

PART A/ BAHAGIAN A

1. [a] Sketch curves representing the variation of molar Gibbs free energy with temperature at the pressure corresponding to triple point for an element. Repeat this sketch for a pressure slightly above and below the triple point.

Lakarkan keluk-keluk yang mewakili perubahan tenaga bebas Gibbs molar dengan suhu pada tekanan titik tigaan sesuatu unsur. Ulang lakaran ini pada tekanan di atas dan di bawah titik tigaan.

(30 marks/markah)

- [b] In thermodynamic analysis, explain what is an open and close systems. For both systems, discuss the constant parameters that were needed to be considered?

Di dalam termodinamik, terangkan perbezaan antara sistem terbuka dan tertutup. Untuk kedua-dua sistem ini, bincang parameter yang tidak berubah yang perlu diambil kira.

(40 marks/markah)

- [c] Is the following statement true? Support your answer with an appropriate discussion.

"When activity is defined by $a_i = (P_i/P_i^\circ)$, 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 $a_i = (P_i/P_i^\circ)$, 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)

PART B/ BAHAGIAN B

2. [a] For a solid phase equilibrium of a solid solution and liquid, express 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.

Untuk keseimbangan fasa pepejal bagi suatu larutan pepejal dan cecair, dapatkan kaitan antara aktiviti komponen bagi kedua-dua fasa, dengan mengangapakan haba peleburan adalah malar antara titik lebur dan suhu yang dipertimbangkan.

(30 marks/markah)

- [b] A cadmium tin alloy with $X_{\text{Cd}}=0.464$ consists of liquid in equilibrium with the solid solution of tin in cadmium at 469.4K. The activity of cadmium in this alloy at 773K is found by experimental methods to be 0.5104, with reference to pure cadmium liquid as the standard state. Heat of fusion of cadmium = 6410 J/mole and the partial molal heat of cadmium for the composition given is 2846 J/mole. Melting point of Cd is 594K.

Suatu aloi timah kadmiium dengan $X_{\text{Cd}}=0.464$ terdiri daripada cecair dalam keseimbangan dengan larutan pepejal timah dalam kadmiium pada suhu 469.4K. Aktiviti kadmiium bagi aloi ini pada 773K diperoleh daripada eksperimen ialah 0.5104, dengan merujuk kepada cecair kadmiium tulen dalam keadaan standard. Haba pelakuran kadmiium = 6410 J / mol dan haba molal kadmiium separa untuk komposisi yang diberikan adalah 2846 J / mol. Titik lebur Cd ialah 594K.

- (i) Calculate its activity at 469.4K

Tentukan aktiviti pada 469.4K

- (ii) Calculate the composition of the solid solution, assuming that the solid solution is ideal.

Tentukan komposisi larutan pepejal, dengan menganggap bahawa larutan pepejal adalah ideal.

(40 marks/markah)

- [c] Naphthalene, $C_{10}H_8$, melts at 80.2°C . If the vapour pressure of the liquid is 1.3 kPa at 85.8°C and 5.3 kPa at 119.3°C , calculate the enthalpy of vaporization of Naphthalene.

Naphthalene, $C_{10}H_8$, lebur pada suhu 80.2°C . Sekiranya tekanan wap cecair adalah 1.3 kPa pada 85.8°C dan 5.3 kPa pada 119.3°C , hitung entalpi pengewapan Naphthalene.

(30 marks/markah)

3. [a] The compound $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$ - 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 $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$ - 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.

	$\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$	CaSiO_3
Melting point, K <i>Takat lebur</i>	1583	1813
Heat of fusion (J/mole) <i>Haba pelakuran</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

(50 marks/markah)

- [b] Assuming that the pressure dependence of the transformation temperatures can be neglected below one atmosphere, calculate the pressure at the triple point (α, γ, G) , (γ, δ, G) , (δ, L, G) for pure iron. Assume also that all heats of transformation are temperature independent. For iron $T_v = 3008$ K, $T_m = 1808$ K, $T^{\alpha\gamma} = 1180$ K, $T^{\gamma\delta} = 1673$ K. Corresponding heats of transformation are respectively 354.1, 16.15, 0.63 and 0.91 (KJ/gm atom).

Dengan mengandaikan bahawa pergantungan tekanan terhadap suhu transformasi boleh diabaikan di bawah satu atmosfera, hitung tekanan pada titik tiga (α, γ, G) , (γ, δ, G) , (δ, L, G) untuk besi tulen. Anggapkan juga bahawa semua haba transformasi tidak bergantung kepada suhu. Untuk besi $T_v = 3008$ K, $T_m = 1808$ K, $T^{\alpha\gamma} = 1180$ K, $T^{\gamma\delta} = 1673$ K. Haba transformasi masing-masing adalah 354.1, 16.15, 0.63 dan 0.91 (KJ / gm atom).

(50 marks/markah)

PART C/ BAHAGIAN C

4. [a] Explain the following items;

Terangkan perkara-perkara di bawah;

(i) Anisotropy in terms of surface energy

Tak isotropi dalam bentuk tenaga permukaan

(ii) Wettability condition

Keadaan kebolehbasahan

(iii) Kroger-Vink notation for Frenkel defects

Notasi Kroger-Vink untuk kecacatan Frenkel

(iv) Non-stoichiometric defects

Kecacatan tak stoikiometri

(50 marks/markah)

- [b] If a nickel rod is heated from 0 K to 1000 K and increases in length by ~5%. Express the fraction of this increment in length due to the formation of vacancies? It is given ΔH_f (Ni vacancy) = 100×10^3 J/mole and Ni is FCC ($n = 4$). The density of Ni was 8.91 g/cm^3 and relative atomic weight for nickel was 58.7 g/mole .

Jika rod nickel dipanaskan daripada 0 K kepada 1000 K dan rod tersebut bertambah panjang sebanyak ~5%. Nyatakan nisbah peningkatan panjangnya daripada penghasilan kekorongan? Diberikan , ΔH_f (kekorongan Ni) = 100×10^3 J/mol dan Ni ialah FCC($n = 4$). Ketumpatan Ni ialah 8.91 g/cm^3 dan berat jisim molekul Ni ialah 58.7 g/mol .

(50 marks/markah)

5. [a] Estimate the surface energy for the (100) face of LiCl? Given $\Delta H_s = 135,000 \text{ J/mole}$ and $Z=6$. The lattice parameter a for LiCl is 2.56 \AA and relative atomic weight was 42.4 g/mole . The surface energy equation is given by $\gamma = \frac{\Delta H_s}{4N_A} * \left(\frac{N}{A}\right)$

*Anggarkan tenaga permukaan (100) untuk LiCl? Diberikan $\Delta H_s = 135,000 \text{ J/mol}$ dan $Z=6$. Parameter kekisi a untuk LiCl ialah 2.56 \AA dan berat jisim molekul ialah 42.4 g/mol . Persamaan tenaga permukaan untuk kekisi diberikan sebagai $\gamma = \frac{\Delta H_s}{4N_A} * \left(\frac{N}{A}\right)$*

(40 marks/markah)

- [b] At a high temperature (1500°C), the surface energy of calcium oxide (CaO) is 900 J/cm^2 . For liquid iron against its own vapor, the surface energy is 2100 J/cm^2 . Under the same conditions, the interfacial energy between iron and CaO is about 3500 J/cm^2 . Compute the contact angle of a small piece of iron melted on an CaO plate. Describe also the behavior of liquid iron droplet on the surface.

Pada suhu tinggi (1300°C), tenaga permukaan calcium oksida (CaO) ialah 900 J/cm^2 . Bagi cecair besi terhadap wapnya sendiri, tenaga permukaan adalah 2100 J/cm^2 . Pada keadaan yang sama, tenaga permukaan antara besi dan CaO adalah 3500 J/cm^2 . Kirakan sudut sentuhan bagi sebahagian kecil besi cair ke atas kepingan CaO. Terangkan juga sifat besi cair di atas permukaan tersebut.

(60 marks/markah)

PART D/ BAHAGIAN D

6. [a] Briefly explain the difference between phenomenological thermodynamics and statistical thermodynamics. State the importance of statistical thermodynamics.

Terangkan secara ringkas perbezaan antara termodinamik fenomenologi dan termodinamik statistik. Nyatakan kepentingan termodinamik statistik.

(30 marks/markah)

- [b] Consider a system with two particles 'a' and 'b' that may each exhibit any of four energy levels, ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 , and ϵ_4 .

Pertimbangkan suatu sistem dengan dua zarah 'a' dan 'b' yang masing-masing boleh mempamerkan mana-mana empat tahap tenaga, ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 , and ϵ_4 .

- (i) How many microstates might this system exhibit?

Berapa banyak keadaan mikro yang dipamerkan oleh sistem ini?

- (ii) Tabulate the microstates for this system.

Jadualkan keadaan mikro untuk sistem ini.

- (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.

(40 marks/markah)

- [c] An Einstein's Model of a crystal is useful in explaining energy distribution within the crystal faces of a given crystal like cubic crystal for example. By using statistical thermodynamic, explain this model.

Model Hablur Einstein berguna untuk menerangkan berkenaan dengan taburan tenaga pada permukaan hablur seperti hablur kubik. Dengan menggunakan model termodinamik statistik, terangkan model ini.

(30 marks/markah)

7. [a] 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.

(40 marks/markah)

- [b] The vapour pressure of pure solid silver and solid silver-palladium alloys are given in the following:

Tekanan wap pepejal perak tulen dan pepejal aloi perak paladium diberi seperti berikut:

For silver

Untuk perak

$$\log P = \frac{-13700}{T} + 8.73 \quad (\text{torr})$$

For the solid silver-palladium alloy at $N_{Ag} = 0.8$,

Untuk pepejal aloi perak-paladium pada $N_{Ag} = 0.8$,

$$\log P = \frac{-13800}{T} + 8.65 \quad (\text{torr})$$

- (i) Calculate activity of silver in the alloy at 1150 K. Pure solid silver is taken as the standard state for silver in the alloy.

Kira aktiviti perak di dalam aloi pada 1150 K. Pepejal perak tulen diambil sebagai keadaan piawai untuk perak di dalam aloi.

(20 marks/markah)

- (ii) Calculate activity coefficient of silver in the alloy at 1150 K.

Kira pekali keaktifan untuk perak di dalam aloi pada 1150 K.

(20 marks/markah)

- [c] Liquid A and B are completely miscible and form an ideal solution. The vapor pressures of two liquids are 2×10^{-3} atm and 5×10^{-3} atm at temperature T respectively. Calculate the mole fraction of A in liquid phase when the total vapor pressure is 4×10^{-3} atm.

Cecair A dan B adalah terlarutcampur dengan lengkap dan membentuk larutan yang ideal. Tekanan wap bagi kedua-dua cecair adalah masing-masing 2×10^{-3} atm and 5×10^{-3} atm pada suhu T. Kirakan pecahan mol A dalam fasa cecair apabila tekanan wap total adalah 4×10^{-3} atm.

(20 marks/markah)