
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2007/2008

October/November 2007

EBB 334/4 - Mechanical Metallurgy **[Metalurgi Mekanikal]**

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper contains SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

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

[Arahan: Jawab **LIMA** soalan. 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.]

1. Compute the normal stress and the shear stress acting on the indicated inclined plane N-N (Figure 1).

Kirakan tegasan normal dan tegasan ricih yang bertindak ke atas planar condong yang ditandakan dengan N-N (Rajah 1).

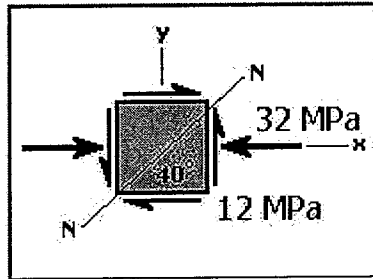


Figure 1
Rajah 1

(100 marks/markah)

2. A 40-mm solid titanium-alloy shaft ($G = 42 \text{ GPa}$) is connected at B to an aluminum-alloy tube ($G = 28 \text{ GPa}$) that has an outside diameter of 65-mm and an inside diameter of 50-mm. The shaft is subjected to a concentrated torque at B of 2.1 kN-m (Figure 2). Compute:

Suatu aci aloi titanium pejal ($G = 42 \text{ GPa}$) disambungkan pada B satu tiub aloi-aluminium ($G = 28 \text{ GPa}$) yang mempunyai diameter luar 65-mm dan diameter dalam 50-mm. Aci adalah dikenakan kepada kilasan tertumpu pada B sebanyak 2.1 kN-m (Rajah 2). Kirakan:

- (a) The maximum shear stress in the shaft.

Tegasan ricih maksimum dalam aci.

(50 marks/markah)

- (b) The angle of rotation of B relative to A. Use the Basic Force Method.

Sudut putaran B relatif kepada A. Gunakan Kaedah Daya Asas.

(50 marks/markah)

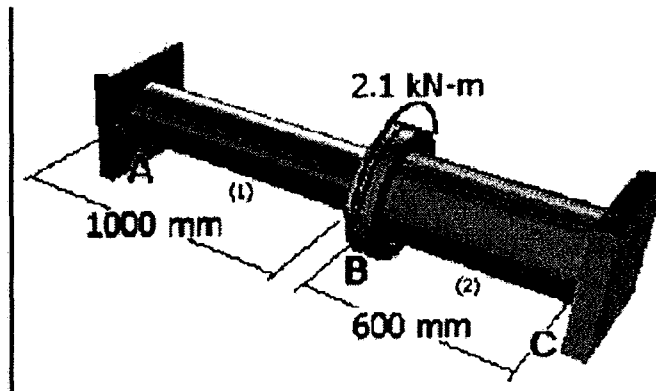


Figure 2

Rajah 2

3. [a] Estimate the activation energy Q_c for creep of the low carbon-nickel alloy in Equation

Anggarkan tenaga pengaktifan Q_c bagi rayapan aloi karbon-nikel dalam persamaan

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

having the steady-state creep behavior shown in Figure 3. 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.

mempunyai kelakuan rayapan kadar-mantap seperti ditunjukkan dalam Rajah 3. Gunakan data yang diambil pada peringkat tegasan sebanyak 55 MPa (8000 psi) dan suhu pada 427°C dan 538°C. Andaikan bahawa eksponen tegasan, n adalah tidak bergantung dengan suhu.

(50 marks/markah)

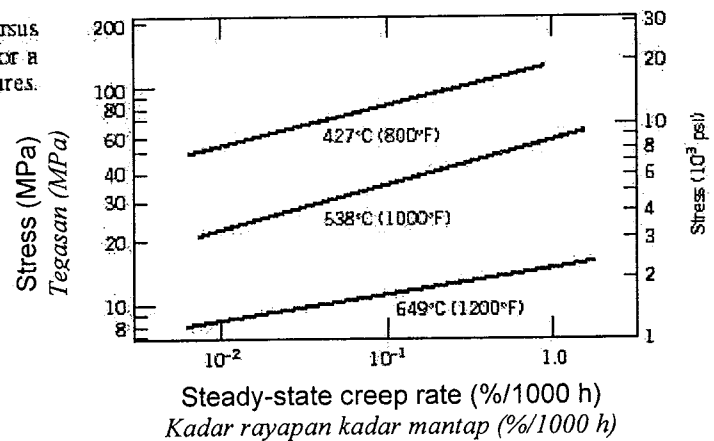
- [b] Estimate $\dot{\epsilon}_s^*$ at 649°C (922 K).

Anggarkan $\dot{\epsilon}_s^*$ pada 649°C (922 K).

(50 marks/markah)

Stress (logarithmic scale) versus steady-state creep rate (logarithmic scale) for a low carbon-nickel alloy at three temperatures.

Figure 3
Rajah 3



4. Link BC and DE are both made of steel [$E = 200$ GPa] and are 12 mm wide and 6 mm thick (Figure 4). Determine:

Sambungan BC dan DE kedua-duanya dibuat daripada keluli [$E = 200$ GPa] dengan lebar 12 mm dan tebal 6 mm (Rajah 4). Tentukan:

- (a) The force in each link when 2.5 kN force P is applied to the rigid member AF as shown, in Figure 4.

Daya dalam setiap sambungan apabila daya P sebanyak 2.5 kN dikenakan kepada anggota tegar AF seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.

(50 marks/markah)

- (b) The corresponding deflection of point A.

Pesongan sepadan pada titik A.

(50 marks/markah)

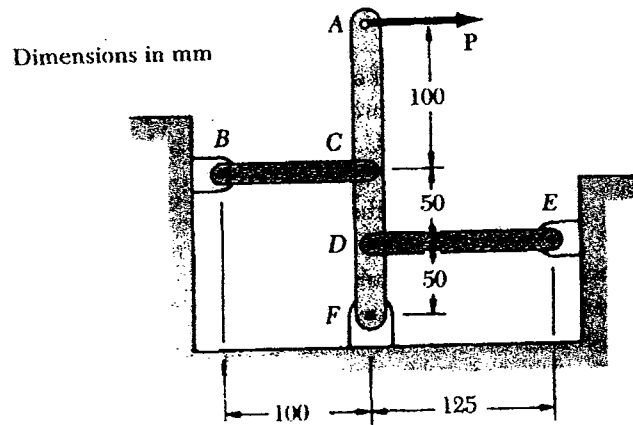


Figure 4

Rajah 4

5. For the thrust and loading shown in Figure 5, determine the normal stress in member AD, knowing that the cross sectional area of the member is 120 mm^2 .

Untuk tunjahan dan pembebanan yang ditunjukkan dalam Rajah 5, tentukan tegasan normal dalam anggota AD, mengetahui bahawa keratan rentas anggota adalah 120 mm^2 .

(100 marks/markah)

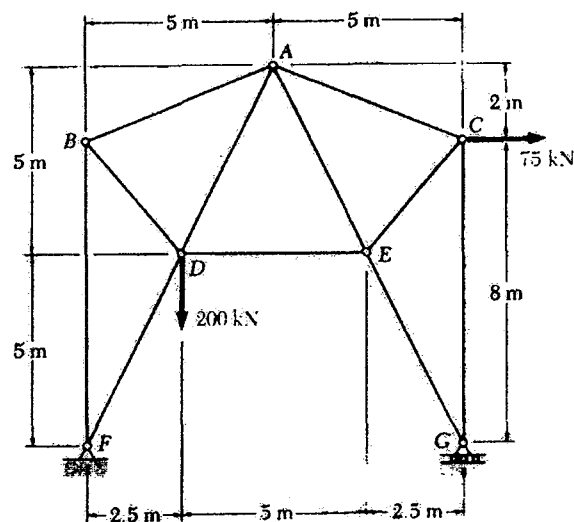


Figure 5

Rajah 5

6. [a] What is the different between fatigue limit and fatigue strength. Your answer should include sketch of S-N curves and material examples.

Apakah perbezaan di antara limit lesu dan kekuatan lesu. Jawapan anda hendaklah disertakan lakaran lengkungan S-N dan contoh bahan.

(30 marks/markah)

- [b] Consider a metal component that is exposed to cyclic tensile-compressive stresses. If the fatigue lifetime must be a minimum of 5×10^6 cycles and it is known that the maximum initial surface crack length is 0.02 in. and the maximum tensile stress is 25,000 psi, compute the critical surface crack length. Assume that Y is independent of crack length and has a value of 2.25, and that m and A have values of 3.5 and 1.3×10^{-23} , respectively, for $\Delta\sigma$ (and a in units of psi and in., respectively).

Pertimbangkan komponen logam yang didedahkan kepada tegasan tegangan-mampatan. Jika jangkahayat lesu hendaklah minimum sebanyak 5×10^6 kitaran dan diketahui bahawa panjang retakan permukaan permulaan adalah 0.02 in dan tegasan tegangan maksima adalah 25,000 psi, kirakan panjang kritikal retakan permukaan. Andaikan bahawa Y adalah panjang retakan tak-bergantungan mempunyai nilai 2.25 dan m dan A masing-masing mempunyai nilai 3.5 dan 1.3×10^{-23} , untuk $\Delta\sigma$ dan a unit adalah masing-masing psi dan in.

(70 marks/markah)

7. [a] An engineer investigating the cause of an automobile accident finds that the right rear wheel has broken off at the axle. The axle is bent. The fracture surface reveals a Chevron pattern pointing toward the surface of the axle. Suggest a possible cause for the fracture.

Seorang jurutera menyiasat sebab-sebab bagi kemalangan automobil mendapati bahawa tayar kanan di belakang adalah pecah pada gandar. Gandar tersebut bengkok. Permulaan patah mendedahkan pateri Chevron menghala kepada permukaan gandar. Cadangkan sebab dan kemungkinan bagi patah/pecah.

(40 marks/markah)

- [b] A structural component in the shape of a flat plate 25.4 mm thick is to be fabricated from a metal alloy for which the yield strength and plane strain fracture toughness values are 700 MPa and $49.5 \text{ MPa m}^{1/2}$, respectively. The geometry value, Y is 1.65.

- (i) Is it possible to compute the critical length of a surface flaw?
(ii) If so, determine its critical length, a_c .

Assume that design stress is one-half of the yield strength.

Suatu struktur komponen dalam bentuk plat rata dengan ketebalan 25.4 mm adalah difabrikasi daripada aloi logam dengan mana kekuatan alah dan keliatan patah terikan planar adalah 700 MPa dan $49.5 \text{ MPa m}^{1/2}$ masing-masing. Nilai geometri, Y adalah 1.65.

- (i) *Bolehkah dikira panjang kritikal bagi kecacatan permukaan?*
(ii) *Jika boleh, tentukan nilai panjang kritikal, a_c .*

Andaikan bahawa tegasan rekabentuk adalah setengah daripada kekuatan alah.

(60 marks/markah)