
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

EBB 334/4 – Metalurgi Mekanikal

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LIMA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM 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 jawapan hendaklah dijawab dalam bahasa Inggeris. Walau bagaimanapun, SATU soalan dibenarkan dijawab dalam bahasa Malaysia.

1. (a) Takrifkan serta jika perlu lukiskan:
Nisbah Poisson, terikan ricih, satah tegasan, Hukum Hook umum bagi bahan isotropik, sudut pihan, tegasan-tegasan utama, lesu mekanik patah, rayapan dan nilai kriterium / tara alah mulur.

(50 markah)

Define and draw what ever necessary:

Poisson's ratio, shear strain, plane stress, general Hook's law for isotropic materials, twist angle, Principal stresses, fatigue, fracture mechanics, creep and ductile yield criteria.

(50 marks)

- (b) Satu spesimen tegangan (diameter, $d_o = 13$ mm, panjang tolok, $L_o = 50$ mm) digunakan untuk memperolehi data beban-pemanjangan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1, (a) Plotkan satu tegasan kejuruteraan, s , melawan terikan kejuruteraan, ϵ dengan menggunakan data yang diberi, (b) Tentukan modulus keelastikan bahan tersebut, (c) Gunakan kaedah 0.2%-offset untuk menentukan kekuatan alah bahan ini, (d) Tentukan tegasan tegangan maklumat, σ_{TU} .

(50 markah)

A tension specimen (diameter, $d_o = 13$ mm, gage length, $L_o = 50$ mm) was used to obtain the load-elongation data given in Table 1; (a) Plot a curve of engineering stress, s , versus engineering strain, ϵ , using the given data, (b). Determine the modulus of elasticity of this materials, (c). Use the 0.2%-offset method to determine the yield strength of this materials, σ_{YS} (d). Determine the tensile ultimate stress, σ_{TU} .

P(kN)	ΔL (mm)	P(kN)	ΔL (mm)
0.0	0.000	27.5	1.68
9.3	0.050	28.4	2.00
14.9	0.200	28.6	2.33
17.7	0.325	28.9	2.68
22.4	0.675	28.4	3.00
25.2	1.00	27.5	3.33
26.6	1.33	26.1	3.68

(50 marks)

2. (a) Bagi satu ujian tegangan, dapat ditunjukkan bahawa perleheran bermula apabila:

$$\frac{d\sigma_T}{d\varepsilon_T} = \sigma_T$$

Dengan menggunakan persamaan $\sigma_T = K\varepsilon_T^n$, tentukan nilai terikan sebenar pada permulaan perleheran.

Tegasan sebenar berikut menghasilkan terikan plastik sebenar yang sepadan bagi satu aloi loyang:

σ_T : Tegasan sebenar (psi)	ε_T : Terikan sebenar
50,000	0.10
60,000	0.20

Apakah tegasan sebenar yang diperlukan untuk nilai 0.25 terikan plastik sebenar?

(50 markah)

...4/-

For a tensile test, it can be demonstrated that necking begins when:

$$\frac{d\sigma_T}{d\varepsilon_T} = \sigma_T$$

Using Equation $\sigma_T = K\varepsilon_T^n$, determine the value of the true strain at this onset of necking.

The following true stresses produce the corresponding true plastic strains for a brass alloy:

σ_T : True stress (psi)	ε_T : True Strain
50,000	0.10
60,000	0.20

What true stress is necessary to produce a true plastic strain of 0.25?

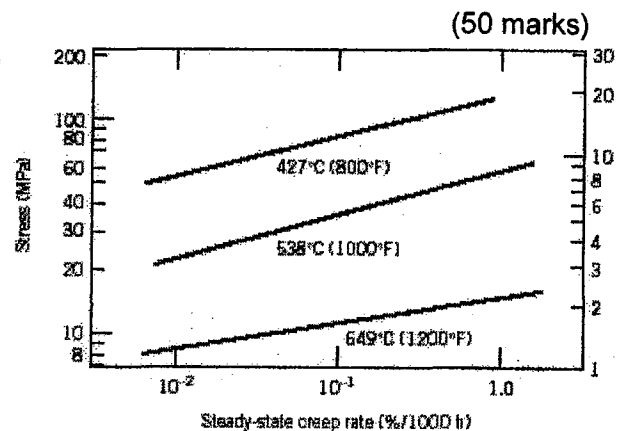
(50 marks)

- (b) Anggarkan tenaga pengaktifan bagi rayapan (iaitu, Q_c dalam persamaan i.e., $Q_c \left[\dot{\varepsilon}_s = K_2 \sigma^n \exp\left(-\frac{Q_c}{RT}\right) \right]$) bagi aloi karbon rendah-nikel yang mempunyai kelakuan rayapan keadaan mantap seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Gunakan data yang diambil pada paras tegasan 55 MPa (8000 psi) dan suhu-suhu 427°C dan 538°C. Andaikan eksponen tegasan n tidak bersandarkan suhu. Anggarkan $\dot{\varepsilon}_s$ pada 649°C (922 K).

(50 markah)

Estimate the activation energy for creep (i.e., Q_c in Equation $[\dot{\epsilon}_s = K_2 \sigma^n \exp(-\frac{Q_c}{RT})]$) for the low carbon-nickel alloy having the steady-state creep behavior shown in Figure 1. 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, (b). Estimate $\dot{\epsilon}_s$ at 649°C (922 K).

Fig.1 Stress (logarithmic-scale) versus steady-state creep rate (logarithmic scale) for a low carbon-nickel alloy at three temperatures.



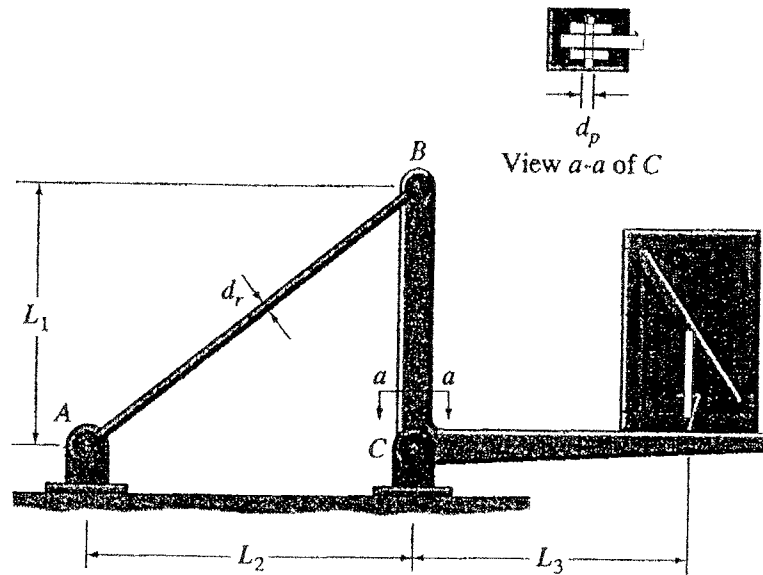
3. (a) Kerangka pelantar beban berbentuk L dalam Rajah 2, disokong oleh satu pin ricihan keluli kekuatan tinggi pada C dan oleh satu rod-pengikat AB. Kedua-dua rod pengikat dan pin perlu disaizkan dengan faktor keselamatan $F_s = 3.0$, rod pengikat mengambil kira alahan tegangan dan pin mengambil kira kegagalan ricih. Sifar kekuatan rod dan pin ialah: $\sigma_y = 340$ MPa dan $\tau_u = 300$ MPa, panjang masing-masing ialah: $L_1 = 1.5$ m dan $L_3 = L_2 = 2.0$ m. (a) Jika pelantar beban mestilah mampu untuk mengendalikan beban W sehingga $W = 8$ kN, apakah diameter rod-pengikat dari yang diperlukan (hampirkan kepada millimeter terdekat). (b) Apakah diameter pin ricihan pada C d_p yang diperlukan (hampirkan kepada millimeter terdekat)?

(50 markah)

...6/-

The L-shaped loading-platform frame in Figure 2, is supported by a high-strength steel shear pin at C and by a tie-rod AB. Both the tie rod and the pin are to be sized with a factor of safety of $FS = 3.0$, the tie-rod with respect to tensile yielding and the pin are: $\sigma_y = 340 \text{ MPa}$ and $\tau_u = 300 \text{ MPa}$; the respective lengths are: $L_1 = 1.5 \text{ m}$ and $L_3 = L_2 = 2.0 \text{ m}$. (a) If the loading platform is to be able to handle loads W up to $W = 8 \text{ kN}$, what is the required diameter of the tie-rod (to the nearest millimeter)? (b) What is the required diameter, d_p , of the shear pin at C (to the nearest millimeter)?

(50 marks)



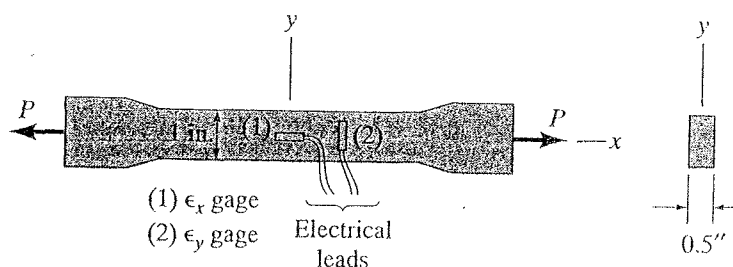
Rajah 2/Figure 2

- (b) Spesimen ujian barrata plastik seperti dalam Rajah 3 mempunyai keratan ujian dengan luas dikurangkan yang bersaiz 0.5 in x 10 in. Dalam keratan ujian tersebut satu tolok terikan yang disusun dalam arah paksi mengukur $\epsilon_x = 0.002$ in/in, manakala satu tolok terikan yang dipasangkan dalam arah melintang mengukur $\epsilon_y = -0.0008$ in/in, apabila beban ke atas spesimen ialah $P = 300$ lb. (a) Tentukan nilai modulus keelastikan, E dan nisbah Poisson. (b) Tentukan nilai pengembangan ν dalam keratan ujian tersebut.

(50 markah)

The flat-bar plastic test specimen is shown in Figure 3 has a reduced-area "test section" that measure 0.5 in. x 1.0 in. Within the test section a strain gage oriented in the axial direction measures $\epsilon_x = 0.002$ in/in, while a strain gage mounted in the transverse direction measures $\epsilon_y = -0.0008$ in/in, when the load the specimen is $P = 300$ lb. (a) Determine the values of the modulus of elasticity, E and Poisson's ratio. (b) Determine the values of the dilatation ν within the test section.

(50 marks)



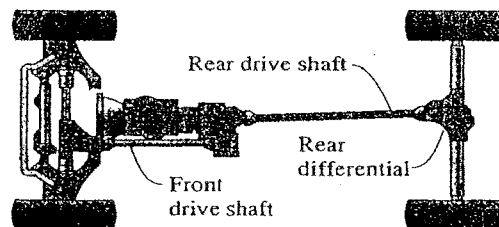
Rajah 3/Figure 3

4. (a) Semasa putaran pada 1250 rpm, aci pacu belakang (rear drive shaft) bagi sebuah kenderaan pacuan empat roda (Rajah 4) menghantar 200 hp ke kotak gear pembeza belakang (rear differential gear box). Tegasan ricih yang dibenarkan dalam aci pacu tersebut ialah 6 ksi dan diameter terluar aci pacu ialah $d_o = 3.00$ in. Apakah diameter dalaman maksimum yang dibenarkan dengan menghampirkan kepada 0.01 in.?

(50 markah)

While rotating at 1250 rpm, the rear drive shaft of a four-wheel-drive sport utility vehicle (Figure 4) delivers 200 hp to the rear differential gear box. The allowable shear stress in the drive shaft is 6 ksi and its outer diameter is $d_o = 3.00$ in. To the nearest 0.01 in. what is the maximum permissible inner diameter?

(50 marks)



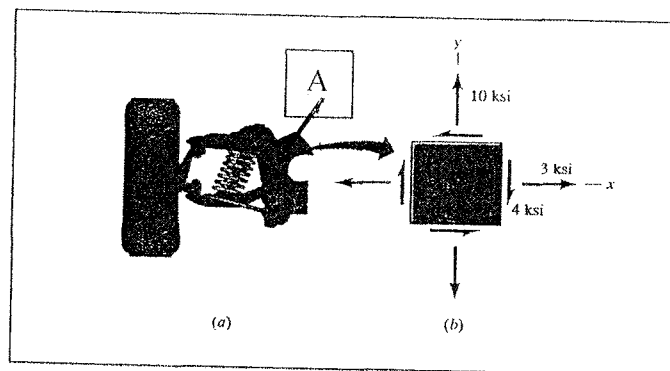
Rajah 4/Figure 4

- (b) (i) Tentukan tegasan-tegasan utama dan tunjukkan lakaran bagi unsur tegasan terhala (oriented stress element) dan (ii) Tentukan tegasan ricih dan tegasan normal ke atas satah-satah dengan tegasan ricih maksimum dan tunjukkan kedua-duanya.

(50 markah)

(i) Determine the principal stresses and show a sketch of a properly oriented stress element and (ii) Determine the stress and the normal stress on the planes of maximum shear stress and show these on a sketch of properly oriented stress element of the state of plane stress for this problem is the stress at point A on the front suspension of an automobile, as shown in Figure 5 (a) and (b).

(50 marks)



Rajah 5/Figure 5

5. (a) Kirakan nilai-nilai bagi parameter A dan m dalam persamaan $\frac{da}{dN} = A (\Delta k)^m$ untuk perambatan retak bagi keluli Ni-Mo-V. Plot log da/dN melawan Δk bagi keluli tersebut adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6:

(50 markah)

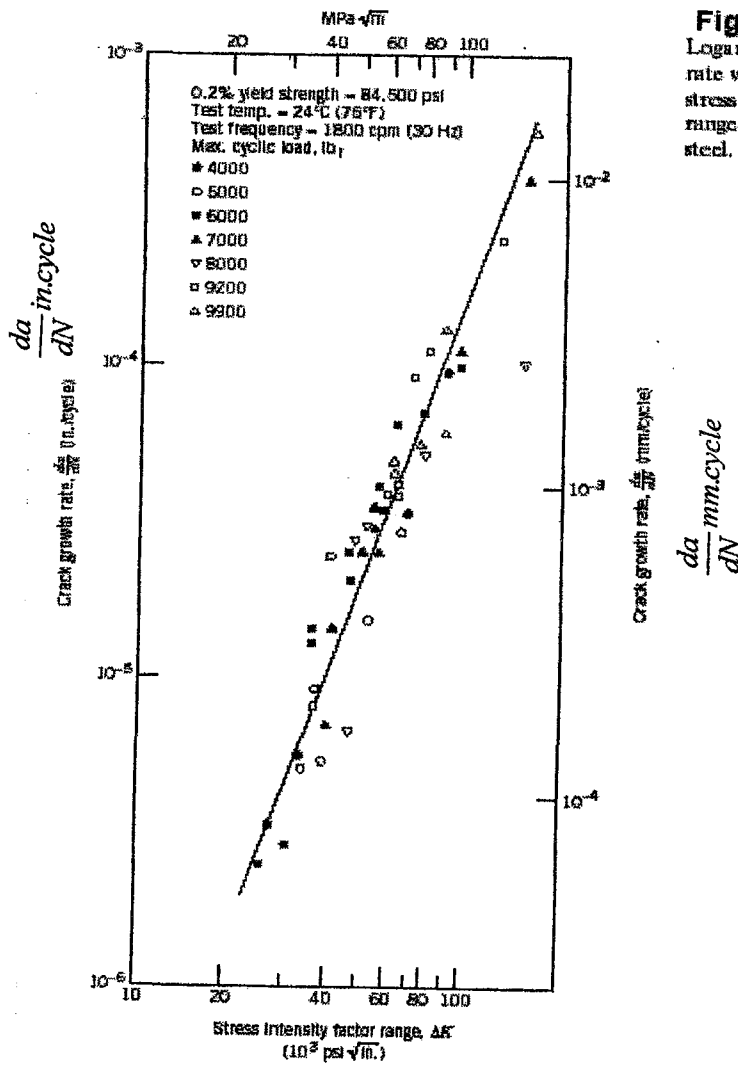


Figure 6
Logarithmic crack growth rate versus logarithm stress intensity factor range for a Ni-Mo-V steel.

Calculate values for the A and m parameters in Equation $\frac{da}{dN} = A (\Delta k)^m$ for the crack propagation rate of the Ni-Mo-V steel for which the $\log da/dN$ versus Δk plot is shown in Figure 6.

(50 marks)

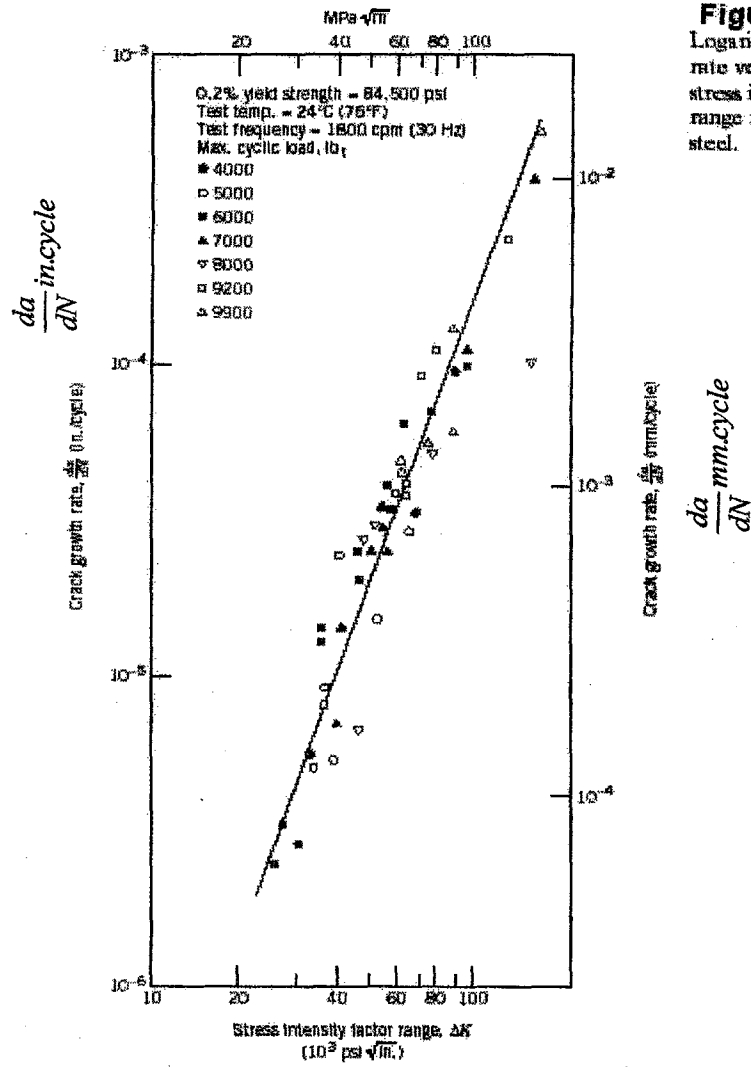


Figure 6
Logarithm crack growth rate versus logarithm stress intensity factor range for a Ni-Mo-V steel.

- (b) Andaikan sebuah komponen logam yang difabrikasi daripada keluli aloi Ni-Mo-V didedahkan kepada tegasan tegangan-mampatan berkitar. Jika jangka hayat lesu mestilah sekurang-kurangnya 3×10^5 kitar dan telah diketahui bahawa panjang kritikal retak permukaan ialah 1.5 mm dan kekuatan tegangan maksimum ialah 30 MPa, kirakan panjang retak permukaan maksimum. Andaikan y ialah panjang retak tidak bersandarkan dan mempunyai nilai kira-kira 1.25.

(50 markah)

Suppose that a metal component fabricated from this Ni-Mo-V steel alloy is exposed to cyclic tensile-compressive stresses. If the fatigue lifetime must be a minimum of 3×10^5 cycles and it is known that the critical surface crack length is 1.5 mm and the maximum tensile stress is 30 MPa, compute the maximum initial surface crack length. Assume that y is independent of crack length and has a value of 1.25.

(50 marks)

6. (a) Satu komponen struktur berbentuk plat lebar akan difabrikasikan daripada satu aloi keluli yang mempunyai ketahanan patah satah terikan $98.9 \text{ MPa}^{1/2}$ dan kekuatan alah 860 MPa . Had resolusi saiz cacat bagi peralatan pengesanan cacat ialah 3.0 mm . Jika tegangan rekabentuk ialah setengah daripada kekuatan alah dan nilai Y ialah 1.0 , tentukan samada cacat kritikal bagi plat ini terdedah kepada pengesanan ataupun tidak.

(50 markah)

A structural component in the form of a wide plate is to be fabricated from a steel alloy that a plane strain fracture toughness of $98.9 \text{ MPa}^{1/2}$ and a yield strength of 860 MPa . The flaw size resolution limit of the flaw detection apparatus is 3.0 mm . If the design stress is one-half of the yield strength and the value of Y is 1.0 , determine whether or not a critical flaw for this plate is subjected to detection.

(50 marks)

- (b) Bagi satu retak pinggir dalam satu plat dengan kelebaran terhingga (Rajah 7), Y adalah berfungsikan nisbah panjang retak-lebar spesimen.

$$Y = \frac{1.1 \left(1 - \frac{2a}{w}\right)}{\left(1 - \frac{a}{w}\right)^{3/2}}$$

Pertimbangkan satu plat dengan lebar 60 mm yang terdedah kepada tegasan-tegasan tegangan-mampatan (kitar tegasan boleh balik) dengan $\sigma = -135$ MPa. Anggarkan hayat lesu bagi plat ini jika panjang retak awal ialah 5 mm dan panjang retak akhir ialah 12 mm. Andaikan parameter $m = 3.5$ dan A ialah 1.5×10^{-12} dan σ dalam unit MPa dan a dalam unit meter.

(50 markah)

For an edge crack in a plate of finite width (Figure 7), Y is a function of the crack length-specimen width ratio.

$$Y = \frac{1.1 \left(1 - \frac{2a}{w}\right)}{\left(1 - \frac{a}{w}\right)^{3/2}}$$

Now consider a 60-mm-wide plate that is exposed to cyclic tensile-compressive stresses (reversed stress cycle) for which $\sigma = -135$ MPa. Estimate the fatigue life of this plate if the initial and critical crack lengths are 5 mm and 12 mm, respectively. Assume values of 3.5 and 1.5×10^{-12} for the m and A parameters, respectively, for σ in units of MPa and a in meters.

(50 marks)