

LAMPIRAN D3



PENYEMAKAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN  
Proof-reading of Examination Question Paper

Untuk Kegunaan Seksyen Peperiksaan dan Pengijazahan	
Nombor Sampul	
Tarikh Peperiksaan	
Sesi Peperiksaan	PAGI / PETANG

Gunakan satu proforma untuk satu kertas soalan peperiksaan.  
Use separate proforma for each Question Paper

Kepada : Ketua Penolong Pendaftar  
Seksyen Peperiksaan dan Pengijazahan

SAYA/KAMI TELAH MENYEMAK SALINAN-SALINAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN BERTAIP YANG DISEBUTKAN DI BAWAH INI :

I/We have checked the typed copies of the Examination Paper stated below :

Kod Kursus : EBB 236 / 3 Tajuk Kursus : Termodinamik Bahan  
Course Code Course Title  
Materials Thermodynamic

Jangka Masa Peperiksaan : 3 Jam Bilangan Muka Surat Bertaip : 10 Muka Surat Bilangan Soalan Yang Perlu Dijawab : 5 Soalan  
Duration of Examination Hours Number of typed pages Pages Number of questions required to be answered Questions

Soalan-soalan dijawab atas : Questions to be answered in :	BUKU JAWAPAN Answer Book	OMR OMR Form	JAWAB DALAM KERTAS SOALAN Answer In Question Paper
Sila (✓) Please (✓)	✓		

DENGAN INI DISAHKAN BAHAWA KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN INI ADALAH TERATUR, BETUL DAN SEDIA UNTUK DICETAK.

Certified that this question paper is in order, correct and ready for printing.

Nama Pemeriksa : Srimala Sreekantan Tandatangan : [Signature] Tarikh : 21/10/16  
Name of Examiner(s) Signature Date  
Huruf Besar SHEIKH ABDUL REZAN [Signature] 31/10/2011  
In Block Capitals Tuht katrina Abdulullah [Signature] 01/11/2011

Tandatangan dan Cop Rasmi : [Signature] Tarikh : 11/11/16  
DEKAN/PENGARAH : PROFESOR IR. DR. MARIATTI JAAFAR Date  
Signature and Official Stamp Timbalan Dekan  
Dean/Director Akademik, Pelajar dan Alumni

NOTA : Pemeriksa-pemeriksa Pusat Peperiksaan Kebangsaan dan Kementerian bertanggungjawab atas ketepatan kandungan kertas soalan peperiksaan berkenaan.  
NOTE : Accuracy of the content of the examination question paper is the responsibility of the Examiner(s) who set the question paper.

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2016/2017 Academic Session

December 2016 / January 2017

## EBB 236/3 – Materials Thermodynamic [Termodinamik Bahan]

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

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

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

This paper consists of SEVEN questions. ONE question from PART A, THREE questions from PART B and THREE questions from PART C.

*[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. SATU soalan dari BAHAGIAN A, TIGA soalan dari BAHAGIAN B dan TIGA soalan dari BAHAGIAN C.]*

**Instruction:** Answer **FIVE** questions. Answer **ALL** questions from PART A, **TWO** questions from PART B and **TWO** questions from PART C. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

*[Arahan: Jawab **LIMA** soalan. Jawab **SEMUA** soalan dari BAHAGIAN A, **DUA** soalan dari BAHAGIAN B dan **DUA** soalan dari BAHAGIAN C. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]*

The answers to all questions must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk semua 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.]*

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan.]*

**PART A / BAHAGIAN A**

1. [a] Sketch a schematic diagram to show the energies involved in homogeneous nucleation.

*Lakarkan gambarajah skematik untuk menunjukkan tenaga-tenaga yang berkaitan dengan penukleusan homogen.*

(35 marks/markah)

- [b] Discuss the effect of thermodynamics on the formation of defects.

*Bincangkan kesan termodinamik kepada pembentukan kecacatan.*

(25 marks/markah)

- [c] Define fugacity for non-ideal gas by deriving an appropriate equation. Then state the relationship between fugacity and activity of a given gas system.

*Takrifkan fugasiti untuk gas tidak ideal dengan menerbitkan satu persamaan yang sesuai. Kemudian nyatakan hubungan fugasiti dengan aktiviti satu sistem gas yang diberikan.*

(40 marks/markah)

**PART B / BAHAGIAN B**

2. [a] J.W Gibbs deduced the phase rules which gives the number of parameters that can be varied independently while the number of phase in equilibrium is preserved. Explain in detail the Gibbs phase rules for single component system and calculate the maximum number of phases that can be in mutual equilibrium in a four component system.

*J.W Gibbs merumuskan peraturan fasa yang memberikan bilangan parameter yang boleh diubah secara bebas manakala bilangan fasa dalam keseimbangan kekal. Terangkan secara terperinci peraturan fasa Gibbs tersebut untuk sistem komponen tunggal dan kirakan bilangan maksimum fasa yang boleh berada dalam keadaan keseimbangan dalam sistem empat komponen.*

(30 marks/markah)

- [b] Prior to the discovery that Freon-12 ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ) was harmful to the Earth's ozone layer, it was frequently used as dispersing agent in spray cans for hair. Its enthalpy of the vaporization at its normal boiling point of  $-29.2\text{ }^\circ\text{C}$  is  $20.25\text{ kJ mol}^{-1}$ . Estimate the pressure that a can of hair spray using Freon-12 had to withstand at  $40\text{ }^\circ\text{C}$ , the temperature of a can that has been standing in sunlight. Assume that  $\Delta H_{\text{vap}}$  is a constant over the temperature range involved and equal to its value at  $-29.2\text{ }^\circ\text{C}$ .

*Sebelum penemuan bahawa Freon-12 ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ) adalah berbahaya kepada lapisan ozon Bumi, ia sering digunakan sebagai agen penyebaran dalam tin semburan untuk rambut. Entalpi pengewapan pada titik didih normal  $29.2\text{ }^\circ\text{C}$  adalah  $20.25\text{ kJ mol}^{-1}$ . Anggarkan tekanan suatu tin semburan rambut yang menggunakan Freon-12 dan mampu menahan suhu matahari pada  $40\text{ }^\circ\text{C}$ , suhu tin yang telah dibiarkan di bawah cahaya matahari. Andaikan  $\Delta H_{\text{vap}}$  adalah malar dalam julat suhu yang terlibat dan sama dengan nilainya pada  $-29.2\text{ }^\circ\text{C}$ .*

(35 marks/markah)

...4/-

- [c] The enthalpy of fusion of mercury is  $2.292 \text{ kJ mol}^{-1}$ , and its normal freezing point is  $234.3 \text{ K}$  with a change in molar volume of  $0.517 \text{ cm}^3\text{mol}^{-1}$  on melting. Determine the temperature where the bottom of a column of mercury with density of  $13.6 \text{ gcm}^{-3}$  and height of  $10.0 \text{ m}$  be expected to freeze.

*Entalpi pelakuran merkuri adalah  $2,292 \text{ kJ mol}^{-1}$ , dan titik beku normal adalah  $234.3 \text{ K}$  dengan perubahan isipadu molar  $0.517 \text{ cm}^3\text{mol}^{-1}$  apabila melebur. Tentukan suhu dimana bahagian bawah lajur merkuri dengan ketumpatan  $13.6 \text{ gcm}^{-3}$  dan ketinggian  $10.0 \text{ m}$  dijangka membeku.*

(35 marks/markah)

3. [a] Pure iron has melting point of  $1539 \text{ }^\circ\text{C}$  and on addition of  $1 \%$  (weight) of silicon lowers the temperature to  $1527 \text{ }^\circ\text{C}$ . Calculate the silicon content in solid iron in equilibrium with liquid at  $1527 \text{ }^\circ\text{C}$ . Heat of fusion of iron is  $15490 \text{ J/mol}$ . Given atomic weight of iron and silicon are  $56$  and  $28$ , respectively.

*Besi tulen mempunyai takat lebur  $1539 \text{ }^\circ\text{C}$  dan tambahan  $1 \%$  (berat) silikon merendahkan suhu kepada  $1527 \text{ }^\circ\text{C}$ . Kira kandungan silikon dalam besi pepejal dalam keseimbangan dengan cecair pada  $1527 \text{ }^\circ\text{C}$ . Haba pelakuran besi adalah  $15.490 \text{ J/mol}$ . Diberi berat atomik bagi besi dan silikon adalah  $56$  dan  $28$ , masing-masing.*

(30 marks/markah)

- [b] At  $1492 \text{ }^\circ\text{C}$ , delta iron contains a maximum of  $0.10 \%$  (by weight) of carbon. Calculate the carbon content of the liquid iron in equilibrium with this solid. Given atomic weight of carbon is  $12$ .

*Pada  $1492 \text{ }^\circ\text{C}$ , besi delta mengandungi maksimum  $0.10 \%$  (mengikut berat) karbon. Kira kandungan karbon besi cecair dalam keseimbangan dengan pepejal ini. Diberi berat atomik bagi karbon ialah  $12$ .*

(30 marks/markah)

- [c] Iron(II) oxide (FeO) and Manganese(II) oxide (MnO) are fully soluble in each other in solid and liquid states. Assuming an ideal solutions, calculate and construct the solidus and liquidus curves of the FeO-MnO diagram. The melting points are 1378 K and 1875 K while the melting heat values are 30962 J/mole and 54392 J/mole for FeO and MnO, respectively. Use the provided graph paper.

*Besi (II) oksida (FeO) dan mangan (II) oksida (MnO) larut antara satu sama lain dalam keadaan pepejal dan cecair. Dengan membuat anggapan bahawa larutan tersebut adalah larutan ideal, kira dan lakarkan keluk pepejal dan cecair bagi gambarajah FeO-MnO. Takat lebur ialah 1378 K dan 1875 K manakala haba peleburan ialah 30962 J/mol dan 54392 J/mol untuk masing-masingnya. Gunakan kertas graf yang diberi.*

(40 marks/markah)

4. [a] Explain the following items;
- (i) Surface Energy
  - (ii) Vibrational Entropy
  - (iii) Coherent and Semi coherent interfaces
  - (iv) Frenkel defect

*Terangkan perkara di bawah;*

- (i) *Tenaga Permukaan*
- (ii) *Entropi Gegaran*
- (iii) *Sempadan Koheren dan Separa Koheren*
- (iv) *Kecacatan Frenkel*

(50 marks/markah)

- [b] If the interaction parameters for divacancies are about 20 percent of the values of corresponding single defect parameters given below:

*Jika parameter interaksi bagi dwikekosongan adalah 20 peratus daripada nilai parameter kecacatan tunggal berikut:*

$$\overline{\Delta H_{\text{int}}} = 0.2 * \overline{\Delta H_v} \quad \overline{\Delta S_{\text{int}}} = 0.3 * \overline{\Delta S_v} \quad \overline{\Delta H_v} = 90,000 \text{ J / mole} \quad \overline{\Delta S_v} = 8.00 \text{ J / mole.K}$$

Calculate the equilibrium concentration of divacancies at 600°C and at 1300°C.

*Kirakan kepekatan keseimbangan bagi dwikekosongan pada suhu 600°C dan 1300°C.*

(50 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

5. [a] Consider the dihedral angle a second phase,  $\beta$  situated between the intra grain  $\alpha$ . The physical appearance of a second phase trapped at either a boundary or an edge is defined by the dihedral angle. Sketch and explain the shape of  $\beta$  at angle of  $0^\circ$ ,  $120^\circ$  and  $180^\circ$ .

*Pertimbangkan sudut dihedral fasa kedua,  $\beta$  antara butir fasa  $\alpha$ . Keadaan fizikal fasa kedua yang terperangkap dilapisan sempadan atau pinggiriran dapat ditakrifkan dengan sudut dihedralnya. Lakarkan dan terangkan bentuk fasa  $\beta$  pada sudut  $0^\circ$ ,  $120^\circ$  dan  $180^\circ$ .*

(40 marks/markah)

- [b] Take the free energy to form a mole of vacancies in Ti as 20,000 calories and the vibrational entropy as 1.5k per vacancy, where k is Boltzman's constant. Compute the number of vacancies per cubic centimeter of Ti at  $100^\circ\text{C}$  and at its melting point ( $1900^\circ\text{C}$ ). Take the density of Ti as  $4.43\text{ g/cm}^3$  and the relative atomic weight of Ti =47.9 g/mol. Boltzman constant,  $k= 1.38*10^{-23}\text{ (J/atm.K)}$ .

*Katakan tenaga untuk membentuk 1 mol kekosongan dalam Ti adalah 20,000 kalori dan entropi getaran adalah 1.5 k/kekosongan, yang mana k ialah pemalar Boltzman. Kirakan bilangan kekosongan persentimeter padu bagi Ti pada suhu  $100^\circ\text{C}$  dan pada suhu takat lebur ( $1900^\circ\text{C}$ ). Diberikan ketumpatan Ti adalah  $4.43\text{ g/cm}^3$  dan jisim molekul untuk Ti =47.9 g/mol. Boltzman constant,  $k= 1.38*10^{-23}\text{ (J/atm.K)}$ .*

(60 marks/markah)



6. [a] Briefly explain the difference between macrostate and microstate of a system in statistical thermodynamics. Give an appropriate example to support the answer.

*Terangkan secara ringkas perbezaan antara keadaan makro dan keadaan mikro bagi suatu sistem dalam termodinamik statistik. Berikan contoh yang sesuai untuk menyokong jawapan tersebut.*

(40 marks/markah)

- [b] Consider a system with 4 particles that are allowed to occupy 2 energy states. Tabulate the macrostates and microstates of this system.

*Pertimbangkan satu sistem yang mempunyai 4 partikel yang boleh mengisi 2 keadaan tenaga. Jadualkan keadaan makro dan keadaan mikro untuk sistem ini.*

(20 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 the 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.*

(40 marks/markah)

7. [a] Give THREE differences between ideal and non-ideal solutions.

*Berikan TIGA perbezaan di antara larutan ideal dan tidak ideal.*

(30 marks/markah)

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

For silver

$$\log P = \frac{-13700}{T} + 8.73 \quad (\text{torr}) \quad (1)$$

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

$$\log P = \frac{-13800}{T} + 8.65 \quad (\text{torr}) \quad (2)$$

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

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

*Untuk perak*

$$\log P = \frac{-13700}{T} + 8.73 \quad (\text{torr}) \quad (1)$$

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

$$\log P = \frac{-13800}{T} + 8.65 \quad (\text{torr}) \quad (2)$$

- (i) *Kira aktiviti perak di dalam aloi pada 1150 K. Pepejal perak tulen diambil sebagai keadaan piawai untuk keadaan perak di dalam aloi.*

*(20 marks/markah)*

- (ii) Calculate the 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] A container having three compartments contains 1 mole of gas A, 2 moles of gas B and 3 moles of gas C, respectively, at the same temperature and pressure (298 K and 1 atm). The partitions are lifted and the gases are allowed to mix. Calculate the change in the Gibbs free energy  $G^M$ . Assume the gases behave ideally.

*Satu bekas mempunyai tiga bahagian yang mengandungi 1 mol gas A, 2 mol gas B dan 3 mol gas C masing-masing pada suhu dan tekanan yang sama (298 K dan 1 atm). Pembahagi diangkat dan gas dibenarkan untuk bercampur. Kira perubahan dalam tenaga bebas Gibbs  $G^M$ . Andaikan gas berkelakuan ideal.*

*(30 marks/markah)*

