

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2006/2007

April 2007

## **EBB 336/3 – Termodinamik Bahan** *EBB 336/3 – Materials Thermodynamic*

Masa: 3 jam  
*Time: 3 hours*

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

*Please ensure that this paper consists of ELEVEN printed pages before you proceed with the examination.*

Kertas soalan ini mengandungi **TUJUH** soalan.

*This paper contains SEVEN questions.*

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

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

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

*Answer to each and every question must start on a new page.*

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.

*All questions must be answered in Bahasa Malaysia.*

1. [a] Tenaga permukaan antarmuka nikel dan wapnya adalah  $1.58\text{J/m}^2$  pada  $1100\text{K}$ . Sudut dwisatah purata yang disukat untuk sempadan ira yang bertembung dengan permukaan bebas adalah  $168^\circ$ . Aloi nikel terserak thoria disediakan dengan menyerakkan partikel-partikel  $\text{ThO}_2$  dalam serbuk nikel dan memadatkan agregat tersebut. Partikel-partikel ini berada di sempadan ira dalam matriks nikel. Pemanasan yang berlanjutan pada suhu tinggi memberikan partikel bentuk keseimbangan. Sudut dwisatah yang disukat dalam partikel adalah  $145^\circ$ . Anggarkan tenaga antarmuka spesifik bagi antarmuka thoria-nikel.

(60 markah)

- [a] *The surface energy of the interface between nickel and its vapor is estimated to be  $1.58\text{J/m}^2$  at  $1100\text{K}$ . The average dihedral angle measured for grain boundaries intersecting the free surface is  $168^\circ$ . Thoria dispersed nickel alloys are made by dispersing fine particles of  $\text{ThO}_2$  in nickel powder and consolidating the aggregate. The particles are left at the grain boundaries in the nickel matrix. Prolonged heating at elevated temperature gives the particles their equilibrium shape. The average dihedral angle measured inside the particle is found to be  $145^\circ$ . Estimate the specific interfacial energy of the thoria-nickel interface.*

(60 marks)

- [b] Rupabentuk fasa kedua yang terperangkap pada sempadan atau sisi ditentukan oleh sudut dwisatah. Lukiskan bentuk fasa kedua bagi tiga jenis sudut dwisatah yang berlainan pada sempadan dan sisi.
- (20 markah)

*[b] The physical appearance of a second phase trapped at either a boundary or an edge is determined by the dihedral angle. Draw the shape of a second phase for three different dihedral angles at a grain boundary and a grain edge.*

*(20 marks)*

- [c] Lukiskan gambarajah yang menunjukkan daya tegangan permukaan yang mentakrifkan sudut dwisatah bagi satu titisan cecair di atas pepejal dan nyatakan ungkapan bagi tegangan permukaan dalam keseimbangan.
- (20 markah)

*[c] Sketch a diagram to show the surface tension force balance defining the dihedral angle for a liquid drop on a solid and state the expression for surface tension balance.*

*(20 marks)*

2. [a] Di bawah takat tripel (-56.2°C) tekanan wap bagi CO<sub>2</sub> diberi sebagai:

$$\ln P \text{ (atm)} = -\frac{3116}{T} + 16.01$$

Haba lakuran ialah 8330J/mol. Apakah haba pemejalwapan dan haba penyejatan?

(25 markah)

- [a] *Below the triple point (-56.2°C) the vapour pressure of solid CO<sub>2</sub> is given by:*

$$\ln P \text{ (atm)} = -\frac{3116}{T} + 16.01$$

*The heat of fusion is 8330J/mole. What will be heat of sublimation and heat of evaporation?*

(25 marks)

- [b] Apakah tekanan pada takat tripel?

(25 markah)

- [b] *What is the pressure at the triple point?*

(25 marks)

- [c] Apakah tekanan wap CO<sub>2</sub> cecair pada 298K?

(25 markah)

- [c] *What would be the vapor pressure of liquid CO<sub>2</sub> at 298K?*

(25 marks)

- [d] Lakarkan gambarajah fasa sistem ini dan berikan sebab mengapa  $\text{CO}_2$  pepejal di meja makmal mengalami penyejatan bukan peleburan?  
(25 markah)

[d] *Draw a sketch of the system and state why solid  $\text{CO}_2$  on laboratory bench evaporates rather than melts?*  
(25 marks)

3. [a] Terangkan bagaimana entropi pemejalan bagi dua komponen dalam suatu sistem binari terlarut sepenuhnya dalam keadaan fasa pepejal dan cecair boleh mempengaruhi bentuk gambarajah fasa sistem tersebut.  
(25 markah)

[a] *Explain how the entropy of solidification of the two components in a binary system with complete solubility in solid and liquid states effects the shape of the phase diagram.*  
(25 marks)

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

	$\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$	$\text{CaSiO}_3$
Takat lebur, K	1583	1813
Haba pelakuran (J/mol)	100,834	56,066

Nota: Gunakan kertas graf yang diberikan untuk melakarkan sempadan fasa

(75 markah)

- [b] The compound  $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$  and  $\text{CaSiO}_3$  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.

	$\text{Ca}_2\text{B}_2\text{O}_5$	$\text{CaSiO}_3$
Melting point, K	1583	1813
Heat of fusion (J/mole)	100,834	56,066

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

(75 marks)

4. [a] Terbitkan ungkapan bagi nukleus berbentuk sfera yang mempunyai saiz kritikal dan tenaga bebas untuk pembentukan nukleus tersebut dalam transformasi wap-cecair.

(40 markah)

- [a] Derive the expression for a spherical nucleus of critical size and the free energy of formation of such a nucleus in a vapor-liquid transformation.

(40 marks)

- [b] Buktikan perubahan entropi sesuatu sistem yang mengalami perubahan termodinamik adalah positif.

(30 markah)

- [b] Prove that the change in entropy of a system undergoing a thermodynamic change is always positive.

(30 marks)

5. [a] Apakah gambarajah Ellingham dan bagaimana ia dibentuk? Bagaimana gambarajah tersebut boleh digunakan untuk mengenalpasti kebolehan sesuatu tindakbalas kimia itu berlaku. Apakah keburukan gambarajah tersebut?

(50 markah)

- [a] *What is the Ellingham diagram and how is it constructed? How such a diagram can be used to assess the possibility of a chemical reaction to occur? What are the major drawbacks of this diagram?*

(50 marks)

- [b] Kirakan pemalar keseimbangan bagi tindakbalas  $\text{NiO} + (\text{H}_2) = \text{Ni} + (\text{H}_2\text{O})$  pada  $750^\circ\text{C}$  berdasarkan data berikut:



Bolehkah kepingan Ni tulen di sepuhlindap pada dalam atmosfera yang mengandungi 95% $\text{H}_2\text{O}$  dan 5% $\text{H}_2$  isipadu tanpa pengoksidaan.

(50 markah)

- [b] *Calculate the equilibrium constant for the reaction  $\text{NiO} + (\text{H}_2) = \text{Ni} + (\text{H}_2\text{O})$  at  $750^\circ\text{C}$  from the following data.*



*Could pure Ni sheet be annealed at  $750^\circ\text{C}$  in an atmosphere containing 95% $\text{H}_2\text{O}$  and 5% $\text{H}_2$  by volume without oxidation?*

(50 marks)

6. [a] Terbitkan persamaan umum untuk isipadu bagi larutan binari A-B dalam ungkapan isipadu separa molar bagi komponen A dan B. (35 markah)

[a] *Derive the general expression for the volume of a binary solution A-B in terms of partial molar volumes of components A and B.* (35 marks)

- [b] Bagaimana entropi pencampuran bagi larutan binari A-B yang unggul mempunyai perkaitan dengan jumlah A dan B dalam larutan? (40 markah)

[b] *How the entropy of mixing of an ideal binary solution A-B is related to the amounts of A and B in the solution?* (40 marks)



7. [a] Tuliskan prinsip menggunakan konsep termodinamik statistik untuk menganalisa sesuatu sistem yang mengalami perubahan termodinamik. (25 markah)

[a] *Outline the principles of using statistical thermodynamic concept to analyze a system undergoing thermodynamic changes.* (25 marks)

- [b] Apakah yang dimaksudkan dengan termodinamik sepuplindap dalam termodinamik statistik dan apakah jenis sepuplindap yang berlainan? (25 markah)

[b] *What is meant by an ensemble in statistical thermodynamics and what are the different types of ensembles?* (25 marks)

- [c] Dalam keadaan termodinamik yang bagaimanakah sesuatu sistem boleh mempunyai sepuplindap. Tentukan perkaitan antara bilangan keadaan kuantum yang wujud dan tahap tenaga dalam sistem tersebut. (50 markah)

[c] *Under what thermodynamic conditions a system can have canonical ensembles? Find out the correlation between the number of available quantum states and the energy levels in such a system.* (50 marks)