

**PART A / BAHAGIAN A**

- (1). (a). Explain the basic steps involve in addition polymerization and condensation polymerization.

*Terangkan langkah-langkah utama bagi pempolimeran tambahan dan pempolimeran kondensasi*

(6 marks/markah)

- (b). Explain on how the rate of cooling affect the formation of crystal in semi-crystalline polymer. Consequently, discuss how the amount of crystal and its size affect the properties of polymer in general.

*Terangkan bagaimana kadar penyejukan mempengaruhi pembentukan hablur bagi polimer separa hablur. Seterusnya, bincangkan bagaimana jumlah hablur dan saiznya mempengaruhi sifat-sifat am polimer.*

(6 marks/markah)

- (c). Polymer chain length, stereoregularity, polar groups and chain branching affect the crystallinity of polymers to a greater extent. Define each of these factors and comment on how each factor affect the crystallinity of the polymers.

*Panjang ikatan polimer, stereoregulariti, kumpulan polar dan pencabangan ikatan memberi kesan yang banyak terhadap kehabluran polimer. Nyatakan maksud faktor-faktor tersebut dan komen bagaimana setiap faktor mempengaruhi kehabluran polimer.*

(8 marks/markah)

...3/-

- (2). (a). Die swell, Weissenberg effect and fluid memory are among the viscoelastic effect of non-Newtonian fluids. Explain any two phenomena in relation with its behaviour.

*Pembengkakan acuan, kesan Weissenberg dan ingatan bendalir adalah antara kesan likatkenyal cecair bukan Newtonian. Terangkan mana-mana dua fenomena dan kaitkan dengan kelakuannya.*

(6 marks/markah)

- (b). Define creep. Interpret the creep curve (Figure 1) according to different conditions and what are the useful information can be obtained from creep curve.

*Takrifkan rayapan. Tafsirkan lengkung rayapan (Rajah 1) mengikut keadaan yang berbeza dan apakah maklumat berguna yang boleh diperolehi daripada lengkung rayapan.*

(6 marks/markah)

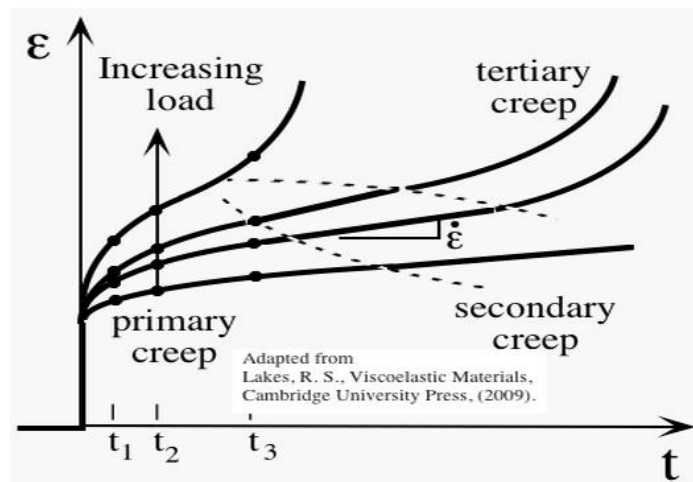


Figure 1 Creep curve  
Rajah 1 Lengkung rayapan

...4/-

- (c). Thermoforming is a manufacturing process for large parts such as swimming pool and motor vehicle parts. Briefly discuss the basic principles involve in thermoforming and list the advantages and disadvantages of thermoforming.

*Pembentukan berhaba ialah proses pembuatan untuk bahagian-bahagian besar seperti kolam renang dan bahagian kenderaan bermotor. Bincangkan secara ringkas prinsip asas yang terlibat dalam pembentukan berhaba dan senaraikan kebaikan dan keburukan pembentukan berhaba.*

(8 marks/markah)

- (3). (a). Discuss the mechanism of crystal formation in polymer from polymer melt during solidification process.

*Bincangkan mekanisma pembentukan hablur di dalam polimer bermula dari cairan polimer.*

(10 marks/markah)

- (b). Polymers behave differently based on its structure, and other external factors. They can be grouped into Soft & Weak, Hard & Brittle, Hard & Strong, Soft & Tough and Hard & Tough. Based on Figure 2, classify the grouping of each material and discuss in terms of its structure-property relationship.

*Polimer berkelakuan secara berbeza berdasarkan strukturnya, dan faktor-faktor luaran yang lain. Ia boleh dikelaskan kepada Lembut & Lemah, Keras & Rapuh, Keras & Kuat, Lembut & Tegar dan Keras & Tegar. Berdasarkan Rajah 2, kelaskan pengelompokan setiap bahan dan bincangkan dari segi perhubungan struktur-sifatnya.*

(10 marks/markah)

...5/-

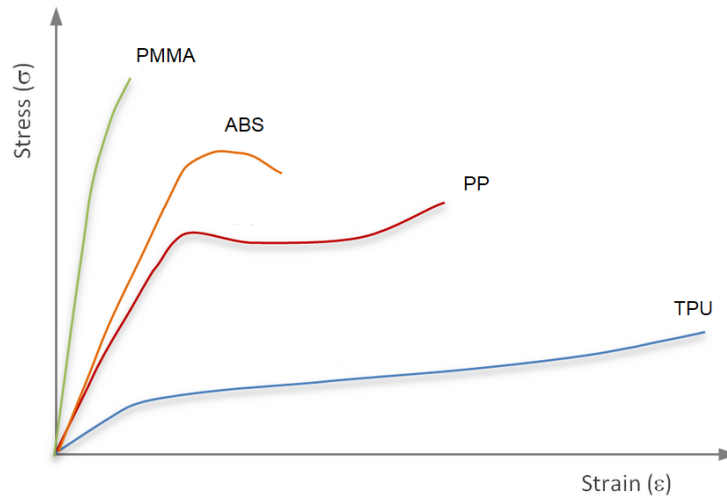


Figure 2 Stress-strain curve of different polymers

*Rajah 2 Lengkok regangan-terikan bagi pelbagai polimer*

**PART B / BAHAGIAN B**

- (4). (a). Plastics made from fossil fuels are just over a century old. Explain the importance or benefits of plastic which caused its production to increase exponentially, from 2.3 million tons in 1950 to 448 million tons by 2015.

*Plastik diperbuat daripada bahan api fosil dan berusia lebih satu abad. Terangkan kepentingan atau faedah plastik yang menyebabkan pengeluarannya meningkat secara eksponen, daripada 2.3 juta tan pada tahun 1950 kepada 448 juta tan menjelang 2015.*

(5 marks/markah)

- (b). Write a short note on any TWO of the following topics.

*Tulis nota ringkas tentang mana-mana DUA daripada topik berikut.*

- (i). TWO consumer actions for minimal environmental impact other than recycling

*DUA tindakan pengguna yang memberi kesan minimum kepada alam sekitar selain daripada kitar semula*

- (ii). Issues related to environmental impact of plastic and paper grocery bags.

*Isu-isu berkaitan impak beg runcit plastik dan kertas terhadap alam sekitar.*

- (iii). Advantages and disadvantages of sanitary landfill.

*Kebaikan dan keburukan tapak pelupusan sanitari.*

(8 marks/markah)

...7/-

- (c). Biodegradable plastics offers a promising strategy to plastic waste management. The main uses of biodegradable plastics are in the packaging applications. Give examples of biodegradable plastics and discuss the advantages and disadvantages of biodegradable plastics.

*Plastik biodegradasi menawarkan strategi yang menjamin kepada pengurusan sisa plastik. Kegunaan utama plastik terbiodegradasi adalah dalam aplikasi pembungkusan. Berikan contoh-contoh plastik terbiodegradasi dan bincangkan kebaikan dan keburukan plastik terbiodegradasi.*

(7 marks/markah)

- (5). (a). Name 3 common type of thermoplastic polymers used in daily life and its application. List down its possible uses when recycled.

*Namakan 3 jenis polimer termoplastik yang biasa digunakan dalam kehidupan harian dan aplikasinya. Senaraikan kemungkinan kegunaannya apabila dikitar semula.*

(6 marks/markah)

- (b). Source reduction basically involves the design and manufacture stage. Define source reduction. Give suitable examples on source reduction at the design stage.

*Pengurangan sumber pada asasnya melibatkan peringkat reka bentuk dan pembuatan. Takrifkan pengurangan sumber. Berikan contoh-contoh yang sesuai bagi pengurangan sumber pada peringkat reka bentuk.*

(6 marks/markah)

...8/-

- (c). Plastics in general are harmful to the environment. Identify the adverse effects of plastic to the environment. Some may argue that plastics should be replaced with alternative materials. Explain the possible alternative materials to replace plastic in consumer goods sector with suitable examples.

*Plastik secara amnya berbahaya kepada alam sekitar. Kenalpasti kesan buruk plastik kepada alam sekitar. Sesetengah orang berpendapat bahawa plastik harus diganti dengan bahan alternatif. Terangkan bahan alternatif yang mungkin untuk menggantikan plastik dalam sektor barangan pengguna bersama contoh yang sesuai.*

(8 marks/markah)

...9/-

**PART C / BAHAGIAN C**

- (6). (a). Properties of polymers can be modified using various additive such as plasticizer. Propose one example of polymer where plasticizer can be used to modify its properties and state the change in the properties induced by the selected plasticizer.

*Sifat-sifat polimer boleh diubah melalui penggunaan pelbagai bahan tambah contohnya bahan pemplastik. Cadangkan satu contoh polimer di mana bahan pemplastik digunakan untuk mengubasuai sifat polimer tersebut dan nyatakan perubahan sifat-sifat tersebut.*

(6 marks/markah)

- (b). Chain entanglement, summation of intermolecular forces and time scale motion in polymer make polymer unique in comparison with other materials. Discuss how these factors influence the behaviour of polymers

*Penggumpalan ikatan, jumlah daya ikatan antara molekul dan skala pergerakan di dalam polimer menjadikan polimer unik berbanding bahan lain. Bincangkan bagaimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi kelakuan polimer.*

(6 marks/markah)

- (c). Define ductile and brittle polymers. With the aid of schematic diagram stress-strain curve, show clearly the differences between ductile and brittle polymers and explain the differences.

*Takrifkan polimer mulur dan polimer rapuh. Dengan bantuan gambarajah skematik tegasan-terikan, tunjukkan dengan jelas perbezaan di antara kedua-dua polimer dan terangkan perbezaan-perbezaan tersebut.*

(8 marks/markah)

...10/-



- (7). (a). Explain two types of isomerism. With a suitable example, draw the atomic arrangement of each isomer.

*Terangkan dua jenis isomer. Dengan contoh yang sesuai, lukiskan susunan atom bagi setiap isomer.*

(6 marks/markah)

- (b). Figure 2 shows the variation of specific volume with temperature for amorphous polymer, semi-crystalline polymer and pure crystalline materials. Discuss why the change in volume at glass transition temperature ( $T_g$ ) and melting temperature ( $T_m$ ) is highest for amorphous followed by semi-crystalline and crystalline materials. Consequently, comment on why the change in specific volume is always higher at melting temperature ( $T_m$ ) than at glass transition temperature ( $T_g$ ).

*Rajah 2 menunjukkan perubahan isipadu spesifik melawan suhu bagi bahan polimer amorfus, separa-hablur dan hablur. Bincangkan mengapa perubahan isipadu pada suhu peralihan kaca ( $T_g$ ) dan suhu peleburan ( $T_m$ ) adalah tertinggi bagi bahan polimer amorfus dan diikuti oleh polimer separa hablur dan bahan hablur asli. Seterusnya, komen mengenai perubahan isipadu yang lebih tinggi pada takat suhu peleburan ( $T_m$ ) berbanding suhu peralihan kaca ( $T_g$ ).*

...11/-

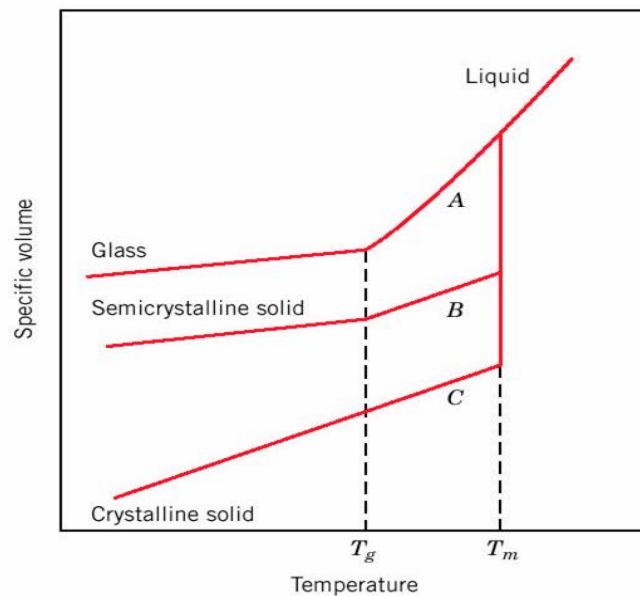


Figure 2: Variation of specific volume with temperature for amorphous polymer, semi-crystalline polymer and crystalline polymer

Rajah 2: Perubahan isipadu spesifik terhadap suhu bagi polimer amorfus, polimer semi hablur dan polimer hablur.

(8 marks/markah)

- (c). Illustrate typical stress-strain curve and discuss on how the temperature and strain rate affect the tensile properties of polymers.

*Ilustrasikan lengkung tegangan-terikan bagi polimer dan bincangkan bagaimana suhu dan keadaan terikan mempengaruhi sifat-sifat tegangan polimer.*

(6 marks/markah)

