

PART A / BAHAGIAN A

- (1). Figure 1 illustrates the formation of polymer X through a polymerization process.

Rajah 1 menggambarkan pembentukan polimer X melalui proses pempolimeran.

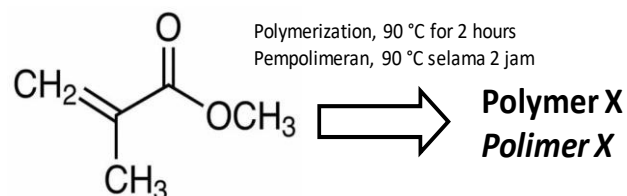


Figure 1: Polymerization process to obtain polymer X.

Rajah 1: Pempolimeran proses untuk mendapatkan polymer X.

- (a). Describe the reaction scheme for obtaining polymer X as depicted in Figure 1 through the polymerization process and state the relevant reaction mechanism.

Terangkan skema tindak balas untuk mendapatkan polimer X seperti yang digambarkan dalam Rajah 1 melalui proses pempolimeran, dan nyatakan mekanisme tindak balas yang berkaitan.

(8 marks/markah)

- (b). Specify the polymerization technique used in Figure 1. Describe both the advantages and disadvantages of this polymerization technique.

Nyatakan teknik pempolimeran yang digunakan dalam Rajah 1. Huraikan kelebihan dan kelemahan teknik pempolimeran ini.

(6 marks/markah)

...3/-

- (c). Compare and discuss TWO (2) types of polymerization reactions by providing an example that illustrates the differences in their polymer growth kinetic profiles.

Banding dan bincangkan kedua-dua jenis tindak balas pempolimeran dengan memberikan contoh yang menggambarkan perbezaan dalam profil kinetik pertumbuhan polimer kedua-duanya.

(6 marks/markah)

- (2). Figure 2 illustrates the chemical structure of Polymer Y through a condensation polymerization reaction.

Rajah 2 menggambarkan struktur kimia Polimer Y melalui tindak balas pempolimeran kondensasi.

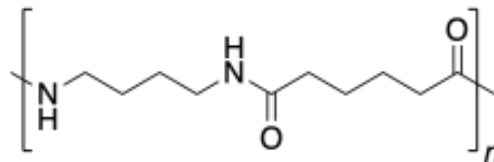


Figure 2: Polymer Y

Rajah 2: Polimer Y

- (a). Describe the parameters to obtain high monomer conversion of polymer Y.

Huraikan parameter-parameter untuk mendapatkan pertukaran monomer yang tinggi bagi polimer Y.

(8 marks/markah)

...4/-

- (b). The reaction rate of polymerization can be influenced by various factors, including initiator concentration, reaction temperature, and redox catalyst. Explain these factors.

Kadar tindak balas pempolimeran boleh dipengaruhi oleh pelbagai faktor, termasuk kepekatan pemula, suhu tindak balas, dan katalis redoks. Terangkan faktor-faktor ini.

(6 marks/markah)

- (c). Discuss the effect of functional group replacement, C=O (carbonyl group) with C≡N (nitrile) in the backbone polymer chain on the thermal and mechanical properties of the final polymer Y.

Bincangkan kesan penggantian kumpulan berfungsi, C=O (kumpulan karbonil) dengan C≡N (nitril) dalam rantai tulang belakang polimer ke atas sifat terma dan mekanikal polimer akhir Y.

(6 marks/markah)

...5/-

- (3). Figure 3(a) shows the illustration of a chemical reactor consisting of stirred tanks including stream for monomer, solvent, initiator, and product removal. The process has a total operational time of 6 hours at 180°C. However, an excessive exothermic reaction occurs that lead to thermal runaway. To solve this, a new setup is suggested as shown in Figure 3(b).

Rajah 3(a) menunjukkan ilustrasi reaktor kimia yang terdiri daripada aliran tangki pengacauan bagi monomer, pelarut, pemula dan penyingkiran produk. Proses tersebut mempunyai jumlah masa operasi selama 6 jam pada suhu 180°C. Walaubagaimanapun, reaksi eksotermik berlebihan telah berlaku yang menjurus kepada penyebaran haba. Untuk menyelesaikan masalah ini, satu persediaan baharu telah dicadangkan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3(b).

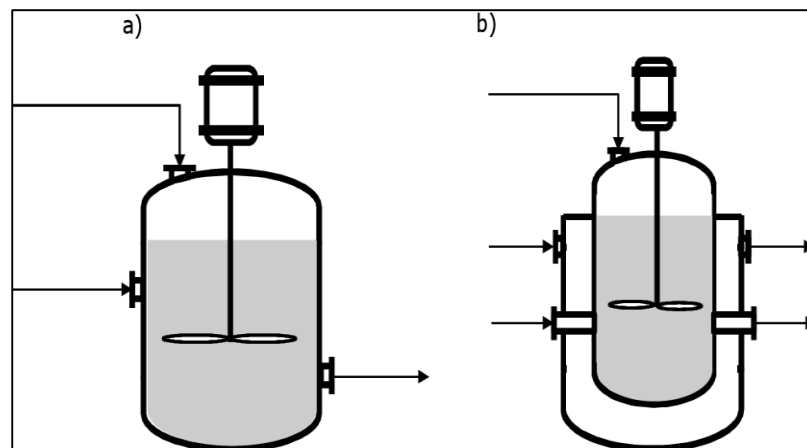


Figure 3: Chemical reactors: (a) Old configuration (b) New configuration
Rajah 3: Reaktor kimia (a) Konfigurasi lama (b) Konfigurasi baharu.

- (a). Define the type of reactors shown in Figure 3.

Tentukan jenis reaktor yang ditunjukkan dalam Rajah 3.

(2 marks/markah)

...6/-

- (b). Discuss the new setup that has been done in Figure 3(b) and explain how the new setup could prevent excessive exothermic reaction.

Bincangkan persediaan baru yang telah dilakukan di dalam gambarajah 3(b) and huraikan bagaimana persediaan baru tersebut dapat mengelakkan reaksi eksotermik berlebihan.

(8 marks/markah)

- (c). It was obvious that the polymerization took long hours to be completed. As an engineer, suggest and explain other polymerization reactor that can shorten the polymerization time.

Ia adalah jelas yang proses pempolimeran tersebut mengambil masa yang lama untuk selesai. Sebagai seorang jurutera, cadang dan huraikan jenis reaktor lain yang boleh mengurangkan masa pempolimeran.

(10 marks/markah)

...7/-

PART B / BAHAGIAN B

- (4). Table 1 shows the rate constants for kinetics of free radical addition polymerization of polymer. It shows the values of the following rate constants, K_i , K_p , and K_t , respectively. The concentration of propagation, $[M]$ is $10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ and concentration of termination, $[M_0]$ is $10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

Jadual 1 menunjukkan pemalar kadar bagi kinetik pempolimeran penambahan radikal bebas bagi polimer. Ia menunjukkan nilai pemalar kadar berikut, masing-masing K_i , K_p , dan K_t . Kepekatan percambahan, $[M]$ ialah $10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ dan kepekatan penamatan $[M_0]$ adalah $10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

Table 1: Rate constants for polymerization process.

Jadual 1: Nilai pemalar kadar bagi proses pempolimeran.

The rate constant <i>Pemalar kadar</i>	Values (s^{-1}) <i>Nilai (s^{-1})</i>
K_i / K_i	1×10^{-3}
K_p / K_p	2×10^{-3}
K_t / K_t	4×10^{-3}

Note/Nota: $[M]$ = concentration of propagation/*kepekatan percambahan*, $[M_0]$ = concentration of termination/*kepekatan penamatan*, K_i = rate constant of initiation/*pemalar kadar permulaan*, K_p = rate constant of propagation/*pemalar kadar percambahan*, K_t = rate constant of termination/*pemalar kadar penamatan*.

- (a). Describe the formation of free radicals, including the rate constant and the scheme of the reaction mechanism.

Huraikan pembentukan radikal bebas, termasuk pemalar kadar dan skema mekanisma tindak balas.

(8 marks/markah)

...8/-

- (b). Define and calculate the kinetic chain length by using the values provided in Table 1.

Takrif dan kirakan panjang rantai kinetik dengan menggunakan nilai yang diberikan dalam Jadual 1.

(6 marks/markah)

- (c). Discuss the importance of kinetic chain length on polymer properties.

Bincangkan kepentingan panjang rantai kinetik pada sifat polimer.

(6 marks/markah)

- (5). You are a polymer engineer at polymer emulsion company, who is responsible to identify the synthetic route that aligns with desired chemical and physical properties. This effort is aimed at achieving the optimal production of the desired polymer.

Anda adalah seorang jurutera polimer di sebuah syarikat emulsi polimer yang bertanggungjawab untuk mengenalpasti laluan sintetik yang sejajar dengan sifat kimia dan fizikal yang diinginkan. Usaha ini bertujuan untuk mencapai pengeluaran optimum polimer yang dikehendaki.

...9/-

- (a). Explain the key factors that influence the choice of a synthetic route for polymer synthesis. How do chemical and physical properties play a role in determining the optimum synthetic route for maximum output? Include suggested illustrations to support your answer.

Terangkan faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan laluan sintetik untuk sintesis polimer. Bagaimana sifat kimia dan fizikal memainkan peranan dalam menentukan laluan sintetik optimum untuk hasil maksimum. Sertakan cadangan ilustrasi untuk menyokong jawapan anda.

(10 marks/markah)

- (b). Discuss the following parameters that could modify the properties of the end polymers during the radical polymerization process:

Bincangkan parameter-parameter di bawah yang boleh mengubah suai sifat polimer akhir semasa proses pempolimeran radikal:

- (i). Monomer concentration / *Kepekatan monomer*
(ii). Initiator concentration / *Kepekatan pemula*

(10 marks/markah)

...10/-

PART C / BAHAGIAN C

- (6). (a). Sketch a plug flow reactor (PFR) and explain the working principles of PFR.

Lakarkan rajah reaktor aliran palam (PFR) dan jelaskan prinsip kerja PFR.

(5 marks/markah)

- (b). How does the increase in the length of a Plug Flow Reactor (PFR) impact the chemical reaction? Discuss the implications of a longer PFR on the efficiency and optimization of the reaction.

Bagaimanakah peningkatan panjang Reaktor Aliran Palam (PFR) memberi kesan kepada tindak balas kimia? Bincangkan implikasi PFR yang lebih lama mengenai kecekapan dan pengoptimuman tindak balas.

(5 marks/markah)

- (c). How can the risk of undesirable side reactions, potentially caused by rapid reactions due to an increase in temperature in the specific case of an exothermic reaction $A \rightarrow B$ in a PFR, be minimized? Propose and explain at least TWO (2) modifications to the reactor mechanism to address this issue.

Bagaimanakah risiko tindak balas sampingan yang tidak diingini, yang berpotensi disebabkan oleh tindak balas yang cepat disebabkan oleh peningkatan suhu dalam kes tertentu tindak balas eksotermik $A \rightarrow B$ dalam PFR, diminimumkan? Cadang dan terangkan sekurang-kurangnya DUA (2) pengubahsuaian kepada mekanisme reaktor untuk menangani isu ini.

(10 marks/markah)

...12/-

- (7). (a). Figure 4 shows the catalytic reactor that is used in industrial polymerization plants. Explain the mechanism involve in this type of reactor.

Rajah 4 menunjukkan reaktor pemangkin yang digunakan dalam loji pemolimeran industri. Terangkan mekanisme yang melibatkan reaktor jenis ini.

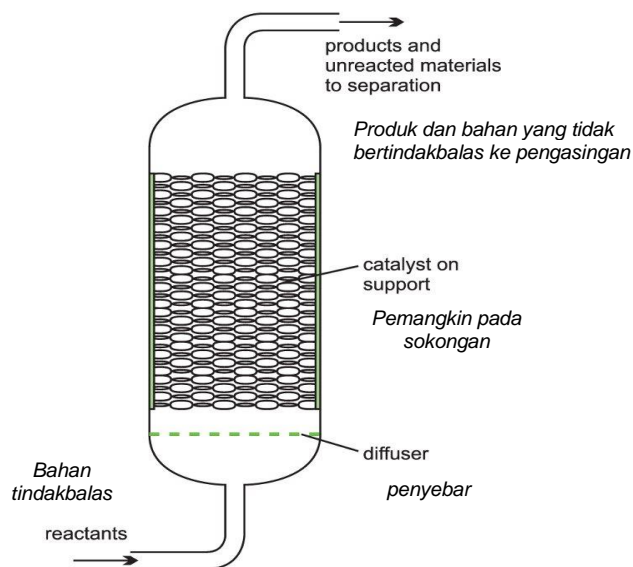


Figure 4: Catalytic reactor.
Rajah 4: Reaktor pemangkin.

(4 marks/markah)

- (b). How does the use of a catalytic reactor influence the reaction rate in chemical processes? Discuss the factors that contribute to enhanced reaction rates in catalytic reactions.

Bagaimanakah penggunaan reaktor pemangkin mempengaruhi kadar tindak balas dalam proses kimia? Bincangkan faktor-faktor yang menyumbang kepada kadar tindak balas yang dipertingkatkan dalam tindak balas pemangkin.

(6 marks/mark)

...13/-

- (c). Catalytic reactors contribute to the operation of chemical reactions at milder conditions, such as lower temperatures and pressures. Discuss at least TWO (2) advantages of using catalytic reactor.

Reaktor pemangkin menyumbang kepada operasi tindak balas kimia pada keadaan yang lebih ringan, seperti suhu dan tekanan yang lebih rendah. Bincangkan sekurang-kurangnya DUA (2) kelebihan menggunakan reaktor pemangkin.

(4 marks/markah)

- (d). Can catalysts be reused in chemical reactions? Explain how this is done, including the steps involved in recycling catalysts.

Bolehkah pemangkin digunakan semula dalam tindak balas kimia? Terangkan bagaimana ini dilakukan, termasuk langkah-langkah yang terlibat dalam kitar semula pemangkin.

(6 marks/markah)

-oooOooo-