
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2010/2011

November 2010

EBB 334/4 - Mechanical Metallurgy [Metalurgi Mekanikal]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS 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 ONE question from PART A, TWO questions from PART B and TWO questions from PART C. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA soalan. Jawab SATU 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, the English version shall be used.

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

PART A**BAHAGIAN A**

1. [a] A steel pipe of length $L_m = 1.2$ m, outside diameter $d_2 = 150$ mm, and inside diameter $d_1 = 110$ mm is compressed by an axial force $P = 620$ kN (Figure 1). The material has a modulus of elasticity $E = 200$ GPa and Poisson's ratio $\nu = 0.30$. Determine the following quantities for the pipe:
- The shortening δ
 - The lateral strain ε'
 - The increase in the outer diameter Δd_2
 - The increase in the wall thickness Δt

Satu paip dengan panjang $L_m = 1.2$ m, diameter luaran $d_2 = 150$ mm, dan diameter dalaman $d_1 = 110$ mm telah dimampatkan dengan satu daya searah $P = 620$ kN (Rajah 1). Bahan tersebut mempunyai modulus keanjalan $E = 200$ GPa dan nisbah Poisson's $\nu = 0.30$. Untuk paip tersebut, tentukan nilai-nilai berikut:

- Pemendekan δ*
- Terikan sisi ε'*
- Peningkatan dalam diameter luaran Δd_2*
- Peningkatan tebal dinding Δt*

Figure 1

Rajah 1

(50 marks/markah)

...3/-

- [b] Discuss briefly the significance of slip phenomenon in plastic deformation of metal. How is this process related to metal working?

Bincangkan secara ringkas fenomena gelinciran terhadap ubahbentuk plastik bagi logam. Bagaimanakah proses ini berkaitan dengan kerja logam?

(50 marks/markah)

PART B**BAHAGIAN B**

2. [a] Explain a schematic representation of the typical constant load creep behavior of metals.

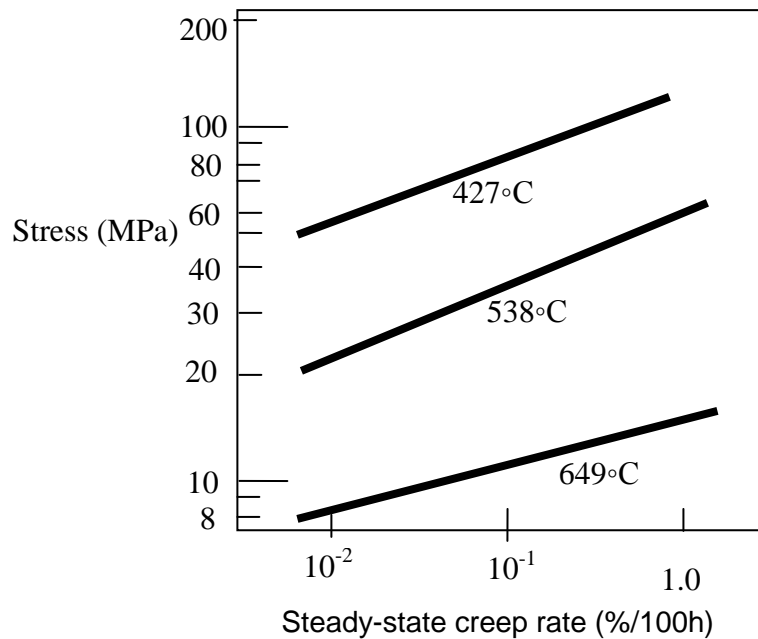
Terangkan perwakilan skema bagi kelakuan rayapan beban malar yang tipikal bagi logam.

(30 marks/markah)

- [b] Estimate the activation energy for creep (i.e., Q_c in Equation 1) for low carbon-nickel alloy having the steady-state creep behavior shown in Figure 2. Use data taken at a stress level of 55 MPa (8000 psi) and temperatures of 427°C and 538°C. Assume that the stress exponent n is independent of temperature.

Anggarkan tenaga pengaktifan bagi rayapan (i.e., Q_c dalam Persamaan 1) bagi aloi nikel-karbon rendah dengan kelakuan rayapan keadaan mantap seperti yang dipamerkan dalam Rajah 2. Gunakan data yang diambil pada tahap tegasan 55 MPa (8000 psi) dan suhu 427°C and 538°C. Andaikan eksponen tegasan n tidak bersandarkan suhu.

$$\dot{\epsilon} = K_2 \sigma^n \exp\left(-\frac{Q_c}{RT}\right) \quad (\text{Equation 1})$$

**Figure 2****Rajah 2**

(40 marks/markah)

- [c] A punch for making holes in steel plates is shown in Figure 3a. Assume that a punch having diameter $d = 20$ mm is used to punch a hole in an 8-mm plate, as shown in the cross-sectional view (Figure 3b). If a force $P = 110$ kN is required to create the hole, determine the average shear stress in the plate and the average compressive stress in the punch.

Satu penebuk digunakan untuk membuat lubang pada plat keluli ditunjukkan dalam Rajah 3a. Andaikan penebuk dengan diameter $d = 20$ mm ini telah digunakan untuk menebuk satu lubang pada plat 8-mm tebal, seperti ditunjukkan dengan pandangan keratan rentas (Rajah 3b). Jika daya = 110 kN digunakan untuk menebuk lubang tersebut, tentukan tegasan ricih purata dalam plat dan tegasan mampatan dalam penebuk tersebut.

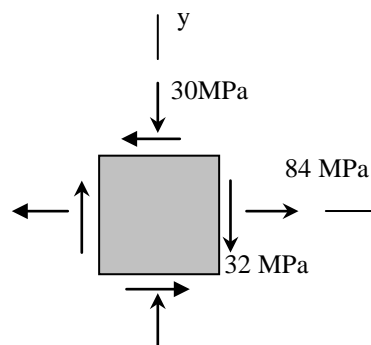
Figure 3a**Rajah 3a****Figure 3b****Rajah 3b**

(30 marks/markah)

3. [a] An element in plane stress is subjected to stresses $\sigma_x = 84$ MPa, $\sigma_y = -30$ MPa, and $\tau_{xy} = -32$ MPa, as shown in Figure 4.
- Determine the principal stresses and illustrate them on a sketch of a properly oriented element.
 - Determine the maximum shear stresses and illustrate them on a sketch of a properly oriented element.

Satu unsur dalam tegasan satah dikenakan tegasan-tegasan $\sigma_x = 84$ MPa, $\sigma_y = -30$ MPa, dan $\tau_{xy} = -32$ MPa, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.

- Tentukan tegasan-tegasan utama dan lakarkan pada unsur tegasan terorientasi yang sesuai,*
- Tentukan tegasan ricih maksimum dan lakarkan pada unsur tegasan terorientasi yang sesuai.*

**Figure 4****Rajah 4**

(70 marks/markah)

...7/-

- [b] A prismatic bar having cross-sectional area $A = 1200 \text{ mm}^2$ is compressed by an axial load $P = 90 \text{ kN}$ (Figure 5). Determine the stresses acting on an inclined section pq cut through the bar at an angle $\theta = 25^\circ$.

Satu bar prisma dengan luas keratan rentas $A = 1200 \text{ mm}^2$ dimampatkan dengan satu beban paksi $P = 90 \text{ kN}$ (Rajah 5). Tentukan tegasan-tegasan yang bertindak pada keratan condong melalui bar tersebut pada sudut $\theta = 25^\circ$.

Figure 5

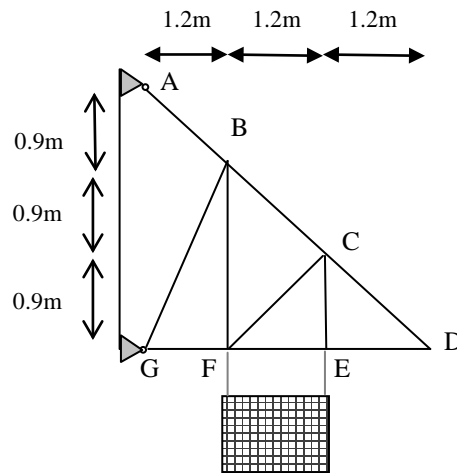
Rajah 5

(30 marks/markah)

4. [a] A sign weighing 600N hangs from a planar truss, as shown in Figure 6.
- (i) Use the method of joints to solve the internal axial forces F_1 and F_2 in members CD and DE .
 - (ii) Use the method of sections to solve the axial force F_5 in member FG .

Satu papan tanda dengan berat 600N digantung dari satu satah kekuda seperti ditunjukkan dalam Rajah 6.

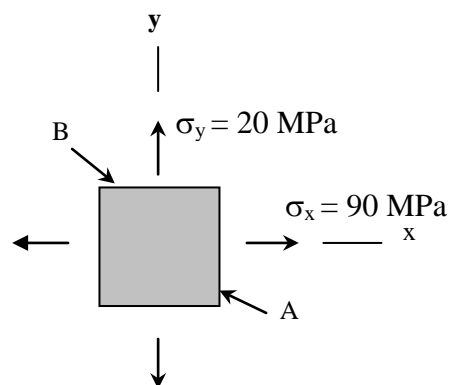
- (i) *Gunakan kaedah sambungan untuk menentukan daya paksi dalaman F_1 dan F_2 dalam keratan CD dan DE .*
- (ii) *Gunakan kaedah keratan untuk menentukan daya paksi F_5 dalam keratan FG .*

**Figure 6****Rajah 6**

(40 marks/markah)

- [b] At a point on the surface of a pressurized cylinder, the materials is subjected to biaxial stresses $\sigma_x = 90$ MPa and $\sigma_y = 20$ MPa, as shown in Figure 7. Using Mohr's circle, estimate the stresses acting on an element inclined at an angle $\theta = 30^\circ$. Show the results on a sketch of a properly oriented element.

Pada satu permukaan sebuah silinder termampat, bahan tersebut mengalami tegasan-tegasan dwipaksi $\sigma_x = 90$ MPa dan $\sigma_y = 20$ MPa, seperti ditunjukkan dalam Rajah 7. Melalui bulatan Mohr's, tentukan tegasan-tegasan yang bertindak pada satu unsur yang dicondongkan pada satu sudut $\theta = 30^\circ$. Lakarkan keputusan-keputusan yang diperolehi pada unsur tegasan terorientasi yang sesuai.

**Figure 7****Rajah 7**

(60 marks/markah)

...9/-

PART C**BAHAGIAN C**

5. [a] With appropriate diagram, explain why fatigue failure sometimes is referred to as a catastrophic brittle failure.

Dengan gambarajah yang bersesuaian, terangkan mengapa kegagalan lesu kadangkala dikaitkan sebagai kegagalan rapuh bencana.

(40 marks/markah)

- [b] A metal strip (100 mm wide and 5 mm thick) is subjected to a cyclic load ranging from 27 KN to 191 KN. There is crack in the center of the strip that extends through the thickness. For half crack length 2.5 mm and 10 mm, calculate range of stress intensity. Justify your answer.

Suatu kepingan logam (lebar 100 mm dan tebal 5 mm) dikenakan beban berkisar dalam julat 27 KN antara 191 KN. Terdapat retak ditengah-tengah kepingan logam tersebut merentasi ketebalannya. Bagi panjang retak separuh 2.5 mm dan 10 mm, kirakan julat keamatan tegasan. Terangkan jawapan anda.

(60 marks/markah)

6. [a] With appropriate examples, describe anisotropy phenomenon of tensile properties for metals.

Dengan contoh sesuai, terangkan fenomena anisotropi sifat tegangan bagi logam.

(30 marks/markah)

- [b] Explain why necking is observed in the tension test of ductile material but not in the torsion test of the same material.

Terangkan mengapa peleheran boleh dilihat terhadap bahan mulur yang dikenakan ujian tegangan tetapi tidak bagi ujian kilasan untuk bahan yang sama.

(30 marks/markah)

- [c] A 13 mm diameter tensile specimen has 50 mm gauge length. The load corresponding to the 0.2% offset is 6800 kg and the maximum load is 8400 kg. Fracture occurs at 7300 kg. The diameter after fracture is 8 mm and the gage length at fracture is 65 mm. Calculate the standard properties of the material from the tension test.
Given $E = 207 \text{ GPa}$.

Suatu spesimen ujian tegangan mempunyai diameter 13 mm dan panjang tolok 50 mm. Beban pada 0.2% ofset ialah 6800 kg manakala beban maksimum pula 8400 kg. Patah berlaku pada beban 7300 kg. Diameter selepas patah ialah 8 mm dan panjang patah tolok pula ialah 65 mm. Kirakan sifat-sifat piawai bagi spesimen ini daripada ujian tegangan yang dilakukan. Diberikan $E = 207 \text{ GPa}$.

(40 marks/markah)

7. [a] Discuss the effect of residual stresses on metal rolling process.

Bincangkan kesan tegasan bakian terhadap proses penggelekan logam.

(40 marks/markah)

- [b] A plane stress element in a part made of aluminum found to have the following stress:

$$\sigma_x = 5.6 \text{ MPa}; \sigma_y = 9.9 \text{ MPa}; \tau_{xy} = 5.0 \text{ MPa}$$

The axial yield strength of aluminum is 35 MPa, and its shear yield stress is $\tau_y = 6 \text{ MPa}$.

Determine the factor of safety by using:

- (i) Distortion-Energy Criterion
- (ii) Maximum Shear Stress Criterion

Explain your answer.

Elemen tegasan satah untuk bahagian yang diperbuat daripada aluminium ialah:

$$\sigma_x = 5.6 \text{ MPa}; \sigma_y = 9.9 \text{ MPa}; \tau_{xy} = 5.0 \text{ MPa}$$

Kekuatan alah ekapaksi aluminium ialah 35 MPa dan daya ricih ialah pula ialah $\tau_y = 6 \text{ MPa}$.

Tentukan faktor keselamatan dengan menggunakan

- (i) *Kriteria Herotan-Tenaga*
- (ii) *Kriteria Tegasan Ricih Maksimum*

Terangkan jawapan anda.

(60 marks/markah)