

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2014/2015 Academic Session

December 2014 / January 2015

## EBB 441/3 – Applied Metallurgy [Metalurgi Gunaan]

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. One question in PART A, THREE questions in PART B and THREE questions in PART C.

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

**PART A / BAHAGIAN A**

1. [a] Suggest casting processes that are suitable for making hollow parts with;
- (i) Complex external features
  - (ii) Complex internal features
  - (iii) Both complex external and complex internal features

Please provide sufficient explanation for your choices. For each case, there can be more than 1 process that is suitable to be used.

*Cadangkan proses-proses tuangan yang bersesuaian untuk menghasilkan komponen-komponen bergeronggang dengan;*

- (i) Ciri luaran yang kompleks*
- (ii) Ciri dalaman yang kompleks*
- (iii) Ciri kedua-dua luaran dan dalaman yang kompleks*

*Sila berikan penjelasan yang mencukupi bagi pilihan anda. Untuk setiap kes, boleh terdapat lebih daripada 1 proses yang sesuai untuk digunakan.*

(50 marks/markah)

- [b] A structural steel has a nominal composition of 0.16 C, 1.4 Mn, 0.4 Si, 0.022 S, and 0.016 P. Because of macrosegregation of carbon during ingot casting, some of the steel plates produced contained as much as 0.245% C. Severe solidification cracking was reported in welds of these steel plates. Explain why the crack happen and suggest the way to solve the problem.

*Satu keluli struktur mempunyai komposisi nominal 0.16 C, 1.4 Mn, 0.4 Si, 0.022 S, dan 0.016 P. Disebabkan oleh makrosegregasi karbon semasa tuangan jongkong, beberapa plat keluli dihasilkan mengandungi sebanyak 0.245% C. Retak pemejalan yang teruk dilaporkan di kimpal plat keluli. Jelaskan mengapa berlaku retak dan cadangkan cara mengatasi masalah tersebut.*

(50 marks/markah)

**PART B / BAHAGIAN B**

2. [a] In comparing forged parts and cast parts, it is noted that the same part may be made by either process. Comment on the pros and cons of each process, by considering factors such as part size, shape complexity, design flexibility, mechanical properties and performance in service.

*Dalam membandingkan komponen-komponen yang ditempa dan komponen-komponen yang dituang, didapati bahawa komponen yang sama boleh dihasilkan oleh mana-mana satu proses. Berikan komen anda mengenai kelebihan dan kekurangan setiap proses, dengan mengambil kira faktor-faktor seperti saiz komponen, kerumitan bentuk, keanjalan rekabentuk, sifat-sifat mekanikal dan prestasi di dalam penggunaan.*

(50 marks/markah)

- [b] A riser in the shape of a sphere is to be designed for a sand casting mold. The casting is a rectangular plate, with length = 200 mm, width = 100 mm, and thickness = 18 mm. If the total solidification time of the casting itself is known to be 3.5 min, determine the diameter of the riser so that it will take 25% longer for the riser to solidify. Use  $n = 2$ .

*Satu riser di dalam bentuk sfera perlu direkabentuk untuk satu acuan tuangan pasir. Tuangan tersebut adalah satu plat segiempat, dengan panjang = 200 mm, lebar = 100 mm, dan tebal = 18 mm. Sekiranya jumlah masa pemejalan tuangan adalah selama 3.5 minit, tentukan diameter riser supaya ia akan memejal 25% lebih lambat. Gunakan  $n = 2$ .*

(30 marks/markah)

- [c] A spherical riser however, is not generally used in practice. Discuss the reason and suggest a more suitable shape for a riser.

*Riser berbentuk bulat walaubagaimanapun, secara umumnya tidak digunakan di dalam praktis. Bincangkan penyebabnya dan cadangkan bentuk yang lebih sesuai untuk satu riser.*

(20 marks/markah)

3. [a] Porosity that has developed in the boss of a casting is illustrated in Figure 1.

- (i) Show that the porosity can be eliminated simply by repositioning the parting line of this casting. Explain your answer.
- (ii) Can you suggest other way(s) to eliminate the porosity?

*Liang telah terbentuk di dalam bahagian 'boss' satu tuangan seperti ditunjukkan di dalam Rajah 1.*

- (i) *Tunjukkan bahawa liang boleh dielakkan dengan mudah hanya dengan mengubah kedudukan garis pemisah tuangan ini. Terangkan jawapan anda.*
- (ii) *Bolehkah anda cadangkan cara(cara-cara) lain untuk mengelakkan liang?*

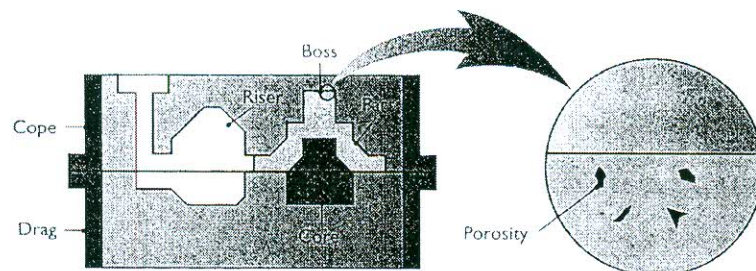


Figure 1 : Porosity in boss of casting

*Rajah 1 : Liang di dalam boss satu tuangan*

(40 marks/markah)

- [b] A damaged surface finish was found on workpiece flat-rolled in a rolling mill. As the rolling is a cold operation, the engineer suspected that the rolling speed is too high.
- (i) Discuss whether the reason is actually suspected by the engineer or is there another reason that could lead to the damaged surface.
  - (ii) If it is the speed, discuss how a lower speed can avoid the problem. Is there any disadvantage in using lower speed of rolling?
  - (iii) Should the rolling is done at elevated temperature (hot rolling), what would be the cause of a damaged surface finish? How do you eliminate the problem?

*Suatu kerosakan permukaan akhir telah ditemui pada benda kerja yang digelek rata di dalam satu mil penggelekan. Oleh kerana penggelekan di lakukan secara operasi sejuk, jurutera terbabit telah menjangka bahawa halaju gelekan terlalu tinggi.*

- (i) Bincangkan samada penyebab sebenarnya adalah seperti yang dijangka oleh jurutera tersebut atau ada penyebab lain yang mungkin membawa kepada kerosakan permukaan itu.*
- (ii) Sekiranya ia halaju, bincangkan bagaimana halaju yang lebih rendah boleh mengelakkan masalah tersebut. Adakah terdapat sebarang kekurangan apabila menggunakan halaju gelekan yang rendah?*
- (iii) Sekiranya penggelekan dilakukan pada suhu tinggi (penggelekan panas), apakah yang mungkin menyebabkan kepada kerosakan permukaan akhir? Bagaimanakah anda mengelakkan masalah tersebut?*

(40 marks/markah)

- [c] From an economical point of view, discuss the advantage(s) and disadvantage(s) of a hot forming operation versus a cold forming operation.

*Dari segi ekonomi, bincangkan kelebihan dan kekurangan operasi pembentukan panas berbanding dengan operasi pembentukan sejuk.*

(20 marks/markah)

4. [a] A cup-shaped part is backward extruded from an aluminum slug that is 50 mm in diameter. The final dimensions of the cup are OD = 50 mm, ID = 40 mm, height = 100 mm, and thickness of base = 5 mm. Determine;

- (i) Extrusion ratio
- (ii) Shape factor
- (iii) Height of starting slug required to achieve the final dimensions.
- (iv) If the metal has flow curve parameters  $K = 400$  MPa and  $n = 0.25$ , and the constants in the Johnson extrusion strain equation are  $a = 0.8$  and  $b = 1.5$ , determine the extrusion force.

*Satu komponen berbentuk cawan disempriti berbalik daripada slug aluminium berdiameter 50 mm. Dimensi akhir cawan adalah OD = 50 mm, ID = 40 mm, tinggi = 100 mm, dan tebal dasar = 5 mm. Tentukan;*

- (i) *Nisbah penyempritan*
- (ii) *Faktor bentuk*
- (iii) *Tinggi mula slug yang diperlukan untuk mendapatkan dimensi akhir*
- (iv) *Sekiranya logam tersebut mempunyai parameter keluk aliran  $K = 400$  MPa dan  $n = 0.25$ , dan pemalar persamaan terikan penyempritan Johnson adalah  $a = 0.8$  and  $b = 1.5$ , tentukan daya penyempritan.*

(50 marks/markah)

...9/-



- [b] In powder metallurgy parts, the mechanical and physical properties of parts depend significantly on their density.
- (i) Explain the reasons.
  - (ii) Suggest ways to eliminate porosity and increase density in powder metallurgy process.
  - (iii) Powder Metallurgy product is also prone to density variation. Why and how to reduce this problem.

*Dalam komponen-komponen metalurgi serbuk, sifat-sifat mekanikal dan fizikal komponen-komponen bergantung dengan ketara pada ketumpatan mereka.*

- (i) Terangkan sebab-sebabnya.*
- (ii) Cadangkan cara-cara untuk mengurangkan liang dan meningkatkan ketumpatan di dalam proses metalurgi serbuk.*
- (iii) Produk metalurgi serbuk juga cenderung kepada variasi ketumpatan. Terangkan mengapa dan bagaimana mengurangkan masalah ini.*

(50 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

5. [a] You need to machine parts made from cast iron. After machining the parts, you noticed that the types of chip produced are segmented or discontinuous chips. Interpret why this type of chips produced when machining cast iron?

*Anda perlu mem mesin bahagian yang diperbuat daripada besi tuang. Selepas mem mesin bahagian tersebut, anda dapati bahawa jenis cip yang dihasilkan adalah teruas atau tak berterusan. Jelaskan mengapa serpihan jenis ini dihasilkan apabila mem mesin besi tuang?*

(40 marks/markah)

- [b] Much of the work at the AAS Sdn. Bhd. involves cutting and forming of flat sheets of fiber-glass for the boat industry. Manual methods based on portable saws are currently used to perform the cutting operation, but production is slow and scrap rates are high. The foreman suggest the company to invest in a plasma arc cutting (PAC) machine, but the plant manager thinks it would be too expensive. What do you think? Explain the PAC process and justify your answer by indicating the characteristics of the process that make PAC suitable or not in this application.

*Kebanyakan daripada kerja di AAS Sdn. Bhd. melibatkan pemotongan dan pembentukan keping rata serat kaca untuk industri bot. Kaedah manual berdasarkan gergaji mudah alih digunakan untuk menjalankan operasi memotong buat masa ini, tetapi pengeluaran adalah lambat dan kadar kerosakan adalah tinggi. Mandur mencadangkan syarikat untuk melabur dalam pembelian mesin pemotong arka plasma (PAC), tetapi pengurus loji menyatakan ia terlalu mahal. Apakah pendapat anda? Terangkan proses PAC dan justifikasi jawapan anda dengan menunjukkan sifat-sifat proses yang membuat PAC sesuai atau tidak dalam aplikasi ini.*

(60 marks/markah)

6. [a] Describe the advantages and disadvantages of welding compared to other types of assembly operations?

*Terangkan kelebihan dan keburukan kimpalan berbanding dengan operasi-operasi pemasangan lain?*

(40 marks/markah)

- [b] A U-groove weld is used to butt weld two pieces of 7.0-mm-thick austenitic stainless steel plate in an arc welding operation. The U-groove is prepared using a milling cutter so the radius of the groove is 3.0 mm; however, during welding, the penetration of the weld causes an additional 1.5 mm of metal to be melted. The length of the weld = 250 mm. The melting factor of the setup = 0.65, and the heat transfer factor = 0.90. Assuming the resulting top surface of the weld bead is flush with the top surface of the plates, determine (a) the amount of heat (in joules) required to melt the volume of metal in this weld (filler metal plus base metal), and (b) the heat that must be generated at the heat source. Given that  $T_m$  (austenitic stainless steels) = 1670 °K and  $K = 3.33 \times 10^{-6}$ .

*Satu kimpal alur berbentuk U digunakan untuk mengimpal temu dua keping plat keluli tahan karat austenitic 7.0 mm tebal dengan menggunakan operasi kimpalan arka. Alur U ini disediakan dengan menggunakan satu pemotong kisar supaya jejari alur ialah 3.0 mm; bagaimanapun, semasa memateri, penembusan kimpal menyebabkan tambahan sebanyak 1.5 mm logam dilebur. Panjang mengimpal = 250 mm. Faktor peleburan = 0.65, dan faktor pemindahan haba = 0.90. Anggaran permukaan atas kimpal manik adalah sekata dengan permukaan atas plat keluli, tentukan (a) jumlah haba (dalam joules) yang dikehendaki untuk melebur isipadu logam dalam kimpal (logam pengisi serta logam asas), dan (b) haba yang mesti dijana di punca haba. Diberi,  $T_m$  (keluli tahan karat austenitik) = 1670 °K dan  $K = 3.33 \times 10^{-6}$ .*

(60 marks/markah)

... 12/-

7. [a] When anodizing aluminium, what features determine the thickness of resulting oxide

- (i) if the oxide is not soluble in electrolyte
- (ii) if the oxide partially soluble in electrolyte

*Apabila menyadur anod aluminium, apakah ciri yang menentukan ketebalan oksida yang terbentuk*

- (i) jika oksida tidak larut dalam elektrolit*
- (ii) jika oksida sebahagiannya larut dalam elektrolit*

(50 marks/markah)

[b] A steel stamping is to be nickel plated for corrosion protection. The part is a rectangular flat plate that is 3.2 mm thick with face dimensions of 13 cm by 16 cm. The plating operation is carried out in an acid sulfate electrolyte, using a current = 15 amps for 10 min. Determine the average thickness of the plated metal resulting from this operation. Given that, cathode efficiency for nickel,  $E = 95\%$  and plating constant,  $C = 3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp-s}$ .

*Pengecapan keluli akan disadur nikel untuk perlindungan kakisan. Bahagian tersebut ialah satu plat rata segi empat tepat dengan 3.2 mm tebal dan dimensi muka ialah 13 cm x 16 cm. Operasi saduran dijalankan di dalam elektrolit asid sulfat dengan menggunakan arus = 15 amps untuk tempoh 10 minit. Tentukan ketebalan purata logam saduran dari operasi ini. Diberikan, kecekapan kathod nikel,  $E = 95\%$  dan konstan saduran,  $C = 3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp-s}$ .*

(50 marks/markah)