
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2014/2015 Academic Session

December 2014 / January 2015

EBP 420/2 – Rubber Engineering *[Kejuruteraan Getah]*

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please ensure that this examination paper contains EIGHT printed pages and ONE page ATTACHMENT before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN muka surat beserta SATU muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SIX questions.

[Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.]

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

*[Arahan: Jawab **EMPAT** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima 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 in the examination questions, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

1. [a] Deduce the suitable theories to explain the deviation of force – deformation behaviour from statistical theory prediction for elastic behaviour of rubber.

Simpulkan teori-teori yang sesuai untuk menerangkan perbezaan kelakuan daya-canggaan daripada ramalan teori statistik bagi menerangkan kelakuan elastik getah.

(40 marks/markah)

- [b] Explain briefly with the help of schematic illustrations the items listed below:

- (i) Mullin's effect
- (ii) Payne's effect
- (iii) Non-Linear Behaviour

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

- (i) *Kesan Mullin*
- (ii) *Kesan Payne*
- (iii) *Kelakuan tak linear*

(60 marks/markah)

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

$$\text{Young's modulus} = 3.45 \text{ MN/m}^2$$

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

$$\text{Bulk modulus} = 1050 \text{ MN/m}^2$$

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

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

$$\text{Modulus Young} = 3.45 \text{ MN/m}^2$$

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

$$\text{Modulus pukal} = 1050 \text{ MN/m}^2$$

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

- [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%.

(40 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 diperlukan untuk memampatkannya sebanyak 15%.

(40 marks/markah)

- [c] Explain why the expected results are more accurate if the Lindley approach is used.

Jelaskan kenapa keputusan yang dijangka adalah lebih tepat jika pendekatan Lindley digunakan.

(20 marks/markah)

3. [a] Explain the mechanical fatigue of rubber in terms of:

- (i) Tearing of rubber based on strip test pieces
- (ii) Fatigue crack growth behaviour

Jelaskan kelakuan mekanikal fatig untuk getah dalam konteks:

- (i) *Kelakuan pencarikan getah berdasarkan sampel ujian berbentuk jalur*
- (ii) *Kelakuan perambatan carikan fatig getah*

(60 marks/markah)

[b] A protected vulcanizate with 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 = 3 MPa

crack length = 0.03mm.

$K = 2$, $U = 0.5 Ee^2$

Predict the threshold energy for ozone crack growth if the natural occurring flaws increased to 0.07 mm

Satu vulkanizat getah yang dilindungi mempunyai sifat-sifat berikut:

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

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

Young modulus = 3 MPa

Panjang retak = 0.03 mm.

$K = 2$, $U = 0.5 Ee^2$

Ramalkan tenaga ambang untuk perambatan retak akibat ozon jika kecacatan semulajadi meningkat kepada 0.07 mm.

(40 marks/markah)

4. [a] Correlate the application of British requirements in bridge bearing design which include live loads, dead loads, shape factor, bending, degree of shear, and elongation at break of the rubber.

Berikan hubung kait penggunaan keperluan British dalam merencanakan galas jambatan dengan menyertakan beban hidup, beban mati, faktor bentuk, pembengkokan, darjah ricihan dan pemanjangan pada takat putus getah.

(60 marks/markah)

- [b] Illustrate the force-deformation behaviour for V-fender based on shear load, compression load, and total load.

Sila tunjukkan kelakuan daya-canggaan untuk Fender-V, berdasarkan beban ricihan, beban mampatan dan beban keseluruhan.

(40 marks/markah)

5. A circular disc with measuring diameter of 700 mm and thickness of 30 mm made with rubber has the following properties:

$$\text{Young's modulus} = 3.25 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Shear modulus} = 0.72 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Bulk modulus} = 1062 \text{ MN/m}^2$$

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

Satu cakera bulat dengan ukuran diameter 700 mm dan ketebalan 30 mm diperbuat daripada getah mempunyai sifat-sifat seperti berikut:

$$\text{Modulus Young} = 3.25 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Modulus ricih} = 0.72 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Modulus pukal} = 1062 \text{ MN/m}^2$$

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

- [a] Calculate compression and shear spring rates and the ratio K_c/K_s

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 5 equal thickness sections by rigid shims, estimate the new compression spring rates, shear spring rates and ratio K_c/K_s .

Jika gelas getah dibahagikan kepada 5 bahagian yang mempunyai ketebalan yang sama oleh kepipis tegar, tentukan kadar mampatan spring dan kadar ricihan spring dan nisbah K_c/K_s yang baru.

(60 marks/markah)

6. [a] Explain the important of transmissibility parameter in earthquake rubber bearing design. Differentiate the influence of transmissibility behaviour between Natural Rubber and Synthetic rubber.

Jelaskan kepentingan parameter transmisibiliti dalam rekaan pengasingan getaran bagi cagak getah gempa bumi. Berikan perbezaan antara getah asli dan getah sintetik terhadap kelakuan transmisibiliti.

(60 marks/markah)

- [b] Describe the influence of frictional forces on the skid resistance behaviour of tire.

Terangkan pengaruh tenaga geseran terhadap sifat rintangan gelinciran bagi tayar.

(40 marks/markah)