
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2010/2011 Academic Session

November 2010

KIT 257 – Material Chemistry
[Kimia Bahan]

Duration: 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of TEN pages of printed material before you begin the examination

Instructions:

Answer **FIVE** (5) questions.

Answer each question on a new page.

You may answer either in Bahasa Malaysia or in English.

If a candidate answers more than five questions, only the answers to the first five questions in the answer sheet will be graded.

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

-2-

1. (a) A metal X has a cubic cell unit with lattice parameter of 0.288 nm. Its density and molar mass are 7.20 g cm^{-3} and 52.0 g mol^{-1} , respectively.
- Calculate the number of atoms per unit cell,
 - Determine the crystal structure of X
 - What is the atomic packing factor in X?
 - If x-rays with a wavelength of 0.1542 nm and $n = 1$ are used, determine the interplanar spacing, d_{hkl} of (211).

(12 marks)

- (b) What is the difference between configuration and conformation in relation to polymer chain?
Describe the relative tendencies of the following polymers to crystallize. Explain your answer.

- Low density polyethylene versus high density polyethylene
- Isotactic polypropylene versus atactic polypropylene

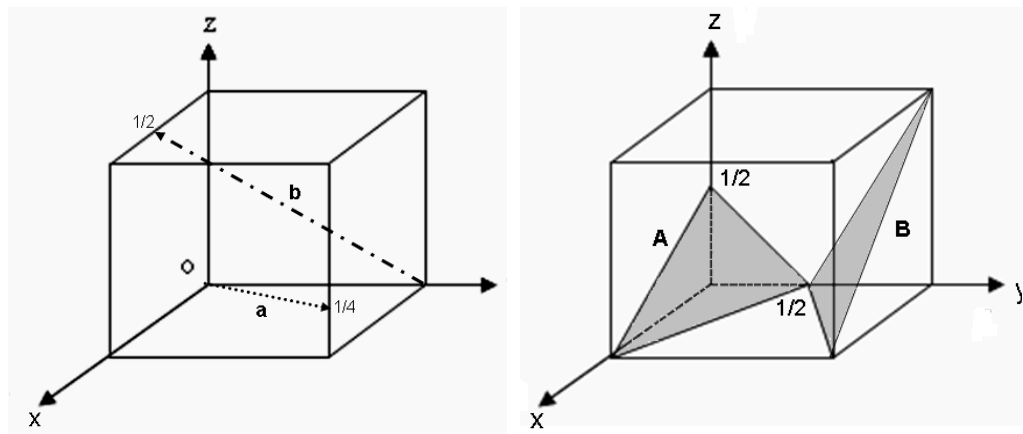
(8 marks)

2. (a) What is meant by crystallographic direction and crystallographic plane?
Within the cubic unit cell, sketch the following:

- Directions of $[\bar{1} \ 1 \ 2]$ and $[1 \ \bar{3} \ 2]$
- Planes of $(\bar{1} \ 0 \ 4)$ and $(2 \ \bar{1} \ 1)$

(8 marks)

- (b) What are the indices of the directions (**a** and **b**) and planes (**A** and **B**) shown in the following cubic unit cell:



(6 marks)

-3-

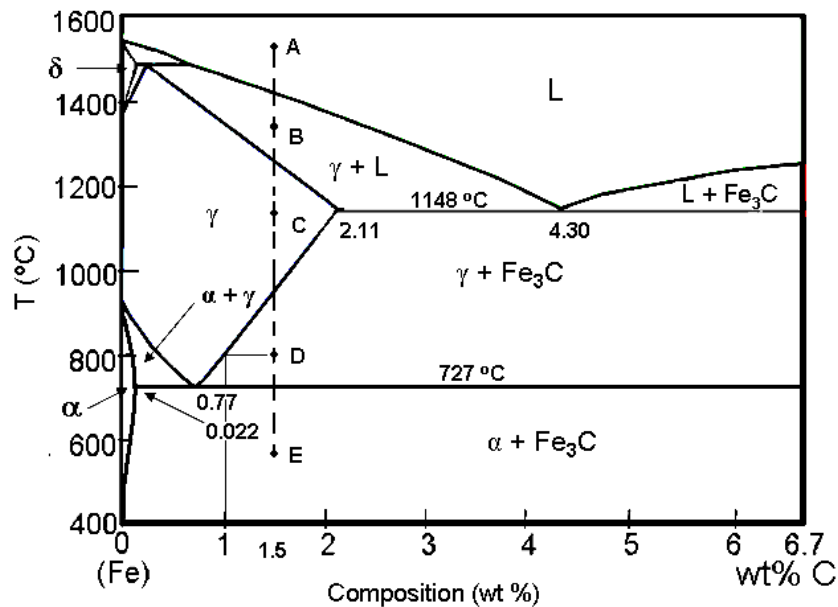
- (c) What are amorphous and crystalline silicate glasses?
Briefly discuss the roles of modifiers in the structure and the properties of silicate glass.
(6 marks)
3. Briefly discuss the following:
- (a) What is meant by Frenkel defect and Schottky defect? Briefly explain why Frenkel defect is more likely to occur in crystals.
(5 marks)
- (b) What is the distinction between glass transition temperature and melting temperature? Sketch a graph to show the difference of glass transition temperature between crystalline and amorphous polymers.
(5 marks)
- (c) What are the differences between crystalline materials and amorphous materials? Briefly explain how these two types of material be determined.
(5 marks)
- (d) What are the differences between cement, mortar, concrete and reinforced concrete?
(5 marks)
4. (a) What is the difference between intrinsic semiconductors and extrinsic semiconductors? Briefly explain the electrical conductivity in n-type and p-type semiconductors.
(5 marks)
- (b) What are the functions of matrix and reinforcement phases in composite materials? Briefly discuss the benefits of hybrid composites as compared to those ordinary composites.
(5 marks)
- (c) Cite two reasons why interstitial diffusion is normally more rapid than vacancy diffusion.
The diffusion coefficient for carbon in nickel is $5.5 \times 10^{-14} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ at 600°C and $3.9 \times 10^{-12} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ at 800°C , respectively. Calculate:
- The diffusion constant D_0 .
 - The activation energy for diffusion of carbon in nickel.
- (10 marks)

-4-

5. (a) What is the distinction between solid solution and solid solubility? Briefly explain the factors for unlimited solid solubility.

(6 marks)

- (b) Consider the following phase diagram of Fe-C.



- Identify the temperature, composition and write an eutectic and eutectoid equilibrium reactions that exist in the phase diagram.
- Determine the range of carbon contents for the formation of hypoeutectic, hypereutectic, hypoeutectoid and hypereutectoid steels.
- If the liquid state of the Fe-C alloy (L) with the composition of 1.5 % C and 98.5 % Fe is slowly cooled from point A to E, sketch the microstructures of the alloy at B, C, D and E.
- What is meant by proeutectoid Fe₃C?
- Determine the fraction of γ-Fe and Fe₃C at point D.

(14 marks)

-5-

6. (a) What is meant by elastic deformation and plastic deformation of materials? Sketch qualitatively a stress–strain curves to differentiate the deformation for ceramics, metals and polymers. Describe your sketch for each material.
(8 marks)
- (b) Briefly describe the two techniques that are used for cathodic protection. Sketch a diagram to show how cathodic protections by impressed current and sacrificed anode can be achieved
(8 marks)
- (c) What is Galvanic corrosion and filliform corrosion? Describe briefly under which conditions these corrosions occur.
(4 marks)
7. (a) What is thermal stress? A brass rod is stress-free at room temperature (20 °C). It is heated up, but prevented from lengthening. At what temperature does the stress reach -172 MPa? Assume a modulus of elasticity of 105 MPa for brass and the linear coefficient of thermal expansion, α is $20 \times 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$.
(8 marks)
- (b) Briefly discuss the following.
- i. What is fiber optics and how the light could be transferred through the fiber optics.
 - ii. What is the difference between paramagnetic, ferromagnetic and ferrimagnetic materials?
 - iii. What is the difference between luminescent, fluorescent and phosphorescent materials?
- (12 marks)

TERJEMAHAN

Arahan:

Jawab **LIMA** (5) soalan sahaja.

Jawab setiap soalan pada muka surat yang baru.

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

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

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

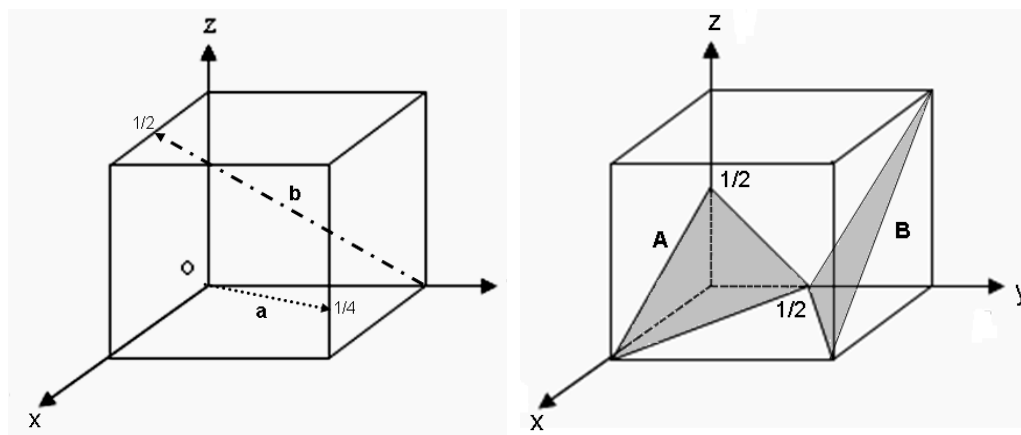
-7-

1. (a) Suatu logam X mempunyai sel unit kiub dengan panjang sel unitnya 0.288 nm. Ketumpatan dan jisim molar logam X ini masing-masing ialah 7.20 g cm^{-3} dan 52.0 g mol^{-1} .
- Kira bilangan atom per unit sel kiub ini.
 - Tentukan struktur hablur logam X ,
 - Apakah peratusan padatan atom logam X?
 - Jika sinar-X dengan panjang gelombang 0.1542 nm dengan $n = 1$ digunakan, tentukan jarak antara satah, d_{hkl} bagi (211).
- (12 markah)

- (b) Apakah perbezaan antara konfigurasi dan konformasi dalam kaitannya pada rantai polimer?
Jelaskan kecenderungan relatif polymer berikut untuk membentuk hablur. Jelaskan jawapan anda.
- Polietilena ketumpatan rendah berbanding dengan polietilena ketumpatan rendah.
 - Polietilena isotaktik berbanding dengan polietilena ataktik.
- (8 markah)

2. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan arah dan satah kristalografi?
Dalam unit sel kiub, lakarkan yang berikut:
- Arah kristalografi bagi $[\bar{1} \ 1 \ 2]$ dan $[1 \ \bar{3} \ 2]$
 - Satah kristalografi bagi $(\bar{1} \ 0 \ 4)$ dan $(2 \ \bar{1} \ 1)$
- (8 markah)

- (b) Apakah indeks bagi arah (**a** dan **c**) dan satah (**A** dan **C**) yang ditunjukkan di dalam sel unit kiub berikut:



(6 markah)

...8/-

-8-

- (c) Apakah yang dimaksudkan dengan gelas silikat amorfus dan gelas silikat hablur?

Bincangkan dengan ringkas peranan pengubahsuai dalam struktur dan sifat gelas silikat.

(6 markah)

3. Bincangkan dengan ringkas yang berikut:

- (a) Apakah perbezaan antara kecacatan hablur Frenkel dengan kecacatan hablur Schottky? Jelaskan kenapa kecacatan Frenkel lebih mudah terbentuk di dalam hablur.

(5 markah)

- (b) Apakah perbezaan antara suhu transisi gelas dengan suhu lebur? Lakarkan graf bagi menunjukkan perbezaan antara suhu transisi gelas antara polimer amorfus dengan polimer berhablur.

(5 markah)

- (c) Apakah perbezaan antara bahan hablur dan bahan amorfus? Terangkan dengan ringkas bagaimana kedua-dua bahan ini ditentukan.

(5 markah)

- (d) Apakah perbezaan antara simen, mortar, konkrit dan konkrit berpengukuh?

(5 markah)

4. (a) Apakah perbezaan antara semikonduktor intrinsik dengan ekstrinsik? Terangkan dengan ringkas pengaliran elektrik di dalam semikonduktor jenis-n dan jenis-p.

(5 markah)

- (b) Apakah fungsi fasa matrik dan pengukuh di dalam bahan komposit? Bincangkan dengan ringkas kelebihan komposit hibrid berbanding dengan komposit biasa.

(5 markah)

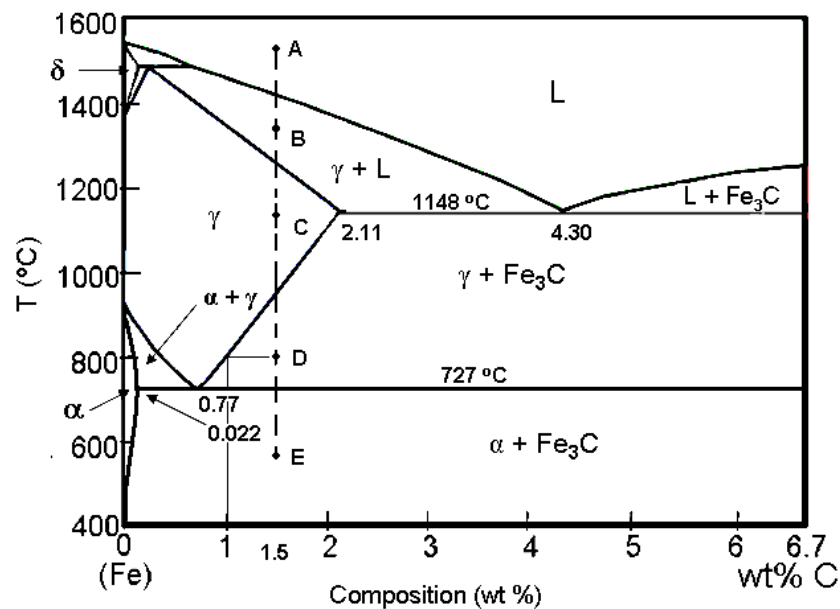
- (c) Nyatakan dua sebab kenapa pembauran celahan biasanya lebih cepat daripada pembauran kekosongan
Pekali pembauran bagi karbon ke dalam nikel ialah masing-masing $5.5 \times 10^{-14} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ pada 600°C dan $3.9 \times 10^{-12} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ pada 900°C . Hitunglah:

- i. Pemalar pembauran, D_0
- ii. Tenaga pengaktifan bagi pembauran karbon ke dalam nikel.

(10 markah)

-9-

5. (a) Apakah perbezaan antara larutan pepejal dengan keterlarutan pepejal? Jelaskan dengan ringkas faktor yang mempengaruhi keterlarutan pepejal yang tiada batasan. (6 markah)
- (b) Pertimbangkan diagram fasa Fe-C berikut:



- Nyatakan suhu, komposisi dan tindak balas keseimbangan bagi keseimbangan eutektik dan eutektoid yang wujud dalam rajah fasa tersebut.
- Tentukan julat kandungan karbon bagi pembentukan keluli hipoeutektik, hipereutektik, hipoeutektoid dan hipereutektoid.
- Jika keadaan cecair (L) keluli Fe-C dengan komposisi 1.5 % C dan 98.5 % Fe disejukkan secara perlahan dari titik A ke E, lakarkan mikrostruktur aloi pada titik B, C, D dan E.
- Tentukan fraksi γ -Fe dan Fe₃C pada titik D.

(14 markah)

-10-

6. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan cacat bentuk plastik dan elastik suatu bahan? Lakarkan secara kualitatif kelok tegasan – keterikan bagi bahan seramik, logam dan polimer. Terangkan lakaran anda bagi setiap bahan tersebut.
(8 markah)
- (b) Jelaskan dengan ringkas dua keadaan kawalan kakisan secara kawalan katodik. Lakarkan rajah yang menunjukkan bagaimana kawalan katodik secara bekalan elektrik dan anod membinasa dapat dilakukan.
(8 markah)
- (c) Apakah kakisan Galvani dan kakisan filiform? Nyatakan secara ringkas pada keadaan yang bagaimana kakisan tersebut berlaku.
(4 markah)
7. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan tegasan terma? Satu batang brass adalah bebas tegasan pada suhu bilik ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Brass ini dipanaskan tetapi tidak dibenarkan untuk berlaku pemanjangan. Pada suhu berapakah tegasannya akan mencapai -172 MPa ? Anggap modulus keelastikannya ialah 105 MPa dan pekali pengembangan terma, α ialah $20 \times 10^{-6}\text{ }(^{\circ}\text{C})^{-1}$.
(8 markah)
- (b) Bincangkan dengan ringkas yang berikut:
- Apakah itu gentian optik gentian dan bagaimana cahaya dapat dipindahkan melalui gentian optik?
 - Apakah perbezaan antara bahan paramagnet, feromagnet dan ferimagnet?
 - Apakah perbezaan antara bahan luminesen, fluorosen dan phosforesen?
- (12 markah)

-oooOooo-