

SULIT



Second Semester Examination
2024/2025 Academic Session

July/August 2025

EBB 220/3 – Engineering Polymers
[Polimer Kejuruteraan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN (11) printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS (11) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **Part A is COMPULSORY**. Answer **ONE (1)** question from PART B and **ONE (1)** question from PART C. All questions carry the same marks.

[Arahan : Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab**. Jawab **SATU (1)** soalan dari BAHAGIAN B dan **SATU (1)** soalan dari BAHAGIAN C. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

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

Should any candidate be caught cheating or in possession of materials not authorised to be brought into the Examination Hall during the examination, appropriate disciplinary action will be taken against the candidate concerned. In the event a candidate is found guilty of cheating, he/she can be expelled from the University.

[Sekiranya seseorang calon didapati meniru/menipu ataupun mempunyai bahan-bahan yang tidak dibenarkan dibawa ke dalam Dewan Peperiksaan semasa peperiksaan diadakan, tindakan disiplin yang sewajarnya akan dikenakan terhadap calon berkenaan. Jika seseorang calon didapati bersalah meniru/menipu beliau boleh disingkir dari Universiti.]

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). Polymerization of polymers can be classified into two most important categories. Discuss about these two types of polymerization techniques by outlining their differences, advantages and disadvantages. Consequently, describe one example of a polymer produced using each of the selected polymerization methods.

Pempolimeran polimer boleh dibahagikan kepada dua kategori terpenting. Bincangkan dua proses pempolimeran ini dengan memberikan perbezaan-perbezaan, kelebihan-kelebihan dan kekurangannya. Seterusnya, terangkan satu contoh polimer yang dihasilkan melalui setiap jenis kaedah pempolimeran yang dipilih.

(6 marks/markah)

- (b). Chain entanglement, the summation of intermolecular forces and time scale motion in polymer make polymer unique in compared to other materials. Discuss how these factors influence the behavior 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 sifat-sifat polimer.

(6 marks/markah)

- (c). Figure 1 shows the effect of temperature and strain rate on the stress-strain response of polymers. Discuss with a suitable example why the mechanical behavior of polymers is affected by the strain rate and temperature.

Rajah 1 menunjukkan kesan suhu dan kadar terikan ke atas graf tegasan-terikan bagi polimer. Terangkan dengan contoh yang sesuai mengapa sifat-sifat mekanik polimer berubah terhadap suhu dan kadar terikan.

(8 marks/markah)

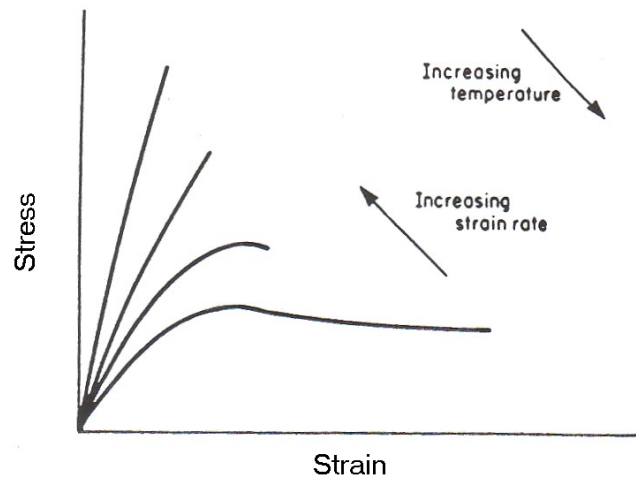


Figure 1: Effect of strain rate and temperature on the stress-strain response of polymers

Rajah 1: Kesan suhu dan kadar terikan ke atas graf tegasan-terikan bagi polimer

- (2). Viscoelastic materials, such as polymers, exhibit both elastic and viscous behavior when subjected to mechanical loads. To understand and predict their time-dependent deformation characteristics, several mechanical models have been developed using combinations of springs and dashpots. Among the most commonly used are the Maxwell model, the Voigt (Kelvin) model, and the Standard Linear Solid (SLS) model. Each of these models helps explain how viscoelastic materials respond to stress and strain over time.

Bahan viskoelastik, seperti polimer, mempamerkan kedua-dua sifat elastik dan likat apabila dikenakan beban mekanikal. Untuk memahami dan meramalkan ciri-ciri ubahbentuk bergantung kepada masa, beberapa model mekanik telah dibangunkan dengan menggunakan gabungan spring dan 'dashpot'. Antara model yang paling biasa digunakan ialah model Maxwell, model Voigt (Kelvin), dan model Pepejal Linear Piawai (Standard Linear Solid, SLS). Setiap model ini membantu menerangkan bagaimana bahan viskoelastik bertindakbalas terhadap tegasan dan regangan mengikut masa.

...4/-

- (a). Compare the Maxwell and Voigt (Kelvin) models in terms of their mechanical structure, stress-strain behavior, and applicability to viscoelastic phenomena.

Bandingkan model Maxwell dan Voigt (Kelvin) dari segi struktur mekanikal, tingkah laku tegasan-regangan, dan kesesuaiannya terhadap fenomena viskoelastik

(10 marks/markah)

- (b). Explain why a Standard Linear Solid (SLS) model offers a better prediction of polymer behavior under both creep and stress relaxation.

Terangkan mengapa model Pepejal Linear Piawai (SLS) memberikan ramalan yang lebih baik terhadap tingkah laku polimer dalam keadaan rayapan (creep) dan relaksasi tegasan (stress relaxation).

(10 marks/markah)

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

Panjang ikatan polimer, "stereoregularity", kumpulan polar dan pencabangan ikatan memberi kesan yang banyak terhadap kehabluran polimer. Nyatakan maksud faktor-faktor di atas dan komen bagaimana setiap faktor mempengaruhi kehabluran polimer.

(10 marks/markah)

- (b). A polymer component failed after prolonged exposure to constant loading in a high temperature environment. Based on your understanding, identify the most likely failure mechanism and describe how material's behavior under these conditions contributes to failure.

Satu komponen polimer telah mengalami kegagalan selepas berada di bawah beban malar untuk jangka masa yang lama dalam persekitaran yang panas. Berdasarkan pemahaman anda, kenal pasti mekanisma kegagalan yang mungkin berlaku dan huraikan bagaimana tingkah laku bahan dalam keadaan ini menyumbang kepada kegagalan tersebut.

(10 marks/markah)

...6/-

PART B / BAHAGIAN B

- (4). Effective waste management plays a crucial role in reducing environmental impact and promoting sustainability. One of the key frameworks used globally to guide waste handling practices is the Waste Management Hierarchy. This hierarchy ranks waste management strategies according to their desirability in terms of environmental outcomes.

Pengurusan sisa yang berkesan memainkan peranan penting dalam mengurangkan kesan alam sekitar dan mempromosikan kelestarian. Salah satu kerangka utama yang digunakan di peringkat global untuk membimbing amalan pengendalian sisa ialah Hirarki Pengurusan Sisa. Hirarki ini menyusun strategi pengurusan sisa mengikut tahap keutamaan berdasarkan hasil alam sekitar yang diingini.

Using your understanding of this concept, demonstrate how it can be applied to real-world waste decisions and evaluate its importance in supporting sustainable development.

Berdasarkan pemahaman anda tentang konsep ini, tunjukkan bagaimana ia boleh diterapkan dalam keputusan pengurusan sisa di dunia sebenar dan nilai kepentingannya dalam menyokong pembangunan mampan.

- (a). Explain the concept of the Waste Management Hierarchy and arrange the five main waste management practices in order of preference, starting from the most to least favored.

Terangkan konsep Hirarki Pengurusan Sisa dan susunkan lima amalan utama pengurusan sisa mengikut susunan keutamaan, bermula daripada yang paling digalakkan hingga yang paling kurang digalakkan.

(10 marks/markah)

...7/-

- (b). Analyze and justify the environmental significance of each step in the hierarchy, considering how each contributes to waste reduction and environmental protection.

Huraikan dan justifikasikan kepentingan setiap langkah dalam hirarki tersebut dari sudut alam sekitar, dengan mengambilkira bagaimana setiap satunya menyumbang kepada pengurangan sisa dan perlindungan alam sekitar.

(10 marks/markah)

- (5). As industries strive to reduce their environmental impact, source reduction also known as waste prevention, has become a key focus in packaging design. Especially in plastic packaging, making smarter choices in materials and design can significantly reduce the amount of plastic used, lower emissions, and improve sustainability outcomes across the product life cycle.

Apabila industri berusaha untuk mengurangkan kesan alam sekitar mereka, pengurangan dari sumber atau juga dikenali sebagai pencegahan sisa telah menjadi tumpuan utama dalam reka bentuk pembungkusan. Khususnya dalam pembungkusan plastik, pemilihan bahan dan reka bentuk yang lebih bijak boleh mengurangkan jumlah plastik yang digunakan, menurunkan pelepasan, dan meningkatkan hasil kelestarian sepanjang kitar hayat produk

- (a). Explain the principles of source reduction in the context of plastic packaging. Provide examples of how material selection and design strategies—such as lightweighting or modular design—have been used to reduce plastic usage in packaging.

Terangkan prinsip pengurangan sumber dalam konteks pembungkusan plastik. Berikan contoh bagaimana pemilihan bahan dan strategi reka bentuk, seperti reka bentuk ringan (lightweighting) atau reka bentuk modular telah digunakan untuk mengurangkan penggunaan plastik dalam pembungkusan.

(10 marks/markah)

...8/-

- (b). Propose a material substitution for a commonly used plastic item (e.g., single-use plastic cutlery or shopping bags). Clearly describe your choice of alternative material.

Cadangkan satu penggantian bahan bagi satu barangan plastik yang biasa digunakan (contohnya: sudu plastik sekali guna atau beg plastik beli-belah). Terangkan dengan jelas pilihan bahan alternatif anda.

(5 marks/markah)

- (c). Analyze the sustainability implications of your proposed substitution. Consider environmental impact, resource efficiency, end-of-life options, and trade-offs in functionality or cost.

Analisis implikasi kelestarian bagi penggantian yang dicadangkan. Pertimbangkan kesan terhadap alam sekitar, kecekapan sumber, pilihan akhir hayat (end-of-life), serta kompromi dari segi fungsi atau kos.

(5 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

- (6). (a). Explain five factors affecting the melting temperature (T_m) and glass transition temperature (T_g) of polymers.

Terangkan lima faktor yang mempengaruhi suhu lebur (T_m) and suhu peralihan kaca (T_g) bagi polimer

(5 marks/markah)

- (b). Crystallinity in polymers is affected by many factors such as polymer structure and intermolecular forces. With a suitable example and discuss how the structure and intermolecular forces influence the formation of crystalline phase in polymer.

Kehabluran polimer dipengaruhi oleh banyak faktor antaranya struktur polimer dan ikatan antara molekul. Dengan contoh yang sesuai, bincangkan bagaimana struktur dan ikatan antara molekul polimer mempengaruhi pembentukan fasa hablur polimer.

(8 marks/markah)

- (c). 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 agen pemplastik. Cadangkan satu contoh polimer di mana agen pemplastik digunakan untuk mengubasuai sifat polimer tersebut dan nyatakan perubahan sifat-sifat tersebut.

(7 marks/markah)

- (7). (a). Demonstrate using a suitable diagram on the effect of polymer structure (Amorphous, semi-crystalline and crystalline) on the variation of specific volume upon heating up to the melting point of each polymer

Demonstrasikan dengan menggunakan gambarajah yang sesuai tentang kesan struktur polimer (amorfus, separa-hablur dan hablur) terhadap perubahan ruang bebas semasa pemanasan sehingga kepada takat lebur setiap polimer.

(10 marks/markah)

- (b). What is stereoisomerism? Table 1 shows the melting point and boiling point of the cis and trans isomers of 1,2-dichloroethene. Comment on why the boiling point and melting point of the cis isomers is higher?

Apakah itu stereoisomer? Jadual 1 menunjukkan takat lebur dan takat didih bagi cis dan trans isomer 1,2-dikloroetana. Komen mengapa suhu lebur dan suhu didih bagi cis dan trans isomer 1,2-dikloroetana lebih tinggi.

(5 marks/markah)

Table 1: Properties of cis and trans isomer of 1,2-dichloroethene

Jadual 1: Sifat-sifat isomer cis dan trans 1,2- dikloroetana

isomer	melting point / <i>takat lebur</i> (°C)	boiling point / <i>takat didih</i> (°C)
cis	-80	60
trans	-50	48

- (c). Figure 3 shows the effect of polymer structure on the glass transition temperature (T_g) of various polymers. Explain and comment on the variation of T_g with the structure of each polymer.

Rajah 3 menunjukkan kesan struktur polimer terhadap suhu peralihan kaca (T_g) polimer. Terangkan dan komen tentang variasi suhu peralihan kaca (T_g) polimer terhadap setiap polimer yang diberikan

(5 marks/markah)

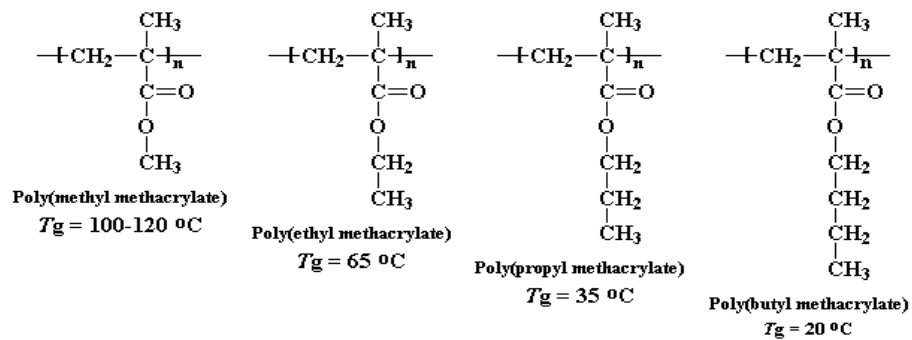


Figure 3: Effect of chain configuration on glass transition temperature (T_g) of polymers

Rajah 3: Kesan konfigurasi rantai terhadap suhu peralihan kaca (T_g) polimer

-oooOooo-