
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2010/2011

November 2010

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] There are two main approaches that attempt to describe the elastic behaviour of rubber i.e. molecular and phenomenological approaches. Briefly explain the statistical theory in molecular approach used in rubber engineering applications.

Terdapat dua pendekatan utama yang menerangkan kelakuan elastik getah iaitu pendekatan molekul dan fenomena. Secara ringkas terangkan bagaimana teori statistik dalam pendekatan molekul digunakan dalam aplikasi kejuruteraan getah.

(40 marks/markah)

- [b] Discuss briefly with the assistance of schematic illustrations the behavior listed below:

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

Bincangkan dengan bantuan gambarajah skematik bagi kelakuan di bawah:

- (i) *Histeresis*
- (ii) *Kelakuan tak linear*
- (iii) *Kesan Payne (Payne's effect)*

(60 marks/markah)

2. [a] A circular disc with a diameter of 600 mm and thickness of 25 mm made from rubber has 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 disk bulat dengan diameter 600 mm dan ketebalan 25 mm diperbuat daripada getah mempunyai sifat-sifat berikut:

<i>Modulus Young</i>	<i>= 3.45 MN/m²</i>
<i>Modulus ricih</i>	<i>= 0.85 MN/m²</i>
<i>Modulus pukal</i>	<i>= 1150 MN/m²</i>
<i>Faktor pembetulan</i>	<i>= 0.72</i>

- (i) Using the classical approach, calculate the force required to compress it by 20%.

Menggunakan pendekatan klasik, kirakan daya yang diperlukan untuk memampatkannya sebanyak 20%.

(35 marks/markah)

- (ii) If the statistical approach is used, calculate the resulted force to compress it by 20%.

Jika pendekatan statistik, kirakan daya yang diperlukan untuk memampatkannya sebanyak 20%.

(35 marks/markah)

- (iii) If the Lindley approach is used, predict the results and explain why it is expected to be more accurate.

Jika pendekatan Lindley digunakan, ramalkan keputusan dan jelaskan mengapa keputusan yang dijangka adalah lebih tepat.

(30 marks/markah)

3. [a] The concept of laminated rubber unit is used in bridge bearing. Using the appropriate equations and/or sketches, discuss bridge bearing according to British requirement taking into accounts the live loads, dead loads, shape factor, bending, degree of shear, and elongation at break of the rubber.

Konsep unit getah terlaminat digunakan dalam galas jambatan. Menggunakan persamaan dan/atau lakaran yang sesuai, bincangkan galas jambatan mengikut keperluan British dengan mengambil kira beban hidup, beban mati, faktor bentuk, pembengkokan, darjah ricihan dan pemanjangan pada takat putus getah.

(60 marks/markah)

- [b] According to the inclined mounting model, the force-deformation behaviour of a mounting could be modified based on combination of shear and compression. Compare the force-deformation behaviour when force is applied for three different angles i.e. 0 degrees, 45 degrees, and 90 degrees.

Mengikut model cagak tercondong, kelakuan daya-canggaan sesuatu cagak boleh diubahsuai berdasarkan kombinasi ricihan dan mampatan. Bandingkan kelakuan daya canggaan cagak ini apabila daya dikenakan bagi 3 sudut yang berbeza iaitu 0 darjah, 45 darjah dan 90 darjah.

(40 marks/markah)

4. A rectangular rubber block bearing, measuring 80 mm x 50 mm x 12 mm (length x width x thickness), have the following rubber properties:

$$\text{Young's modulus} = 4.85 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Shear modulus} = 0.91 \text{ MN/m}^2$$

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

$$\text{Correction factor} = 0.64$$

Satu segiempat tepat blok galas getah yang berukuran 80 mm x 50 mm x 12 mm (panjang x lebar x tebal), diperbuat dengan getah yang mempunyai sifat-sifat berikut:

$$\text{Modulus Young} = 4.85 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Modulus ricih} = 0.91 \text{ MN/m}^2$$

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

$$\text{Faktor pembetulan} = 0.64$$

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

Dengan andaian kesan mampatan bulk 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 equal thickness sections by rigid shims, the load area and total thickness are the same so the shear spring rate remains unchanged, calculate the new compression spring rates and the ratio K_c/K_s .

Jika galas getah dibahagikan kepada 6 bahagian yang mempunyai ketebalan yang sama oleh kepipis tegar, luas pembebanan dan jumlah ketebalan adalah sama agar kadar ricihan spring kekal tidak berubah, kirakan kadar mampatan spring yang baru dan nisbah K_c/K_s .

(60 marks/markah)

...6/-

5. [a] A protected vulcanizate has a threshold energy for ozone crack growth G_z of 0.07 Jm^{-2} and for mechanico-oxidative crack growth G_o of 35 Jm^{-2} , the Young's modulus of the vulcanizate is 5 MPa and the largest of the naturally occurring flaws present is equivalent to a crack length 0.04 mm. Predict the threshold strain in simple extension for each type of cracking. [K taken as 2 and U is $0.5 Ee^2$ where E is the Young's modulus and e is the tensile strain]

Satu vulkanizat getah yang tidak dilindungi mempunyai tenaga ambang untuk perambatan carikan akibat ozon G_z pada 0.07 Jm^{-2} dan perambatan carikan akibat oksidatif mekanikal G_o pada 35 Jm^{-2} , Young modulus untuk vulkanizat ini ialah 5 MPa dan kecacatan semulajadi paling besar wujud adalah setara dengan panjang retak 0.04 mm. Jangkakan terikan ambang dalam pemanjangan mudah untuk setiap jenis perambatan carikan. [K diambil sebagai 2 dan U ialah $0.5 Ee^2$ dimana E ialah modulus Young dan e ialah terikan tensil].

(70 marks/markah)

- [b] Elaborate the mechanical fatigue of rubber in terms of tearing of rubber based on trouser test pieces.

Huraikan kelakuan mekanikal fatig untuk getah dalam konteks kelakuan pencarikan getah berdasarkan sampel ujian berbentuk seluar.

(30 marks/markah)

6. [a] Discuss how the transmissibility parameter is important in vibration isolation of rubber mount and how the types of rubber will influence the transmissibility.

Bincangkan bagaimana parameter transmisibiliti penting dalam pengasingan getaran bagi cagak getah dan bagaimanakah jenis getah yang berbeza akan mempengaruhi transmisibiliti.

(60 marks/markah)

- [b] What is skid resistance? There are three kinds of different frictional forces were generated depending on the different shapes of road surface. Compare these three frictional forces and their relations with the skid resistance of tire.

Apakah rintangan gelincir? Terdapat tiga jenis tenaga geseran berbeza yang terhasil bergantung kepada perbezaan bentuk permukaan jalan. Bandingkan tiga tenaga geseran ini dan perkaitannya dengan rintangan gelinciran bagi tayar.

(40 marks/markah)

APPENDIX / LAMPIRAN**Given Equations**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$G = 2KUc$$

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

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

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

$$T_t = T_q + T_b$$

$$T_q = 6Se_c$$