

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Tambahan  
Sidang Akademik 1992/93

Jun 1993

EBB 315/3 - Bahan Semikonduktor I

Masa: (3 jam)

---

**ARAHAN KEPADA CALON**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi LIMA (5) mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Sila jawab EMPAT soalan sahaja.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM (6) soalan semuanya.

Semua soalan MESTILAH dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Semua jawapan mesti dimulakan pada mukasurat baru.

1. [a] Tuliskan tatarajah keadaan dasar bagi  ${}_{14}\text{Si}$  dan  ${}_{32}\text{Ge}$ . Terangkan mengapa paras tenaga bagi sesuatu atom menjadi jalur tenaga di dalam sesuatu pepejal.

(30 markah)

- [b] Takrifkan bendasing (i) penderma dan (ii) penerima. Berikan contoh-contohnya.

(30 markah)

- [c] Pada suhu bilik (300 °K) kepekatan keadaan di dalam jalur valens ialah  $1.04 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$  untuk silikon dan  $7 \times 10^{24} \text{ m}^{-3}$  untuk gallium arsenida, carikan jisim berkesan yang bersepadanan bagi lohong.

(40 markah)

2. [a] Lakarkan graf:

i)  $N_C(E)$ ,  $f_{MB}(E)$ ,  $n(E)$  bagi semikonduktor jenis-N

ii)  $N_V(E)$ ,  $f_{MB}(E)$ ,  $p(E)$  bagi semikonduktor jenis-P.

(60 markah)

- [b] Apakah perbezaan antara struktur jalur penebat dan struktur jalur semikonduktor? Jisim berkesan bagi elektron dan lohong di dalam indium antimonide adalah seperti berikut:

$$\text{Elektron } m_e^* = 0.013 m_e$$

$$\text{Lohong } m_h^* = 0.18 m_e$$

Carikan kedudukan paras Fermi terhadap pertengahan jurang jalur di dalam semikonduktor-semikonduktor intrinsik pada 300 °K. Nilai yang didapati hendaklah dibandingkan dengan 0.16 eV untuk keseluruhan jurang jalur bagi semikonduktor pada suhu yang sama.

(40 markah)

3. [a] Takrifkan;

- i) jisim berkesan
- ii) pusat penggabungan

[b] Dengan bantuan gambarajah, terangkan kesan Hall dan nyatakan sifat-sifat semikonduktor yang boleh ditentukan dari eksperimen kesan Hall.

(50 markah)

[c] Hitungkan pemalar Hall dan kelincahan Hall untuk logam natrium dengan menggunakan Jadual 1 (*untuk suhu bilik*). Tentukan juga pemalar Hall untuk sampel germanium jenis-P bagi kealiran  $100 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$  serta terangkan perbezaan antara nilai yang diperolehi dan nilai untuk logam natrium.

(50 markah)

**Jadual 1 (untuk suhu bilik)**

	Germanium		Natrium
Ketumpatan, $\rho/\text{kg m}^{-3}$	$5.32 \times 10^3$	Jisim atom relatif	23
Ketumpatan atom, $N/\text{kg m}^{-3}$	$4.42 \times 10^{23}$	Ketumpatan, $\rho/\text{kg m}^{-3}$	$0.97 \times 10^{-3}$
Kelincahan elektron, $\mu_e/\text{m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$	0.39	Tenaga Fermi, $E_F/\text{eV}$	3.1
Kelincahan lohong, $\mu_h/\text{m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$	0.19	Kealiran elektrik, $\sigma/\Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$	$2.1 \times 10^{-7}$
Kepekatan pembawa intrinsik, $n_i/\text{m}^{-3}$	$2.0 \times 10^{19}$		
Kealiran intrinsik, $\sigma_i/\Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$	1.95		
Jurang Tenaga, $E_g/\text{eV}$	0.66		
Jisim berkesan elektron, $m_e^*/m_e$	0.22		
Jisim berkesan lohong, $m_h^*/m_h$	0.37		

4. [a] Takrifkan;

- i] foton
- ii] fotopengujian
- iii] fotopengionan
- iv] masa hayat min bagi suatu pembawa

(20 markah)

[b] Bagaimanakah semikonduktor sebatian umpamanya InSb boleh dijadikan

- i] jenis-N dan;
- ii] jenis-P?

(20 markah)

[c] Jurang jalur terlarang di dalam karbon ialah 7.0 eV, di dalam silikon ialah 1.1 eV dan di dalam germanium ialah 0.67 eV. Bilangan pembawa intrinsik bersandar kepada  $E_g$  mengikut

$$n_i = C \exp\left(\frac{-E_g}{2KT}\right) \quad (C = \text{pemalar})$$

dan di dalam silikon (pada suhu bilik)  $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ . Carikan  $n_i$  untuk germanium dan karbon.

(35 markah)

[d] Lakarkan lengkungan E-k untuk GaAs. Terangkan dengan ringkas apakah yang terlibat di dalam proses penggabungan semula di dalam semikonduktor jurang jalur tak terus. Berikan contoh-contoh semikonduktor jurang jalur terus.

(25 markah)

5. [a] Dengan bantuan gambarajah, terangkan prinsip diod pemancar cahaya (LED).

(60 markah)

[b] Terangkan mengapa bahan GaAs<sub>1-y</sub> P<sub>y</sub> (y > 0.45) mempunyai kebarangkalian untuk proses peralihan menyinar yang rendah. Bagaimanakah caranya untuk meningkatkan proses ini?

(40 markah)

6. [a] Dalam konsep pengangkutan semikonduktor, apakah yang dimaksudkan dengan:

- i] Kelincahan ( $\mu$ ),
- ii] Kekonduksian ( $\sigma$ ),
- iii] Kerintangangan ( $\rho$ )

(50 markah)

[b] Kekonduksian satu semikonduktor boleh dituliskan seperti berikut:

$$\sigma = (en u_e + ep \mu_h)$$

n dan p adalah ketumpatan bebas elektron dan lohong. Carikan kerintangangan untuk satu semikonduktor silikon yang terdop dengan phosphorus ( $10^{16}$  atom/cm<sup>3</sup>). Pada tahap dop ini,  $\mu_h$  adalah 1300 cm<sup>2</sup>/Vs. Terangkan segala andaian yang telah dibuat.

(50 markah)

**Nilai-nilai pemalar fizik**

Kuantiti	Simbol	Nilai	Unit
Halaju cahaya di dalam vakum	c	$2.998 \times 10^8$	m s <sup>-1</sup>
Pemalar Planck	h	$6.63 \times 10^{-34}$	J s
Pemalar Avogadro	N <sub>A</sub>	$6.022 \times 10^{23}$	mol <sup>-1</sup>
Pemalar Boltzman	K	$1.381 \times 10^{-23}$	J °K <sup>-1</sup>
Cas elektron (atau proton)	e	$1.602 \times 10^{-19}$	C

