

**PART A / BAHAGIAN A**

- (1). (a). Provide formulation to produce 70 kg of yellow rubber compound using an efficient sulphur vulcanization system. With referring to the chosen formulation, discuss the function of each compounding ingredient.

*Berikan formulasi untuk menghasilkan 70 kg sebatian getah berwarna kuning menggunakan sistem pemvulkanan sulfur tercekap. Merujuk kepada formulasi yang dipilih, bincangkan fungsi setiap ramuan penyebatian.*

(12 marks/markah)

- (b). Briefly explain how the choices of primary and secondary accelerators in sulphur vulcanization systems can affect the curing behavior of the rubber compound.

*Jelaskan secara ringkas bagaimana pemilihan pencepat primer dan sekunder dalam sistem pemvulkanan sulfur boleh mempengaruhi kelakuan pematangan sebatian getah.*

(8 marks/markah)

- (2). (a). With the aid of chemical structure, explain why polybutadiene (BR) commonly used to blend with natural rubber (NR) for the tire thread application.

*Dengan bantuan struktur kimia, jelaskan kenapa polibutadiena (BR) kebiasaannya telah digunakan dalam gaulan dengan getah asli untuk kegunaan bunga tayar.*

(10 marks/markah)

...3/-

- (b). (i). Explain the type of fillers and their function that are commonly used in elastomer materials for tire tread application.

*Terangkan jenis pengisi dan fungsinya yang selalu digunakan di dalam bahan elastomer untuk aplikasi bunga tayar.*

*(4 marks/markah)*

- (ii). Understanding reinforcement theory is very important prior to explaining the rubber vulcanizate properties. With the aid of illustration, discuss the theory of Bueche Chain Breaking Mechanism between Particles.

*Kefahaman terhadap teori penguatan adalah penting untuk menerangkan sifat-sifat getah vulkanizat. Dengan bantuan ilustrasi, bincangkan teori Mekanisma Rantainya Putus Bueche diantara Zarah-zarah.*

*(6 marks/markah)*

- (3). (a) Tubeless tires and radial tires produced by ABC Industrial Limited Company are having low tensile strength (less than 10 MPa). The minimum tensile strength required for both tires is about 24 MPa. As an Engineer, you are responsible for this technical issue. What is your plan and action to rectify this problem?

*Tayar tanpa tiub dan tayar radial yang dihasilkan oleh Syarikat ABC Sdn. Bhd. mengalami kekuatan tegangan yang rendah (kurang daripada 10 MPa). Kekuatan tegangan minimum yang diperlukan untuk kedua-dua tayar adalah sekitar 24 MPa. Sebagai seorang Jurutera dan bertanggungjawab di atas isu teknikal tersebut. Apakah cadangan dan tindakan anda untuk memperbetulkan masalah itu?*

*(10 marks/markah)*

**...4/-**

- (b). (i). Car wiper blades are prone to degradation. What type of testing that you need to perform for these wiper blades?

*Bilah pencuci cermin kereta mudah terdedah kepada degradasi. Apakah jenis ujian yang perlu dilakukan untuk bilah pencuci kereta ini?*

(2 marks/markah)

- (ii). Justify your answer in 3 (b) (i).

*Berikan justifikasi jawapan anda 3 (b) (i).*

(8 marks/markah)

...5/-

**PART B / BAHAGIAN B**

- (4). (a). Illustrate a rubber processing flow chart from raw rubber to rubber engine mount product. Identify the process involved and equipment that will be used.

*Tunjukkan carta alir pemprosesan getah mentah menjadi produk pelekap enjin getah dengan mengenal pasti proses yang terlibat dan peralatan yang akan digunakan.*

(10 marks/markah)

- (b). Based on the torque-time graph from the Moving Die Rheometer (MDR) at 160°C; the  $t_{90}$  obtained is 14 min and  $t_{s1}$  obtained is 2 min. Explain the effect of curing temperature on the curing behavior of rubber.

*Berdasarkan graf tork-masa dari Reometer Dai Bergerak (MDR) pada 160°C;  $t_{90}$  yang diperolehi ialah 14 minit dan  $t_{s1}$  yang diperolehi ialah 2 minit. Jelaskan kesan suhu pematangan pada kelakuan pematangan rubber.*

(10 marks/markah)

- (5). (a). The elastomeric material can be classified into a few groups according to four different aspects. Explain TWO (2) of the classifications with an example of the elastomer.

*Bahan elastomer boleh diklasifikasikan kepada beberapa kumpulan bergantung kepada empat aspek yang berbeza. Jelaskan DUA (2) dari pengkelasan ini dengan contoh jenis elastomer.*

(10 marks/markah)

...6/-

- (b). Based on the example of elastomer in 5 (a), describe the importance of the choice of elastomer in designing elastomeric products.

*Berdasarkan contoh jenis elastomer dalam 5 (a), jelaskan kepentingan pemilihan elastomer dalam merekabentuk produk elastomer.*

(10 marks/markah)

**PART C / BAHAGIAN C**

- (6). (a). Describe the relationship between filler particles-rubber matrix compatibility and properties of the vulcanizates. Give ONE (1) example to support your explanations.

*Jelaskan hubungan keserasian diantara partikel bahan pengisi-matrik getah dan sifat-sifat vulkanizat. Berikan SATU (1) contoh untuk menyokong penjelasan anda*

(10 marks/markah)

- (b). Elaborate on the classifications of carbon black

*Perincikan klasifikasi karbon hitam*

(10 marks/markah)

- (7). (a). Hardness value can be predicted based on  $M_H$  value and crosslink density. Explain the method of how to perform the hardness test,  $M_H$  value and crosslink density of rubber vulcanizates.

*Nilai kekerasan boleh dijangka berdasarkan dengan nilai  $M_H$  dan ketumpatan sambung-silang. Terang cara bagaimana untuk melakukan ujian kekerasan, nilai  $M_H$  dan ketumpatan sambung silang vulkanizat getah.*

(15 marks/markah)

- (b). Discuss the relationship between hardness property,  $M_H$  value and crosslink density.

*Bincangkan hubungan diantara sifat kekerasan, nilai  $M_H$  dan ketumpatan sambung-silang.*

(5 marks/markah)