



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama

Sidang Akademik 1997/98

September 1997

EBB 512/3 - GAMBARAJAH KESEIMBANGAN FASA

Masa: [3 jam]

Arahan kepada Calon:-

Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** soalan.

Jawab mana-mana **LIMA (5)** soalan sahaja.

Mulakan jawapan anda bagi setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti di jawab dalam Bahasa Malaysia atau maksimum **DUA (2)** soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris.

1. [a] Terangkan bagaimana tenaga bebas molal separa bagi setiap komponen boleh diperolehi daripada data tenaga bebas pencampuran bagi suatu larutan dua komponen.

Explain how partial molal free energy for the components can be obtained from the data of free energy of mixing of a two component solution.

(40 markah)

- [b] A dan B membentuk suatu larutan biasa yang mudah dengan $\Delta H = a_0 X_A X_B$. Tenaga ikatan diberi sebagai $e_{AA} = -6.3 \times 10^{-20}$, $e_{BB} = -5.5 \times 10^{-20}$ dan $e_{AB} = -5.8 \times 10^{-20}$ J/ikatan. Tentukan nilai haba pencampuran dan haba molal A dan B bila $X_A = 0.4$. Andaikan nombor kordinatan sebagai 6. Diberi nilai nombor Avogadro sebagai 6.022×10^{23} .

A and B form a simple regular solution with $\Delta H = a_0 X_A X_B$. The bond energies are given as $e_{AA} = -6.3 \times 10^{-20}$, $e_{BB} = -5.5 \times 10^{-20}$ and $e_{AB} = -5.8 \times 10^{-20}$ J/bond. Find the value of heat of mixing and partial molal heat of A and B for $X_A = 0.4$. Assume the coordination number to be 6. Avogadro number 6.022×10^{23} .

(60 markah)

2. [a] Bagi suatu keseimbangan dua fasa di antara larutan pepejal dan cecair, terbitkan pertalian di antara aktiviti komponen di dalam kedua-dua fasa. Andaikan haba pelakuran di antara takat lebur dan suhu yang dipertimbangkan sebagai malar.

For a two phase equilibrium of a solid solution and liquid, derive the relation between the activities of a component in the two phases, assuming heat of fusion to be constant between the melting point and the temperature considered.

(40 markah)

- [b] Suatu aloi kadmium stannum ($X_{cd} = 0.464$) terdiri daripada cecair yang berkeseimbangan dengan larutan pepejal; stannum dalam kadmium pada 469.4K. Aktiviti kadmium dalam aloi ini pada suhu 773 K telah ditentukan aktiviti pada suhu 469.4 K dan tentukan komposisi larutan pepejal (dengan andaian larutan pepejal itu adalah unggul). Haba pelakuran kadmium = 6410 J/mol dan haba pencampuran bagi komposisi tersebut adalah 2846 J/mol.
Takat lebur Cd = 549 K.

A cadmium tin alloy with $X_{cd} = 0.464$ consists of liquid in equilibrium with the solid solution of tin in cadmium at 469.4 K. The activity of cadmium in this alloy at 773 K is found by experimental methods to be 0.5104. Find its activity at 469.4 K and determine the composition of the solid solution, assuming that the solid solution is ideal. Heat of fusion of cadmium = 6410 J/mole and the heat of mixing for the composition given is 2846 J/mole.

Melting point of Cd - 594 K.

(60 markah)

3. [a] Jelaskan syarat-syarat keseimbangan bagi suatu sistem dua fasa dengan fasa beta (mempunyai lengkung h) di dalam matriks fasa alfa dalam suatu sistem komponen kon.

...4/-

Explain the conditions of equilibrium for a system of two phases with beta phase of curvature h in the matrix of alpha phase in a cone component system.

(50 markah)

- [b] Tentukan perbezaan suhu di antara dendrit aluminium (jejari hujung 0.1 mikron) dengan cecair sekeliling (yang disejuk lampau SK di bawah takat lebur pukal 933.3 K) sewaktu pemejalan aluminium. Tenaga antara muka pepejal-cecair adalah 93 erg/cm^2 , isipadu pepejal adalah 10.1 cc/g - atom dan haba pelakuran adalah 10453 J/mol .

During the solidification of aluminium, determine the temperature difference between an aluminium dendrite of tip radius 0.1 micron, and the surrounding liquid, which is supercooled 5 K below the bulk melting point of 933.3 K. The solid-liquid interfacial energy is 93 ergs/cm^2 , the solid volume 10.1 cc/g-atom and the heat of fusion 10453 J/mole .

(50 markah)

4. [a] Jelaskan kesan tenaga antara muka ke atas bentuk fasa beta di dalam matriks alfa bila zarah terletak (i) di dalam alfa pukal (ii) pada sempadan butir, dan (iii) pada simpang tiga butir.

Explain the effect of interfacial energy on the shape of beta phase in alpha matrix, when the particle is located in (i) the bulk of alpha, (ii) at a grain boundary and (iii) at a tri-grain junction.

(50 markah)

...5/-

- [b] Jelaskan (dari sudut anjakan kapilari dan keseimbangan setempat) kesan perantuan Oswald ke atas struktur zarah beta dalam matriks alfa.

Explain the effect of Ostwald ripening in a structure of beta particles in alpha matrix in terms of capillarity shifts and local equilibrium.

(50 markah)

5. Suatu sistem ternari ABC mempamerkan keboleharutan lengkap dan mengandungi hanya dua fasa pepejal, iaitu da larutan pepejal yang ditandakan sebagai α dan β yang wujud dalam keseimbangan pada suhu berkaitan:-

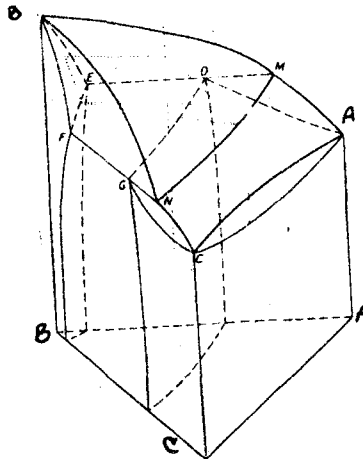
A ternary system ABC shows complete solubility and contains only two solid phases, namely two solid solutions designated α and β respectively. The following data refer to the compositions of liquid α and β as existing in equilibrium at the temperature shown:-

Suhu, °C Temp. °C	Komposisi Compositions		
	Cecair Liquid	α	β
550	69% A, 19% B, 12% C	57% A, 41% B, 2% C	20% A, 78% B, 2% C
520	66% A, 18% B, 16% C	56% A, 40% B, 4% C	19% A, 78% B, 3% C
500	63% A, 17% B, 20% C	55% A, 30% B, 6% C	18% A, 78% B, 4% C

Andaikan kedua-dua sistem AB dan BC mempunyai suatu tindakbalas peritektik dan sistem AC mempamerkan keboleharutan pepejal yang lengkap seperti dalam Rajah 1di bawah.

...6/-

Assume that both systems AB and BC contain a preitectic reaction and system AC shows complete solid solubility as shown in Figure 1.



- [a] Hitung peratus (dalam keseimbangan) cecair, α dan β yang wujud dalam aloi yang mengandungi 44% A, 50% B dan 6% C pada 520°C.

Calculate the equilibrium percentage of liquid, α and β respectively, present in an alloy containing 44% A, 50% B and 6% C at 520°C.

(25 markah)

- [b] Anggarkan (dengan memberi sebab) keadaan tindakbalas tiga fasa yang dilalui oleh aloi yang mengandungi 44% A, 55% B dan 6% C sewaktu pemejalan.

Deduce, giving your reasoning, the nature of the three phase reaction undergone by the alloy containing 44% A, 50% B and 6% C during solidification.

(25 markah)

...7/-

- [c] Lakarkan suatu gambaran terunjur bagi likuidus dan keratan isoterma (dalam keadaan pepejal) bagi suatu sistem yang konsisten dengan data yang diberi di atas. Juga lakarkan suatu keratan isoterma pada suhu 550°C.

Sketch a projected view of the liquidus and an isothermal section in the solid state for a system consistent with the data given above. Also sketch an isothermal section for 550 °C.

(25 markah)

- [d] Merujuk kepada lakaran dalam (c) perihalkan urutan pemejalan yang dijangka bagi suatu aloi yang mengandungi 60% A, 30% B dan 10% C (dalam keadaan keseimbangan).

With reference to the sketches of (c), describe fully the solidification sequence you would expect for an alloy containing 60% A, 30% B and 10% C assuming equilibrium conditions.

(25 markah)

6. Merujuk kepada gambarajah fasa sistem As-Ga-Zn:-

From the following phase diagrams of As-Ga-Zn system:-

- [a] Jelaskan kepentingan sistem ternari ini dalam penghasilan simpang p-n.
Explain the importance of this ternary system in p-n junctions production.

(30 markah)

...8/-

- [b] Pertimbangkan suatu sumber peresapan yang mempunyai kandungan (at%) 50 Ga-25 As -25 Zn yang diletakkan bersama suatu sampel GaAs di dalam kapsul silika yang tertutup, terhampa gas dan dipanaskan ke 1000 °C. Anggarkan komposisi fasa yang berkeseimbangan dengan GaAs pada suhu ini.

Consider a diffusion source of composition (at%) 50 Ga-25 As-25 Zn placed with a sample of GaAs in an evacuated and sealed silica capsule and heated to 1000 °C. Deduce the composition of the phase in equilibrium with GaAs at this temperature.

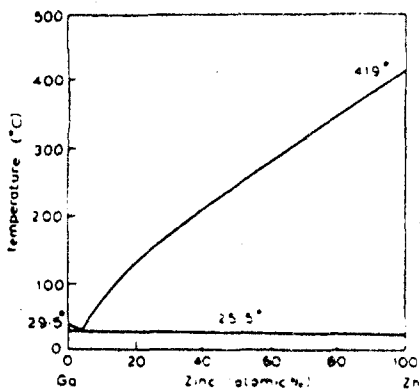
(40 markah)

- [c] [i] Lukis keratan isoterma bagi sistem ini pada 700 °C.
Draw an isothermal section for the system at 700 °C.

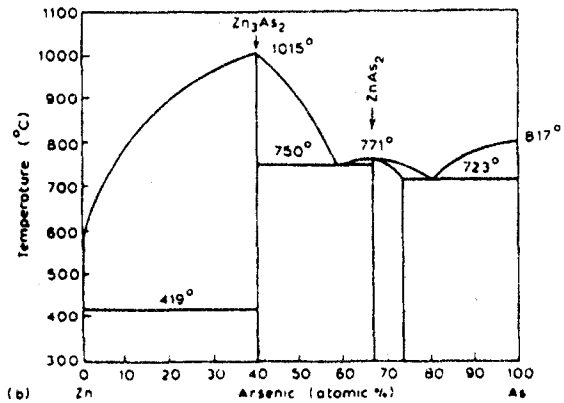
- [ii] Merujuk kepada keratan tersebut, hitung kadar (ikut berat) fasa-fasa yang wujud dalam suatu aloi yang mengandungi 5Ga - 30 As - 45 Zn (at %) pada suhu keseimbangan 70°C.

By reference to this section calculate the proportions by weight of the phases present in an alloy containing 5 Ga-30 As-45 Zn (at%) equilibrated at 70 °C.

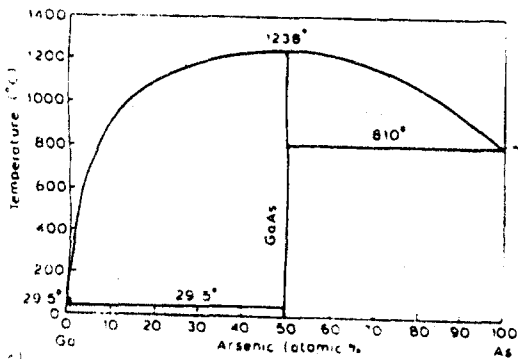
(30 markah)



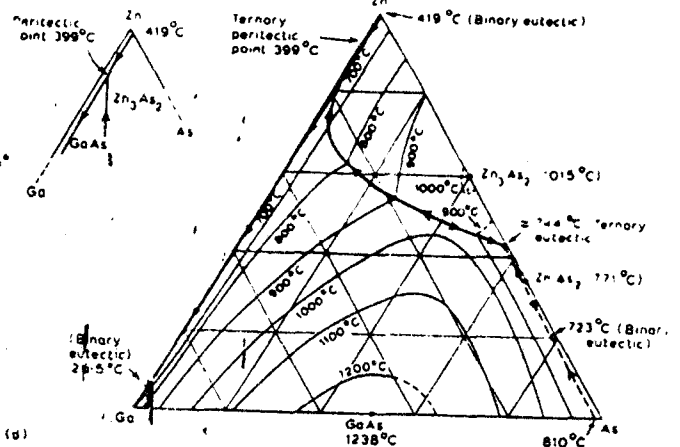
(a) Ga-Zn binary system



(b) Zn-As binary system



(c) Ga-As binary system



(d) Liquidus surface of As-Ga-Zn system¹⁴

7. [a] Jelaskan ciri-ciri asas tuangan berterusan logam. Tentukan:-

- [i] panjang acuan
- [ii] keperluan air penyejukan untuk menghasilkan papak keluli (0.61m lebar, 75 mm tebal) pada kadar tarikan 50 mms^{-1} .

Kulit pepejal pada pintu keluar acuan seharusnya 13 mm tebal. Koefisien pengangkutan haba $2000 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ boleh diguna sebagai andaian. Untuk mengurangkan penyejukan air yang dikitar semula, hanya kenaikan suhu air sebanyak 6K dibenarkan.

Data bagi keluli:-

Takat beku = 1770 K

Suhu tuang = 1800 K

Haba pendam pelakuran = $2.67 \times 10^5 \text{ J/kg}$

Ketumpatan pepejal = 7690 kgm^{-3}

Muatan haba pepejal = $670 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

Kekonduksian terma pepejal = $60 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Muatan haba cecair = $596 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Haba tentu air = $4184 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Guna rajah-rajah berikut:-

Explain the basic feature of a continuous casting of metal. Determine

- [i] *the mold length, and*
- [ii] *the cooling water requirements, to produce steel slab (0.61 m wide by 75, thick) at a withdrawal rate of 50 mms^{-1} .*

...11/-

The solid skin on exit from the mold should be 13 mm thick, and a heat transfer coefficient of $2000 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ may be assumed. To minimize the cooling of recirculated water only a 6K temperature rise of the water is allowed.

- Data for steel:
- Freezing temperature = 1770K
 - Pouring temperature (from tundish) - 1800K
 - Latent heat of fusion = $2.67 \times 10^5 \text{ J/kg}$
 - Solid density = 7690 kgm^{-3}
 - Solid heat capacity = $670 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$
 - Solid thermal conductivity = $60 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 - Liquid heat capacity = $596 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 - Specific heat of water = $4184 \text{ Jkg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Use the following Figures:-

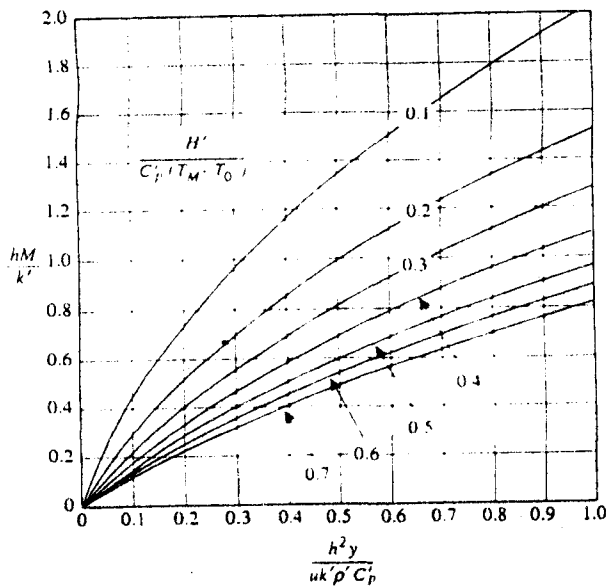


Fig 7(a)

Fig. 7(a) : Thickness solidified, M , versus distance down the mold

(60 markah)

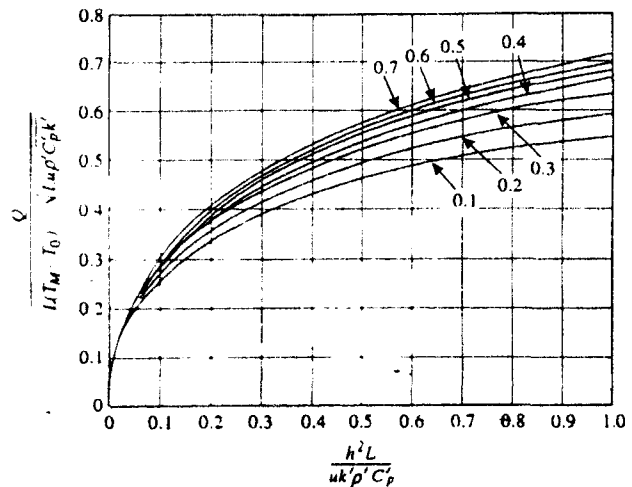


Fig 7(b)

Fig. 7(b) : Rate of heat removal by mold cooling water Q versus mold length L . Numbers on the curves are the same as in Fig 7(a)

- [b] Anggarkan cerunan terma dalam silikon pada antara muka pepejal cecair di dalam proses zon apungan. Hablur (10 mm garis pusat) ditumbesarkan pada kadar $5 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$. Andaikan kemeresapan silikon adalah 0.2. Data bagi silikon adalah :-

$$\text{Kekonduksian terma, } k = 31 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$K_L = 50 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T_m = 1683 \text{ K}$$

$$H_f \text{ (haba pendam pelakuran)} = 1.8 \times 10^6 \text{ Jkg}^{-1}$$

$$\rho \text{ (ketumpatan)} = 2300 \text{ kg m}^{-3}$$

Estimate the thermal gradients in silicon at the solid-liquid interface in the floating-zone process. The crystal (10 mm dia) is grown at $5 \times 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$. Assume that the emissivity of silicon is 0.2. Data for silicon are:-

$$k \text{ (thermal conductivity)} = 31 \text{ kK}^{-1}$$

$$K_L = 50 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T_m = 1683 \text{ K}$$

$$H_f \text{ (latent heat of fusion)} = 1.8 \times 10^6 \text{ Jkg}^{-1}$$

$$\rho \text{ (density)} = 2300 \text{ kg m}^{-3}$$

(40 markah)

ooOoo