



# UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

## PEPERIKSAAN AKHIR SEMESTER II SESI 2008/2009

- NAMA MATA PELAJARAN : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN
- KOD MATA PELAJARAN : DDA 2082
- KURSUS : 2 DDM/DDX
- TARIKH PEPERIKSAAN : APRIL/MEI 2009
- JANGKA MASA : 2 JAM
- ARAHAN : 1) JAWAB **EMPAT(4)** DARIPADA  
ENAM (6) SOALAN  
2) **DUA (2)** SOALAN WAJIB  
DIJAWAB DARIPADA  
BAHAGIAN A DAN **DUA (2)**  
SOALAN WAJIB DARIPADA  
BAHAGIAN B

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI TUJUH BELAS (17) MUKA SURAT

**BAHAGIAN A**

- S1 (a) Lakarkan satu carta alir yang menunjukkan perkaitan di antara pemilihan bahan dengan setiap tahap dalam proses rekabentuk. (5 markah)
- (b) Terangkan dengan ringkas berkenaan sifat-sifat bahan berikut:  
(i) Modulus Young  
(ii) Modulus Pecah (6 markah)
- (c) Faktor Mekanikal dan “Statutory” merupakan dua faktor kekangan berhubungkait dalam pemilihan bahan. Bincangkan bagaimana kedua-dua faktor ini mempengaruhi proses pemilihan bahan. (4 markah)
- (d) Bincangkan evolusi bahan dalam kejuruteraan berdasarkan kepada satu produk. Produk yang dipilih mestilah menunjukkan evolusi yang ketara dari segi bahan, fungsi, bentuk dan proses. (10 markah)
- S2 (a) Aloi aluminium siri 3XXX adalah yang paling meluas digunakan berbanding dengan jenis aloi aluminium lain. Nyatakan sifat-sifat bagi aloi aluminium siri 3XXX ini dan berikan DUA (2) contoh aplikasinya. (6 markah)
- (b) Senaraikan TIGA (3) siri aluminium yang boleh dirawat haba dan TIGA (3) siri aluminium yang tidak boleh dirawat haba. (3 markah)
- (c) Jelaskan kaedah yang paling mudah dan murah untuk membezakan keluli nirkarat austenitik dengan keluli nirkarat duplex. (10 markah)
- (d) Berikan TIGA (3) kriteria pemilihan kuprum dan berikan TIGA (3) aplikasi bagi kuprum. (6 markah)
- S3 (a) Satu bahagian selinder keluli, diameternya berukuran 37.5 mm telah dilindap kejut di dalam minyak yang diaduk. Mengikut kehendak pelanggan, bahagian tengah silinder tersebut mestilah mempunyai nilai kekerasan selepas pembajaan 250 HB. Aloi keluli manakah yang sesuai digunakan untuk memenuhi kriteria tersebut? Tunjukkan cara pemilihan anda pada Rajah S3 (a). (*Kepilkan Rajah S3(a) bersama-sama dengan jawapan anda*). (15 markah)

- (b) Berikan TIGA (3) faktor yang mempengaruhi pemilihan produk tuangan aluminium. (6 markah)
- (c) Berikan DUA (2) aplikasi setiap aloi nikel berikut:
- (i) Aloi Ni-Cu (monel)
  - (ii) Aloi Ni-Cr

(4 markah)

**BAHAGIAN B**

- S4 (a) Anda dikehendaki memilih bahan yang mempunyai kekuatan kurang daripada 30 MPa dan indeks prestasi  $M = \frac{K^2_{1C}}{\sigma_f}$  lebih daripada  $M = 0.1 \text{ MPa.m}$ . Lorekkan kawasan pilihan anda pada carta pemilihan dalam Rajah S4(a) dan senaraikan DUA (2) jenis bahan yang termasuk dalam pilihan. (*Kepilkan Rajah S4(a) bersama-sama skrip jawapan anda*).

(8 markah)

- (b) Anda telah diminta untuk menentukan samada pemegang kayak dwibilah boleh dibuat penambahbaikan daripada rekabentuk semula yang melibatkan pemilihan bahan. Model yang digunakan adalah berupa rasuk dengan beban lenturan tiga titik,  $F$  dikenakan kepadanya (Sila rujuk Rajah S3(c)). Anggapkan panjang,  $L$  pemegang kayak adalah tetap, dan ia mempunyai keratan rentas silinder dengan luas keratan rentas,  $A$  yang tidak diketahui. Bagi aspek kelajuan dan tahap kelesuan pengguna, kita hendak menghasilkan pemegang seringan yang mungkin, asalkan ia tidak patah apabila dikenakan beban dan pemesongan sudut di bahagian hujung tidak terlalu besar.

Persamaan operasi bagi keadaan di atas adalah:

$$F = \frac{4Z\sigma_f}{L}, \quad \phi_B^f = \frac{4Z\sqrt{\pi}}{A^{3/2}}.$$

- (i) Senaraikan fungsi, objektif, kekangan dan parameter bolehubah bagi kes rekabentuk ini. (5 markah)
- (ii) Apakah persamaan prestasi bagi rekabentuk ini? (3 markah)
- (iii) Terbitkan indeks bahan,  $M$  untuk kekangan berkaitan beban, dengan mengambilkira kesan bentuk. (6 markah)

- (iv) Bolehkah peningkatan prestasi diperolehi dengan menggunakan bentuk keratan rentas yang kompleks bagi rekabentuk ini? Terangkan. (3 markah)

S5 (a) Anda dikehendaki memilih bahan yang mempunyai modulus kekenyalan kurang daripada 1 GPa dan indeks prestasi  $M = \frac{\eta^2}{E}$  lebih daripada  $M = 1 \times 10^{-4} \left[ \frac{1}{\text{GPa}} \right]$ .

- (i) Lorekkan dengan jelas kawasan pilihan anda pada carta pemilihan dalam Rajah S5(a) dan senaraikan TIGA (3) jenis bahan yang termasuk dalam pilihan. (*Kepilkan Rajah S3(a) bersama-sama skrip jawapan anda*). (10 markah)

- (ii) Tentukan kecerunan bagi garisan  $M = \frac{\eta^2}{E}$  (2 markah)

- (b) Bincangkan mod pembebanan bagi pemilihan bahan dengan bentuk melalui penggunaan rajah yang sesuai. (8 markah)

- (c) Tentukan kecerunan garis pemilihan bahan untuk plot  $M = \frac{\sigma^{1/2}}{\rho^{1/3}}$  dengan log  $\rho$  [paksi-X] melawan log  $\sigma$  [paksi-Y] (5 markah)

S6 (a) Pada carta pemilihan dalam Rajah S6(a), telah ditandakan garis pemilihan bagi suatu rekabentuk. Apakah persamaan bagi indeks bahan, M untuk garis tersebut dan apakah nilai M? (4 markah)

- (b) Bagi membuat jenaka *April Fool*, beberapa kawan anda telah merancang untuk meletakkan kepala 'beaver' yang besar pada sebatang tiang silinder yang tinggi di Stadium Autzen (Sila Rujuk Rajah S4(a)). Anda telah diminta untuk menentukan bahan yang terbaik bagi menghasilkan tiang menegak ini. Sebagai pelajar kolej, objektif rekabentuk adalah untuk meminimumkan kos. Oleh itu, persamaan prestasinya ialah,

$$P_{MAX} = \frac{1}{C \rho H \pi r^2}.$$

'Beaver' tersebut mempunyai berat yang tetap, di mana beban mampatan ke atas kolum ialah,  $F$  dan tinggi ditetapkan pada nilai  $H$ . Hanya jejari,  $r$  yang boleh diubahsuai. Satu daripada kekangan yang jelas ialah tiang tersebut tidak boleh gagal dalam keadaan mampatan,  $F = \sigma_f \pi r^2$ , yang mana memberikan persamaan indeks bahan yang pertama iaitu

$$P_{MAX-1} = \frac{\sigma_f}{C\rho HF} \Rightarrow M_{MAX-1} = \frac{\sigma_f}{C\rho}; \text{ where}$$

$\sigma_f$  = compressive strength [MPa]

$C$  = price [US\$/kg]

$\rho$  = density [Mg/m<sup>3</sup>]

Kekangan kedua adalah berkaitan pelengkakan elastik yang disebabkan oleh beban mampatan. Persamaan untuk beban pembengkokan bagi tiang silinder ini ialah

$$F = \frac{\pi^3 E r^4}{16 H^2}, \text{ where}$$

$E$  = Young's Modulus [GPa]

- (i) Adakah rekabentuk ini *overconstrained*, *fully determined* atau *underconstrained* dan kenapa? (2 markah)
- (ii) Terbitkan indeks bahan,  $M$  yang kedua bagi rekabentuk ini berdasarkan pelengkakan elastik tiang ini. (6 markah)
- (iii) Terbitkan persamaan gandingan bagi rekabentuk ini. (5 markah)
- (c) Satu rekabentuk memerlukan kita memilih bahan yang mempunyai indeks prestasi  $M = \frac{\sigma_f}{E} \leq 3 \times 10^{-3}$  [dimensionless].
- (i) Plotkan garis dengan nilai indeks prestasi yang diberikan pada Rajah S6(c). (4 markah)
- (ii) Rekabentuk ini juga memerlukan bahan yang mempunyai nilai modulus Young kurang daripada 20 GPa. Berdasarkan kriteria pemilihan daripada bahagian (i) dan (ii), lorekkan kawasan pilihan anda pada Rajah S6(c) dan senaraikan bahan yang terbaik untuk rekabentuk ini. (4 markah)

## SECTION A

- S1** (a) Sketch a flow chart showing the relationships between material selections with every stages in design process. (5 marks)
- (b) Briefly explain the material behaviors below: (6 marks)  
 (i) Young's Modulus  
 (ii) Modulus of Rupture
- (c) Mechanical Factors and Statutory are two interrelated constraint factors in materials selection. Discuss how these two factors influence the materials selection process. (4 marks)
- (d) Discuss the evolution in engineering materials based on a selected product. The selected product must show obvious evolution in term of material, function, shape and process. (10 marks)
- S2** (a) Aluminium alloys from group 3xxx are the most widely use compared to other groups of aluminium alloys. State the properties of this alloy and give TWO (2) examples of their applications. (6 marks)
- (b) List out THREE (3) heat-treatable aluminium series and THREE (3) non heat-treatable aluminium series. (3 marks)
- (c) Explain the cheapest and simplest way to differentiate between the austenitic stainless steel and duplex stainless steel. (10 marks)
- (d) Give THREE (3) criteria of copper selection and give THREE (3) application of copper. (6 marks)
- S3** (a) One part of cylindrical steel, 37.5 mm diameter has been quenched in agitated oil. According to customer requirement, the hardness after tempering must be 250 HB at the center of the cylinder. Which steel alloy is suitable for this process in order to obtain all those criteria? Show your method of selection on Rajah S3(a). (15 marks)  
*(Attach Rajah S3a with your answer script).*

- (b) Give THREE (3) factors that affect the material selection of aluminium cast product. (6 marks)
- (c) Give TWO (2) applications for each of nickel alloy as follows:
- (i) Ni-Cu alloy (monel)
  - (ii) Ni-Cr alloy
- (4 marks)

## SECTION B

- S4 (a) You are required to select materials with strength less than 30 MPa and material index,  $M = \frac{K^2_{1C}}{\sigma_f}$  greater than  $M = 0.1 \text{ MPa.m}$ . Sketch clearly your selection region on the selection chart in Rajah S4(a) and list TWO (2) materials which are included in the selection. (*Attached Rajah S4(a) with your answer script*). (8 marks)

- (b) You have been asked to determine if the double bladed kayak paddle would benefit from a materials selection redesign. Let's only consider the shaft of the paddle. The model to use is that of a beam with a three-point bending load of  $F$  applied to it (Refer to Rajah S4(b)). Assume that the length of the paddle is  $L$  (fixed), and it has a solid cylindrical cross section of unknown cross sectional area,  $A$ . For concerns of speed and user fatigue, we want to make the paddle as lightweight as possible, as long as it doesn't break under given load and the angular deflection at the end isn't too large.

The operative equations for this situation are:

$$F = \frac{4Z\sigma_f}{L}, \quad \phi_B^f = \frac{4Z\sqrt{\pi}}{A^{3/2}}.$$

- (i) List the function, objective, constraints and free variable for this design case. (5 marks)
- (ii) What is the measure of performance for this design? (3 marks)
- (iii) Derive the selection index,  $M$ , for the paddle load constraint, including the effect of shape. (6 marks)
- (iv) Can we get an increase in performance by using a complex cross sectional shape for this design? Explain. (3 marks)

- S5** (a) You are required to select materials with a Young's modulus ( $E$ ) less than 1 GPa and a performance index  $M = \frac{\eta^2}{E}$  greater than  $M = 1 \times 10^{-4} \left[ \frac{1}{\text{GPa}} \right]$ .
- (i) Sketch clearly your selection region on the selection chart in Rajah S5(a) and list THREE (3) materials which are included in the selection. (*Attached Rajah S5 (a) with your answer script*). (10 marks)
- (ii) Determine the slope for the line of  $M = \frac{\eta^2}{E}$ . (2 marks)
- (b) Discuss the mode of loading for materials selection with shape by using appropriate figures. (8 marks)
- (c) Determine the slope of the selection line for a plot of  $M = \frac{\sigma^{1/2}}{\rho^{1/3}}$  with  $\log \rho$  [X-axis] versus  $\log \sigma$  [Y-axis] (5 marks)
- S6** (a) On the selection chart in Rajah S6(a), a selection line for a particular design have been marked.. What is the equation for the material index,  $M$  of this line, and what is the value of the  $M$  for which this line is derived? (4 marks)
- (b) As part of an April Fool's joke, several of your friends plan to erect an enormous beaver head over Autzen Stadium on a tall cylindrical mast (Refer to Rajah S6(b)). You have been asked to determine the best material from which to make the vertical mast. Being college students, the design objective is minimum cost. Therefore, the performance equation is
- $$P_{MAX} = \frac{1}{C\rho H\pi r^2}.$$
- The beaver has a fixed weight, so that the compressive load on the column is  $F$ , and the height is fixed at  $H$ . Only the radius,  $r$ , is free. One of the obvious constraints is that the mast should not fail in compression,  $F = \sigma_f \pi r^2$ , which yields the first material index of
- $$P_{MAX-1} = \frac{\sigma_f}{C\rho HF} \Rightarrow M_{MAX-1} = \frac{\sigma_f}{C\rho}; \text{ where}$$



$\sigma_f$  = compressive strength [MPa]

$C$  = price [US\$/kg]

$\rho$  = density [Mg/m<sup>3</sup>]

A second constraint is the elastic buckling due to the compressive end load. The equation for the buckling load of a cylindrical mast is:

$$F = \frac{\pi^3 E r^4}{16 H^2}; \text{ where}$$

$E$  = Young's Modulus [GPa]

- (i) Is this design overconstrained, fully determined, or underconstrained, and why? (2 marks)
- (ii) Derive the second M-value for this design, based on the elastic buckling of the mast. (6 marks)
- (iii) Determine the coupling equation for this design. (5 marks)
- (c) A particular design calls for us to choose a material with a performance index of  $M = \frac{\sigma_f}{E} \leq 3 \times 10^{-3}$  [dimensionless].
- (i) Plot the line with this value of performance index on Rajah S6(c). (4 marks)
- (ii) The design also calls for a material with a Young's Modulus less than 20GPa. Based on the selection criteria of part (i) and (ii), sketch your selection region and list the best material for the job. (4 marks)

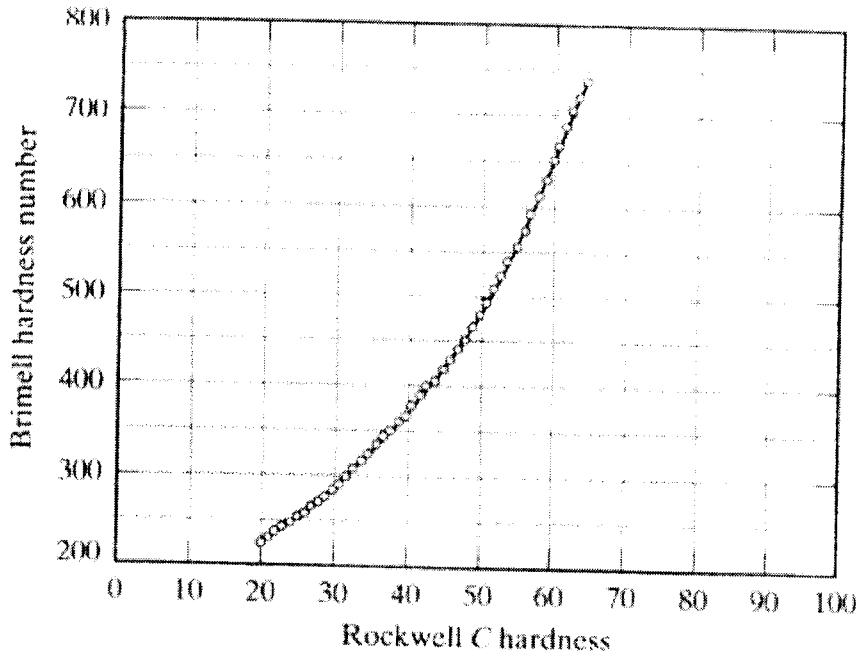
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : II / 2008/09

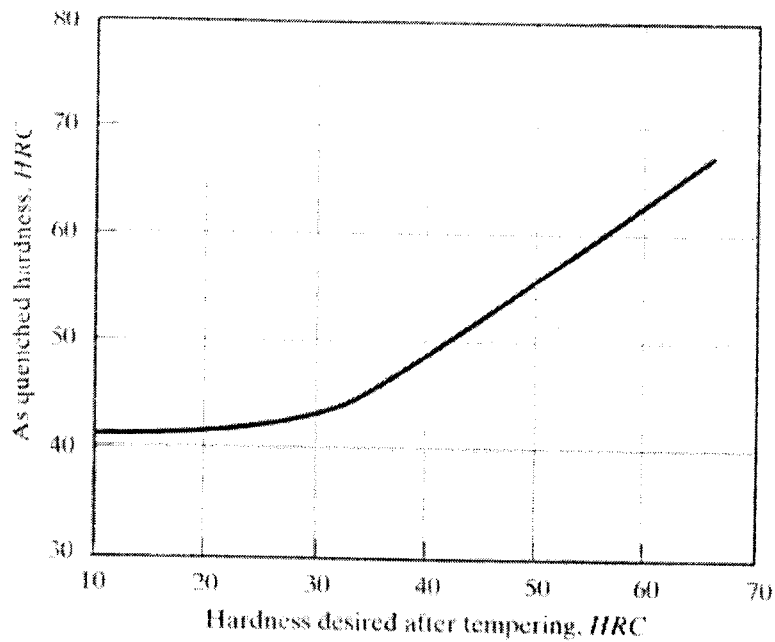
KURSUS : 2 DDM/ DDX

MATAPELAJARAN : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN

KOD MATAPELAJARAN : DDA 2082



(i) Relationship between BHN and HRC for steels



(ii) As-quenched hardness of steel as a function of the desired hardness (HRC) after tempering.

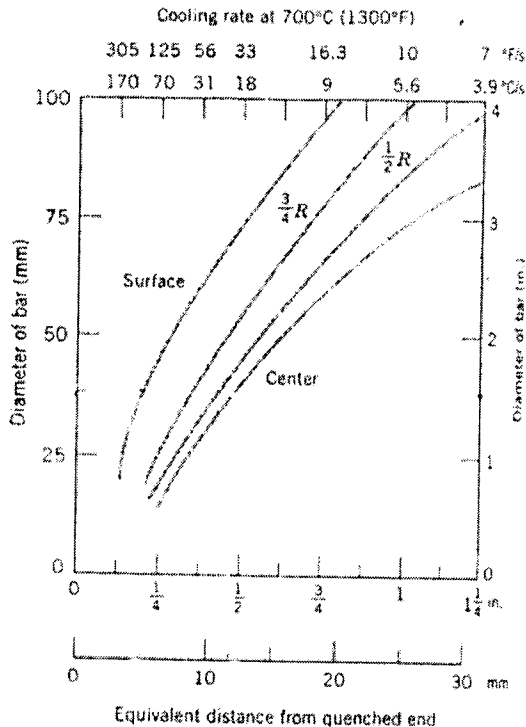
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : II / 2008/09

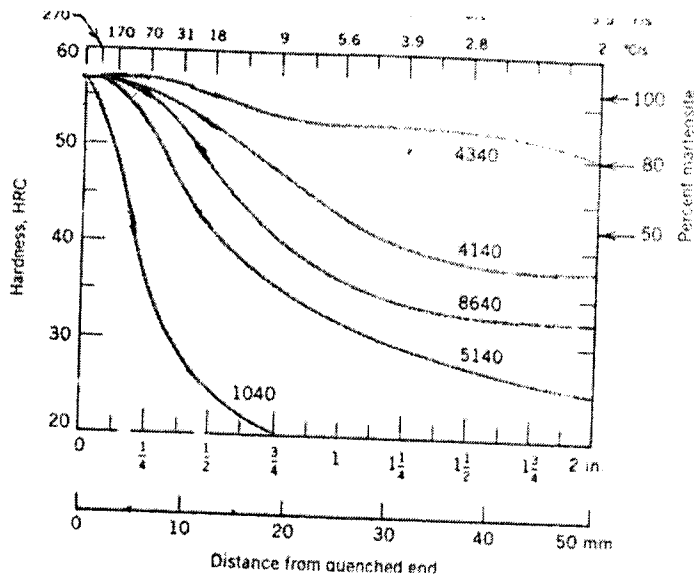
KURSUS : 2 DDM/ DDX

MATAPELAJARAN : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN

KOD MATAPELAJARAN : DDA 2082



(iii) Cooling rate as a function of diameter for cylindrical bars quenched in mildly agitated oil.



(iv) Hardenability curves for five different steel alloys, each containing 0.4 wt% C

**Rajah S3 (a)**

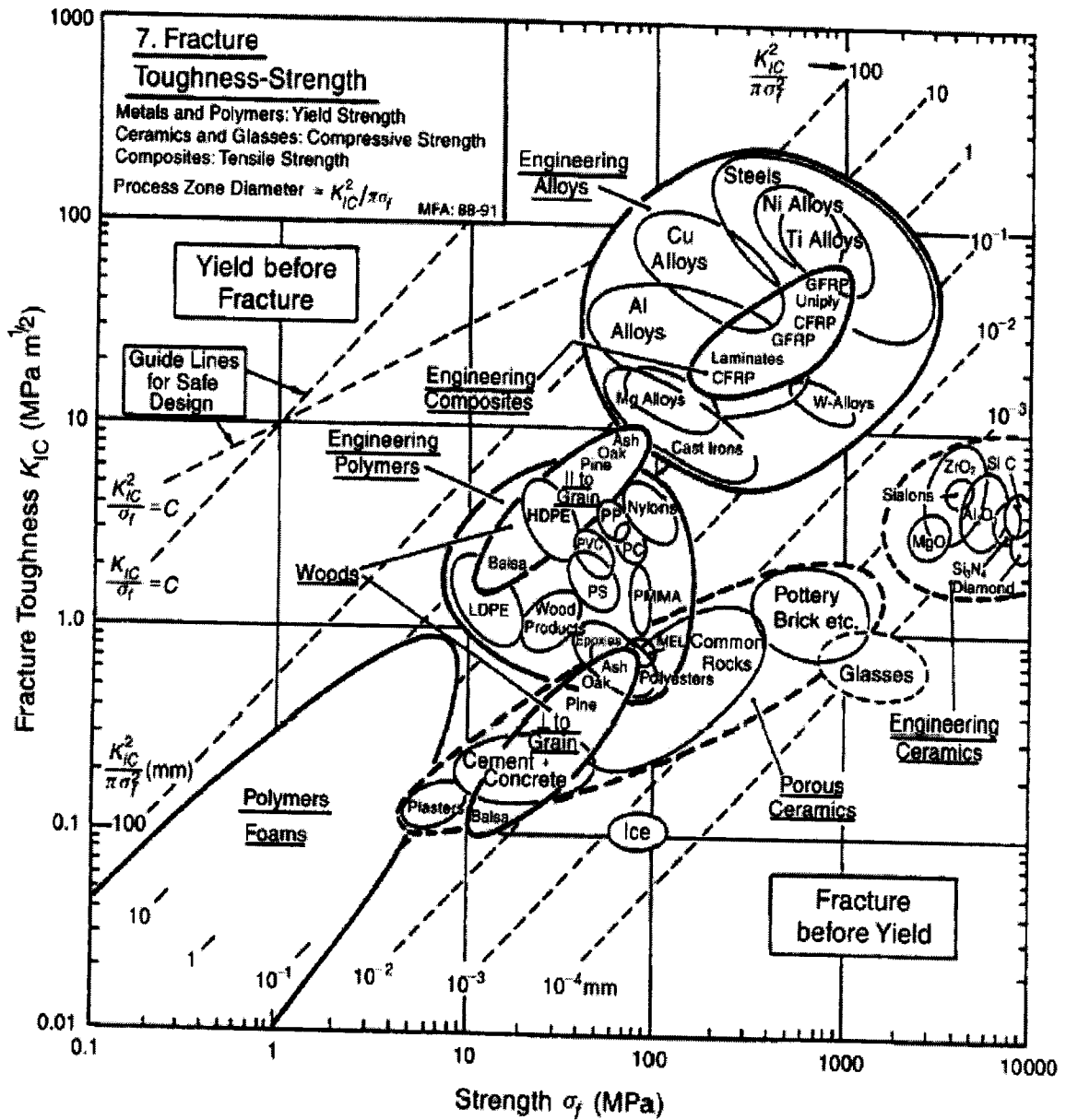
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : II / 2008/09

KURSUS : 2 DDM/ DDX

MATAPELAJARAN : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN

KOD MATAPELAJARAN : DDA 2082



Rajah 4(a)

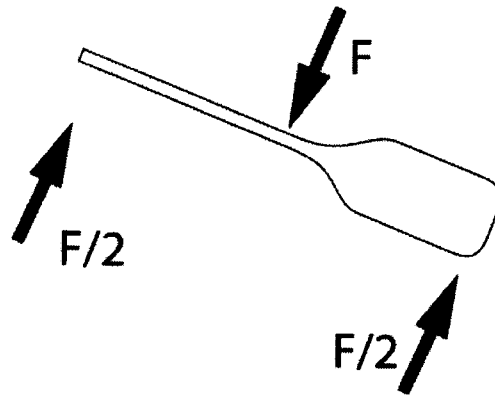
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : II / 2008/09

KURSUS : 2 DDM/ DDX

MATAPELAJARAN : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN

KOD MATAPELAJARAN : DDA 2082



**Rajah S4(b)**

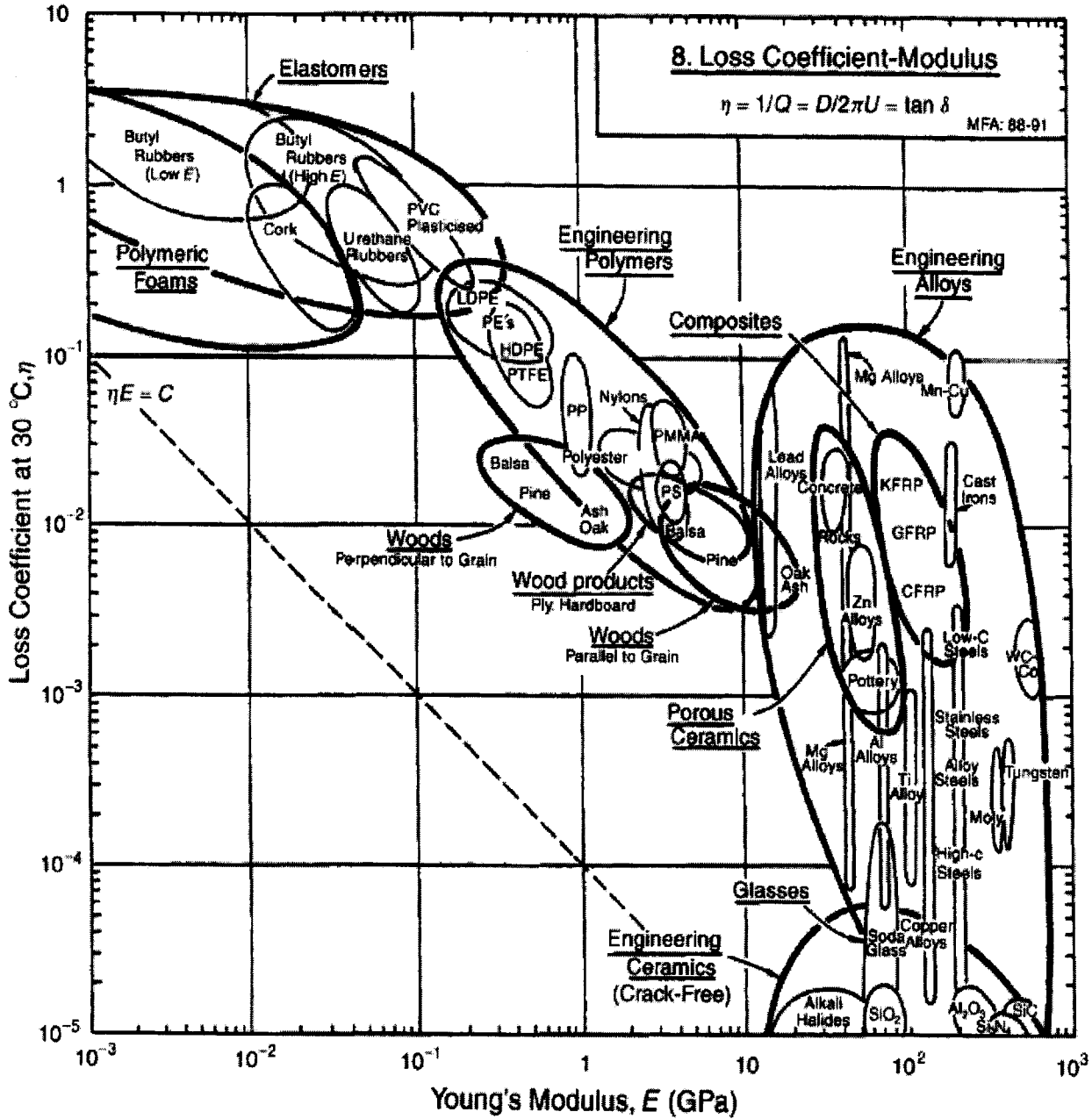
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : II / 2008/09

KURSUS : 2 DDM/ DDX

MATAPELAJARAN : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN

KOD MATAPELAJARAN : DDA 2082



Rajah 5 (a)

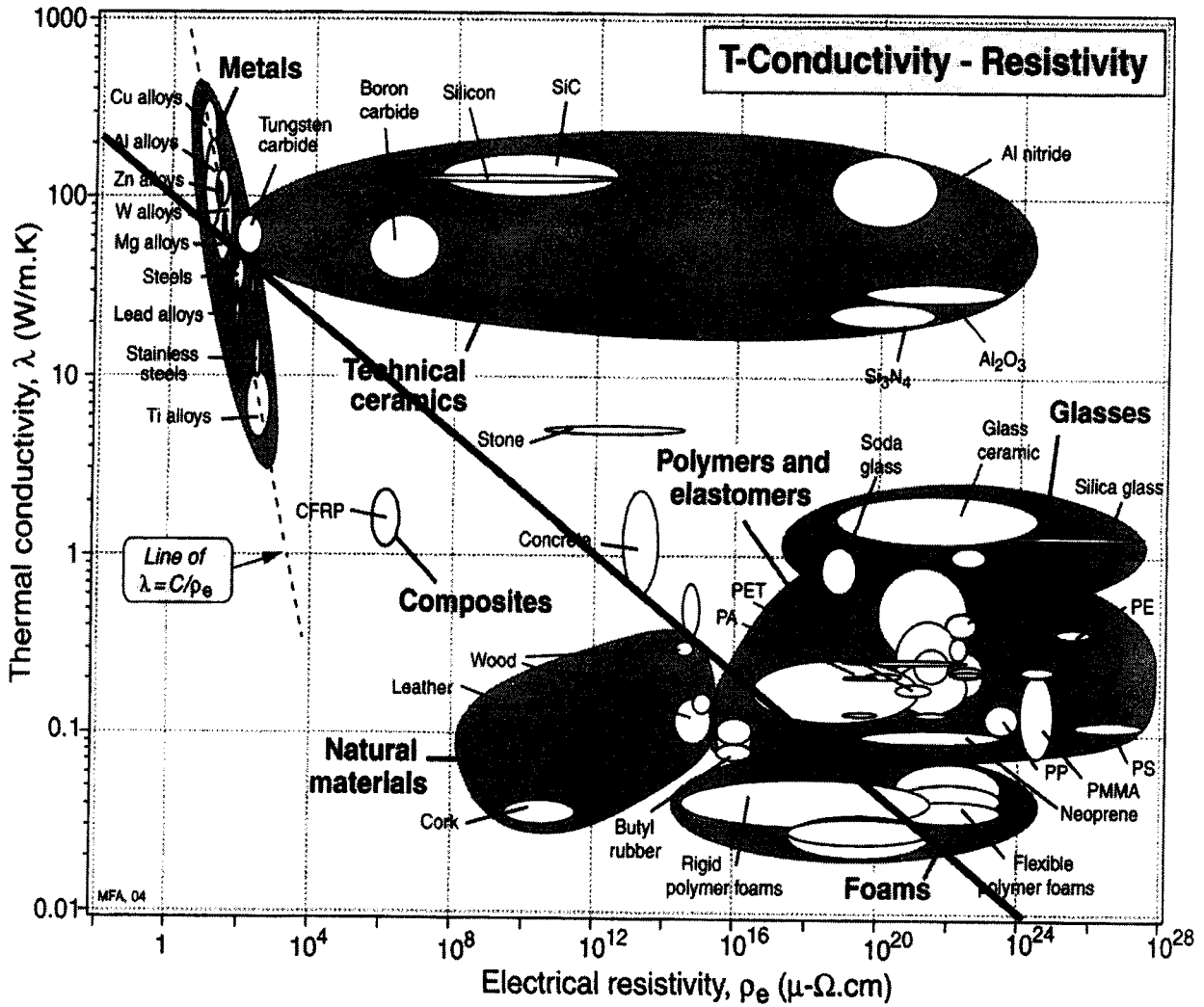
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : II / 2008/09

KURSUS : 2 DDM/ DDX

MATAPELAJARAN : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN

KOD MATAPELAJARAN : DDA 2082



**Rajah 6(a)**

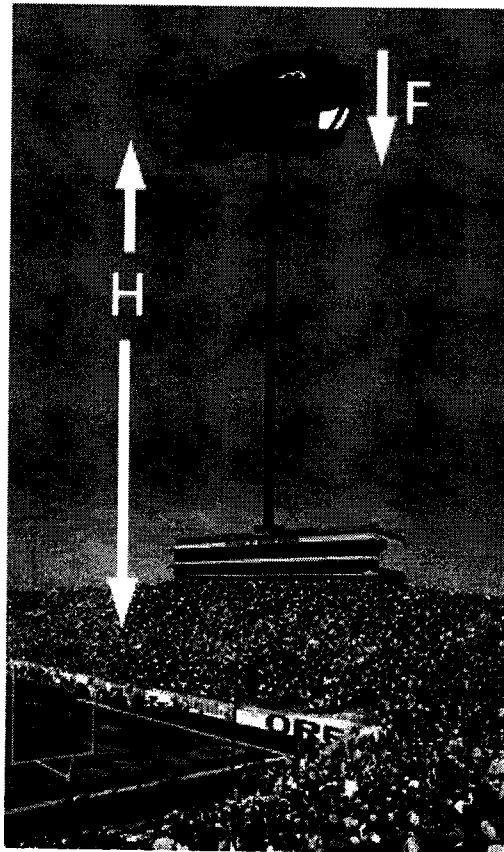
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : II / 2008/09

KURSUS : 2 DDM/ DDX

MATAPELAJARAN : PEMILIHAN BAHAN  
KEJURUTERAAN

KOD MATAPELAJARAN : DDA 2082



**Rajah S6(b)**



