

**PART A / BAHAGIAN A**

(1). (a). Explain the following items;  
*Terangkan perkara di bawah;*

(i). Stiffness and Flexibility  
*Kekakuan dan Fleksibiliti*

(ii). Ductile to Brittle Transition Temperature (DBTT)  
*Suhu Peralihan Mulur kepada Rapuh (DBTT)*

(iii). Hardness  
*Kekerasan*

(iv). Torsion  
*Kilasan*

(10 marks/markah)

(b). Rod *BD* is made of steel ( $E = 20 \times 10^6$  newtons) and is used to brace the axially compressed member *ABC*. The compression force was 890 kN. The maximum force that can be developed in member *BD* is  $0.05P$ . If the stress ( $\sigma$ ) must not exceed  $20 \text{ cm}^2$  and the maximum change in length ( $\delta$ ) of *BD* must not exceed 0.003 times the length of *ABC*, determine the smallest-diameter rod that can be used for member *BD*. 1 inch= 0.254 m, 1 lb= 0.45 kg.

*Rod BD diperbuat daripada keluli ( $E = 20 \times 10^6$  newton) dan digunakan untuk menahan anggota ABC yang dimampatkan secara paksi. Daya mampatan ialah 890 kN. Daya maksimum yang boleh dibangunkan dalam BD ahli ialah  $0.05P$ . Jika tegasan ( $\sigma$ ) tidak boleh melebihi  $20 \text{ cm}^2$  dan perubahan maksimum panjang*

...3/-

(δ) *BD* tidak boleh melebihi 0.003 kali panjang *ABC*, tentukan rod diameter terkecil yang boleh digunakan untuk anggota *BD*. 1 inci = 0.254 m, 1 lb = 0.45 kg.

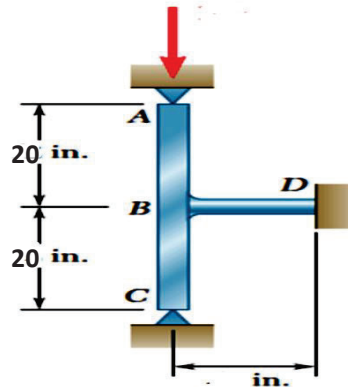


Figure 1: Rod ABCD fixed under compression

Rajah 1: Rod ABCD tetap di bawah mampatan

(10 marks/markah)

- (2). (a). Briefly describe what is stress intensity factor,  $K_I$ . A structural component in the form of a wide plate is to be fabricated from a steel alloy that has a plane strain fracture toughness of  $77.0 \text{ MPam}^{1/2}$  and a yield strength of  $1400 \text{ MPa}$ . The flaw size limit resolution of the flaw detection apparatus is  $4.1 \text{ mm}$ . If the applied stress is half of the yield strength and the value of  $Y$  is  $1.0$ , identify whether or not a critical flaw for this plate is subjected to detection.

*Perihalkan secara ringkas apakah yang dimaksudkan dengan faktor keamatan tegasan,  $K_I$ . Suatu struktur komponen di dalam bentuk kepingan lebar difabrikasi menggunakan aloi keluli dengan nilai keliatan patah satah terikan  $77.0 \text{ MPam}^{1/2}$  dan kekuatan alah  $1400 \text{ MPa}$ . Had pembesaran saiz retak yang boleh dikesan*

...4/-

*menggunakan peralatan mengesan retak adalah 4.1 mm. Jika tegasan dikenakan adalah separuh dari nilai kekuatan alah dan nilai Y ialah 1.0, tentukan samada retak kritikal bagi kepingan ini dapat dikesan atau tidak menggunakan peralatan ini.*

*(6 marks/markah)*

- (b). A fatigue test was conducted in which the mean stress was 50 MPa and the stress amplitude was 225 MPa. Compute the:

*Suatu ujian lesu dijalankan dengan tegasan purata 50 MPa dan amplitud tegasan pula 225 MPa. Kirakan:*

- (i). maximum and minimum stress value.  
*nilai tegasan maksimum dan minimum*
- (ii). stress ratio.  
*nisbah tegasan*
- (iii). magnitude of the stress range  
*magnitud julat tegasan*

If the tested sample is polymeric type of material, do you expect the material will fail because of other factors instead of the fluctuating stresses? State the reasons.

*Jika sampel diuji merupakan bahan polimer, adakah anda menjangkakan bahan ini akan mengalami kegagalan disebabkan faktor lain selain dari tegasan berulang dikenakan? Nyatakan alasan anda.*

*(8 marks/markah)*

**...5/-**

(c). Briefly discuss any 2 (two) of the following statements:

*Bicangkan secara ringkas sebarang 2 (dua) daripada kenyataan berikut:*

(i). Important of strain hardening during creep proces.

*Kepentingan pengerasan terikan semasa proses rayapan*

(ii). Larger size of alloy prone to fatigue issue

*Aloi bersaiz besar mudah mengalami masalah kegagalan lesu*

(iii). Different philosophies are needed in preventing fatigue failure

*Falsafah berbeza perlu digunakan di dalam mencegah kegagalan lesu*

(iv). Characteristics of stress rupture test

*Ciri-ciri ujian patah tegasan*

(6 marks/markah)

(3). (a). A machine component made of Al6061-T6 alloy is sliding with a contact to a surface of stainless steel when the machine is in operation. After 100 hours life cycle, some material deterioration was observed on the aluminum alloy and caused failure to the component. Propose the cause of component failure, describe the possibility of how the failure happen and preventive action to avoid similar failure in the future. Justify your argument with suitable diagrams.

...6/-

*Sebuah komponen mesin diperbuat daripada aloi Al6061-T6 menggelang di atas permukaan keluli nirkarat apabila mesin berada dalam keadaan operasi. Selepas kitar hayat 100 jam, kehilangan bahan diperhatikan pada aloi aluminium dan menyebabkan kegagalan pada komponen. Cadangkan punca kegagalan komponen tersebut, jelaskan bagaimana kegagalan tersebut mungkin berlaku dan tindakan bagi menghalang kegagalan yang sama berulang pada masa hadapan. Beri justifikasi perbincangan anda dengan rajah-rajah yang sesuai.*

(14 marks/markah)

- (b). Discuss the need to overcome excessive friction in metal working.  
*Terangkan keperluan mengatasi geseran yang berlebihan semasa pengerjaan logam*

(6 marks/markah)

- (4). (a). Relate the right hand rule in determining torque direction and applied force in torsional body system.

*Kaitkan peraturan tangan kanan dalam menentukan arah tork dan daya yang dikenakan dalam sistem badan kilasan.*

(10 marks/markah)

- (b). The copper pipe has an outer diameter of 3.50 in. and an inner diameter of 3.00 in. If it is tightly secured to the wall at C and three torques are applied to it as shown, determine the shear stress developed at points A and B. These points lie on the pipe's outer surface. 1 inch= 0.254 m, 1 ft= 0.30 m.

...7/-

Paip kuprum mempunyai diameter luar 3.50 inci dan diameter dalam 3.00 inci. Jika ia diikat kuat pada dinding pada C dan tiga kilasan dikenakan padanya seperti yang ditunjukkan, tentukan tegasan ricih yang terbentuk pada titik A dan B. Titik ini terletak pada permukaan luar paip. 1 inci= 0.254 m, 1 kaki= 0.30 m.

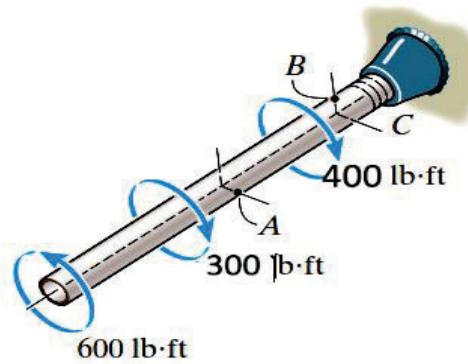


Figure 2: Copper pipe under torsion

Rajah 2 : Paip tembaga di kenakan kilasan

(10 marks/markah)

...8/-

**PART B / BAHAGIAN B**

- (5). (a). Compare the characteristics of the fracture surface between ductile and brittle failure for alloys.

*Bandingkan ciri-ciri permukaan patah di antara kegagalan mulur dan rapuh untuk bahan aloi.*

(6 marks/markah)

- (b). If the specific surface energy for soda-lime glass is  $0.30 \text{ J/m}^2$  and Modulus of elasticity is  $69 \text{ GPa}$ , compute the critical stress required for the propagation of a surface crack of length  $0.05 \text{ mm}$ . Explain the process of crack propagation based on Griffith theory.

*Jika tenaga permukaan spesifik bagi kaca soda-kapur adalah  $0.30 \text{ J/m}^2$  dan modulus keanjalan pula ialah  $69 \text{ GPa}$ , kirakan tegasan kritikal diperlukan bagi perambatan retak permukaan sepanjang  $0.05 \text{ mm}$  berlaku. Terangkan proses perambatan retak ini berdasarkan teori Griffith.*

(8 marks/markah)

- (c). A metal wire used to hoist heavy structure fails during service. Examination on the failed links indicate the formation of flat surface prior to failure. Discuss some of the possible reasons for the failure.

*Suatu wayar logam digunakan untuk menarik satu struktur berat telah mengalami kegagalan ketika digunakan. Pemeriksaan terhadap sambungan yang gagal menunjukkan pembentukan permukaan rata berlaku sebelum kegagalan terjadi. Bincangkan kemungkinan punca-punca kepada kegagalan ini berlaku.*

(6 marks/markah)

...9/-

- (6). (a). Given metal forming working temperature is  $700^{\circ}\text{C}$  and melting point of aluminum is  $660^{\circ}\text{C}$ . Predict the possible microstructure evolution mechanisms that would take place in the worked aluminum alloy in relation to melting temperature and forming process working temperature. Propose how this possible microstructure evolution will govern properties of the final product .

*Diberi suhu pengerjaan pembentukan logam ialah  $700^{\circ}\text{C}$  dan suhu peleburan aloi aluminium ialah  $660^{\circ}\text{C}$ . Jelaskan mekanisme evolusi mikrostruktur yang mungkin berlaku dalam aloi aluminium yang dikerjakan berdasarkan suhu peleburan logam dan suhu kerja proses pengerjaan. Cadangkan bagaimana evolusi mikrostruktur ini akan mempengaruhi sifat-sifat produk akhir.*

(15 marks/markah)

- (b). For many materials, the effect of the strain rate on the flow stress,  $\sigma$ , at a fixed strain and temperature can be described by a power-law expression. Estimate for zinc alloy with strain-rate sensitivity,  $m = 0.07$ , what is the ratio of the flow stress at  $\epsilon = 0.10$  for a strain rate of  $10^3/\text{s}$  to that at  $\epsilon = 0.10$  for a strain rate of  $10^{-3}/\text{s}$ . Repeat for a low carbon steel with  $m = 0.01$ .

*Bagi kebanyakan bahan kesan kadar terikan terhadap tegasan alir,  $\sigma$ , pada terikan dan suhu malar boleh dihuraikan oleh persamaan hukum kuasa. Anggarkan bagi aloi zink yang mempunyai kepekaan kadar terikan,  $m = 0.07$ , apakah nisbah tegasan alir pada  $\epsilon = 0.10$  bagi kadar terikan  $10^3/\text{s}$  terhadap tegasan alir pada  $\epsilon = 0.10$  bagi kadar terikan  $10^{-3}/\text{s}$ . Ulang bagi keluli karbon rendah dengan  $m = 0.01$ .*

(5 marks/markah)

—oooOooo—