

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2007/2008

April 2008

## **EBP 204/3 - Elastomeric Materials** **[Bahan Elastomer]**

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains NINE printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper contains SEVEN questions.

*[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]*

**Instructions:** Answer FIVE questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions in the answer sheet will be graded.

**[Arahan:** Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk setiap 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.]*

1. [a] Discuss 3 type of interactions which occur when filler are added in rubber compounds.

*Bincangkan 3 jenis interaksi yang terjadi apabila pengisi ditambahkan ke dalam sebatian getah.*

(30 marks/markah)

- [b] The interaction of particulate filler with rubber is dependent on:

- (i) Extensity factor
- (ii) Intensity factor and
- (iii) Geometrical factor

Explain.

*Interaksi pengisi partikulat dengan getah adalah bergantung kepada:*

- (i) *Faktor Ekstensiti*
- (ii) *Faktor Intensiti dan*
- (iii) *Faktor Geometri*

*Jelaskan.*

(40 marks/markah)

- [c] What do you understand with "Bueche Chain Breaking Mechanism between Filler Particles"? How this reinforcement mechanism can be used to explain "The Mullin Effect"?

*Apakah yang anda faham dengan "Mekanisme Pemutusan Rantai Bueche di antara Partikel Pengisi"? Bagaimana mekanisme ini boleh digunakan untuk menerangkan "Kesan Mullin"?*

(30 marks/markah)

2. [a] Discuss how the crosslink density of rubber vulcanizates can be determined using the following **two** equations:

*Bincangkan bagaimana ketumpatan sambung silang vulkanizat getah boleh ditentukan dengan menggunakan **dua** persamaan berikut:*

- (i) Kinetic Theory of Elasticity (Tensile Test)

*Teori Kinetik Kekenyalan (Ujian Tensil)*

$$\sigma = RT\nu \left( \lambda - \frac{1}{\lambda^2} \right) \text{----- (1)}$$

- (ii) Swelling Measurement

*Pengukuran Pembengkakan*

$$\nu = \frac{1}{V_s} \left[ \frac{(\ln(1 - V_r) + V_r + \chi V_r^2)}{(V_r^{1/3} - \frac{1}{2} V_r)} \right] \text{----- (2)}$$

(50 marks/markah)

- [b] Give **3** reasons for using white fillers in rubber compounds and how these white fillers can be categorized based on particle size.

*Berikan **3** sebab penggunaan pengisi-pengisi putih di dalam sebatian getah dan bagaimana pengisi-pengisi putih ini boleh dikategorikan berdasarkan saiz partikel?*

(30 marks/markah)

- [c] What do you know about coupling agent? Using the general structure of coupling agent i.e.  $(\text{RO})_3\text{Si}-\text{R}'-\text{Si}(\text{OR})_3$  explain how it can be used to improve the filler-rubber interaction.

*Apakah yang anda tahu tentang agen pengkupel? Menggunakan struktur umum agen pengkupel iaitu  $(\text{RO})_3\text{Si}-\text{R}'-\text{Si}(\text{OR})_3$  jelaskan bagaimana ianya boleh digunakan untuk meningkatkan interaksi getah-pengisi.*

(20 marks/markah)

...4/-

3. [a] Using a suitable diagram explain **3** types of nanocomposites which might occur when organoclay is incorporated in rubber compound.

*Menggunakan rajah yang bersesuaian, jelaskan **3** jenis komposit nano yang mungkin terjadi apabila tanahliat organo disebatikan di dalam sebatian getah.*

(30 marks/markah)

- [b] There are **3** methods where rubber-clay nanocomposites can be prepared i.e.:

- (i) In-situ polymerization
- (ii) Solvent method
- (iii) Melt intercalation

Discuss.

*Terdapat **3** kaedah di mana komposit nano getah-tanahliat boleh disediakan iaitu:*

- (i) *Pempolimeran in-situ*
- (ii) *Kaedah pelarut*
- (iii) *Interkalasi leburan*

*Bincangkan.*

(40 marks/markah)

- [c] What are the **advantages** and **disadvantages** of nanocomposites over microcomposites?

*Apakah **kelebihan-kelebihan** dan **kekurang-kekurangan** komposit nano berbanding komposit mikro?*

(30 marks/markah)

4. [a] Give 9 major reasons why testing of vulcanized rubber need to be performed.

*Berikan 9 sebab-sebab utama mengapa pengujianan getah tervulkan perlu dilakukan.*

*(20 marks/markah)*

- [b] Explain briefly how fatigue resistance test, aging test and resistance to fluid test were carried out.

*Jelaskan secara ringkas bagaimana ujian rintangan fatig, ujian penuaan dan ujian rintangan bendalir dilakukan.*

*(30 marks/markah)*

- [c] The vulcanization process of elastomer can be described by rheometer curve. With appropriate diagram, discuss three stages of curing characteristics of elastomer compound as below:

- (i) Induction and scorch
- (ii) Curing
- (iii) Over cured

*Proses pemvulkanan bahan elastomer dapat digambarkan melalui keluk reometer. Dengan gambarajah yang sesuai, bincangkan tiga peringkat kelakuan pematangan sebatian elastomer seperti dibawah:*

- (i) Induksi dan skorj*
- (ii) Pematangan*
- (iii) Lampau matang*

*(50 marks/markah)*

5. [a] Please show an example of rubber processing flow chart from raw rubber to rubber product by identifying the process involved. Give the definition of process involved and state the equipments that will be used.

*Tunjukkan satu contoh carta alir pemprosesan getah mentah menjadi satu produk getah dengan mengenalpasti proses yang terlibat. Berikan definisi proses yang terlibat dan nyatakan peralatan yang akan digunakan.*

(70 marks/markah)

- [b] Discuss two of the forming techniques or vulcanization techniques given below:

- (i) Calendering
- (ii) Extrusion
- (iii) Transfer moulding
- (iv) Injection moulding

*Bincangkan dua daripada teknik pembentukan atau teknik pemvulkanan yang diberikan di bawah:*

- (i) *Perkalenderan*
- (ii) *Pengekstrudan*
- (iii) *Pengacuanan pindahan*
- (iv) *Pengacuanan suntikan*

(30 marks/markah)

6. [a] Referring to the elastomer compound formulation below, discuss the function of compounding ingredients used. Identify the vulcanization system used and sketch the types of crosslinks obtained from this vulcanization system.

*Merujuk kepada formulasi sebatian elastomer di bawah, bincangkan fungsi setiap ramuan penyebatian. Kenalpasti sistem pemvulkanan yang digunakan dan lakarkan jenis sambung-silang yang terhasil dari sistem pemvulkanan tersebut.*

<b>Ingredients</b> <i>Ramuan</i>	<b>Amount in pphr</b> <i>Jumlah dalam pphr</i>
Standard Malaysian Rubber CV 60 <i>Getah Malaysia piawaian CV 60</i>	100
Calcium Carbonate <i>Kalsium karbonat</i>	40
Naphthenic oil <i>Minyak naftenik</i>	5
Alkylated Bis-phenols <i>Alkylated Bis-phenols</i>	2
Stearic acid <i>Acid stearik</i>	2
Zinc Oxide <i>Zink oksida</i>	5
CBS <i>CBS</i>	5
Sulphur <i>Sulfur</i>	1

(70 marks/markah)

- [b] After the elastomer has been compounded with required ingredients, processed and formed, it is cured. The properties of a elastomer vulcanizates are determine by the state of cured. Explain briefly the differences in the determination of state of cure using the Mooney-Rivlin and Flory-Rehner equations.

*Selepas elastomer disebatikan dengan ramuan yang diperlukan, diproses dan dibentuk, ia akan dimatangkan. Sifat-sifat vulkanizat elastomer adalah ditentukan berdasarkan darjah pematangannya. Jelaskan secara ringkas perbezaan menggunakan persamaan Mooney-Rivlin dan Flory-Rehner dalam menentukan darjah pematangan.*

(30 marks/markah)

7. [a] Elastomeric materials are unique materials and are used in miscellaneous engineering applications. Briefly, discuss two of elastomeric products below:
- (i) Engine mounts
  - (ii) Bridge bearing
  - (iii) Earthquake bearing
  - (iv) Conveyor belts

*Bahan elastomer merupakan bahan yang unik dan banyak digunakan dalam pelbagai aplikasi kejuruteraan. Secara ringkas, bincangkan dua daripada produk elastomer di bawah:*

- (i) *Cagak enjin (Engine mounts)*
- (ii) *Galas jambatan (Bridge bearing)*
- (iii) *Galas gempa bumi (Earthquake bearing)*
- (iv) *Tali sawat penyampai (Conveyor belts)*

(60 marks/markah)

- [b] Elastomer may be classified according to their service performance in three groups; general-purpose elastomers, high-performance elastomers and specialty elastomer. Discuss in brief one of high performance elastomers and one specialty elastomer that you know.

*Elastomer boleh dikelaskan kepada tiga kumpulan; elastomer kegunaan umum, elastomer berprestasi tinggi dan elastomer khusus. Bincangkan secara ringkas satu jenis elastomer berprestasi tinggi dan satu elastomer khusus yang anda tahu.*

(40 marks/markah)