancarkan dari natrium apabila disinarkan oleh cahaya berjarak gelombang 200 nm?

(6 markah)

- (c) Bagaimanakah anda dapat menentukan pemalar Planck h dengan menyinarakan natrium? Lakarkan keputusan eksperimen itu dan anggarkan pemalar Planck berdasarkan keputusan dari (a) dan (b).

(8 markah)

6. (a) Carilah sebutan ^{2S+1}L yang tertimbul dari konfigurasi elektron pd (elektron takekuivalen).

(7 markah)

- (b) Berikan paras-paras $^{2S+1}L_J$ yang berasal dari sebutan 3F .

(6 markah)

- (c) Hitunglah jumlah kedegeneratan bagi konfigurasi pd. (7 markah)

7. "Atom" positronium mengandungi satu elektron negatif dan satu elektron positif (positron). Tenaga pengionan atom diberikan dengan

$$E_{\text{ion}} = \frac{\mu e^4}{8\epsilon_0^2 h^2}$$

di mana μ adalah jisim reda dan simbol lain mempunyai erti biasa.

- (a) Hitungkan tenaga pengionan bagi "atom" positronium.

(4 markah)

- (b) Selain daripada prinsip ketidakpastian Heisenbeg, $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$, terdapat juga satu perhubungan ketidakpastian yang berbentuk $\Delta E \Delta t \geq \hbar/2$ di antara tenaga dan masa. Anggarkan tempoh hayat suatu atom positronium dengan menggunakan perhubungan ketidakpastian ini dan keputusan dari (a).

(4 markah)

- (c) Andaikan bahawa positronium itu pada awalnya berada di dalam keadaan dengan tenaga keupayaan

$$|E| = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

Apakah jarak awal di antara elektron dan positron di dalam positronium?

(6 markah)

(KFT 434)

- (d) Tenaga yang diberikan dalam (c) adalah bersepadanan dengan suatu keadaan putaran bagi positronium dengan tenaga

$$\varepsilon_{\text{put}} = \frac{L(L+1)\hbar^2}{2I}$$

di mana I adalah momen inersia. Kiralah nombor kuantum bagi keadaan putaran itu.

(6 markah)

$$[\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ J}^{-1} \text{ C}^2 \text{ m}^{-1}; \hbar = 1.054 \times 10^{-34} \text{ J s}; \\ 1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}]$$

ooo0ooo

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
Pusat Pengajian Sains Kimia

Pemalar Asas dalam Kimia Fizik

<u>Simbol</u>	<u>Keterangan</u>	<u>Nilai</u>
N_A	Nombor Avogadro	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
F	Pemalar Faraday	96,500 C mol ⁻¹ , atau coulomb per mol, elektron
e	Cas elektron	4.80×10^{-10} esu 1.60×10^{-19} C atau coulomb
m_e	Jisim elektron	9.11×10^{-28} g 9.11×10^{-31} kg
m_p	Jisim proton	1.67×10^{-24} g 1.67×10^{-27} kg
h	Pemalar Planck	6.626×10^{-27} erg s 6.626×10^{-34} J s
c	Halaju cahaya	3.0×10^{10} cm s ⁻¹ 3.0×10^8 m s ⁻¹
R	Pemalar gas	8.314×10^7 erg K ⁻¹ mol ⁻¹ 8.314 J K ⁻¹ mol ⁻¹ 0.082 l atm K ⁻¹ mol ⁻¹ 1.987 cal K ⁻¹ mol ⁻¹
k	Pemalar Boltzmann	1.380×10^{-16} erg K ⁻¹ molekul ⁻¹ 1.380×10^{-23} J K ⁻¹ molekul ⁻¹
g		981 cm s ⁻² 9.81 m s ⁻²
1 atm		76 cmHg 1.013×10^6 dyne cm ⁻² 101,325 N m ⁻²
$2.303 \frac{RT}{F}$		0.0591 V, atau volt, pada 25 °C

Berat Atom yang Berguna

H = 1.0	C = 12.0	I = 126.9	Fe = 55.8	As = 74.9
Br = 79.9	Cl = 35.5	Ag = 107.9	Pb = 207.0	Xe = 131.1
Na = 23.0	K = 39.1	N = 14.0	Cu = 63.5	F = 19.0
O = 16.0	S = 32.0	P = 31.0	Ca = 40.1	Mg = 24.0
Sn = 118.7	Cs = 132.9	W = 183.85		