

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2011/2012 Academic Session

January 2012

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

Answer each question on a new page.

You may answer either in Bahasa Malaysia or in English.

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

Answer any **FIVE** (5) questions.

1. (a) What are the differences between crystalline materials and amorphous materials?  
Briefly explain why covalently bonded materials are generally less dense than ionically or metallically bonded ones. (8 marks)

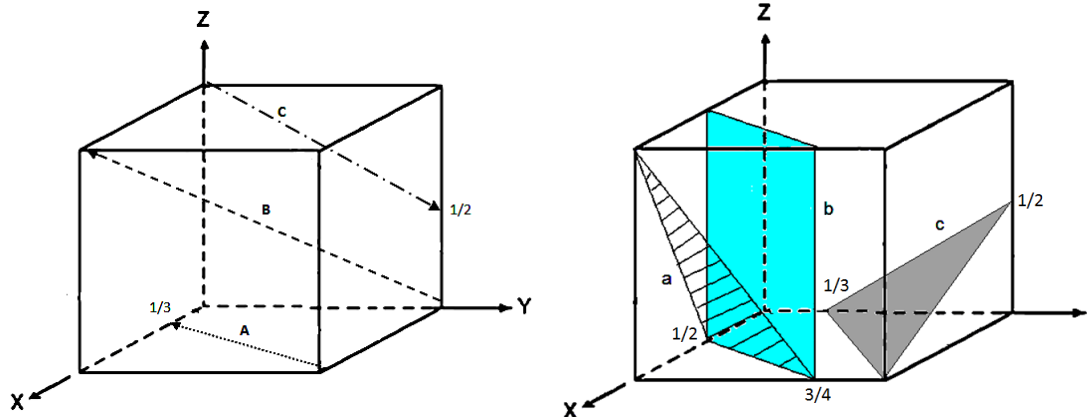
- (b) Copper has an atomic radius of 0.128 nm, face centered cubic (FCC) crystal structure with molar mass of  $63.5 \text{ g mol}^{-1}$ .

- (i) Calculate the density of copper.  
(ii) Determine the linear density and packing fraction for FCC copper in the  $[101]$  and  $[110]$  directions.  
(iii) Determine the planar density and packing fraction for FCC copper in the  $(101)$  and  $(110)$  planes. (12 marks)

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

- (i) Directions of  $[\bar{1} 1 2]$  and  $[1 \bar{2} 0]$ .  
(ii) Planes of  $(\bar{1} 0 3)$  and  $(1\bar{1} 4)$ . (6 marks)

- (b) What are the indices of the directions (A, B and C) and planes (a, b and c) shown in the following cubic unit cell?



(9 marks)

- (c) What is meant by thermal expansion? Briefly explain why polymers have higher thermal expansion as compared to ceramic materials? (5 marks)

(5 marks)

...3/-

-3-

3. (a) What is meant by Frenkel defect and Schottky defect? ZnS has the FCC structure with lattice parameter of 0.5990 nm. Determine the number of Schottky defects per unit cell of ZnS. Given the molar mass for Zn and S are  $65.00 \text{ g mol}^{-1}$  and  $32.00 \text{ g mol}^{-1}$ , respectively. (8 marks)
- (b) What are the functions of matrix and reinforcement phases in composite materials? Briefly discuss the important advantages of hybrid composites over ordinary composites. (6 marks)
- (c) Based on the molecular structures, make comparisons between thermoplastic and thermosetting polymers on their densities, crystallinities and mechanical characteristics upon heating. (6 marks)
4. (a) Briefly explain the difference between vacancy diffusion and interstitial diffusion. Cite 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  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $3.9 \times 10^{-13} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  at  $700 \text{ }^\circ\text{C}$ , respectively. Calculate:
- (i) The diffusion constant,  $D_0$ .
- (ii) The activation energy for diffusion of carbon in nickel. (12 marks)
- (b) What are the differences between n-type and p-type semiconductors? Briefly explain the electrical conductivity in n-type and p-type semiconductors. (8 marks)

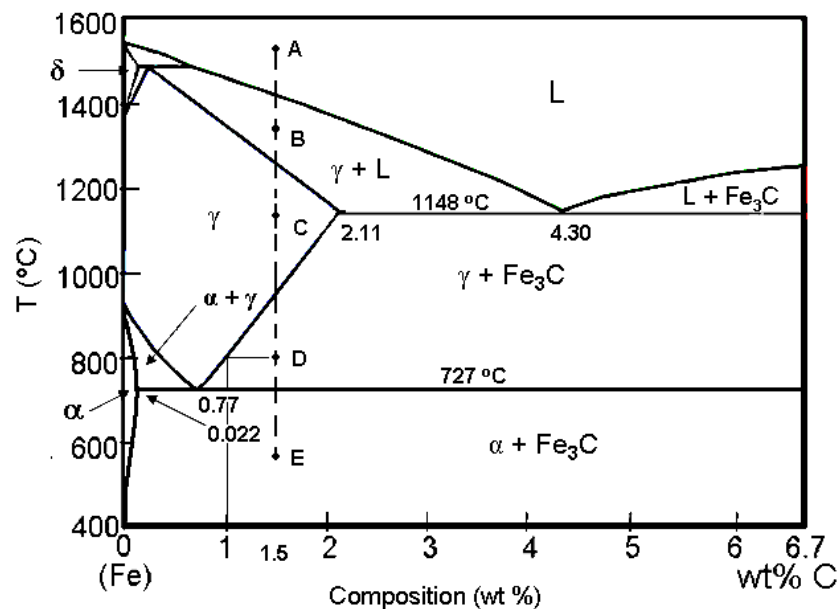
-4-

5. (a) Describe the equilibrium reaction for the eutectic, eutectoid and peritectic which normally occurs in a phase diagram of a material.

(6 marks)

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

- (i) Identify the temperature, composition and write the eutectic and eutectoid equilibrium reactions that exist in the phase diagram.
- (ii) 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, determine the composition of each phase at point B, C and D.
- (iii) Determine the fraction of  $\gamma$ -Fe and L at point B.
- (iv) What are the differences between hypoeutectoid steel and hypereutectoid steels? Based on the given phase diagram of Fe-C, what is the carbon content of each steel?



(14 marks)

...5/-

6. (a) What is meant by elastic deformation and plastic deformation of materials? Sketch a stress–strain curve to differentiate the deformation for ceramic, metal and polymer. Describe your sketch for each material. (8 marks)
- (b) Briefly describe the photon absorption mechanism in fluorescence, luminescence and phosphorescence materials. (6 marks)
- (c) A diffracted X-ray beam is observed from the (311) planes of aluminium at a  $2\theta$  angle of  $78.3^\circ$  when X-ray of 0.1542 nm wavelength are used. Calculate the lattice parameter of the aluminium. (6 marks)
7. (a) Briefly describe the phenomenon of passivity. Why are stainless steels more corrosion resistant in many environments than plain carbon steels? (6 marks)
- (b) Consider the crystal form of MgO.
- (i) Calculate the fraction of ionic bonding of MgO. Given that the electronegativity of Mg and O are 1.2 and 3.5, respectively.
- (ii) If Mg atom in MgO is substituted with Na, what type of defect will be produced and which atom must be removed from the crystal?
- (iii) If O atom in MgO is substituted with Cl, what type of defect will be produced and which atom must be removed from the crystal? (8 marks)
- (c) Briefly describe the following in relation to the corrosion of materials:
- (i) Cathodic protection
- (ii) Corrosion inhibitor (6 marks)

**TERJEMAHAN**

---

**Arahan:**

Jawab **LIMA** (5) soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah

Jawab setiap soalan pada muka surat yang baru.

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

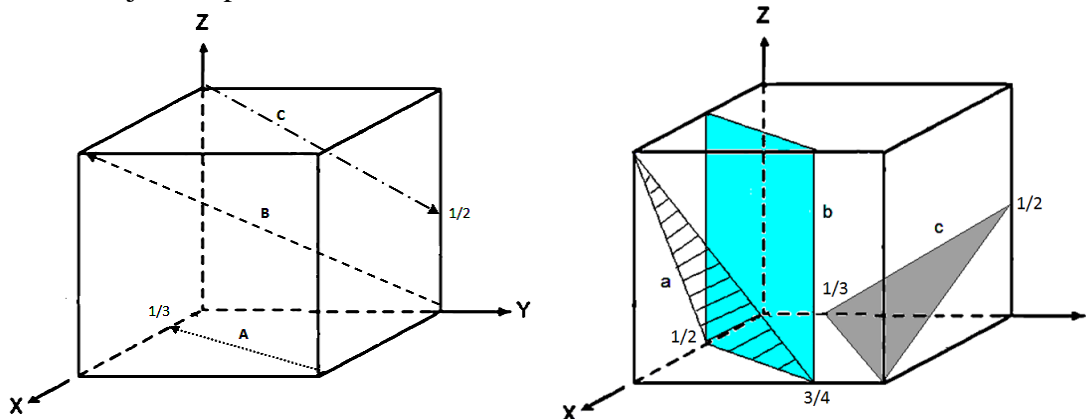
Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan.

Jawab **LIMA** (5) soalan.

1. (a) Apakah perbezaan antara bahan hablur dan bahan amorphus? Jelaskan dengan ringkas kenapa bahan berikatan kovalen pada umumnya kurang tumpat berbanding dengan bahan berikatan ion dan logam. (8 markah)
- (b) Kuprum mempunyai jejari atom 0.128 nm, berstruktur hablur kubik berpusat muka (FCC) dan berjism molar  $63.5 \text{ g mol}^{-1}$ .
- (i) Hitunglah ketumpatan kuprum.
- (ii) Tentukan ketumpatan linear dan fraksi padatan bagi kuprum FCC pada arah  $[101]$  dan  $[110]$ .
- (iii) Tentukan ketumpatan planar dan fraksi padatan bagi kuprum FCC pada satah  $(101)$  dan  $(110)$ . (12 markah)

2. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan arah dan satah kristalografi? Didalam sel unit kubik, lakarkan arah dan satah berikut:
- (i) Arah bagi  $[\bar{1} 1 2]$  dan  $[1 \bar{2} 0]$ .
- (ii) Satah bagi  $(\bar{1} 0 3)$  dan  $(1\bar{1} 4)$ . (6 markah)

- (b) Apakah indeks bagi arah (A, B dan C) dan satah (a, b dan c) seperti yang ditunjukkan pada sel unit kubik berikut?



(9 markah)

- (c) Apakah yang dimaksudkan dengan pengembangan terma? Terangkan dengan ringkas kenapa polimer mempunyai pengembangan terma yang lebih tinggi berbanding dengan bahan seramik.

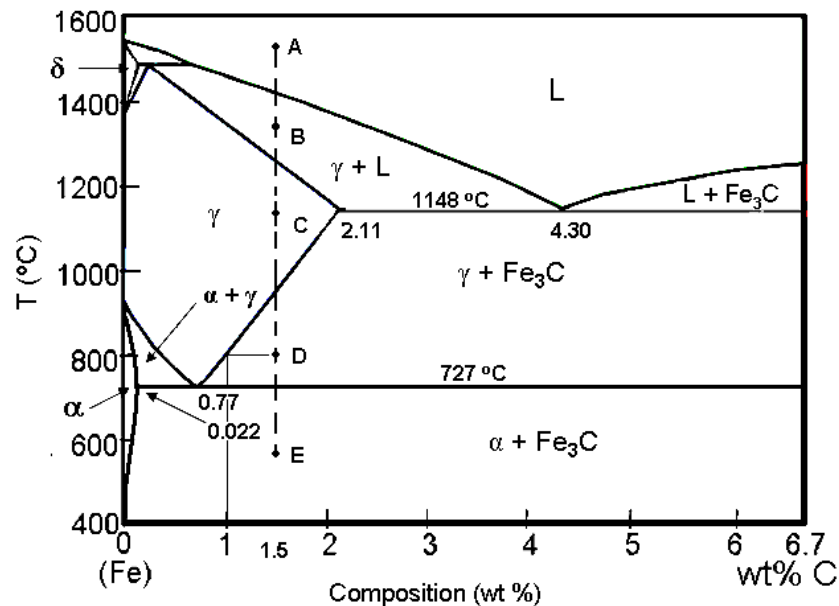
(5 markah)

...8/-

3. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan kecacatan Frenkel dan kecacatan Schottky? ZnS mempunyai struktur FCC dengan panjang sel unitnya 0.5990 nm. Tentukan bilangan kecacatan Schottky per sel unit ZnS. Diberikan jisim molar bagi Zn dan S ialah masing-masing  $65.00 \text{ g mol}^{-1}$  dan  $32.00 \text{ g mol}^{-1}$ .  
(8 markah)
- (b) Apakah fungsi matrik dan fasa pengukuh di dalam bahan komposit? Bincangkan dengan ringkas kepentingan komposit hibrid berbanding dengan komposit biasa.  
(6 markah)
- (c) Berdasarkan kepada struktur molekulnya, buat perbandingan antara polimer termoplastik dan termoset mengenai ketumpatan, kehabluran dan ciri mekaniknya apabila dipanaskan.  
(6 markah)
4. (a) Jelaskan dengan ringkas perbezaan antara difusi kekosongan dengan difusi celahan. Nyatakan sebab kenapa difusi celahan umumnya lebih pantas daripada difusi kekosongan.  
Koefisien difusi karbon ke dalam nikel ialah masing-masing  $5.5 \times 10^{-14} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  pada  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  dan  $3.9 \times 10^{-13} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  pada  $700 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hitunglah  
(i) Pemalar difusi,  $D_0$ .  
(ii) Tenaga pengaktifan bagi difusi karbon ke dalam nikel.  
(12 markah)
- (b) Apakah perbezaan antara semikonduktor jenis-n dan jenis-p? Jelaskan dengan ringkas pengaliran elektrik di dalam semikonduktor jenis-n dan jenis-p.  
(8 markah)



5. (a) Nyatakan tindak balas keseimbangan eutektik, eutektoid dan peritektik yang biasanya terjadi dalam diagram fasa suatu bahan. (6 markah)
- (b) Pertimbangkan diagram fasa Fe –C berikut:
- Tentukan suhu, komposisi dan tuliskan tindak balas keseimbangan eutektik dan eutektoid yang wujud pada diagram fasa tersebut.
  - Jika keadaan cecair aloi Fe-C(L) dengan komposisi 1.5 % C dan 98.5 % Fe disejukan secara perlahan daripada titik A ke E, tentukan komposisi setiap fasa pada titik B, C dan D.
  - Tentukan fraksi  $\gamma$ -Fe dan L pada titik B.
  - Apakah perbezaan antara keluli hipoeutektoid dengan keluli hipereutektoid? Berdasarkan diagram fasa Fe-C, apakah kandungan karbon pada setiap keluli tersebut?



(14 markah)

6. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan deformasi elastik dan deformasi plastik? Lakarkan secara kualitatif lekuk tegasan-keterikan bagi membezakan deformasi seramik, logam dan polimer. Jelaskan lakaran anda bagi setiap bahan tersebut (8 markah)
- (b) Jelaskan dengan ringkas mekanisme penyerapan foton di dalam bahan fluorezen, luminesen dan fosforesen. (6 markah)
- (c) Pembelaun sinar-X diperoleh daripada satah (311) aluminium pada sudut  $2\theta$  bernilai  $78.3^\circ$  apabila sinar-X yang mempunyai panjang gelombang 0.1542 nm digunakan. Hitunglah panjang unit sel bagi aluminium. (6 markah)
7. (a) Jelaskan dengan ringkas fenomena kepasifan. Mengapa keluli kalis karat lebih tahan terhadap kakisan berbanding dengan keluli karbon biasa. (6 markah)
- (b) Pertimbangkan bentuk hablur MgO.
- (i) Hitunglah fraksi ikatan ion dalam MgO. Diberikan keelektronegatifan bagi Mg dan O ialah masing-masing 1.2 dan 3.5.
- (ii) Jika atom Mg dalam MgO ditukarganti dengan Na, apakah kecacatan yang akan berlaku dan atom manakah yang mesti dikeluarkan daripada hablur tersebut?
- (iii) Jika atom O dalam MgO ditukarganti dengan Cl, apakah kecacatan yang akan berlaku dan atom manakah yang mesti dikeluarkan daripada hablur tersebut? (8 markah)
- (c) Jelaskan dengan ringkas yang berikut berkaitan dengan kakisan bahan:
- (i) Pengawalan katodik.
- (ii) Perencat kakisan. (6 markah)