
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2005/2006

April/Mei 2006

EBB 336/3 – Termodinamik Bahan

Masa : 3 jam

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

Kertas soalan ini mengandungi **TUJUH** soalan.

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

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

Semua jawapan hendaklah dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

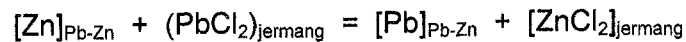
1. [a] Terbitkan hubungan untuk tenaga bebas pencampuran suatu larutan binari A-B.

(40 markah)

Derive the correlation for the free energy of mixing of a binary solution A-B.

(40 marks)

- [b] Baki Zn di dalam Pb yang tidak mengandungi bendasing lain boleh dinyahkan dengan melalukan gas klorin pada 390°C (663K) seperti persamaan berikut:



Perubahan tenaga bebas piawai pada 390°C persamaan di atas ialah - 15,090 kalori dan jermang klorida akhir mempunyai pecahan mol untuk ZnCl_2 bersamaan dengan 0.983. Aktiviti Zn di dalam Pb pada 390°C untuk larutan Zn di dalam Pb yang sangat cair diberikan sebagai:

$$a_{\text{Zn}} = 29x_{\text{Zn}}$$

Kira paras dimana penyahan Zn (% berat) boleh dilakukan dengan andaian bahawa sistem $\text{PbCl}_2 - \text{ZnCl}_2$ berkelakuan secara ideal. Berat atom Pb ialah 207.2 dan Zn ialah 65.38.

(60 markah)

...3/-

The residual Zn in Pb containing no other impurity can be removed by passing chlorine gas at 390°C (663K) as:



The standard free energy change of the above reaction at 390°C is -15,090 calorie and the final chloride slag has a mole fraction of ZnCl₂ equal to 0.983. The activity of Zn in Pb at 390°C for very dilute solution of Zn in Pb is given as:

$$a_{\text{Zn}} = 29x_{\text{Zn}}$$

Calculate the level to which the removal of Zn (weight%) can be carried out, assuming that the system PbCl₂-ZnCl₂ behaves ideally. Atomic weight of Pb and Zn are 207.2 and 65.38 respectively.

(60 marks)

2. [a] Anggap satu sistem mempunyai beberapa bilangan partikel yang mempunyai tahap tenaga yang berbeza. Dengan menggunakan konsep statistik termodinamik, terbitkan hubungan untuk menunjukkan kesan suhu sesuatu sistem terhadap susunan partikel yang berbeza pada paras tenaga yang berlainan.

(40 markah)

Assume a system containing certain number of particles at different energy levels. Using the concept of statistical thermodynamics, derive the correlation to show the influence of temperature of the system on the number of distinguishable arrangements of the particles at various energy levels.

(40 marks)

- [b] Pemerhatian spektroskopik molekul nitrogen (N_2) dalam nyahcas elektrik menunjukkan bilangan relatif molekul yang berada dalam keadaan getaran teruja dengan tenaga diberi oleh:

$\mathcal{E}_i = (i + \frac{1}{2}) h \nu$ dimana, i adalah integer yang mempunyai nilai antara

kosong hingga infiniti

h = pemalar Planck's bagi tindakan (= 6.6252×10^{-34} Joules.s)

ν = frekuensi setaraf (= $7.00 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$)

i	0	1	2	3
-----	---	---	---	---

n_i/n	1.00	0.250	0.062	0.016
---------	------	-------	-------	-------

dimana n = bilangan partikel yang bertabur dengan tahap tenaga yang berlainan.

n_i = bilangan partikel dengan tenaga \mathcal{E}_i

...5/-

Tunjukkan gas dalam keseimbangan termodinamik terhadap taburan tenaga getaran dan kirakan suhu gas tersebut.

(60 markah)

Spectroscopic observation of molecular nitrogen (N_2) in an electrical discharge shows that the relative numbers of molecules in excited vibrational states with energies given by:

$\mathcal{E}_i = (i + \frac{1}{2}) h \nu$ where, i is an integer having values between zero and infinity

h = Planck's constant of action (= 6.6252×10^{-34} Joules.s)

ν = vibration frequency (= 7.00×10^{13} s^{-1})

i	0	1	2	3
-----	---	---	---	---

n_i/n	1.00	0.250	0.062	0.016
---------	------	-------	-------	-------

where n = number of particles distributed among various energy levels

n_i = number of particles in level \mathcal{E}_i

Show that the gas is in thermodynamic equilibrium with respect to the distribution of vibrational energy, and calculate the temperature of the gas.

(60 marks)

...6/-

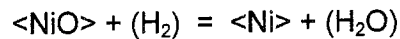
3. [a] Buktikan bahawa bagi sistem isoterma terbuka yang mempunyai keupayaan kimia, suhu dan isipadu yang malar PV adalah maksimum pada keseimbangan.

(40 markah)

Prove that for an open isothermal system having constant chemical potential, temperature, and volume, PV is maximum at equilibrium.

(40 marks)

- [b] Kira pemalar keseimbangan untuk tindakbalas pada suhu 750°C (1023K).



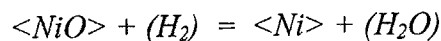
Diberikan:



Bolehkah kepingan Ni tulen disepuh lindap pada 750°C dalam atmosfera yang mengandungi 95% H₂O dan 5% H₂ isipadu tanpa pengoksidaan?

(60 markah)

Calculate the equilibrium constant for the reaction at 750°C (1023K)



Given that :



Could pure Ni sheet be annealed at 750°C in an atmosphere containing 95% H₂O and 5% H₂ by volume without oxidation?

(60 marks)

...7/-

4. [a] Terangkan dengan gambarajah bagaimana sudut sentuhan di antara suatu substrat cecair dan pepejal mempengaruhi kelakuan basahan bagi cecair dalam Eksperimen Jatuhan Sessile.

(50 markah)

Explain with a sketch how the contact angle between a liquid and a solid substrate influences the wetting behaviour of the liquid in a Sessile Drop Experiment.

(50 marks)

- [b] Terbitkan hubungan di antara kerja penukleusan homogen dan kerja penukleusan heterogen semasa penukleusan suatu fasa baru daripada fasa induk.

(50 markah)

Derive the correlation between the work of homogeneous nucleation and the work of heterogeneous nucleation during the nucleation of a new phase from the parent phase.

(50 marks)

...8/-

5. [a] Terbitkan ungkapan untuk bilangan kekosongan dalam satu hablur pada keseimbangan berdasarkan entropi tatarajah dan faktor lain. Apakah faktor yang mempengaruhi ungkapan yang sama untuk dwi-kekosongan?
(50 markah)

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?

(50 marks)

- [b] Jika tenaga pembentukan kekosongan adalah 113 kJ/mol dalam kuprum dan entropi getaran adalah $1.5R/\text{mol-K}$, kirakan bilangan kekosongan dalam kuprum dalam 1 cm^3 pada keseimbangan pada suhu 295K dan 1273K.

(Nombor Avogadro = $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, ketumpatan bagi kuprum = 8.94 g/cm^3)

Berat atom bagi kuprum = 63.546

(50 markah)

If the energy for the formation of vacancies is 113 kJ/mole in copper and the vibrational entropy is assessed at $1.5R/\text{mole-K}$, find the number of vacancies in copper in 1 cm^3 at equilibrium at 295K and 1273K.

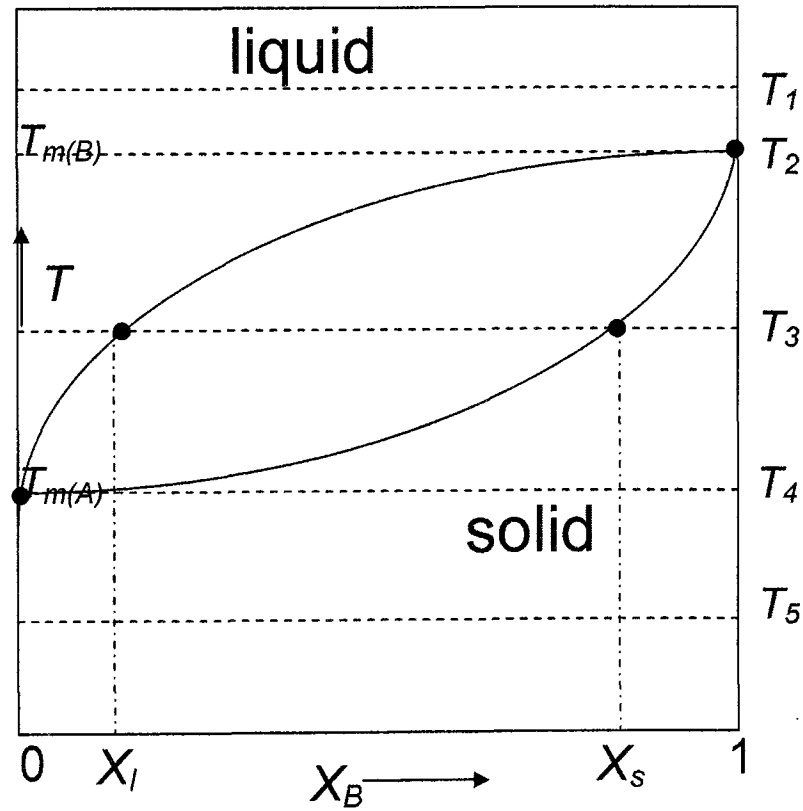
(Avogadro Number = $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, density of copper = 8.94 g/cm^3)

Atomic weight of copper = 63.546

(50 marks)

...9/-

6. [a] Berdasarkan gambarajah fasa dalam Rajah 2, binakan lengkung tenaga bebas Gibbs untuk fasa pepejal dan cecair pada T_1 , T_2 , T_3 , T_4 dan T_5 . Anggapkan bahawa komponen A dan B adalah saling terlarut dalam sebarang amaun bagi kedua-dua fasa pepejal dan cecair (keterlarutan tak terhingga) dan membentuk larutan ideal.



Rajah 2

(50 markah)

...10/-

... 11/-

(50 marks)

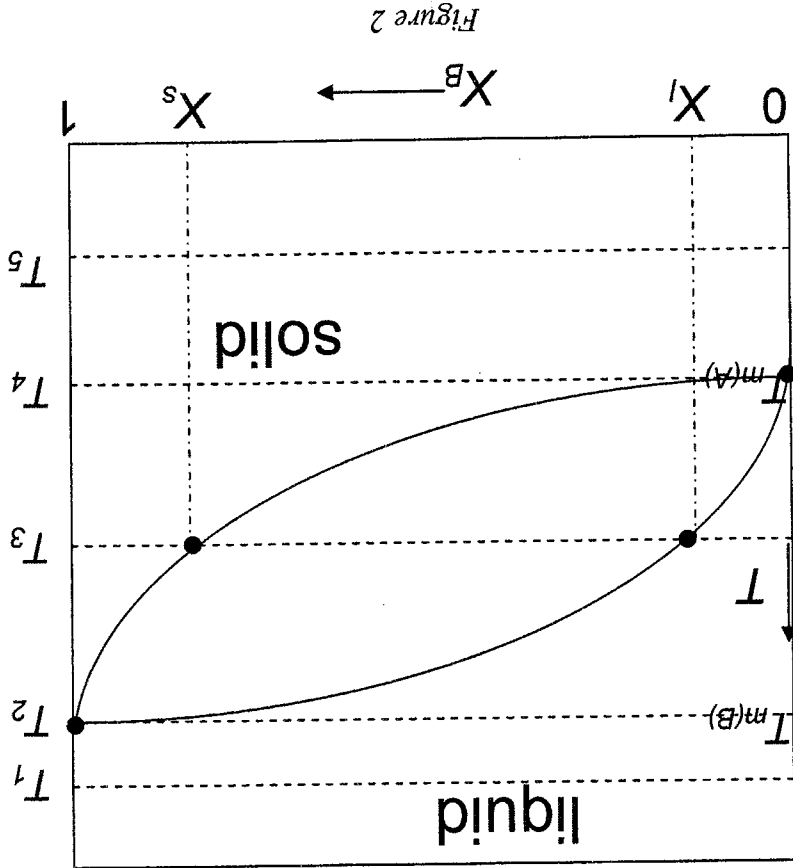


Figure 2

Based on the phase diagram in Figure 2, construct the Gibbs free energy curves for the solid and liquid phases at T₁, T₂, T₃, T₄, and T₅. Assume that A and B components are mutually soluble in any amounts in both solid and liquid phases (unlimited solubility), and form ideal solutions.

- [b] Takat lebur ferum tulen adalah 1539°C dan dengan penambahan 1% berat silikon, suhu peleburan jatuh kepada 1527°C . Kirakan kandungan silikon dalam ferum pepejal yang berada dalam keseimbangan dengan cecair pada 1527°C . Haba pada pelakuran bagi ferum adalah 15490 J/mol .

(50 markah)

The melting point of pure ferum is 1539°C and with addition of 1wt% silicon, the melting temperature drops to 1527°C . Calculate the silicon content in solid ferum which is in equilibrium with liquid at 1527°C . Latent heat of fusion of ferum is 15490 J/mole .

(50 marks)

7. [a] Kuprum dan nikel adalah terlarut antara satu sama lain dalam kedua-dua fasa pepejal dan cecair dan membentuk larutan yang ideal. Kirakan garisan pepejalan dan cecairan untuk gambarajah Cu-Ni menggunakan data berikut:

	Cu	Ni
Takat lebur, K	1356	1728
Haba pelakuran (J/mol)	12,790	17,154

(70 markah)

Cuprum and nickel are soluble in one another in both solid and liquid phases, and form ideal solutions. Calculate the solidus and liquidus line for Cu-Ni diagram using the following data:

	Cu	Ni
<i>Melting point, K</i>	<i>1356</i>	<i>1728</i>
<i>Heat of fusion (J/mol)</i>	<i>12,790</i>	<i>17,154</i>

(70 marks)

- [b] Kirakan darjah nombor kebebasan pada tiga titik, kawasan fasa tunggal dan keseimbangan dua fasa dalam sesebuah sistem unari.

(30 markah)

Calculate the number of degree of freedom at the triple point, single phase region and two phase equilibrium in a unary system.

(30 marks)