
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2009/2010

April/May 2010

EBB 222/4 – Physical Metallurgy
[Metalurgi Fizikal]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper consists of SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer **FIVE** questions. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

Arahan: Jawab **LIMA** soalan. 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, the English version must be used.

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

1. [a] List the three most common metal crystal structures? Name three metals which have each of these crystal structures.

Senaraikan tiga struktur hablur yang lazim bagi logam. Nyatakan tiga logam bagi setiap struktur hablur tersebut.

(20 marks/markah)

- [b] In the solidification of a metal explain what is the difference between an embryo and a nucleus? Describe the grain structure of a metal ingot which was produced by slow cooling the metal in a stationary open mould.

Dalam pemejalan logam, terangkan perbezaan antara embrio dan nukleus. Perihalkan struktur butir bagi jongkong logam yang dihasilkan secara penyejukan perlahan dalam acuan terbuka yang tetap.

(40 marks/markah)

- [c] What is a metal solid solution? Distinguish between primary solid solution, secondary solid solution and intermetallic compound. Suitable schematic diagrams can be used to support your discussion.

Apakah larutan pepejal logam? Bezakan antara larutan pepejal primer, larutan pepejal sekunder dan sebatian antaramuka. Gambarajah skematik boleh digunakan untuk menyokong perbincangan anda.

(40 marks/markah)

2. [a] Define what is slip system. Describe the slip mechanism which enables a metal to be plastically deformed without fracture.

Takrifkan slip sistem. Perihalkan mekanisme slip yang membolehkan suatu logam berubah bentuk secara plastik tanpa pecah.

(30 marks/markah)

- [b] State how the grain size of a metal can be refined? Explain the importance of Hall-Petch equation in polycrystalline metal.

Nyatakan bagaimana saiz butir logam boleh diperhalusi. Terangkan kepentingan persamaan Hall-Petch dalam logam polihabur.

(30 marks/markah)

- [c] At room temperature, the stable crystal structure of iron is BCC. However, above 910°C it becomes FCC. Compare the size of the largest interstice of BCC iron with that of FCC iron. Which structure has higher solid solubility of C and explain why? Given that lattice parameter of BCC and FCC iron are 2.866Å and 3.654Å, respectively.

Pada suhu bilik, struktur habur yang stabil bagi besi ialah KBJ. Bagaimanapun, di atas suhu 910°C, ia menjadi KBM. Bandingkan celahan terbesar yang terdapat dalam besi KBJ dengan besi KBM. Struktur yang manakah mempunyai keterlarutan pepejal terhadap C yang lebih tinggi dan mengapa? Diberi parameter kekisi besi KBJ dan besi KBM adalah 2.866Å dan 3.654Å.

(40 marks/markah)

3. [a] The Al-Cu phase diagram is shown in Figure 1. The Al - 4% Cu alloy is responsive to an age-hardening heat treatment. Design a heat treatment for this alloy.

Gambarajah fasa Al-Cu ditunjukkan dalam Rajah 1. Aloi Al – 4% Cu adalah aloi yang boleh dilakukan rawatan haba pengerasan-penuaan. Rekakan suatu proses rawatan haba untuk aloi ini.

Figure 1: Al-rich portion of the phase diagram Al-Cu alloy system

Rajah 1: Gambarajah fasa sistem aloi Al-Cu di bahagian kaya-Al

(50 marks/markah)

- [b] The oldest of all the heat-treatable Al alloy is duralmin (2017) containing 4% Cu. Explain why refrigeration of the alloy is necessary after quenching.

Duralmin (2017) adalah aloi Al terawal yang boleh dirawat haba mengandungi 4% Cu. Terangkan mengapa aloi ini perlu disimpan dalam keadaan peti ais selepas lindap-kejut.

(30 marks/markah)

- [c] It is always stated that an age-hardened Al – 4% Cu alloy should not be selected for more at service temperature higher than 100°C. Explain this phenomenon.

Selalu dinyatakan bahawa aloi Al – 4% Cu yang telah terkeras-tua tidak boleh dipilih untuk kegunaan pada suhu perkhidmatan melebihi 100°C. Terangkan fenomena ini.

(20 marks/markah)

4. The effect of lithium on the stiffness and density of aluminum alloys is shown in Figure 2.

Kesan litium ke atas kekakuan dan ketumpatan aloi aluminium ditunjukkan dalam Rajah 2.

Figure 2: The effect of lithium on the stiffness and density of aluminum alloys

Rajah 2: Kesan litium ke atas kekakuan dan ketumpatan aloi aluminium

- [a] Calculate the modulus of elasticity - to - density ratio (specific modulus) of an Al-3% Li alloy and compare with the ratio for pure Al.

Kira nisbah modulus keelastikan – ketumpatan (modulus spesifik) bagi aloi Al-3% Li dan bandingkan dengan nisbah untuk Al tulen.

(40 marks/markah)

- [b] Explain what is rapid solidification.

Terangkan apakah itu pemejalan pantas.

(30 marks/markah)

- [c] Suppose, by rapid solidification from the liquid state, that a supersaturated Al-7% Li alloy can be produced and subsequently aged. Calculate the amount of β phase that will be formed in this alloy. The Al-Li phase diagram is given in Figure 3.

Katakan, dengan pemejalan pantas daripada keadaan cecair, aloi Al-7% Li tertepu – lampau dapat dihasilkan dan seterusnya tertua. Hitungkan amaun fasa β yang terbentuk dalam aloi ini. Gambarajah fasa Al-Li diberikan dalam Rajah 3.

Figure 3: The aluminum-lithium phase diagram

Rajah 3: Gambarajah fasa aluminium-litium

(30 marks/markah)

5. The portion of the binary copper-zinc phase diagram which is applicable to commercial alloys is shown in Figure 4. The microstructure of Cu-30% Zn, cartridge brass in the annealed condition is given in Figure 5.

Bahagian gambarajah fasa binari kuprum-zink yang boleh digunakan untuk aloi komersial ditunjukkan dalam Rajah 4. Mikrograf mikrostruktur loyang kelongsong Cu-30% Zn dalam keadaan sepuh-lindap ditunjukkan dalam Rajah 5.

Figure 4: Cu – rich portion of the Cu-Zn phase diagram

Rajah 4: Gambarajah fasa Cu-Zn pada bahagian kaya Cu

Figure 5: Microstructure of cartridge brass in the annealed condition

Rajah 5: Mikrostruktur loyang kelongsong dalam keadaan sepuh-lindap

- [a] Describe the microstructure of Cu-30% Zn brass.

Perihalkan mikrostruktur loyang Cu-30% Zn.

(30 marks/markah)

- [b] What is the effect of adding small amounts of lead to Cu-Zn brass?

Apakah kesan penambahan amaun kecil plumbum ke atas loyang Cu-Zn?

(20 marks/markah)

- [c] Explain how the strength of Cu-Zn alloy can be improved. Why do we need to stress-relief anneal the brass after severe cold working?

Terangkan bagaimana kekuatan aloi Cu-Zn boleh ditingkatkan. Mengapa kita perlu sepuh-lindap pelega-an-tegasan ke atas loyang selepas kerja-sejuk yang teruk?

(50 marks/markah)

6. [a] Give a classification of ferrous alloys by taking consideration on its carbon content and alloying elements.

Berikan pengelasan bagi aloi-aloi ferus dengan mengambil kira kandungan karbon dan elemen-elemen pengaloiian.

(30 marks/markah)

- [b] Explain the characteristic of following phases:

- (i) α - ferrite.
- (ii) Cementite.
- (iii) Pearlite.
- (iv) Martensite.

Terangkan ciri-ciri bagi fasa-fasa berikut:

- (i) α -ferit.
- (ii) Cementit.
- (iii) Pearlit.
- (iv) Martensit.

(40 marks/markah)

- [c] With a suitable proper microstructure, give example of hardening and tempering processes.

Dengan mikrostruktur yang bersesuaian, berikan contoh bagi proses pengerasan dan pembajaan.

(30 marks/markah)

7. [a] With a proper sketches, show how you can construct a simple phase diagram based on cooling curve. On the phase diagram you developed, marks:
- (i) appropriate phases.
 - (ii) solidus and liquidus lines.

Dengan lakaran yang betul, tunjukkan bagaimana anda boleh membina satu gambarajah fasa ringkas berdasarkan lengkung penyejukan. Di atas gambarajah fasa yang anda bina, tandakan:

- (i) Fasa-fasa berkaitan.*
- (ii) Garis pemejalan dan pencecairan.*

(30 marks/markah)

- [b] In iron-carbon phase diagram, mark on appropriate Fe-C diagram the eutectic and eutectoid reactions. Explain both of the reaction.

Dalam gambarajah fasa besi-karbon, tandakan di atas gambarajah Fe-C yang bersesuaian tindakbalas eutektik dan eutektoid. Terangkan kedua-dua tindakbalas tersebut.

(30 marks/markah)

- [c] With reference to the following Figure 6, recommend temperatures for the annealing (stress relieving), full annealing, normalizing and spheroidizing processes of 1020 steel.

Dengan merujuk kepada Rajah 6 berikut, syorkan suhu-suhu bagi proses-proses penyepuhlindapan (kelegaan tegasan), penyepuhlindapan penuh, pernormalan dan pensferaan bagi keluli 1020.

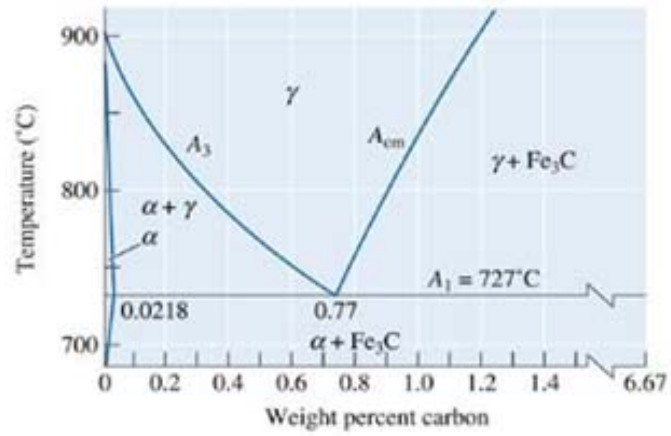


Figure 6: An expanded of the Fe-C diagram

Rajah 6: Rajah Fe-C terkembang

(40 marks/markah)