
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2011/2012

Januari 2012

EBP 420/2 – Rubber Engineering
[Kejuruteraan Getah]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

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

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

This paper consists of SIX questions.

[Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.]

Instruction: Answer **FOUR** questions. If candidate answers more than four questions only the first four questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab **EMPAT** soalan. *Jika calon menjawab lebih daripada empat soalan hanya empat 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.]

...2/-

1. [a] Differentiate two main approaches which attempt to describe the elastic behaviour of rubber in engineering applications.

Bezakan dua pendekatan utama bagi menerangkan kelakuan elastik untuk aplikasi kejuruteraan getah.

(40 marks/markah)

- [b] Explain briefly with schematic illustrations the below:

- (i) Mullin's effect
- (ii) Non linear behaviour
- (iii) Payne's effect

Jelaskan secara terperinci dengan bantuan gambarajah skematik bagi perkara-perkara di bawah:

- (i) *Kesan Mullin (Mullin's effect)*
- (ii) *Kelakuan tidak linear*
- (iii) *Kesan Payne (Payne's effect)*

(60 marks/markah)

2. A semi-circular disc with measuring diameter of 600 mm and thickness of 20 mm was made from rubber with the following properties:

Young's modulus = 3.45 MN/m^2

Shear modulus = 0.85 MN/m^2

Bulk modulus = 1150 MN/m^2

Correction factor = 0.72

Satu cakera separa bulat dengan ukuran diameter 600 mm dan ketebalan 20 mm diperbuat daripada getah yang mempunyai sifat-sifat berikut:

Modulus Young = 3.45 MN/m^2

Modulus ricih = 0.85 MN/m^2

Modulus pukal = 1150 MN/m^2

Faktor pembetulan = 0.72

- [a] Using the classical approach, calculate the force required to compress it by 15%.

Menggunakan pendekatan klasik, kirakan daya yang diperlukan untuk memampatkannya sebanyak 15%.

(35 marks/markah)

- [b] If the statistical approach is used, calculate the resulted force to compress it by 15%.

Jika pendekatan statistik digunakan, kirakan daya yang terhasil untuk memampatkannya sebanyak 15%.

(35 marks/markah)

- [c] If the Lindley approach is used, what is the expected results and point out why it is expected to be more accurate?

Jika pendekatan Lindley digunakan, apakah keputusan yang dijangka dan jelaskan mengapa keputusan tersebut adalah lebih tepat?

(30 marks/markah)

3. [a] Unprotected vulcanizate has the following properties:

Threshold energy for ozone crack growth $G_z = 0.06 \text{ Jm}^{-2}$

Mechanico-oxidative crack growth $G_o = 35 \text{ Jm}^{-2}$

Young's modulus = 4 MPa

Crack length = 0.03 mm

$K = 2$

Satu vulkanizat getah yang tidak dilindungi mempunyai sifat-sifat berikut:

Tenaga ambang untuk perambatan retak akibat ozon $G_z = 0.06 \text{ Jm}^{-2}$

Perambatan retak akibat oksidatif mekanikal $G_o = 35 \text{ Jm}^{-2}$

Young modulus = 4 MPa

Panjang retak = 0.03 mm

$K = 2$

- (i) Estimate the threshold strain in simple extension for each type of cracking. [K taken as 2 and U is $0.5 Ee^2$].
- (ii) Predict the threshold energy for ozone crack growth if the natural occurring flaws increased to 0.06 mm.

(i) *Tentukan terikan ambang dalam pemanjangan mudah untuk setiap jenis perambatan retak. [K diambil sebagai 2 dan U ialah $0.5 Ee^2$].*

(ii) *Ramalkan tenaga ambang untuk perambatan retak akibat ozon jika kecacatan semulajadi meningkat kepada 0.06 mm.*

(70 marks/markah)

[b] Illustrate the mechanical fatigue of rubber in terms of fatigue crack growth behaviour.

Jelaskan kelakuan fatig mekanikal untuk getah dari segi kelakuan perambatan retak fatig.

(30 marks/markah)

4. [a] Based on the concept of laminated rubber unit, correlate the application of British requirements in bridge bearing design. (Include the appropriate equations and/or sketches).

Berdasarkan konsep unit getah terlaminat, berikan hubung kait penggunaan keperluan British dalam mereka-bentuk galas jambatan. (Sertakan persamaan dan/atau lakaran yang sesuai).

(60 marks/markah)

[b] For inclined mounting model, illustrate the force-deformation behaviour of a mounting based on combination of shear and compression at three different angles i.e 0 degrees, 45 degrees, and 90 degrees.

Untuk model cagak tercondong, gambarkan kelakuan daya-canggaan sesuatu cagak berdasarkan kombinasi ricihan dan mampatan pada 3 sudut yang berbeza iaitu 0 darjah, 45 darjah dan 90 darjah.

(40 marks/markah)

...6/-

5. A rectangular rubber block bearing, measuring 60 mm x 40 mm x 12 mm (length x width x thickness), have the following rubber properties:

$$\text{Young's modulus} = 3.85 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Shear modulus} = 0.81 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Bulk modulus} = 1090 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Correction factor} = 0.74$$

Satu blok gelas getah berbentuk segiempat tepat yang berukuran 60 mm x 40 mm x 12 mm (panjang x lebar x tebal), diperbuat dengan getah yang mempunyai sifat-sifat berikut:

$$\text{Modulus Young} = 3.85 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Modulus ricih} = 0.81 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Modulus pukal} = 1090 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Faktor pembetulan} = 0.74$$

- [a] Assume bulk compressibility effects to be negligible, calculate compression and shear spring rates and the ratio K_c/K_s .

Andaikan kesan mampatan pukal boleh diabaikan, kirakan kadar mampatan spring dan kadar ricihan spring serta nisbah K_c/K_s .

(40 marks/markah)

- (b) If the rubber bearing is divided into 6 sections with equivalent thicknesses by rigid shims, estimate the new compression spring rates and the ratio K_c/K_s .

Jika gelas getah dibahagikan kepada 6 bahagian yang mempunyai ketebalan yang sama oleh kepipis tegar, tentukan kadar mampatan spring yang baru dan nisbah K_c/K_s .

(60 marks/markah)

...7/-

6. [a] Explain the importance of transmissibility parameter in vibration isolation of rubber mount and differentiate how the types of rubber will influence the transmissibility.

Jelaskan kepentingan parameter transmisibiliti dalam pengasingan getaran bagi cagak getah dan bezakan bagaimanakah jenis getah yang berbeza akan mempengaruhi transmisibiliti.

(60 marks/markah)

- [b] Compare three different frictional forces and their relations with the skid resistance of tire.

Bezakan tiga daya geseran dan perkaitan daya-daya tersebut dengan rintangan gelinciran bagi tayar.

(40 marks/markah)

APPENDIX / LAMPIRAN

Given Equations:

Persamaan Diberikan:

$$\sigma = \frac{E_c}{3} \left(\frac{1}{\lambda^2} - \lambda \right)$$

$$S = \frac{LB}{2t(L+B)}$$

$$S = \frac{a}{2t}$$

$$E_c = E_o \left(1 + 2kS^2 \right)$$

$$E_c = E_o \left(1 + 2S^2 \right)$$

$$\frac{\partial}{E} = \ln \frac{1}{\lambda} + kS^2 \left(\frac{1}{\lambda^2} - 1 \right)$$

$$K_s = \frac{AG}{t}$$

$$K_c = \frac{AEc}{t}$$

$$\frac{1}{1 + \frac{E_o}{E_B}}$$

$$G = 2KUc$$

$$\frac{dc}{dn} = BG^\beta$$

$$T^2 = \frac{1 + \tan^2 \delta}{\left[1 - \left(\frac{W}{W^n} \right)^2 \frac{G_o^1}{G^1} \right]^2 + \tan^2 \delta}$$

$$\frac{F}{x} = 2(k_c \cos^2 \delta + k_s \sin^2 \delta)$$

$$T_t = T_q + T_b$$

$$T_q = 6Se_c$$