

**PART A/ BAHAGIAN A**

- (1). (a). The melting point of gallium is 30°C at 1atm. The densities of solid and liquid gallium are 5.885 g/cm<sup>3</sup> and 6.08 g/cm<sup>3</sup> respectively. The heat of fusion of gallium is 77.40 kJ/mole. Calculate the change in melting point of gallium for an increase of pressure of 1 atm? Given atomic weight of Gallium is 69.72 g/mol.

*Takat lebur galium ialah 30°C pada 1atm. Ketumpatan galium dalam bentuk pepejal dan cecair ialah 5.885 g/cm<sup>3</sup> dan 6.08 g/cm<sup>3</sup>, masing-masing. Haba pelakuran galium ialah 77,40 kJ / mol. Hitung perubahan dalam titik lebur galium untuk peningkatan tekanan sebanyak 1 atm? Diberikan berat atom Galium adalah 69.72 g/mol.*

(7 marks/markah)

- (b). Briefly explain the difference between macrostate and microstate of a system in statistical thermodynamics. Give an appropriate example to support the answer.

*Terangkan secara ringkas perbezaan antara keadaan makro dan keadaan mikro bagi suatu sistem dalam termodinamik statistik. Berikan contoh yang sesuai untuk menyokong jawapan tersebut.*

(7 marks/markah)

- (c). Discuss the effect of thermodynamics on the formation of defects.  
*Bincangkan kesan termodinamik kepada pembentukan kecacatan.*

(6 marks/markah)

...3/-

**PART B / BAHAGIAN B**

- (2). (a). Explain what you understand about binary system without solid solution

*Terangkan apa yang anda faham mengenai sistem binari tanpa larutan pepejal.*

(4 marks/markah)

- (b). The compound  $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$ - $\text{CaSiO}_3$  form a simple eutectic system with no solid solubility. Using the following data and assuming the liquid solutions to be ideal, calculate and sketch the phase boundary for the system given. Determine the eutectic point and the composition.

*Sebatian  $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$ - $\text{CaSiO}_3$  membentuk sistem eutektik tanpa keterlarutan pepejal. Menggunakan data berikut dan mengandaikan larutan cecair adalah ideal, kira dan lakarkan sempadan fasa bagi sistem tersebut. Tentukan titik eutektik dan komposisinya.*

	$\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$	$\text{CaSiO}_3$
Melting point, K <i>Takat lebur, K</i>	1583	1813
Heat of fusion (J/mole) <i>Haba Perlakuran (J/mol)</i>	100,834	56,066

Note : Use the graph paper provided to sketch the phase boundary

*Nota : Guna kertas graf yang diberikan untuk melakarkan sempadan fasa*

(12 marks/markah)

- (c). Explain the relation between the rate of homogeneous nucleation and the various governing factors on the basis of the absolute reaction rate theory?

*Nyatakan hubungan antara kadar penukleusan homogenus dan pelbagai faktor yang mempengaruhinya berdasarkan teori kadar tindak balas mutlak.*

(4 marks/markah)

...4/-

- (3). (a). Figure 1 shows the probability distribution for macrostates for systems with large numbers of particles and energy levels. Interpret the graph by considering the relationship between macrostates and microstates.

*Rajah 1 menunjukkan taburan kebarangkalian bagi keadaan makro untuk sistem dengan jumlah zarah dan tahap tenaga yang besar. Tafsirkan graf tersebut dengan mempertimbangkan hubungan antara keadaan makro dan keadaan mikro.*

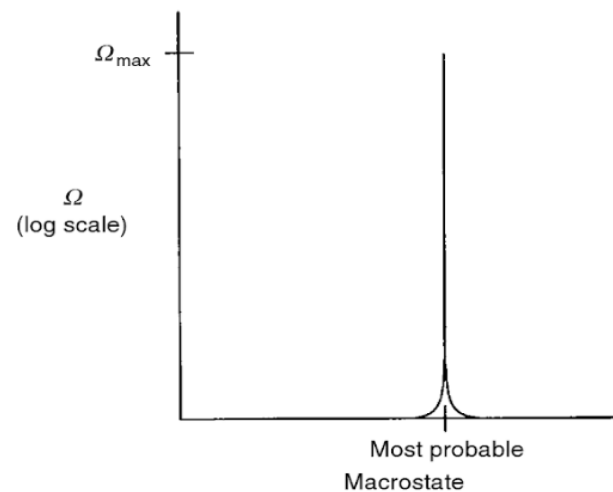


Figure 1 – The probability distribution of macrostates

*Rajah 1 – Taburan kebarangkalian makrostat*

(7 marks/markah)

- (b). Consider a system with two particles a and b that may each exhibit any of three energy levels,  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$  and  $\epsilon_3$ .

*Pertimbangkan suatu sistem dengan dua zarah a dan b yang masing-masing boleh mempamerkan mana-mana tiga tahap tenaga,  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$  dan  $\epsilon_3$ .*

- (i). How many microstates might this system exhibit?  
*Berapa banyak keadaan mikro yang mungkin dipamerkan oleh sistem ini?*
- (ii). Tabulate the microstates for this system.  
*Jadualkan keadaan mikro untuk sistem ini.*

...5/-

- (iii). Use the list of microstates to generate a list of macrostates for this system

*Gunakan senarai keadaan mikro untuk menghasilkan senarai keadaan makro untuk sistem ini.*

- (iv). Identify the microstates corresponding to each macrostate.

*Kenalpasti keadaan mikro yang sepadan dengan setiap keadaan makro.*

(8 marks/markah)

- (c). Briefly describe the partial molar quantities by using an appropriate example.

*Huraikan secara ringkas tentang kuantiti molar separa dengan menggunakan suatu contoh yang sesuai.*

(5 marks/markah)

- (4). (a). Explain the following items;  
*Terangkan perkara di bawah;*

- (i). Surface defect

*Kecacatan permukaan*

- (ii). Surface Energy

*Tenaga Permukaan*

- (iii). Divacancy and Kroger-Vink notation for divacancy

*Dwi-kekosongan dan notasi Kroger-Vink untuk dwi-kekosongan.*

- (iv). Schottky defects

*Kecacatan Schottky*

(10 marks/markah)

**...6/-**

- (b). If the interaction parameters for divacancies are about 10 percent of the values of corresponding single defect parameters given below;

*Jika parameter interaksi bagi dwikekosongan adalah 10 peratus daripada nilai parameter kecacatan tunggal diberikan seperti berikut.*

$$\overline{\Delta S_{\text{int}}} = 0.1 * \overline{\Delta S_v} \quad \overline{\Delta H_v} = 40,000 \text{ J / mole} \quad \overline{\Delta S_v} = 2.50 \text{ J / mole.K}$$

Calculate the equilibrium concentration of divacancies at 800°C and at 1250°C

*Kirakan kepekatan keseimbangan bagi dwi-kekosongan pada suhu 800°C dan 1250°C*

(10 marks/markah)

...7/-

**PART C / BAHAGIAN C**

- (5). (a). Consider the substance M which has two allotropes  $\alpha$  and  $\beta$ . Explain the possibility that four phases (solid  $\alpha$ , solid  $\beta$  liquid M and vapor of M) coexist in equilibrium.

*Pertimbangkan bahan M yang mempunyai dua alotrop  $\alpha$  dan  $\beta$ . Terangkan adakah mungkin empat fasa (pepejal  $\alpha$ , pepejal  $\beta$  pepejal, cecair M dan wap M) boleh wujud bersama-sama dalam keseimbangan.*

(6 marks/markah)

- (b). J.W Gibbs developed a thermodynamic equation for the characterization of equilibrium states of heterogeneous system involving any number of substances. State what equation is this and explain in detail.

*J.W Gibbs membangunkan persamaan termodinamik untuk pencirian keadaan keseimbangan sistem heterogen yang melibatkan sebilangan bahan. Nyatakan persamaan ini dan jelaskan secara terperinci.*

(4 marks/markah)

- (c). Near the triple point of iodine, the equilibrium vapor pressure of solid and the liquid are well represented by:

*Pada takat tigaan Iodin, keseimbangan fasa tekanan wap bagi pepejal dan cecair diberi sebagai*

$$\ln P_s = 16.8 - 7312 / T$$

$$\ln P_l = 12.0 - 5452 / T$$

Where the temperature and pressure are express in Kelvin and bar units  
*dimana suhu dan tekanan diberi dalam unit Kelvin dan bar.*

- (i). Calculate the temperature  $T_{tp}$  and pressure  $P_{tp}$  of the triple point.  
*Kirakan suhu  $T_{tp}$  dan tekanan  $P_{tp}$  pada takat tigaan.*

...8/-

- (ii). Consider the functional form of the integrated Clausius-Clapeyron equation (assume  $\Delta H$  is constant) to estimate the molar heat of sublimation and the molar of fusion for iodine.

*Gunakan ungkapan pengkamilan Clausius-Clapeyron (anggap  $\Delta H$  ialah malar) untuk menganggarkan haba pemejalwapan dan dan pelakuran bagi lodin.*

(10 marks/markah)

- (6). (a). Calculate the boiling point (at 1 atm) of a solution containing 116 g of acetone (Molecular weight = 58 g/mol) and 72 g of water (Molecular weight = 18 g/mol) by using the following table. The solution obeys the Raoult's law.

*Kirakan titik didih (pada 1 atm) suatu larutan yang mengandungi 116 g aseton (Berat molekul = 58 g/mol) dan 72 g air (Berat molekul = 18 g/mol) dengan menggunakan jadual berikut. Larutan tersebut mematuhi hukum Raoult.*

Temperature (°C)	Vapor pressure of Acetone (atm)	Vapor pressure of water (atm)
60	1.14	0.198
70	1.58	0.312
80	2.12	0.456
90	2.81	0.694

(10 marks/markah)

- (b). The volume of a dilute solution of KCl of molality  $m$  ( $m$  moles of KCl in 1 kg of water) is given by the equation:

*Isipadu larutan cair KCl dengan molaliti  $m$  ( $m$  mol KCl dalam 1 kg air) diberikan oleh persamaan:*

$$V = 1.003 + 1.003 + 27.15m + 1.744m^2 \quad (\text{cm}^3)$$

...9/-

- (i) Calculate the partial molar volume KCl at  $m = 0.5$ .

*Kira isipadu molar separa KCl pada  $m = 0.5$ .*

(3 marks/markah)

- (ii). Calculate the partial molar volume of KCl at the infinitely dilute solution.

*Kira isipadu molar separa KCl pada larutan cair tidak terhingga.*

(2 marks/markah)

- (c). Use Ellingham diagram (Figure 2) to explain why solid carbon becomes a very good reductant at high temperature. Support your answer with giving an appropriate example.

*Gunakan gambarajah Ellingham (Rajah 2) untuk menerangkan kenapa karbon pepejal menjadi agen penurunan yang sangat baik pada suhu yang tinggi. Sokong jawapan anda dengan memberikan contoh yang sesuai.*

(5 marks/markah)



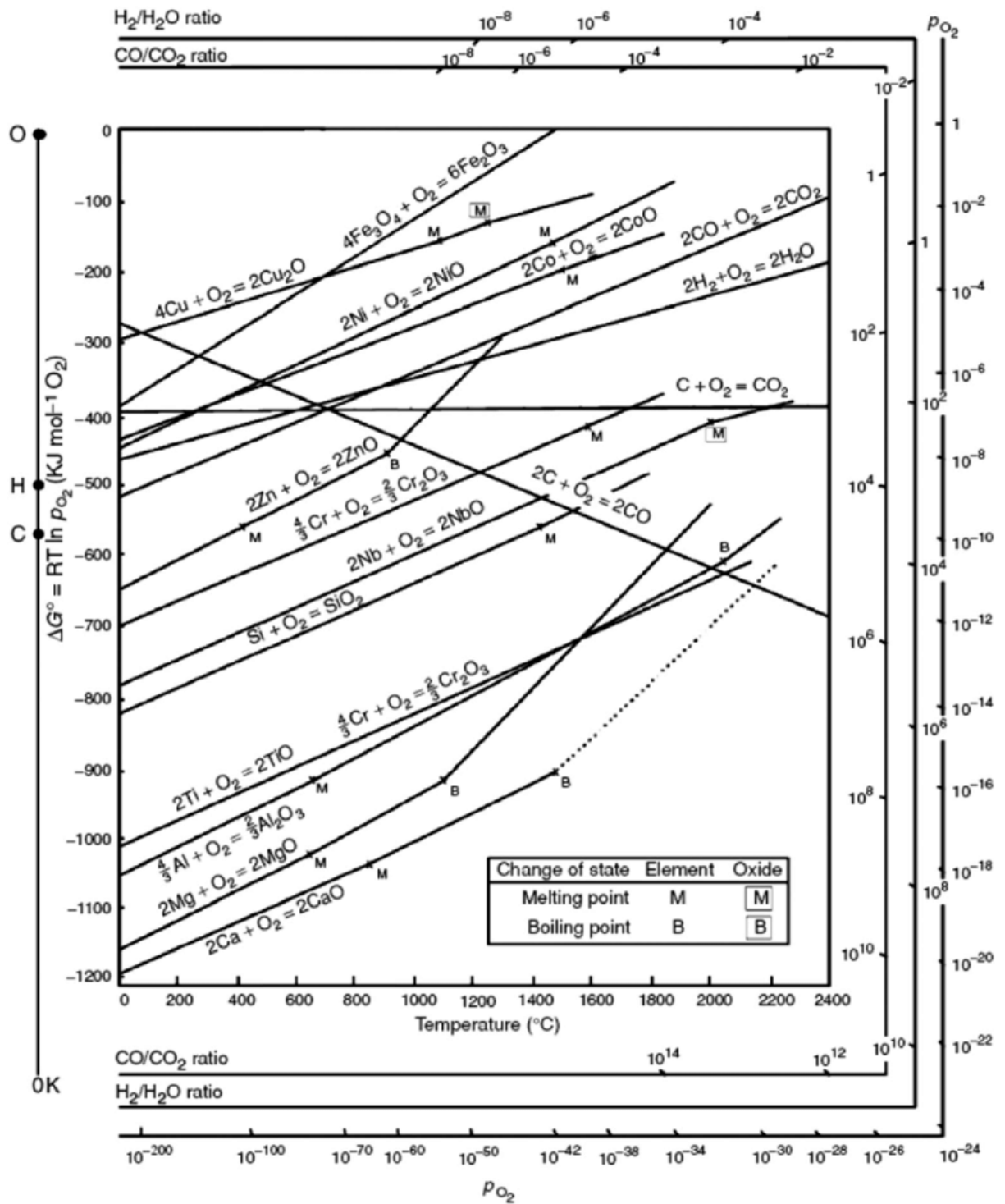


Figure 2 – Ellingham diagram

Rajah 2 – Diagram Ellingham

- (7). (a). Consider the dihedral angle that a second phase,  $\beta$  makes between the two  $\alpha$  grains. The physical appearance of a second phase trapped at either a boundary or an edge is defined by the dihedral angle. Sketch and explain the shape of  $\beta$  at angle  $0^\circ$ ,  $120^\circ$  and  $180^\circ$ .

*Pertimbangkan sudut dihedral fasa kedua,  $\beta$  antara dua butir fasa  $\alpha$ . Keadaan fizikal fasa kedua yang terperangkap dilapisan sempadan atau pinggiran dapat ditakrifkan dengan sudut dihedralnya. Lakarkan dan terangkan bentuk fasa  $\beta$  pada sudut  $0^\circ$ ,  $120^\circ$  dan  $180^\circ$ .*

(8 marks/markah)

- (b). Give the energy to form a mole of vacancies in Cu as 15,000 calories and the vibrational entropy as  $2.5k$  per vacancy, where  $k$  is Boltzmann's constant, compute the number of vacancies per cubic centimeter of Cu at  $30^\circ\text{C}$  and at its melting point ( $\sim 1100^\circ\text{C}$ ). The density of Cu is  $8.94\text{ g/cm}^3$  and relative molecular weight (RMW) for Cu = 64 g/mol.

*Tenaga pembentukan kekosongan dalam Cu ialah 15,000 kalori dan entropi gegaran ialah  $2.5k$  di mana  $k$  ialah pemalar Boltzmanns. Kirakan jumlah kekosongan per isipadu  $\text{cm}^3$  untuk Cu pada  $30^\circ\text{C}$  dan takat leburnya ( $\sim 1100^\circ\text{C}$ ). Ketumpatan CU ialah  $8.94\text{ g/cm}^3$  dan berat jisim molekul Cu ialah 64 g/mol.*

(12 marks/markah)

-oooOooo-