

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua

Sidang Akademik 1998/99

Februari 1999

**EBB 419/3 - TERMODINAMIK BAHAN**

Masa: [3 jam]

---

**Arahan Kepada Calon:**

Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** soalan.

Jawab mana-mana **LIMA (5)** soalan.

Semua soalan mestilah dijawab di dalam Bahasa Malaysia walau bagaimanapun **DUA (2)** soalan boleh dijawab di dalam Bahasa Inggeris.

...2/-

1. (a) Terangkan dengan jelas sebutan keadaan makro dan keadaan mikro satu sistem partikel.

*Explain clearly the terms macrostate and microstate of a system of particles.*

(6 markah)

- (b) Pertimbangkan satu sistem 10 partikel berbeza yang mana paras tenaga dikuantise menurut hubungi  $\epsilon_l = l(l + 1)$  dimana  $l = 0, 1, 2, \dots$  dan lain-lain. Tenaga total adalah 18 unit.

*Consider a system of 10 distinguishable particles for which the energy levels are quantized according to the relation  $\epsilon_l = l(l + 1)$ , where  $l = 0, 1, 2, \dots$  etc. The total energy is 18 units.*

- (i) Berapakah bilangan keadaan makro yang mungkin?

*How many macrostates are possible?*

- (ii) Nyatakan taburan dalam setiap keadaan makro.

*State the distribution in each macrostate.*

- (iii) Nyatakan taburan keadaan makro yang paling mungkin dan bilangan keadaan mikro.

*State the distribution for the most probable macrostate and the number of microstates in the same.*

(14 markah)

2. (a) Lakarkan dengan komen ringkas, tabii am tentang

*Sketch, with brief comments, the general nature of*

- (i) Plot tekanan - suhu

*Pressure - temperature plot,*

- (ii) Plot tekanan - isipadu

*Pressure - volume plot*

...3/-

(iii) Plot entropi - isipadu

*Entropy - volume plot*

bagi keseimbangan sistem satu komponen.

*for the equilibrium of a one-component system.*

(8 markah)

- (b) Takat lebur normal ais pada 1 atmosfera (101.3 kPa) adalah 373.15 K. Haba pelakuran adalah 6008 J/mol. Ketumpatan ais dan air pada suhu ini adalah masing-masing 0.9168 dan 0.9998 g/cm<sup>3</sup>. Pada takat tripel, tekanan wap air yagn dalam keseimbangan dengan ais dan air adalah 0.006 atmosfera. Kirakan suhu takat tripel.

*The normal melting point for ice at 1 atmosphere (101.3 kPa) is 373.15 K. The heat of fusion is 6008 J/mole. The densities of ice and water at this temperature are 0.9168 and 0.9998 g/cm<sup>3</sup> respectively. At the triple point, the vapour pressure of water vapour in equilibrium with ice and water is 0.006 atmospheres. Find the temperature of the triple point.*

(12 markah)

3. (a) Terbitkan hubungan antara perubahan keaktifan suatu komponen dalam suatu larutan binari dengan suhu dan entalpi molal separa dalam larutan. Gunakan persamaan untuk kes larutan unggul.

*Derive the relation between the variation of the activity of a component in a binary solution with temperature and its partial molal enthalpy in the solution. Apply the equation to the case of an ideal solution.*

(6 markah)

...4/-

(b) Tekanan separa A yang dikenakan oleh aloi A - B pada 1000 K adalah

*The partial pressures of A exerted by A-B alloys at 1000 K are*

$X_A$	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
$p_A \times 10^6$	5	4.4	3.75	2.9	1.8	1.1	0.8	0.6	0.4

(i) Plot nilai keaktifan A melawan  $X_A$  dan nyatakan julat komposisi pada mana A mematuhi hukum Henry.

*Plot the values of activity of A versus  $X_A$  and state the composition range over which the A obeys Henry's law.*

(ii) Dapatkan pemalar Hukum Henry ( $k_A$ ) pada 1000K.

*Find the Henry's law constant ( $k_A$ ) at 1000K.*

(iii) Jika  $k_A$  mematuhi persamaan

$$\log k_A = - (109.3/T + 0.2886)$$

Kirakan nilai entalpi molal separa A pada julat Hukum Henry.

(Andaikan  $\ln x = 2.303 \log x$ )

*If  $k_A$  obeys the equation*

$$\log k_A = - (109.3)/T + 0.2886$$

*calculate the value of partial molal enthalpy of A over the Henry's law range.*

*(Assume  $\ln x = 2.303 \log x$ ).*

(14 markah)

4. (a) Untuk suatu keseimbangan dua fasa yang melibatkan larutan pepejal dan cecair, terbitkan hubungan antara keaktifan satu komponen dalam kedua fasa, mengandaikan haba pelakuran malar antara takat didih dan suhu yang dipertimbangkan.

*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.*

(8 markah)

...5/-

- (b) Suatu aloi kadmium timah dengan  $X_{cd} = 0.464$  mengandungi cecair dalam keseimbangan dengan larutan pepejal tin dalam kadmium pada 469.4K. Keaktifan kadmium dalam aloi ini pada 773K didapati secara eksperimen didapati sebagai 0.5104 merujuk kepada cecair kadmium tulen sebagai keadaan piawai. Kirakan keaktifannya pada 469.4K mengandaikan haba molal separa kadmium untuk komposisi yang diberi sebagai 2846 J/mol. Andaikan larutan pepejal unggul. Haba pelakuran kadmium = 6410 J/mol. Takat didih kadmium = 594 K.

*A cadmium tin alloy with  $X_{cd} = 0.464$  consists of liquid in equilibrium with the solid solution of tin in cadmium at 469.4 K. The activity of cadmium in this alloy at 773 K is found by experimental methods to be 0.5104, with reference to pure cadmium liquid as the standard state. Find its activity at 469.4 K assuming that the partial molal heat of cadmium for the given composition is 2846 J/mole. Determine assuming that the solid solution is ideal.*

*Heat of fusion of cadmium = 6410 J/mole. Melting point of Cd is 594 K.*

(12 markah)

5. (a) Terangkan dengan ringkas peranan daya permukaan dalam kes berikut:

*Explain briefly the role of surface forces in the following:*

- (i) Penggunaan kobalt dalam alatan tungsten karbida tersinter.  
*the use of cobalt in sintered tungsten carbide tools,*
- (ii) 'Hot Shortness' dalam keluli akibat kehadiran sulfur.  
*the hot shortness of steel due to sulphur, and*
- (iii) Pateri dan pateri keras aloi.  
*the soldering and brazing of alloys.*

(10 markah)

...6/-

- (b) Dalam satu sampel keluli nirkarat, satu partikel fasa  $\gamma$  terbentuk pada sempadan fasa  $\alpha - \alpha$ . Jika tenaga antaramuka untuk sempadan  $\alpha - \alpha$  adalah 0.71 kali ganda bagi sempadan  $\alpha - \alpha$ , apakah sudut dwisatah dalam fasa  $\gamma$ , pada simpang fasa-fasa yang dalam keseimbangan.

*In a stainless steel sample, a  $\gamma$  phase particle is formed at the  $\alpha$ - $\alpha$  grain boundary. If the interface energy for  $\alpha$ - $\gamma$  boundary is 0.71 times that for  $\alpha$ - $\alpha$  boundary, what would be the dihedral angle inside the  $\gamma$  phase, at the junction of the phases at equilibrium?*

(10 markah)

6. (a) Terbitkan ungkapan bilangan kekosongan dalam suatu hablur pada keseimbangan berdasarkan entropi tatarajah dan faktor lain.

Apakah faktor yang mempengaruhi ungkapan sama untuk dwikekosongan?

*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?*

(10 markah)

- (b) Dalam suatu rawatan haba, satu sampel keluli telah dipanaskan dari 20°C ke 850°C. Jika tenaga untuk pembentukan kekosongan adalah 104.5 kJ/mol, kira berapa kali ganda kekosongan bertambah bila dipanaskan. Jika keluli tersebut di lindakkejut ke suhu bilik, apakah yang berlaku kepada kekosongan yang berlebihan, pada satu jangka masa.

*In the course of heat treatment, a sample of steel is heated from 20°C to 850°C. If the energy for forming the vacancies is 104.5 kJ/mole, calculate how many times the vacancies would increase on heating. If the steel is then quenched to room temperature, what happens to these extra vacancies, over a period of time?*

(10 markah)

...7/-

7. (a) Terbitkan ungkapan untuk satu nukleus sfera bersaiz kritikal dan tenaga bebas pembentukan untuk nukleus tersebut, dalam transformasi wap - cecair.  
*Derive the expression for a spherical nucleus of critical size and the free energy of formation of such a nucleus, in a vapour-liquid transformation.*

(6 markah)

- (b) Dalam pemejalan aluminium secara penukleusan homogen pendinginan kurang yang perlu adalah 60 K dalam suatu kes spesifik.  
*In the solidification of aluminium by homogeneous nucleation, the undercooling required is 60 K in a specific case.*

- (i) Dapatkan perubahan tenaga bebas pukal dan perubahan tenaga bebas nukleus kritikal dalam Joules per  $m^3$ .  
*Find the bulk free energy change and the free energy change for the critical nucleus, in joules per  $m^3$ .*

- (ii) Kirakan kadar penukleusan dalam nuklei /s/ $m^3$ .  
*Find the rate of nucleation in nuclei/s/ $m^3$ .*

Andaikan  $\gamma_{SL} = 0.034 \text{ J/m}^2$ ,  $\nu = 10^{12} \text{ s}^{-1}$ , faktor ( $s \cdot pd$ ) =  $10^{28} \text{ m}^{-3}$  dan abaikan tenaga pengaktifan kompleks teratif.

$\Delta H$  untuk pemejalan aluminium =  $4 \times 10^5 \text{ J/kg}$ .

S.G untuk aluminium cecair = 2.4.

$T_m (\text{Al}) = 931.7 \text{ K}$ .

$k = 1.38 \times 10^{-23}$

*Assume  $\gamma_{SL}$  to be  $0.034 \text{ J/m}^2$ ,  $\nu = 10^{12} /s$ , the factor ( $s \cdot pd$ ) is estimated at  $10^{28} / m^3$ . and neglect activation energy for the activated complex.  $\Delta H$  for solidification of aluminium =  $4 \times 10^5 \text{ J/kg}$ .*

*Specific gravity of liquid aluminium is 2.4. The melting point  $T_m = 931.7 \text{ K}$ .*

*$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ .*

(14 markah)

ooOoo