

PART A / BAHAGIAN A

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

Untuk keseimbangan fasa pepejal bagi suatu larutan pepejal dan cecair, dapatkan perkaitan antara aktiviti komponen bagi kedua-dua fasa, dengan menganggap haba peleburan adalah tahap antara takat lebur dan suhu yang dipertimbangkan.

(40 marks/markah)

- (b). The density of liquid nickel at 1728K, its normal melting point at 101,325 Pa = 1atm, is 7.77 g/cm³. Its volume coefficient at expansion, α is $1.42 \times 10^{-4} \text{K}^{-1}$.

Ketumpatan nikel cecair pada 1728K, titik lebur biasa pada 101,325 Pa = 1atm, ialah 7.77 g / cm³. Pekali isipadu pengembangan, α adalah $1.42 \times 10^{-4} \text{K}^{-1}$.

- (i). Calculate the increase in the free energy of liquid nickel at 2100K when the pressure on it is increased from 101,325 Pa to 10MPa.

Kirakan peningkatan tenaga bebas nikel cecair pada 2100K apabila tekanan padanya meningkat dari 101,325 Pa hingga ke 10MPa.

- (ii). Determine the activity of nickel in the high-pressure state.

Tentukan aktiviti nikel dalam keadaan tekanan tinggi.

- (iii). If the vapor pressure of pure liquid nickel (at 101,325 Pa) is 53.77 Pa at 2100K, calculate its vapor pressure in the high-pressure state. State any assumptions made. Given the atomic weight of nickel is 58.71.

...3/-

Jika tekanan wap nikel cecair tulen (pada 101,325 Pa) adalah 53.77 Pa pada 2100K, hitung tekanan wapnya dalam keadaan tekanan tinggi. Nyatakan anggapan yang dibuat. Diberi berat atom nikel ialah 58.71.

(60 marks/markah)

- (2). (a). In phenomenological thermodynamics, the equilibrium state is characterized by an extremum; the entropy of an isolated system is a maximum at equilibrium. Explain this statement by connecting the statistical thermodynamics, atomistic description of the system with phenomenological thermodynamics. Support your answer by using an appropriate diagram.

Dalam termodinamik fenomenologi, keadaan keseimbangan dicirikan oleh ekstremum; entropi untuk sistem terencil adalah maksimum pada keseimbangan. Jelaskan pernyataan ini dengan mengaitkan termodinamik statistik, penerangan atomik suatu sistem dengan termodinamik fenomenologi. Sokong jawapan anda dengan menggunakan gambarajah yang sesuai.

(30 marks/markah)

- (b). A system containing 500 particles and 15 energy levels in the following macrostate:

Suatu sistem mengandungi 500 zarah dan 15 tahap tenaga dalam makrostat berikut:

{14, 18, 27, 38, 51, 78, 67, 54, 32, 27, 23, 20, 19, 17, 15}

Each number above corresponds to the number of particles in an energy level. This system experiences a process in which the number of particles in an energy level changes by the following amounts:

...4/-

Setiap nombor di atas sepadan dengan bilangan zarah dalam suatu tahap tenaga. Sistem ini mengalami proses di mana bilangan zarah dalam aras tenaga berubah mengikut jumlah berikut:

$$\{0, 0, -1, -1, -2, 0, +1, +1, +2, +2, +1, 0, -1, -1, -1\}$$

Estimate the change in entropy for this process.

Anggarkan perubahan entropi untuk proses ini

(40 marks/markah)

- (c). Is the following statement is true? Support your answer with an appropriate discussion.

"When activity is defined by $a_i = (P_i/P_i^\circ)$, where P_i° is the saturation vapor pressure of species i which is in equilibrium with pure i at the temperature of interest irrespective of the standard state chosen."

Adakah kenyataan berikut benar? Sokong jawapan anda dengan perbincangan yang sesuai.

"Apabila aktiviti ditakrifkan oleh $a_i = (P_i/P_i^\circ)$, di mana P_i° adalah tekanan wap tepu spesies i yang berada dalam keseimbangan dengan spesies i tulen pada suhu tertentu tanpa mengira keadaan piawai yang dipilih."

(30 marks/markah)

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

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

...5/-

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

(40 marks/markah)

- (b). Discuss TWO different types of deviation for non-ideal solutions by taking into account the forces between molecules in the solution.

Bincangkan DUA jenis sisihan bagi larutan tidak ideal dengan mengambil kira daya antara molekul dalam larutan tersebut.

(30 marks/markah)

- (c). Derive the molar free energy of mixing, G^M for a binary solution by using appropriate equations.

Terbitkan tenaga bebas molar campuran, G^M untuk larutan inary dengan menggunakan persamaan-persamaan yang sesuai.

(30 marks/markah)

- (4). (a). Explain the following items;

Terangkan perkara berikut;

- (i). Surface defects

Kecacatan permukaan

- (ii). Surface stress

Tegangan permukaan

- (iii). Interfacial energies

Tenaga antaramuka

- (iv). Semi-coherent and incoherent interfaces

Permukaan separa-koheren dan bukan koheren.

(50 marks/markah)

...6/-

- (b). Take the energy to form a mole of vacancies in Zinc (Zn) as 15,000 calories and the vibrational entropy as $1.2k$ per vacancy, where k is Boltzmann's constant. Calculate the number of vacancies per cubic centimeter of Zn at 30°C and at its melting point (420°C). Take the density of Zn as 7.14 g/cm^3 and relative molecular weight for Zn =65 g/mol.

Tenaga pembentukan kekosongan dalam Zink (Zn) ialah 15,000 kalori dan entropi gegaran ialah $1.2k$ di mana k ialah pemalar Boltzmanns. Kirakan jumlah kekosongan per isipadu cm^3 untuk Zn pada 30°C dan takat leburnya (420°C). Ketumpatan Zn ialah 7.14 g/cm^3 dan berat jisim molekul Zn ialah 65 g/mol.

(50 marks/markah)

...7/-

PART B/ BAHAGIAN B

- (5). (a). Show that when the surface tension of the α - α grain boundary equals twice the surface tension of the α - β grain boundary, ($\gamma_{\alpha\alpha}=2\gamma_{\alpha\beta}$) the critical volume V^* for the double spherical cap is zero. Under these conditions would you expect supercooling?

Tunjukkan bahawa apabila tegangan permukaan sempadan butiran α - α sama dengan dua kali tegangan permukaan sempadan butiran α - β , ($\gamma_{\alpha\alpha}=2\gamma_{\alpha\beta}$) isipadu kritikal V^ untuk dua sfera berkembar adalah sifar. Di bawah keadaan ini, adakah anda menjangkakan penyejukan lampau?*

(40 marks/markah)

- (b). What does it mean by partial molar Gibbs free energy of i in a system? Use an appropriate equation to show the relationship of partial molar Gibbs free Energy of i and chemical potential of i in a system.

Apakah yang dimaksudkan dengan tenaga bebas Gibbs molar separa untuk i dalam suatu sistem? Gunakan persamaan yang sesuai untuk menunjukkan hubungan tenaga bebas Gibbs molar separa untuk i dan keupayaan kimia dalam suatu sistem.

(30 marks/markah)

- (c). Illustrate the following defects: Frenkel and Schottky defects

Ilustrasikan kecacatan berikut : kecacatan Frenkel dan Schottky.

(30 marks/markah)

...8/-

- (6). (a). Define phase diagram and how it is constructed?

Takrifkan gambarajah fasa dan bagaimana ia dibina?

(5 marks/markah)

- (b). Explain the thermodynamic condition must be met for a state of equilibrium to exist?

Terangkan keadaan termodinamik yang perlu dipenuhi untuk keadaan keseimbangan wujud?

(5 marks/markah)

- (c). Copper and nickel are completely miscible in solid and liquid state. Assuming ideal solution, calculate the solidus and liquidus lines of the Cu-Ni based on the following data:

Kuprum dan Nikel larut sepenuhnya dalam keadaan pepejal dan cecair. Dengan mengandaikan larutan tersebut ideal, kirakan garisan sempadan pepejal dan cecair Cu-Ni berdasarkan data berikut

Table 1: Melting point and heat of fusion of Copper and Nickel

Jadual 1 : Takat lebur dan haba pelakuran tembaga dan Nikel

	Cu	Ni
Melting point (°C) <i>Takat lebur</i>	1083	1455
Heat of fusion (J/mole) <i>Haba perlakuran</i>	12790	17154

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

Nota: Gunakan kertas graf yang disediakan untuk lakaran sempadan fasa

(60 marks/markah)

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

...9/-

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

(30 marks/markah)

- (7). (a). At a high temperature (1300°C), the surface energy of Magnesia (MgO) is 1200 J/cm². For liquid iron against its own vapor, the surface energy is 2100 J/cm². Under the same conditions, the interfacial energy between iron and MgO is about 3500 J/cm². Estimate the contact angle of a small piece of iron melted on an MgO plate.

Pada suhu tinggi (1300°C), tenaga permukaan Magnesia (MgO) ialah 1200 J/cm². Bagi cecair besi melawan wapnya sendiri, tenaga permukaan adalah 2100 J/cm². Pada keadaan yang sama, tenaga antara muka antara besi dan MgO adalah 3500 J/cm². Anggarkan sudut sentuhan bagi sebahagian kecil besi cair ke atas kepingan MgO?

(40 marks/markah)

- (b). If a nickel rod is heated from 0 K to 1200 K and increases in length by ~7%. Could the fraction of this increase in length is due to the formation of vacancies? It is given that ΔH_f (Ni vacancy) = 150 × 10³ J/mole and Ni is FCC (n = 4). The density of Ni was 8.91 g/cm³ and relative atomic weight for nickel was 58.7 g/mole.

Jika rod nikel dipanaskan daripada 0 K kepada 1200 K dan rod tersebut bertambah panjang sebanyak ~7%. Adakah nisbah peningkatan panjangnya daripada penghasilan kekosongan? Diberikan , ΔH_f (kekosongan Ni) = 150 × 10³ J/mole dan Ni ialah FCC(n = 4). Ketumpatan Ni ialah 8.91 g/cm³ dan berat jisim molekul Ni ialah 58.7 g/mol.

(60 marks/markah)

-oooOooo-