
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2008/2009

November 2008

EBB 236/3 – Materials Thermodynamic
[Termodinamik Bahan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains NINE printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper contains SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer **FIVE** questions. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

1. [a] It was shown that for a spherical nucleus

$$\Delta G^* = \frac{16\pi\gamma^3}{3\Delta G_B^2} \text{ and } r^* = -\frac{2\gamma}{\Delta G_B}.$$

Show that ΔG^* is related to the volume of the critical size of nucleus, V^* by the equation

$$\Delta G^* = -\frac{V^*}{2} \Delta G_B.$$

Hubungan berikut telah dibuktikan untuk nukleus sfera

$$\Delta G^* = \frac{16\pi\gamma^3}{3\Delta G_B^2} \text{ dan } r^* = -\frac{2\gamma}{\Delta G_B}.$$

Buktikan bahawa tenaga bebas untuk nukleus kritikal, ΔG^ adalah berhubungkait kepada isipadu nukleus bersaiz kritikal, V^* oleh*

$$\Delta G^* = -\frac{V^*}{2} \Delta G_B.$$

(8 marks/markah)

- [b] Wustite (FeO) and manganese oxide (MnO) are completely miscible in liquid and solid state. Assuming that the solutions are ideal, calculate the liquidus and solidus lines of FeO-MnO diagram using the range 1500K to 1700K at 100K intervals. The melting points are 1378K and 1875K, and the heat of fusion are 30962 J/mole and 54392 J/mole for FeO and MnO respectively.

Wustite (FeO) dan mangan oksida (MnO) larut campur sepenuhnya di dalam keadaan cecair dan keadaan pepejal. Andaikan larutan-larutan ini sebagai larutan unggul, kirakan garis cecair dan pepejal bagi rajah FeO-MnO menggunakan julat suhu 1500K ke 1700K pada selang 100K. Suhu peleburan FeO dan MnO adalah masing-masing 1378K dan 1875K, dan haba peleburan adalah 30962 J/mol dan 54392 J/mol.

(12 marks/markah)

2. [a] 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.

Bagi suatu keseimbangan dua fasa larutan pepejal dan cecair, terbitkan hubungan antara aktiviti-aktiviti suatu komponen di dalam dua fasa, dengan mengandaikan bahawa haba pelakuran adalah malar di antara takat lebur dan suhu yang dipertimbangkan.

(8 marks/markah)

- [b] A cadmium tin alloy with $X_{cd}=0.464$ 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. Find its activity at 469.4K and determine the composition of the solid solution, assuming that the solid solution is ideal. Heat of fusion of cadmium = 6410J/mole^{-1} and the partial molal heat of cadmium for the composition given is 2846J/mole^{-1} . Melting point of Cd is 594K.

Suatu aloi kadmium – stanum $X_{cd}=0.464$, terdiri dari cecair dalam keseimbangan dengan larutan pepejal stanum di dalam kadmium pada suhu 469.4K. Aktiviti kadmium di dalam aloi ini pada suhu 773K didapati melalui kaedah eksperimen adalah 0.5104, merujuk kepada cecair kadmium tulen dalam keadaan piawai. Dapatkan aktivitinya pada suhu 469.4K dan tentukan komposisi larutan pepejal tersebut, dengan mengandaikan bahawa larutan pepejal tersebut adalah unggul. Haba lakur bagi kadmium = 6410J/mol^{-1} dan haba molar separa kadmium untuk komposisi yang diberikan ialah 2846J/mol^{-1} . Takat lebur Cd ialah 594K

(12 marks/markah)

3. [a] Derive the expression for the number of vacancies in a crystal at equilibrium on the basis of configurational entropy and other factors. What factors govern a similar expression for divacancies?

Terbitkan ungkapan untuk bilangan kekosongan dalam satu hablur pada keseimbangan berdasarkan entropi tatarajah dan faktor lain. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi ungkapan yang sama untuk dwi-kekosongan?

(10 marks/markah)

- [b] Suppose the interaction parameters for divacancies are about 10 percent of the values of corresponding single defect parameters:

$$\overline{\Delta H_{int}} = 0.1 \overline{\Delta H_v}$$

$$\overline{\Delta S_{int}} = 0.1 \overline{\Delta S_v}$$

$$\overline{\Delta H_v} = 95800 \text{ J / mole and } \overline{\Delta S_v} = 8.85 \text{ J / mole.K}$$

Calculate the equilibrium concentration of divacancies at 600 K and at 1300 K

Andaikan parameter saling tindak bagi dwi-kekosongan adalah 10 peratus daripada nilai parameter kecacatan tunggal:

$$\overline{\Delta H_{int}} = 0.1 \overline{\Delta H_v}$$

$$\overline{\Delta S_{int}} = 0.1 \overline{\Delta S_v}$$

$$\overline{\Delta H_v} = 95800 \text{ J / mol dan } \overline{\Delta S_v} = 8.85 \text{ J / mol.K}$$

Kirakan kepekatan keseimbangan bagi dwi-kekosongan pada 600 K dan 1300 K.

(10 marks/markah)

...6/-

4. [a] The interfacial energy of nickel bicrystal grain boundary which is equilibrated with its vapor is given as 0.30 J/m^2 . When the grain boundary intersects the free surface, a groove is formed. Determine the angle of the groove that formed. The surface energy of a nickel vapor interface is nearly isotropic at 1400 K and can be taken as 1.50 J/m^2

Tenaga antaramuka bagi sempadan butir dwi-hablur nikel yang mana dalam keseimbangan dengan wapnya adalah 0.30 J/m^2 . Apabila sempadan butir bersilang dengan permukaan bebas, alur akan terbentuk. Kenalpasti sudut alur yang terbentuk. Tenaga permukaan bagi antaramuka wap nikel adalah hampir isotropik pada suhu 1400 K dan boleh dianggap bernilai 1.50 J/m^2

(8 marks/markah)

- [b] Illustrate the principles of construction of the Ellingham's diagram. Schematically illustrate how does this diagram predict the mutual stabilities of oxides of two metals M_1 and M_2 at a certain temperature.

Ilustrasikan prinsip-prinsip pembinaan gambarajah Ellingham's. Ilustrasikan secara skematik, bagaimanakah gambarajah ini dapat menentukan keseimbangan-keseimbangan salingan bagi dua logam oksida M_1 dan M_2 pada suatu suhu tertentu.

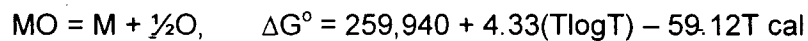
(12 marks/markah)

5. [a] Deduce the Van't Hoff equation showing the variation of equilibrium constant of a chemical reaction with temperature.

Terbitkan persamaan Van't Hoff yang menunjukkan perubahan pemalar keseimbangan bagi suatu tindak balas kimia dengan suhu.

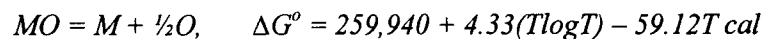
(8 marks/markah)

- [b] Calculate the equilibrium constant and equilibrium partial pressure of oxygen at 1627°C for the reaction involving metal oxide, MO, as:



Also, predict the possibility of decomposing a crucible made of pure MO at open atmosphere at that temperature.

Kirakan pemalar keseimbangan dan keseimbangan tekanan separa bagi oksigen pada 1627°C untuk tindak balas yang melibatkan oksida logam, MO seperti berikut:



Juga, jangkakan kemungkinan bagi penguraian satu krusibel yang diperbuat menggunakan MO tulen pada atmosfera terbuka pada suhu berkenaan.

(12 marks/markah)

6. [a] What is Sievert's law and how does it help to determine and control the gases dissolved in a liquid metal?

Apakah hukum Sievert's dan bagaimana ia dapat membantu untuk menentukan dan mengawal gas-gas terlarut dalam sesuatu logam cecair?

(8 marks/markah)

- [b] The solubility of oxygen in liquid silver at 1075°C (1348K) is given below for a range of partial pressures of oxygen:

Kebolehlarutan oksigen dalam perak ((Argentum) cecair pada 1075°C (1348K) diberikan seperti di bawah bagi suatu julat tekanan separa oksigen.

Partial pressure of oxygen <i>Tekanan separa oksigen</i> (in mm Hg)	Solubility of oxygen <i>Kebolehlarutan oksigen</i> (ml/100g Ag)
128	81.5
488	156.9
760	193.6
1203	254.8

Show that the solubility of oxygen in silver follows Sievert's law, and calculate the amount of oxygen dissolved in 100 g of liquid silver at 1075°C, from atmospheric air, assuming that air contains 21% oxygen by volume.

Tunjukkan bahawa kebolehlarutan oksigen dalam perak (Ag) mematuhi hukum Sievert's, dan kirakan jumlah oksigen yang terlarut di dalam 100 g cecair perak (Ag) pada 1075°C daripada atmosfera udara, anggapkan udara mengandungi 21% isipadu oksigen.

(12 marks/markah)

7. [a] Derive the entropy of mixing of a binary ideal solution A-B.

Terbitkan entropi bagi percampuran suatu larutan unggul perduaan A-B.

(8 marks/markah)

- [b] Using Gibbs – Duhem equation, determine the partial molar quantity of a component in a binary solution when the variation of the partial molar quantity of the other with concentration is known.

Menggunakan persamaan Gibbs – Duhem, tentukan kuantiti molar separa bagi suatu komponen dalam satu larutan binari apabila perubahan bagi kuantiti molar separa lainnya dalam nilai kepekatan diketahui.

(12 marks/markah)