

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1989/90

Oktober/November 1989

EBB 315/3 Bahan Semikonduktor I

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi EMPAT muka surat bercetak dan SATU muka surat lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan semuanya.

Jawab LIMA soalan sahaja.

(Sila rujuk Lampiran A untuk semua soalan.)

Semua jawapan mesti dimulakan pada muka surat baru.

Semua soalan MESTILAH dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Huraikan istilah berikut:-

- [i] aras Fermi
 - [ii] bendasing penderma
 - [iii] bendasing penerima
- (30 markah)

(b) Lakarkan plot fungsi kebarangkalian Fermi-Dirac $f(E)$ lawan tenaga E pada suhu 0°K dan 300°K . Terangkan apakah yang dimaksudkan oleh plot tersebut.

(30 markah)

(c) Pada silikon jenis-p, tumpuan penerima sepadan dengan $1 \text{ atom}/10^8 \text{ atom silikon}$. Anggapkan $m_p = 0.6 m_0$. Pada suhu bilik, kirakan jarak antara aras Fermi dan tepi jalur valensi. Adakah E_F berada di atas atau di bawah E_v . Apakah syarat untuk E_F kesekenaan dengan E_v . Anggapkan tumpuan atom silikon, Si ialah $5 \times 10^{22} \text{ atom}/\text{cm}^3$.

(40 markah)

2. Lakarkan rajah jalur tenaga untuk fungsi Fermi Dirac $f(E)$, ketumpatan keadaan $N(E)$ dan ketumpatan pembawa $\rho(E)$ untuk

- [i] bahan semikonduktor jenis - P
- [ii] bahan semikonduktor jenis - n

Anggapkan suhu dikekalkan pada suhu bilik.

(60 markah)

(b) Terangkan sebab sesuatu semikonduktor bersifat penebat pada suhu 0°K .

(10 markah)

(c) Untuk bahan silikon jenis-n, ketumpatan penderma adalah 1 atom per $2 \times 10^8 \text{ atom silikon}$. Anggapkan jisim berkesan elektron adalah sama dengan jisim sebenar. Pada suhu apakah aras Fermi sekenaan dengan tepi jalur pengaliran. Anggapkan tumpuan atom silikon, Si ialah $5 \times 10^{22} \text{ atom}/\text{cm}^3$.

(30 markah)

3. (a) Terangkan Hukum Tindakan Jisim berdasarkan semikonduktor intrinsik. (10 markah)
- (b) Kirakan nilai tumpuan pembawa intrinsik, n_i , untuk semikonduktor germanium, Ge dan galium arsenida, GaAs tulen pada suhu 300°K. (40 markah)
- (c) Huraikan pembolehubah yang menyebabkan kelainan nilai tumpuan pembawa intrinsik Ge dan GaAs di (b). (10 markah)
- (d) Adakah tumpuan pembawa intrinsik, n_i satu fungsi yang peka pada suhu? Lakarkan fungsi ini sebagai fungsi suhu. (40 markah)
4. (a) Dengan bantuan gambarajah terangkan apakah yang dimaksudkan dengan kesan Hall? (20 markah)
- (b) Apakah sifat semikonduktor yang boleh ditentukan dari eksperimen kesan Hall. (20 markah)
- (c) Satu kuar (probe) Hall empat segi dibentuk dari satu lapisan bahan semikonduktor berdimensi 3mm x 2mm x 1mm. Arus bernilai 15mA mengalir pada arah 3mm apabila ketumpatan fluks 0.15 Tesla wujud pada bahagian 3mm x 2mm, dan ini menyebabkan satu voltan bernilai 7.5mV melintang lapisan semikonduktor. Jika medan magnetik dikurangkan, arus yang sama akan hasilkan voltan 40 mV.
- Kira:
- [i] Kekurangan ketumpatan fluks
 - [ii] Pekali Hall
 - [iii] Jika nilai pekali Hall adalah negatif apakah pembawa majoriti dalam kuar (probe).
- Nyatakan apa-apa penghampiran. (60 markah)

5. (a) Takrifkan istilah berikut:-

- [i] Kebolehergerakan (mobility)
- [ii] Keberaliran (conductivity)
- [iii] Kerintangan (resistivity)

Berikan unit masing-masing.

(40 markah)

(b) Suatu bahan semikonduktor tulen dipilih supaya nisbah berubah dengan kadar kurang dari 50% apabila suhu berubah dari 300 ke 400^oK. Apakah sekatan yang wujud untuk nilai sela tenaga bahan tersebut.

(30 markah)

(c) Untuk suatu kegunaan, keberintangan, ρ logam tulen berubah dengan kadar kurang dari 10% jika sesuatu litar akan kendali seperti dijangka. Jika dianggap suhu permulaan ialah 300^oK, cari nilai suhu yang rendah sekali di mana objektif prestasi ini dapat dicapai.

(30 markah)

6. (a) Takrifkan istilah berikut:

- [i] foton
- [ii] fotopengujaaan
- [iii] fotopengionan

(30 markah)

(b) Nyatakan ketiga-tiga ramalan Bohr untuk atom.

(10 markah)

(c) Satu foton berjarak gelombang 1026 A^o diserap oleh hidrogen dan dua lagi foton dipancarkan. Jika salah satu foton ini berada pada baris 1216 A^o, apakah jarak gelombang foton kedua itu.

(30 markah)

(d) Jika hasil pengeboman hidrogen ialah kehadiran garis pendafluor 18,751 A^o dan 1,026 A^o, apakah nilai jarak gelombang yang terdapat pada pancaran pengeboman tadi?

(30 markah)

Lampiran A

Tumpuan pembawa intrinsik

$$n_i = \frac{2}{h^3} (2nm_0kT)^{3/2} \left(\frac{m_n m_p}{m_0 m_0} \right)^{3/4} \exp -E_g/2kT$$

Pemalar Planck : $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{Js} = 4.14 \times 10^{-15} \text{eVs}$.

Pemalar Boltzman: $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{J}^\circ\text{K} = 8.62 \times 10^{-5} \text{eV}^\circ\text{K}$

Jisim Diam Elektron $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$

Cas Elektron $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$

Ciri-ciri Semikonduktor (300°K)

	Ge	Si	GaAs
Sela Tenaga, E_g	0.67	1.11	1.43
Jisim berkesan elektron m_n/m_0	0.55	1.1	0.07
Jisim berkesan hol m_p/m_0	0.37	0.59	0.54
Kebolehgerakan elektron $\mu_n(\text{m}^2/\text{v-s})$	0.39	0.14	0.85
Kebolehgerakan hol $\mu_p(\text{m}^2/\text{v-s})$	0.19	0.05	0.04

$$N_C = 4.82 \times 10^{21} \left(\frac{m_n}{m_0} \right)^{3/2} T^{3/2} \text{ pembawa/m}^3$$

$$N_V = 4.82 \times 10^{21} \left(\frac{m_p}{m_0} \right)^{3/2} T^{3/2} \text{ pembawa/m}^3$$