



Final Examination  
2017/2018 Academic Session

May/June 2018

**JIF417 – Solid State Physics**  
***[Ilmu Fizik Keadaan Pepejal]***

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please ensure that this examination paper contains **SIX** 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.

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

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **ENAM** 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.*

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

**Constant/Pemalar:**

$$\hbar = 1.055 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

Answer **ALL** questions.

Jawab **SEMUA** soalan.

1. Consider the hexagonal lattice space with the following primitive translation vectors:

*Pertimbangkan ruang kekisi heksagon dengan vektor-vektor translasi primitif berikut:*

$$a_1 = \frac{\sqrt{3}a}{2} \hat{x} + \frac{a}{2} \hat{y}$$

$$a_2 = -\frac{\sqrt{3}a}{2} \hat{x} + \frac{a}{2} \hat{y}$$

$$a_3 = c \hat{z}$$

- (a). Proof that the volume of the primitive cell for the hexagonal lattice space is  
*Buktikan bahawa isipadu sel primitif untuk ruang kekisi heksagon adalah*

$$V_c = \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 c$$

(8 marks/markah)

- (b). Determine the three reciprocal lattice vectors  $\mathbf{b}_1$ ,  $\mathbf{b}_2$  and  $\mathbf{b}_3$ .  
*Hitung ketiga-tiga vektor kekisi salingan  $\mathbf{b}_1$ ,  $\mathbf{b}_2$  dan  $\mathbf{b}_3$ .*

(12 marks/markah)

2. Consider the body centred cube (bcc) structure.

*Pertimbangkan struktur kubus berpusatkan jasad (kbj).*

(a). Calculate the structure factor for the bcc structure  $S(v_1v_2v_3)$ .

*Hitung faktor struktur untuk kbj  $S(v_1v_2v_3)$ .*

(14 marks/markah)

(b). Determine the condition for the non-zeros and zeros of  $S(v_1v_2v_3)$ .

*Tentukan keadaan menjadi bukan-sifar dan sifar untuk  $S(v_1v_2v_3)$ .*

(6 marks/markah)

3. Consider the monatomic linear lattice of atoms with mass  $M$ , inter-atomic spacing  $a$  and nearest-neighbour force constant  $C$ .

*Pertimbangkan kekisi linear mono-atom dengan jisim  $M$ , jarak antara atom  $a$  dan pemalar daya jiran terdekat  $C$ .*

- (a). Show that the dispersion relation is

*Buktikan bahawa hubungan sebaran adalah*

$$\omega^2(K) = \frac{2C}{M}(1 - \cos(Ka))$$

(12 marks/markah)

- (b). Consider a longitudinal wave that propagates in the lattice. The equation for the wave is

*Pertimbangkan satu gelombang membujur yang merambat di dalam kekisi ini. Persamaan untuk gelombang ini adalah*

$$u_s = u \cos(\omega t - sKa)$$

Show that the total energy of the wave is

*Tunjukkan bahawa jumlah tenaga untuk gelombang ini adalah*

$$E = \frac{1}{2}M \sum_s \left( \frac{du_s}{dt} \right)^2 + \frac{1}{2}C \sum_s (u_s - u_{s+1})^2$$

(8 marks/markah)

4. A one-dimensional crystal has a lattice parameter  $a = 5.0 \text{ \AA}$ . One of the energy band structures in the crystal is given by

*Satu hablur satu-dimensi mempunyai parameter kekisi  $a = 5.0 \text{ \AA}$ . Salah satu daripada struktur jalur tenaga di dalam hablur ini diberikan oleh persamaan*

$$E = 4\gamma \sin^2\left(\frac{1}{2}ka\right)$$

where  $\gamma = 0.1 \text{ eV}$ .

*dengan  $\gamma = 0.1 \text{ eV}$ .*

- (a). Calculate the velocity  $v$  of an electron in a state  $k$ .

*Hitung halaju  $v$  satu elektron dalam keadaan  $k$ .*

(6 marks/markah)

- (b). Calculate the minimum and maximum values of the magnitude of  $v$  in this band.

*Hitung nilai minima dan maksima untuk magnitud  $v$  dalam jalur ini.*

(6 marks/markah)

- (c). Calculate the effective mass  $m^*$  at  $k = 0$  and at  $k = \pi/a$ . Express  $m^*$  in term of the electron's mass  $m_e$ .

*Hitung jisim berkesan  $m^*$  pada  $k = 0$  dan at  $k = \pi/a$ . Nyatakan  $m^*$  dalam sebutan jisim elektron  $m_e$ .*

(8 marks/markah)

5. Write a short description of about 150 words for each of the following.  
*Tulis penerangan ringkas lebih kurang 150 patah perkataan untuk setiap yang berikut.*

(a). Meissner effect.

*Kesan Meissner.*

(5 marks/markah)

(b). London penetration depth.

*Kedalaman penembusan London.*

(5 marks/markah)

(c). Tunnelling of superconducting electron pairs across a weak link.

*Penerowongan pasangan elektron superkonduktif menyeberangi satu hubungan lemah.*

(5 marks/markah)

(d). High  $T_c$  superconductivity.

*Superkonduktiviti  $T_c$  tinggi.*

(5 marks/markah)

- oooOooo -