

SULIT



First Semester Examination
2024/2025 Academic Session

February 2025

EBP 103 – Polymer Organic Chemistry
[Kimia Organik Polimer]

Duration: 3 hours
[Masa: 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains NINE (9) printed pages and ONE (1) APPENDIX before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN (9) muka surat dan SATU (1) LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instruction: 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 in the examination questions, the English version shall be used.

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

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

- (1). Figure 1 shows the chemical structures of three compounds: hexanoic acid, hexanal and 1-hexanol.

Rajah 1 menunjukkan struktur kimia bagi tiga sebatian: asid heksanoik, heksanal dan 1-heksanol.

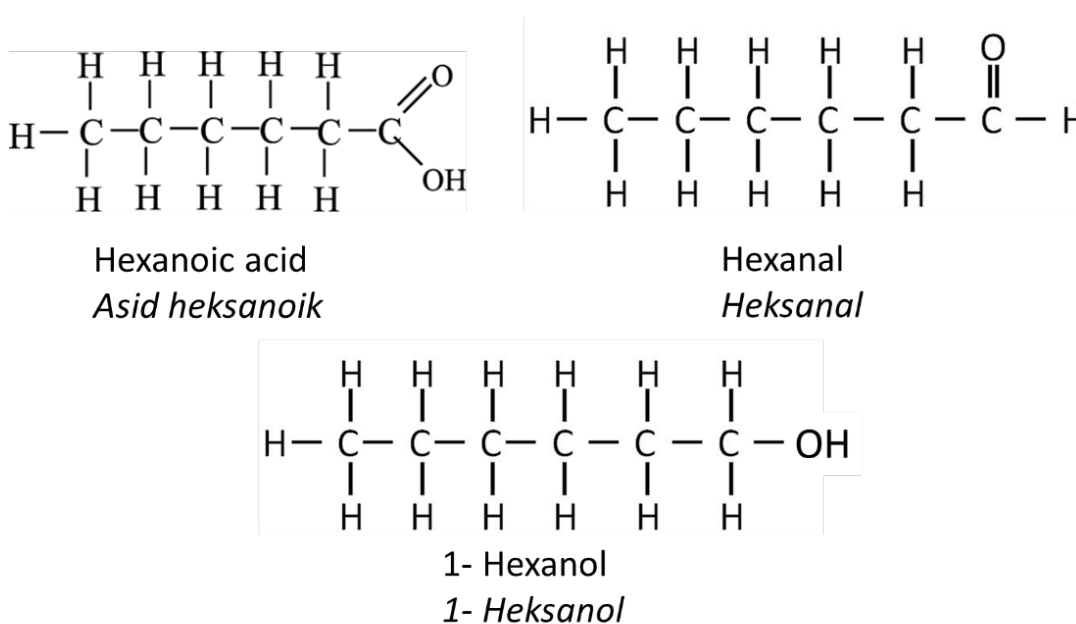


Figure 1 Chemical structures of hexanoic acid, hexanal and 1- hexanol.

Rajah 1 Struktur kimia bagi asid heksanoik, heksanal dan 1-heksanol.

- (a). Arrange the following compounds in the order of decreasing boiling point.
Susun sebatian berikut mengikut susunan takat didih menurun.
- (5 marks/markah)
- (b). Draw two molecules for each compound showing the dominant intermolecular forces between them.

Lukiskan dua molekul bagi setiap sebatian yang menunjukkan daya antara molekul yang dominan di antara mereka.

(5 marks/markah)

- (c). Explain your answer in (a) based on intermolecular forces.

Terangkan jawapan anda berdasarkan daya antara molekul.

(10 marks/markah)

- (2). Consider Friedel Crafts alkylation between benzene and 2-chloro-3-methylbutane in the present of AlCl_3 . Fig. 2 shows the chemical structure of 2-chloro-3-methylbutane.

Pertimbangkan tindak balas pengakilan Friedel-Craft di antara benzena dan 2-kloro-3-metilbutana dengan kehadiran AlCl_3 . Rajah 2 menunjukkan struktur kimia 2-kloro-3-metilbutana.

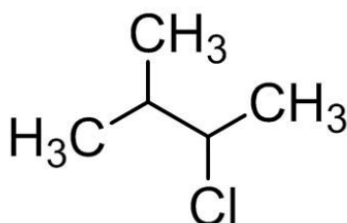


Figure 2: 2 chloro-3-methylbutane.

Rajah 2: 2 kloro-3-metilbutana.

- (a). Draw the stepwise mechanism for this reaction showing all possible products.

Lukiskan mekanisme langkah demi langkah bagi tindak balas ini menunjukkan semua produk yang mungkin.

(15 marks/markah)

- (b). Which is the major product? Explain your reasoning.

Yang manakah produk utama? Jelaskan alasan anda.

(5 marks/markah)

...4/-

- (3). (a). You are provided with a monomer that contains both amine ($-\text{NH}_2$) and carboxylic acid ($-\text{COOH}$) groups. Choose an appropriate polymerization mechanism (step-growth or chain-growth) for this monomer and justify your choice.

Anda diberikan satu monomer yang mengandungi kedua-dua kumpulan amina ($-\text{NH}_2$) dan asid karboksilik ($-\text{COOH}$). Pilih mekanisme pempolimeran yang sesuai (pempolimeran pertumbuhan-langkah atau pertumbuhan-rantai) untuk monomer ini dan berikan justifikasi pilihan anda.

(8 marks/markah)

- (b). Describe the key factors that influence the rate of polymerization reactions chosen in your answer (a). Discuss how monomer concentration, temperature, and the presence of catalysts can affect the polymerization rate and the resulting molecular weight of the polymer.

Huraikan faktor utama yang mempengaruhi kadar tindak balas pempolimeran yang dipilih dalam jawapan anda (a). Bincangkan bagaimana kepekatan monomer, suhu, dan kehadiran pemangkin boleh mempengaruhi kadar pempolimeran serta berat molekul polimer yang terhasil.

(12 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (4). Consider the free radical monochlorination of 3-methylpentane (Figure 3).

Pertimbangkan monopengklorinan radikal bebas bagi 3-metilpentana (Rajah 3).

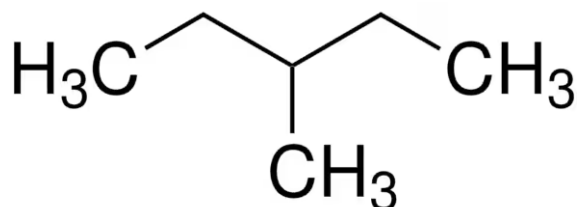


Figure 3: 3 methylpentane

Rajah 3: 3 metilpentana

- (a). Show all of the possible products.

Tunjukkan semua produk yang mungkin.

(8 marks/markah)

- (b). Predict the percent composition of the products. The relative reactivity of H abstraction in a chlorination reaction: $1^\circ: 2^\circ: 3^\circ = 1: 3.5: 5$.

Anggarkan peratusan komposisi bagi setiap produk. Secara relatif kereaktifan penyingkiran hidrogen bagi tindak-balas pengklorinan: $1^\circ: 2^\circ: 3^\circ = 1: 3.5: 5$.

(12 marks/markah)

- (5). (a). Below are the FTIR spectra for (i) hexanoic acid and (ii) hexanal (Figure 4). Describe the major differences between the spectra based on the two structures of the polymers.

Di bawah ialah spektrum FTIR bagi (i) asid heksanoik dan (ii) heksanal (Rajah 4). Jelaskan perbezaan utama antara spektrum berdasarkan dua struktur polimer.

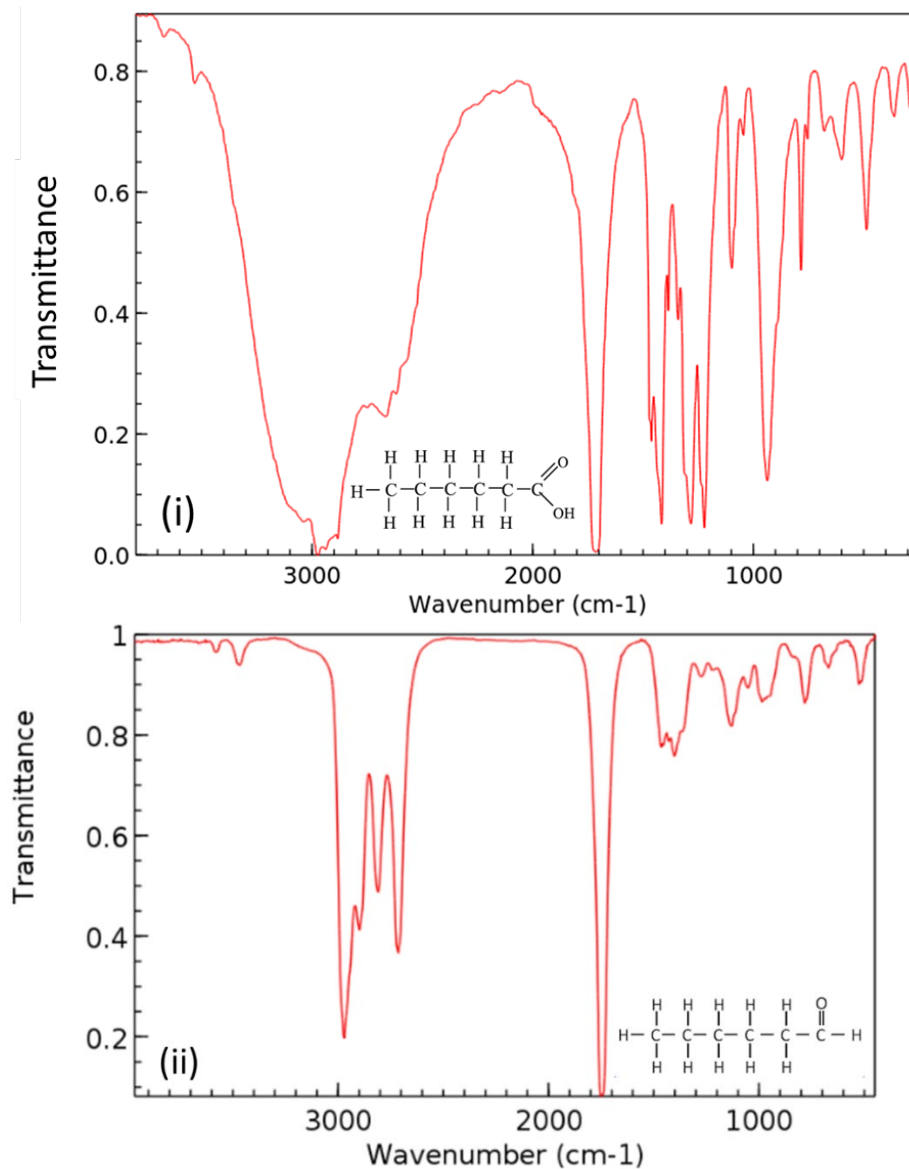


Figure 4: FTIR spectra of (i) hexanoic acid and (ii) hexanal.

Rajah 4: Spektra FTIR untuk (i) asid heksanoik dan (ii) heksanal.

(10 marks/markah)

- (b). Microplastics are plastic particles smaller than 5 mm that can originate from various sources, including industrial processes and household items. These plastic particles enter the environment through human activities. Common types of microplastics include polyethylene, polypropylene, polyester, and polyamide (or nylon). The FTIR spectra of these microplastics are shown in Fig. 5. Based on the functional groups, identify the appropriate FTIR spectrum for each type of microplastic and explain your justifications.

...7/-

Mikroplastik ialah zarah plastik yang lebih kecil daripada 5 mm yang boleh berasal dari pelbagai sumber, termasuk proses perindustrian dan barangan rumah. Zarah plastik ini memasuki alam sekitar melalui aktiviti manusia. Jenis mikroplastik yang biasa termasuk polietilena, polipropilena, poliester, dan poliamida (atau nilon). Spektrum FTIR mikroplastik ini ditunjukkan dalam Rajah 5. Berdasarkan kumpulan berfungsi, kenal pasti spektrum FTIR yang sesuai untuk setiap jenis mikroplastik dan jelaskan justifikasi anda.

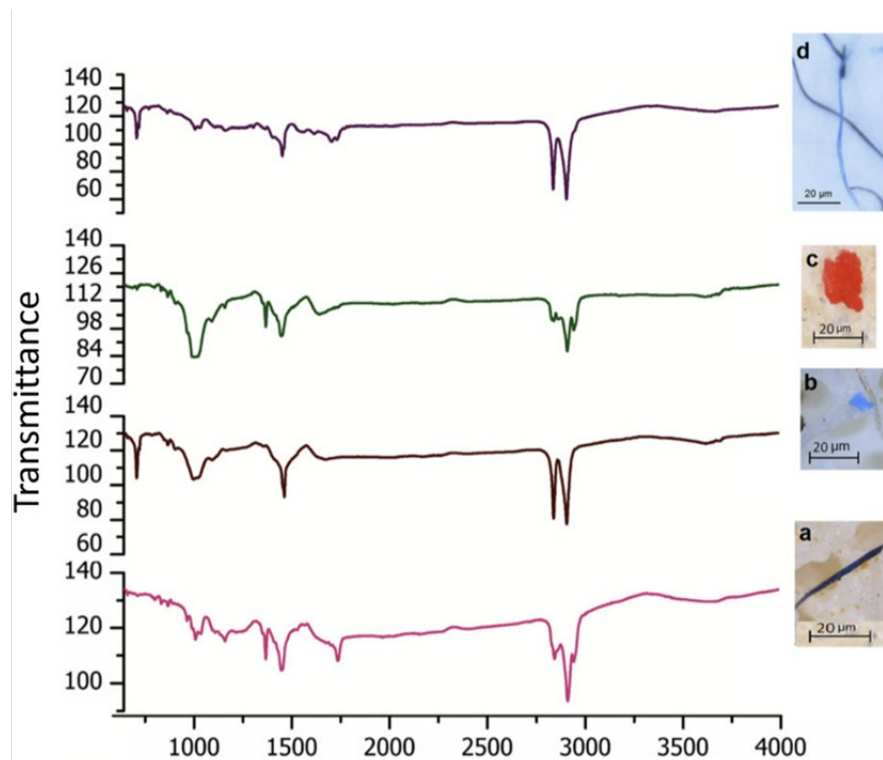


Figure 5 FTIR spectra of several microplastics.

Rajah 5 Spektra FTIR untuk beberapa mikroplastik.

(10 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

- (6) (a). Describe the initiation and propagation steps of both cationic and anionic polymerizations. Use examples of monomers suitable for each mechanism, explaining why the chemical structure of each monomer type favors either cationic or anionic initiation.

Jelaskan langkah pemula dan langkah pertumbuhan bagi kedua-dua pempolimeran kationik dan anionik. Gunakan contoh monomer yang sesuai untuk setiap mekanisme, dan terangkan mengapa struktur kimia setiap jenis monomer tersebut memihak kepada langkah pemula kationik atau anionik.

(8 marks/markah)

- (b). Outline the steps involved in synthesizing styrene-butadiene-styrene (SBS) through a living anionic polymerization process. Explain why anionic polymerization is particularly suited to forming block copolymers and how this “living” characteristic is maintained throughout the polymerization.

Gariskan langkah-langkah yang terlibat dalam pempolimeran stirena-butadiena-stirena (SBS) melalui proses pempolimeran plastik “hidup.” Terangkan mengapa pempolimeran plastik amat sesuai untuk membentuk kopolimer blok dan bagaimana ciri “hidup” ini dikekalkan sepanjang pempolimeran.

(12 marks/markah)

- (7) Polyvinyl chloride (PVC) is one of the most widely used plastics, found in applications like piping, window frames, and flooring. Its durability and versatility make it an ideal material for many industrial uses. PVC is commonly synthesized via free radical polymerization, a process that allows for large-scale production and customization of its properties.

Polivinil klorida (PVC) ialah salah satu plastik yang paling banyak digunakan, ditemui dalam aplikasi seperti paip, bingkai tingkap, dan lantai. Ketahanan dan

...9/-

kepelbagaian kegunaannya menjadikannya bahan yang ideal untuk pelbagai kegunaan industri. PVC biasanya disintesis melalui pempolimeran radikal bebas, satu proses yang membolehkan pengeluaran berskala besar dan penyesuaian sifatnya.

- (a). Explain why free radical polymerization is a suitable choice for synthesizing PVC in industrial applications. Discuss two advantages of using free radical polymerization for large-scale PVC production.

Terangkan mengapa pempolimeran radikal bebas merupakan pilihan yang sesuai untuk mensintesis PVC dalam aplikasi industri. Bincangkan dua kelebihan menggunakan pempolimeran radikal bebas untuk pengeluaran PVC berskala besar.

(4 marks/markah)

- (b). Describe the initiation, propagation, and termination steps in the free radical polymerization of vinyl chloride (VC). Use benzoyl peroxide as the initiator and illustrate each step with chemical equations.

Jelaskan langkah pemula, perambatan, dan penamatan dalam pempolimeran radikal bebas bagi vinil klorida (VC). Gunakan benzoil peroksida sebagai pemula dan ilustrasikan setiap langkah dengan persamaan kimia.

(8 marks/markah)

- (c). Identify and explain two challenges associated with free radical polymerization in the production of PVC

Kenal pasti dan terangkan dua cabaran yang berkaitan dengan pempolimeran radikal bebas dalam pengeluaran PVC.

(8 marks/markah)

-oooOooo-