

JIF 417 – Ilmu Fizik Keadaan Pepejal

Masa : 3 jam

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

Jawab LIMA soalan sahaja.

Setiap jawapan mesti dijawab di dalam buku jawapan yang disediakan.

Baca arahan dengan teliti sebelum anda menjawab soalan.

Setiap soalan diperuntukkan 20 markah dan markah subsoalan diperlihatkan di penghujung subsoalan itu.

1. (a) Struktur intan berbentuk kubus berpusatkan muka. Basis primitifnya mengandung dua atom yang serupa pada kedudukan 000 dan $\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}$. Tentukan sudut ikatan tetrahedral di dalam struktur intan. (10 markah)
- (b) Satu satah memintas paksi a_1 , a_2 , dan a_3 pada titik $(-3, 1, \infty)$. Tentukan indeks Miller untuk satah ini. (4 markah)
- (c) Apakah perbezaan antara sel unit dan sel unit primitif? (3 markah)
- (d) Apakah yang dimaksudkan dengan Zon Brillouin Pertama? (3 markah)
2. Pertimbangkan hablur NaCl. Ikatan di dalam hablur ini berupa tarikan elektrostatik di antara ion-ion positif dan negatif.
 - (a) Apakah yang dimaksudkan dengan jumlah tenaga kekisi? (3 markah)
 - (b) Jumlah tenaga kekisi untuk hablur ionik boleh ditulis sebagai

$$U_{tot} = N \left[z\lambda \exp\left(-\frac{R}{\rho}\right) - \frac{\alpha q^2}{R} \right]$$

dengan z sebagai bilangan jiran terdekat dan α adalah pemalar Madelung. Hitung jumlah tenaga kekisi ini pada jarak keseimbangan ion-ion dan tunjukkan yang ia boleh ditulis sebagai

$$U_{tot} = U_M \left[1 - \frac{\rho}{R_0} \right]$$

dengan U_M adalah tenaga Madelung.

(17 markah)

3. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan superkonduktor? Terangkan 2 ciri utama untuk sesuatu bahan dikelaskan sebagai superkonduktor. (10 markah)
- (b) Lakarkan plot pemagnetan melawan medan magnet yang dikenakan ($-4\pi M$ melawan B_a) untuk superkonduktor pukul Jenis I dan Jenis II. Terangkan perbezaan antara kedua-duanya. (10 markah)
4. Pertimbangkan satu hablur yang diletakkan di dalam satu medan elektrik E . Dalam satu sela masa δt , medan ini melakukan kerja

$$\delta\varepsilon = -eEv_g \delta t$$

Ini menyebabkan elektron di dalam hablur tersebut mengalami pecutan

$$a = \frac{dv_g}{dt}$$

dengan

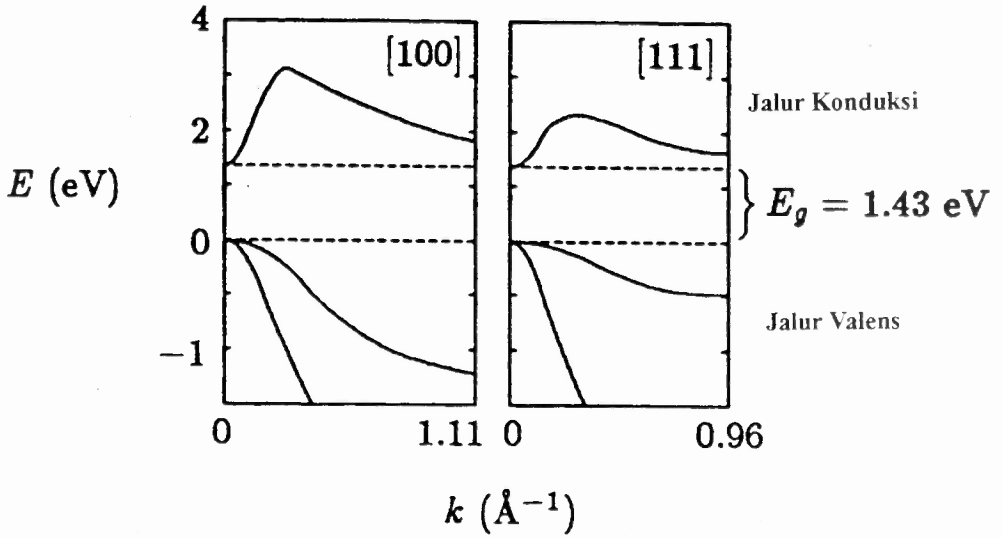
$$v_g = \frac{1}{\hbar} \frac{d\varepsilon}{dK}$$

Elektron ini bergerak seperti elektron bebas tetapi dengan jisim berkesan m^* .

- (a) Terbitkan ungkapan untuk jisim berkesan m^* . (12 markah)
- (b) Berbeza dengan konsep jisim yang biasa, jisim berkesan boleh mempunyai nilai infinit atau negatif. Berikan penerangan fizikal untuk keadaan di mana jisim berkesan mempunyai nilai infinit atau negatif. (8 markah)
5. Rajah 1 menunjukkan struktur jalur untuk semikonduktor gallium arsenide (GaAs). Pembawa cas adalah lohong.
- (a) Berikan penerangan tentang lohong dan ciri-ciri utamanya. (10 markah)

- (b) Lihat pada jalur valens pada Rajah 1. Kedua-dua jalur di dalam jalur valens mempunyai tenaga maksima yang sama pada kedudukan $k = 0$. Jisim berkesan untuk lohong di dalam kedua-dua jalur tersebut adalah berbeza.

Jalur yang mana yang mempunyai “lohong berat” dan “lohong ringan”? Terangkan jawapan anda.



Rajah 1

(10 markah)

6. Atom He^3 merupakan fermion yang mempunyai spin $\frac{1}{2}$. Ketumpatan cecair He^3 ialah 0.081 g cm^{-3} pada suhu hampir dengan sifar mutlak.

Hitung

- (a) tenaga Fermi ϵ_F .

(10 markah)

- (b) suhu Fermi T_F .

(10 markah)

...5/-

Pemalar Fizikal

Pemalar Planck	h	$6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ $4.136 \times 10^{-15} \text{ eV s}$
	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$	$1.055 \times 10^{-34} \text{ J s}$ $6.582 \times 10^{-16} \text{ eV s}$
Halaju cahaya dalam vakum	c	$3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Cas elektrik	e	$1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Ketelapan magnet	μ_o	$4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$
Ketelapan elektrik	$\epsilon_o = \frac{1}{\mu_o c^2}$	$8.854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$
Nombor Avogadro	N_A	$6.022 \times 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$
Pemalar Boltzman	k_B	$1.381 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
Jisim rehat elektron	m_e	$9.110 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Jisim rehat proton	m_p	$1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Jisim rehat neutron	m_N	$1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Penukaran Unit

$$1 \text{ Angstrom} = 10^{-8} \text{ m}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J} = 1.602 \times 10^{-12} \text{ erg}$$