



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Final Examination
2016/2017 Academic Session

May/June 2017

JIF 317 – Atomic Physics
[Ilmu Fizik Atom]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains **SEVEN** printed pages before you begin the examination.

Answer **ALL** questions. You may answer **either** in Bahasa Malaysia or in English.

Read the instructions carefully before answering.

Each question carries 20 marks.

In the event of any discrepancies in the exam questions, the English version shall be used.

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

*Jawab **SEMUA** soalan. Anda dibenarkan menjawab soalan **sama ada** dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

Baca arahan dengan teliti sebelum anda menjawab soalan.

Setiap soalan diperuntukkan 20 markah.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

Answer **ALL** questions.

1.
 - (a) Explain Thomson and Rutherford models of an atom. Why these models cannot be accepted as a true model of an atom?
(6 marks)
 - (b) Determine the shortest and the longest wavelength in Balmer Series.
(7 marks)
 - (c) State the weakness of Bohr's model to the extent that the atomic model required the quantum treatment.
(7 marks)
2.
 - (a) State the principal quantum number, orbital angular momentum quantum number and magnetic quantum number of $3p$ and $4f$ state of the hydrogen atom.
(4 marks)
 - (b) Taking into consideration the classical path of an electron, explain the origin of the interaction energy of the coupling of the angular momentum, l and spin angular momentum, s . Explain the physical phenomena observed experimentally arising from this interaction energy.
(8 marks)
 - (c) Using the Hund's Rule, construct the electron configuration based on K, L, M ... shell and s, p, d ... sub-shell for ${}_{26}\text{Fe}$. Explain the physical properties attained by this element arising from the configuration.
(8 marks)

3. (a) State Pauli's Exclusion Principle. By considering two identical, indistinguishable and non-interacting particles, derive the Pauli's Exclusion Principle. (8 marks)

- (b) Define the selection rule for electron transition. If the probability of an electron to undergo a transition from initial state, i to final state, f for x-component is

$$H_{if,x} = eE_x \int_0^\infty r^3 R_{n'l'}^* R_{ne} dr \int_0^\pi \theta_{l'm'}^* \theta_{lm} \sin^2 \theta d\theta \int_0^{2\pi} \Phi_{m'}^* \Phi_m \cos \phi d\phi$$

show that the selection rule for the magnetic quantum number is

$$\Delta m = \pm 1$$

(8 marks)

- (c) By considering the selection rule in 3 (b), sketch the possible electron transition for sodium atom. (4 marks)

4. (a) Explain the Stern-Gerlach experiment. How does this experiment account for the existence of the spin of electron? (8 marks)

- (b) Find the magnitude of spin angular momentum $|s|$ and the value of spin along z-direction, S_z . (4 marks)

- (c) Determine the maximum separation of a beam of hydrogen atoms that moves a distance of 20 cm with speed of $2 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$ perpendicular to the magnetic field whose gradient is $2 \times 10^2 \text{ Tm}^{-1}$.
(8 marks)
5. (a) Explain Normal Zeeman Effect. What is the important contribution of Normal Zeeman Effect in understanding the structure of an atom?
(8 marks)
- (b) Calculate the magnetic moment that is possible for $n = 3$.
(4 marks)
- (c) What magnetic flux density is required to observe the Normal Zeeman Effect if a spectrometer can resolve lines separated by $0.5 \text{ \AA}$ at $5000 \text{ \AA}$?
(8 marks)

Jawab **SEMUA** soalan.

1. (a) Jelaskan model Thomson dan model Rutherford untuk atom. Kenapa model-model ini tidak boleh diterima sebagai model sebenar?
(6 markah)
- (b) Tentukan jarak gelombang terpanjang dan terpendek untuk Siri Balmer.
(7 markah)
- (c) Jelaskan kelemahan model Bohr sehingga model atom memerlukan mekanik kuantum.
(7 markah)
2. (a) Nyatakan nombor kuantum prinsipal, nombor kuantum momentum sudut orbitan dan nombor kuantum magnet untuk keadaan $3p$ dan $4f$ untuk atom hidrogen.
(4 markah)
- (b) Dengan mempertimbangkan laluan klasik untuk elektron, jelaskan asal usul tenaga interaksi gandingan momentum sudut, l dan momentum sudut spin, s . Jelaskan fenomena fizikal yang diperhatikan secara eksperimen yang wujud daripada tenaga interaksi ini.
(8 markah)
- (c) Dengan menggunakan Petua Hund, bina konfigurasi elektron berasaskan petala K, L, M ... dan sub petala s, p, d ... untuk ${}_{26}\text{Fe}$. Jelaskan ciri-ciri fizikal yang diperolehi oleh unsur yang mempunyai konfigurasi seperti ini.
(8 markah)

3. (a) Nyatakan Prinsip Eksklusi Pauli. Dengan mempertimbangkan dua zarah yang sama, tidak boleh dibezakan dan tidak bertindak balas, terbitkan Prinsip Eksklusi Pauli.

(8 markah)

- (b) Takrifkan petua pilihan untuk peralihan elektron. Jika kebarangkalian elektron melakukan peralihan daripada keadaan awal, i ke keadaan akhir, f untuk komponen x ialah

$$H_{if,x} = eE_x \int_0^\infty r^3 R_{n'l'}^* R_{ne} dr \int_0^\pi \theta_{l'm'}^* \theta_{lm} \sin^2 \theta d\theta$$

$$\int_0^{2\pi} \Phi_{m'}^* \Phi_m \cos \phi dp$$

tunjukkan petua pilihan untuk kuantum nombor magnet ialah

$$\Delta m = \pm 1$$

(8 markah)

- (c) Dengan mempertimbangkan petua pilihan di 3 (b), lakarkan peralihan elektron yang mungkin untuk atom natrium.

(4 markah)

4. (a) Jelaskan uji kaji Stern-Gerlach. Bagaimanakah uji kaji ini menjelaskan kewujudan spin elektron?

(8 markah)

- (b) Cari magnitud momentum sudut spin $|s|$ dan nilai spin sepanjang arah z, S_z .

(4 markah)

- (c) Tentukan pengasingan maksimum bim atom hidrogen yang bergerak dengan jarak 20 cm dengan kelajuan $2 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$ bertegak lurus dengan medan magnet yang bergradien $2 \times 10^2 \text{ Tm}^{-1}$.
(8 markah)
5. (a) Jelaskan kesan Zeeman biasa. Apakah sumbangan penting kesan Zeeman biasa dalam memahami struktur atom.
(8 markah)
- (b) Kira momen magnet yang mungkin untuk $n = 3$.
(4 markah)
- (c) Apakah ketumpatan fluk magnet yang diperlukan untuk memerhati kesan Zeeman biasa jika spektrometer boleh meleraikan garisan sebanyak $0.5 \text{ \AA}$ pada $5000 \text{ \AA}$?
(8 markah)