
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2006/2007
*Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007*

Oktober/November 2006

EBB 222/4 - Physical Metallurgy
EBB 222/4 - Metalurgi Fizikal

Time : 3 hours
Masa : 3 jam

Please ensure that this paper consists of NINE printed pages before you proceed with the examination.

This paper contains SEVEN questions.

Answer any FIVE questions. If a candidate answers more than five questions, only the first five answers will be examined and awarded marks.

Answer to any question must start on a new page.

All questions could be answered in Bahasa Malaysia or English.

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN 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 soalan boleh dijawab samada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

1. Improvements over conventional aluminium alloys and manufacturing methods have extended the usefulness of this metal. Alloys containing lithium have been introduced, particularly for the aerospace industry. The effect of lithium on the stiffness and density of aluminium alloys is given in Fig. 1. The aluminium-lithium phase diagram is given in Fig. 1.1.

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

(40 marks)

[b] Describe the strengthening mechanism of Al-Li alloy. Also describe the modern manufacturing methods to improve the strength of aluminum alloys, particularly at elevated temperature.

(60 marks)

1. *Penambahbaikan ke atas aloi aluminium konvensional dan kaedah-kaedah pembuatan, telah memanjangkan kegunaan logam ini. AloI mengandungi lithium telah diperkenalkan, terutama untuk industri aeroangkasa. Kesan lithium ke atas kekakuan dan ketumpatan aloi aluminium diberikan dalam Rajah 1. Gambarajah fasa aluminium-lithium diberikan dalam Rajah 1.1.*

[a] *Kira nisbah modulus keelastikan-ketumpatan (juga dipanggil modulus spesifik) aloi Al-3% Li dan bandingkan dengan nisbah untuk Al tulen.*

(40 markah)

[b] *Perihalkan mekanisme penguatan aloi Al-Li. Juga perihalkan kaedah pembuatan moden untuk meningkatkan kekuatan aloi aluminium, terutama pada suhu tinggi.*

(60 markah)

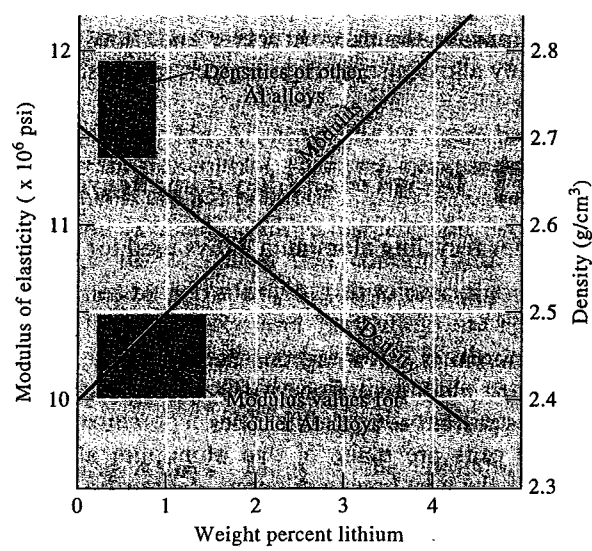


Fig. 1 - The effect of lithium on the stiffness and density of aluminum alloys

Rajah 1 - Kesan lithium ke atas kekakuan dan ketumpatan aloi aluminium

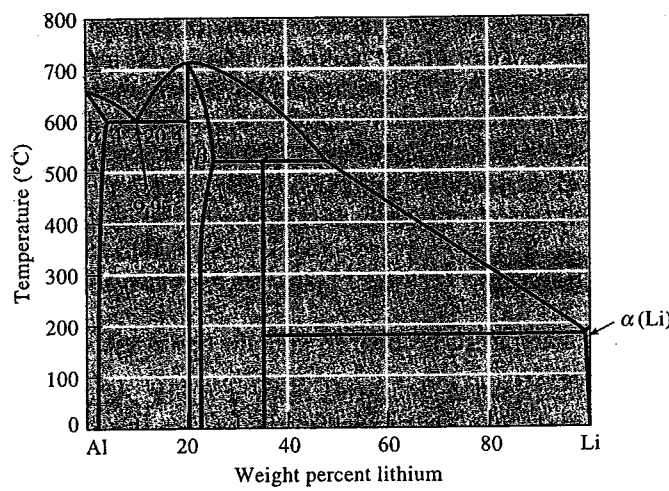


Fig. 1.1 - The aluminum phase diagram

Rajah 1.1 - Gambarajah fasa aluminium-lithium

2. The binary phase diagram for copper-aluminum is given in Fig. 2.0.

[a] Explain why aluminium bronze containing less than 9% Al is not heat-treatable.

(30 marks)

[b] You are assigned to design the heat treatment required to produce a high-strength aluminum bronze machinery component containing 12% Al. Recommend a suitable heat treatment, including quenching and tempering and the appropriate temperatures. Calculate the amount of each phase after each step of the treatment.

(70 marks)

2. *Gambarajah fasa binari untuk kuprum-aluminium diberikan dalam Rajah 2.0.*

[a] *Terangkan mengapa gangsa-aluminium yang mengandungi aluminium kurang daripada 9% tidak boleh dirawat-haba.*

(30 markah)

[b] *Anda telah ditugaskan untuk merekabentuk keperluan rawatan haba untuk menghasilkan suatu komponen mesin diperbuat daripada gangsa-aluminium kekuatan tinggi mengandungi 12% Al. Cadangkan rawatan haba berkaitan, termasuk lindap-kejut dan pembajaan dan suhu yang sesuai. Kira amaun setiap fasa selepas setiap langkah rawatan haba.*

(70 markah)

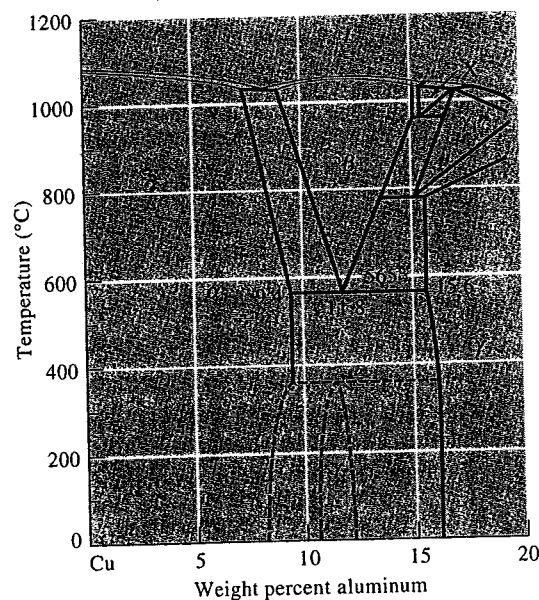


Fig. 2.0 - Phase diagram for Cu-Al system

Rajah 2.0 - Gambarajah fasa untuk sistem Cu-Al

...5/-

3. [a] Calculate the size (radius) of the critical nucleus for pure iron when nucleation takes place homogeneously and the nucleation can extend to 361.6 K below the melting point. For iron, latent heat of fusion = 2098 J/cm³, surface energy = 204×10^{-7} J/cm² and melting point = 1535°C.

(30 marks)

- [b] Explain the possible temperature distribution at the interface of solid-liquid during solidification of metal.

(30 marks)

- [c] What is metal solid solution? Explain solid solution strengthening of metal in terms of dislocation and strain field interactions.

(40 marks)

3. [a] *Tentukan saiz (jejari) bagi nukleus kritikal ferum tulen apabila penukleusan berlaku secara homogen dan penukleusan berlaku sehingga 361.6 K di bawah takat lebur. Bagi ferum, haba pendam lakur = 2098 J/cm³, tenaga permukaan = 204×10^{-7} J/cm² dan takat lebur = 1535 °C.*

(30 markah)

- [b] *Terangkan taburan suhu yang mungkin pada antaramuka pepejal-cecair semasa pemejalan logam.*

(30 markah)

- [c] *Apakah larutan pepejal logam? Terangkan penguatan logam secara larutan pepejal dari aspek kehelan dan interaksi medan terikan.*

(40 markah)

4. [a] A stress of 60 MPa is applied in the [001] direction on a face centered cubic crystal. Calculate the resolved shear stress acting on the (111)[$\bar{1}$ 10] slip system.
(30 marks)
- [b] What are the conditions that are favorable for extensive solid solubility of one element in another?
(30 marks)
- [c] Explain the order-disorder transition phenomenon in metal.
(40 marks)
4. [a] *Satu tegasan kenaan 60 MPa dikenakan dalam arah [001] pada satu hablur kubik berpusat muka. Kirakan tegasan ricih terlerai yang bertindak ke atas sistem gelinciran (111)[$\bar{1}$ 10].*
(30 markah)
- [b] *Apakah keadaan yang perlu dipatuhi bagi mencapai keterlarutan pepejal yang tinggi apabila satu unsur dilarutkan ke dalam unsur lain?*
(30 markah)
- [c] *Terangkan fenomena peralihan tertib-tidak tertib dalam logam.*
(40 markah)

5. [a] Schematically show the peritectic region of the Fe-Fe₃C equilibrium phase diagram.

(20 marks)

[b] What are the eutectoid and peritectic reactions in the Fe-Fe₃C phase diagram? Mention the associated temperatures and compositions.

(30 marks)

[c] You are given two steel samples both having 0.75% carbon. Both are also heated at 825°C for 1 hour. One sample is slow cooled inside the furnace and the other is water quenched. Schematically show the microstructures you may expect in the samples at room temperature.

(50 marks)

5. [a] *Tunjukkan secara skematik kawasan peritektik bagi gambarajah fasa Fe-Fe₃C.*

(20 markah)

[b] *Apakah tindakbalas eutektoid dan peritektik dalam gambarajah fasa Fe-Fe₃C. Nyatakan suhu dan komposisi yang terlibat.*

(30 markah)

[c] *Anda diberi dua sampel keluli dengan 0.75% karbon. Kedua-dua sampel dipanaskan pada 825°C selama 1 jam. Satu di sejuk secara perlahan dalam relau dan sampel yang satu lagi dilindapkejut dalam air. Tunjukkan secara skematik mikrostruktur yang anda jangkakan dalam sampel-sampel tersebut pada suhu bilik.*

(50 markah)

6. [a] You are given a brass piece to do recrystallization treatment on it. Schematically illustrate the effects of annealing temperature on the change in its mechanical properties and microstructures at different stages including recovery, recrystallization, and grain growth.

(50 marks)

- [b] What are the four major factors controlling the recrystallization temperature of an alloy?

(25 marks)

- [c] Discuss in brief the process of grain growth and its impact on steel properties.

(25 marks)

6. [a] *Anda diberi sampel loyang untuk dilakukan rawatan penghabluran semula ke atas sampel tersebut. Tunjukkan secara skematik kesan suhu sepuhlindap ke atas perubahan sifat mekanikal dan mikrostruktur pada peringkat-peringkat yang berbeza termasuklah pemulihan, penghabluran semula dan tumbesaran butir.*

(50 markah)

- [b] *Apakah empat faktor utama yang mengawal suhu penghabluran semula aloi?*

(25 markah)

- [c] *Bincangkan secara ringkas proses tumbesaran butir dan kesannya ke atas sifat keluli.*

(25 markah)

7. [a] What is meant by decarburizing? Discuss in brief the decarburizing phenomenon mentioning the important reactions involved in the process and its effect on the final properties of steel.
(40 marks)
- [b] What is tempering? Discuss in brief the different stages of tempering and how do they affect the mechanical properties of steel?
(60 marks)
7. [a] *Apakah yang dimaksudkan dengan fenomena penyahkarbonan? Bincangkan secara ringkas fenomena penyahkarbonan dengan mengambilkira tindakbalas-tindakbalas penting yang terlibat dalam proses tersebut dan kesannya ke atas sifat-sifat akhir keluli.*
(40 markah)
- [b] *Apakah pembajaan? Bincangkan secara ringkas peringkat-peringkat pembajaan dan bagaimana peringkat-peringkat tersebut mempengaruhi sifat mekanikal keluli?*
(60 markah)