

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2008/2009

November 2008

## **EBB 440/4 - Applied Metallurgy** **[Metalurgi Gunaan]**

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN printed pages and ONE page APPENDIX before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat beserta SATU muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper contains 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.]*

**Instructions:** 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 in the answer sheet will be graded.

**[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.]

Answer to any question must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk setiap 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.]*

**PART A****BAHAGIAN A**

1. [a] In addition to being an excellent way to produce hollow cylindrical components, centrifugal casting provides a way of centrifuging lightweight, non-metallic contaminants (slag) to the inside diameter of the component. Here the contaminants may be easily machined away after casting, rather than being dispersed throughout the component.
- (i) Explain how this happens.
  - (ii) List several variables in the process that govern the effectiveness of this separation process.
  - (iii) Explain why, if the metal is poured at too low a temperature, the separation effect may not occur.

*Selain dari menjadi satu cara yang baik untuk menghasilkan komponen silinder berlompang, penuangan sentrifugal memberikan satu cara untuk memusatkan bahan asing ringan dan bukan logam (slag) ke diameter dalam komponen tersebut. Di sini, bahan asing tersebut boleh dimesin dan dibuang selepas tuangan, daripada tersebar ke seluruh bahagian komponen.*

- (i) Terangkan bagaimana ini boleh terjadi.*
- (ii) Senaraikan beberapa pembolehubah dalam proses yang menentukan keberkesanan proses pemisahan ini.*
- (iii) Terangkan mengapa, jika logam dituang pada suhu yang terlalu rendah, kesan pemisahan ini mungkin tidak berlaku.*

(30 marks/markah)

- [b] Explain briefly several design considerations for powder metallurgy process. You may use the appropriate sketch to explain the design examples.

*Terangkan dengan ringkas beberapa pertimbangan rekabentuk untuk proses metalurgi serbuk. Anda bolehlah menggunakan lukisan yang sesuai untuk menerangkan contoh-contoh rekabentuk.*

(20 marks/markah)

- [c] Differentiate between metallic wear, abrasive wear and erosion.

*Bezakan antara haus logam, haus lelas dan hakisan.*

(25 marks/markah)

- [d] List the various diffusion processes for increasing wear resistance and give a practical application of each.

*Senaraikan pelbagai proses pembauran untuk peningkatan rintangan haus dan berikan aplikasi praktikal untuk setiap proses.*

(25 marks/markah)

**PART B****BAHAGIAN B**

2. [a] A jeweler wishes to produce twenty gold rings (each measuring 20 mm OD and 18 mm ID) in one investment casting operation. The wax parts are fastened to a wax central sprue of 15 mm diameter. The rings are located in four rows, each 15 mm from the other on the sprue. The rings require a 4 mm diameter, 15 mm long runner to the sprue. Estimate the weight of gold needed to completely fill the rings, runners and sprue. The specific gravity of gold is  $19.32 \text{ g/cm}^3$ .

*Seorang tukang barang kemas berhasrat menghasilkan dua puluh cincin emas (setiap satu berukuran 20 mm DL dan 18 mm DD) dalam satu operasi penuangan laburan. Bahagian lilin dilekatkan kepada spru tengah lilin berdiameter 15 mm. Cincin-cincin tersebut ditempatkan dalam 4 baris, setiap satu berjarak 15 mm antara satu sama lain pada spru. Cincin memerlukan runner berdiameter 4 mm dan 15 mm panjang bersambung ke spru. Kirakan berat emas yang diperlukan untuk mengisi sepenuhnya cincin, runner dan spru. Graviti spesifik emas ialah  $19.32 \text{ g/cm}^3$ .*

(40 marks/markah)

- [b] For components given in Appendix 1 (Figure 1 - 4), discuss the most suitable method to produce each component. Your discussion must include why you choose the production method and advantages of the said method compared to any other methods.

*Untuk komponen-komponen yang diberikan dalam Lampiran 1 (Rajah 1 - 4), bincangkan kaedah paling sesuai untuk menghasilkan setiap komponen. Perbincangan anda mestilah termasuk mengapa anda memilih kaedah penghasilan tersebut dan kelebihan-kelebihan kaedah yang disebutkan berbanding dengan lain-lain kaedah.*

(60 marks/markah)

3. [a] Discuss the mechanical properties improvement brought by metal deformation; by hot or cold working, and by the different processes, i.e. rolling, forging and extrusion. State also the limitations of metal deformation process.

*Bincangkan peningkatan sifat-sifat mekanikal yang dibawakan oleh pembentukan logam; dengan kerja panas dan sejuk, dan dengan pelbagai proses berbeza, contoh gelekan, tempaan dan pengestrudan. Juga nyatakan had-had proses pembentukan logam.*

(40 marks/markah)

- [b] Explain briefly the factors to be considered to cast metal matrix composites (MMCs) and suggest at least 2 processing methods (not necessarily limited to casting) to produce MMCs and why. Would the factors change with different types of reinforcement, i.e. fibre, short whiskers and particulate?

*Terangkan secara ringkas faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menuang komposit matrik logam (KML) dan cadangkan sekurang-kurangnya 2 kaedah pemprosesan (tidak semestinya terhadap kepada tuangan) untuk menghasilkan KML dan mengapa. Adakah faktor-faktor ini akan berubah dengan jenis penguat yang berbeza, contoh fiber, fiber pendek dan partikel?*

(30 marks/markah)

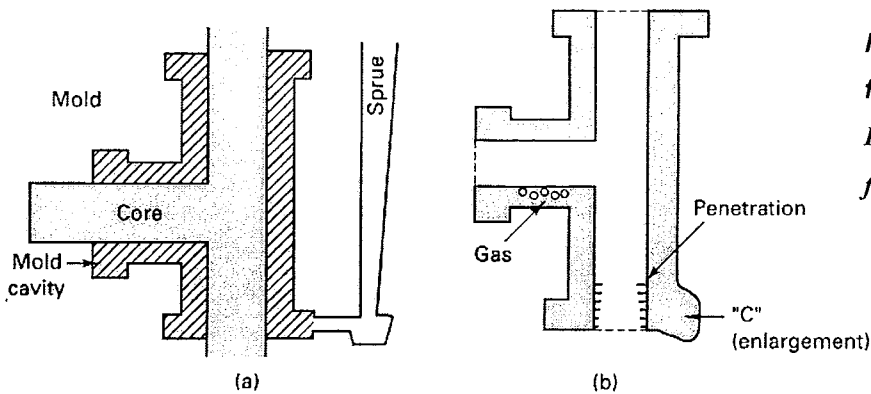
- [c] A hydraulic press is capable of exerting a maximum force = 1,500,000 N. A cylindrical workpart is to be cold upset forged. The starting part has diameter = 45 mm and height = 30 mm. The flow curve of the metal is defined by  $K = 400$  MPa and  $n = 0.2$ . Determine the maximum reduction in height to which the part can be compressed with this forging press, if the coefficient of friction = 0.1.

*Satu penekan hidraulik mampu mengenakan daya maksimum sebanyak 1,500,000 N. Satu bahan kerja perlu ditempa sejuk. Bahan mula mempunyai diameter = 45 mm dan tinggi 30 mm. Kurva aliran logam didefinisikan oleh  $K = 400$  MPa dan  $n = 0.2$ . Tentukan pengurangan maksimum dalam ketinggian bahan yang boleh ditekan oleh penekan hidraulik ini, jika koefisien geseran = 0.1.*

(30 marks/markah)

4. [a] A cast iron T-type fitting is being produced for the oil drilling industry, using an air-set or no-bake sand for both the mold and the core. A silica sand has been used in combination with a catalyzed alkyd-oil/urethane binder. Figure 4.1 below shows a cross section of the mold with the core in place (part a) and cross section of the finished casting (part b). The final casting contains several significant defects. Gas bubbles are observed in the bottom section of the horizontal tee. A penetration defect is observed near the bottom of the inside diameter, and there is an enlargement of the casting at location C.

*Satu pengetat jenis T besi tuang dihasilkan untuk industri penggerudian minyak, menggunakan pasir tanpa-bakar atau set-udara untuk kedua-dua acuan dan teras. Pasir silika digunakan dengan campuran penguat katalis alkid-minyak/uretan. Rajah 4.1 menunjukkan keratan rentas acuan dengan teras ditempatnya (bahagian a) dan keratan rentas hasil tuangan (bahagian b). Hasil tuangan mengandungi beberapa kecacatan yang ketara. Gelembung gas ditemui pada bahagian bawah "tee" mendatar. Kecacatan penusukan dapat dilihat berdekatan bahagian bawah diameter dalam, dan terdapat pembesaran tuangan pada lokasi C.*



**Figure 4.1 - Cast iron T-type fitting for oil drilling industry**  
**Rajah 4.1 - Cast iron T-type fitting for oil drilling industry**

- (i) What is the most likely source of the gas bubbles? Why are they present only at the location noted? What might you recommend as a solution?

*Apakah sebab yang paling mungkin bagi gelembung gas? Mengapakah ianya hanya terdapat pada lokasi yang dilihat? Apakah yang anda boleh cadangkan sebagai penyelesaian?*

(10 marks/markah)

- (ii) What factors may have caused the penetration defect? Why is the defect present on the inside of the casting but not on the outside? Why is the defect near the bottom of the casting, but not near the top?

*Apakah faktor-faktor yang mungkin menyebabkan kecacatan penusukan? Mengapakah kecacatan hanya terjadi pada bahagian dalam tuangan tetapi tidak diluar? Mengapakah kecacatan terjadi berdekatan bahagian bawah tuangan tetapi tidak di atas?*

(10 marks/markah)

- (iii) What factors led to the enlargement of the casting at point C? What would you recommend to correct this problem?

*Apakah faktor-faktor yang membawa kepada pembesaran tuangan pada lokasi C? Apakah yang anda boleh cadangkan sebagai penyelesaian?*

(10 marks/markah)

- (iv) Another foundryman has noted penetration defects on all surfaces of his castings, both interior and exterior. What would be some possible causes & what would you recommend as possible cures?

*Seorang juru-foundri melihat kecacatan penusukan berlaku pada semua permukaan hasil tuangan beliau, kedua-dua permukaan dalam dan luar. Apakah sebab-sebab yang mungkin dan apakah yang anda boleh cadangkan sebagai penyelesaian?*

(10 marks/markah)

- [b] Explain briefly the processing parameters to be controlled during casting (both permanent and expendable casting).

*Terangkan secara ringkas parameter proses yang perlu dikawal sewaktu penuangan (kedua-dua penuangan kekal dan boleh hancur).*

(20 marks/markah)

- [c] Wire stock of initial diameter = 3.2 mm is drawn through two dies each providing a 20% area reduction. The starting metal has a strength coefficient = 275.8 MPa and a strain hardening exponent of 0.15. Each die has an entrance angle of  $12^\circ$  and the coefficient of friction at the work-die interface is estimated to be 0.1. The motors driving the capstans at the die exits can each deliver 150 hp at 90% efficiency. Determine the maximum possible speed of the wire as it exits the second die. Given that 1 hp = 745.7 W or Nm/s.

*Satu stok wayar dengan diameter asal = 3.2 mm ditarik melalui dua bukaan dai yang setiap satunya memberikan 20% pengurangan luas. Bahan logam mula mempunyai koefisien kekuatan = 275.8 MPa dan eksponen pengerasan terikan sebanyak 0.15. Setiap dai mempunyai sudut masukan  $12^\circ$  dan koefisien geseran pada antaramuka bahan kerja-dai dianggarkan sebanyak 0.1. Motor yang menggerakkan drum penggulung wayar setelah melalui dai setiap satunya boleh memberikan 150 kuasa kuda pada keberkesanan 90%. Tentukan halaju maksimum yang mungkin bagi wayar apabila ia keluar dari dai kedua. Diberi 1 kuasa kuda = 745.7 W atau Nm/s.*

(40 marks/markah)

...9/-



**PART C**

**BAHAGIAN C**

5. [a] List some of the main reasons why manufactured parts must be cleaned?

*Senaraikan beberapa sebab utama mengapa barangan atau bahagian yang dikilang mesti dibersihkan?*

(30 marks/markah)

- [b] Describe four most important chemical cleaning method.

*Perihalkan empat kaedah paling utama pembersihan kimia.*

(40 marks/markah)

- [c] Mechanical surface treatments are often performed for reasons other than or in addition to cleaning. What are the reasons?

*Rawatan permukaan secara mekanikal biasanya dilakukan atas sebab selain daripada dan tambahan kepada pembersihan. Apakah sebab-sebab tersebut?*

(30 marks/markah)

6. [a] How does electroless plating differ from electrochemical plating?

*Bagaimanakah saduran tanpa elektrik berbeza daripada saduran elektrokimia?*

(30 marks/markah)

- [b] What is meant by the term cathode efficiency in electroplating?

*Apakah yang dimaksudkan dengan kecekapan katod dalam saduran elektrik?*

(20 marks/markah)

- [c] A part made of sheet steel is to be nickel plated. The part is a rectangular flat plate that is 0.075 cm thick and whose face dimensions are 14 cm by 19 cm. The plating operation is carried out in an acid sulphate electrolyte, using a current  $I = 20$  amps for a duration  $t = 30$  min. Determine the average thickness of the plated metal resulting from this operation. Given the cathode efficiency 95% and plating constant  $3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp.s}$

*Suatu barangan diperbuat daripada kepingan keluli akan disadur dengan nikel. Barang tersebut adalah suatu plat rata berbentuk empat persegi tak sama mempunyai ketebalan 0.075 cm dan mempunyai dimensi muka 14 cm kali 19 cm. Operasi saduran dijalankan dalam elektrolit asid sulfat menggunakan arus  $I = 20$  amps untuk jangka masa  $t = 30$  min. Tentukan ketebalan purata lapisan saduran logam terhasil daripada operasi ini. Diberikan kecekapan katod 95% dan konstan saduran  $3.42 \times 10^{-2} \text{ mm}^3/\text{amp.s}$ .*

(50 marks/markah)

7. [a] Define the two terms heat transfer efficiency and melting efficiency in welding.

*Takrifkan dua istilah ini, iaitu kecekapan pemindahan haba dan kecekapan peleburan di dalam kimpalan.*

(20 marks/markah)

- [b] Weld failures always occur in the fusion zone of weld joint, since this is the part of the joint that has been melted. True or false and explain.

*Kegagalan kimpalan selalu berlaku di dalam zon lakur pada sambungan kimpalan, oleh kerana bahagian sambungan kimpalan ini yang telah melebur. Benar atau salah dan terangkan.*

(40 marks/markah)

- [c] A fillet weld has a cross-sectional area  $A_w = 20.00 \text{ mm}^2$  and is 200 mm long. What quantity of heat (in joules) is required to accomplish the weld, if the metal to be welded is austenitic stainless steel? Given the welding constant,  $K = 3.33 \times 10^{-6}$  and melting temperature of austenitic stainless steel is 1670 K.

*Suatu kimpal kambi mempunyai luas keratan rentas  $A_w = 20.00 \text{ mm}^2$  dan panjang 200 mm. Berapakah kuantiti haba (dalam joules) diperlukan untuk melakukan kimpalan ini, jika logam yang hendak dikimpal adalah keluli nirkarat austenit? Diberikan konstan kimpalan  $K = 3.33 \times 10^{-6}$  dan suhu lebur keluli nirkarat austenit adalah 1670 K.*

(40 marks/markah)

**Appendix 1**

**Lampiran 1**

Figure 1 - A V8 engine block

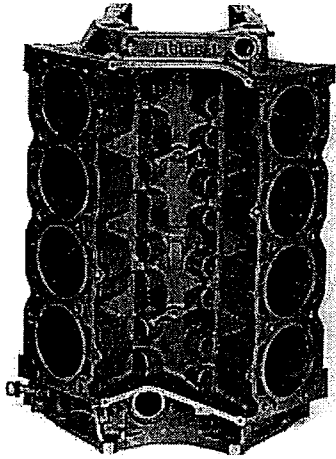


Figure 2 - an automobile water pump impeller (requires accurate positioning and uniform thickness of the six curved vanes & relatively smooth surface finish)

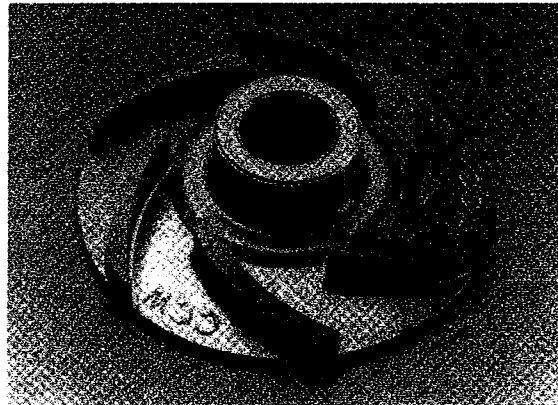


Figure 3 - Connecting rods (high production rates, precise dimension, high strength)

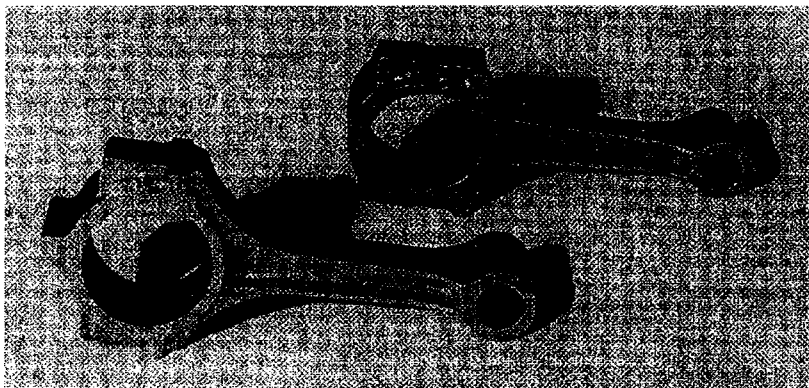


Figure 4 - Truck and car pistons (high production rates, precise dimensions, complex shape & good surface finish)

