

INSTRUCTION:

This section consists of **FOUR (4)** structured questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

*Bahagian ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan berstruktur. Jawab **SEMUA** soalan.*

QUESTION 1**SOALAN 1**

- CLO1 a) Chemical reactors form the heart of any chemical plant. Name **THREE (3)** process variables in a chemical reactor.
*Reaktor kimia membentuk jantung mana-mana loji kimia. Namakan **TIGA (3)** pembolehubah proses dalam reaktor kimia.*
[3 marks]
[3 markah]
- CLO1 b) Reactors in continuous processes are typically run at steady state, whereas reactors in batch processes are necessarily operated in a transient state. Explain:
Reaktor dalam proses berterusan biasanya dijalankan pada keadaan mantap, manakala reaktor dalam proses kelompok semestinya dikendalikan dalam keadaan sementara. Terangkan:
- i. **TWO (2)** advantages and disadvantages of batch reactor.
DUA (2) kelebihan dan kekurangan reaktor kelompok.
[4 marks]
[4 markah]
- ii. **FOUR (4)** applications of batch reactor in chemical industry.
EMPAT (4) kegunaan reaktor kelompok dalam industri kimia.
[4 marks]
[4 markah]

CLO1

- c) Nitric oxide (NO), also called nitrogen monoxide is a colourless toxic gas that is an important component of the air pollution generated by automotive engines and thermal power-generating plants. The oxidation reaction of nitrogen monoxide will produce nitrogen dioxide.

Nitrik oksida (NO), juga dipanggil nitrogen monoksida ialah gas toksik tidak berwarna yang merupakan komponen penting dalam pencemaran udara yang dijana oleh enjin automotif dan loji penjana kuasa haba. Tindak balas pengoksidaan nitrogen monoksida akan menghasilkan nitrogen dioksida.

- i. Write the balanced chemical equation, rate law and overall order of above reaction.

Tuliskan persamaan kimia seimbang, hukum kadar dan susunan keseluruhan tindak balas di atas.

[6 marks]

[6 markah]

- ii. Calculate the rate of disappearance of oxygen and rate of formation of nitrogen dioxide if the rate of disappearance of nitrogen monoxide is $4 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3 \text{s}}$.

Kirakan kadar kehilangan oksigen dan kadar pembentukan nitrogen dioksida jika kadar kehilangan nitrogen monoksida ialah $4 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3 \text{s}}$.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2

SOALAN 2

- CLO1 a) A continuous stirred tank reactor (CSTR) is a superior method of collecting kinetic data when the rate law is complex. List **THREE (3)** factors that affect reaction rate in CSTR besides the temperature.
- Reaktor tangki kacau berterusan (CSTR) ialah kaedah terbaik untuk mengumpul data kinetik apabila undang-undang kadar adalah kompleks. Senaraikan **TIGA (3)** faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas dalam CSTR selain daripada suhu.*
- [3 marks]
[3 markah]
- CLO1 b) A Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) is a reaction tank in which reagents, reactants and often solvents flow into the reactor while the products of the reaction concurrently exit the tank. Discuss:
- Reaktor Tangki Kacau Berterusan (CSTR) ialah tangki tindak balas di mana reagen, bahan tindak balas dan selalunya pelarut mengalir ke dalam reaktor manakala produk-produk tindak balas keluar serentak dari tangki. Bincangkan:*
- i. **FOUR (4)** design operation of a CSTR.
- EMPAT (4) operasi reka bentuk CSTR.*
- [4 marks]
[4 markah]
- ii. **TWO (2)** advantages and disadvantages of a CSTR in the chemical and petrochemical industry.
- DUA (2) kelebihan dan kekurangan CSTR dalam industri kimia dan petrokimia.*
- [4 marks]
[4 markah]

CLO2

- c) The elementary liquid phase reaction of $A + 2B \rightarrow 3C$ takes place in a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) in series with the total feed at CSTR 1 is 1085 mol/s while at the outlet flow rate of CSTR 2 is 58.5 mol/s. Both CSTR 1 and CSTR 2 can hold up to 125 L each with the conversion of CSTR 1 is 85%.

Tindak balas fasa cecair asas $A + 2B \rightarrow 3C$ berlaku dalam Reaktor Tangki Kacau Berterusan (CSTR) secara bersiri dengan jumlah suapan pada CSTR 1 ialah 1085 mol/s manakala pada kadar aliran keluar CSTR 2 ialah 58.5 mol/s . Kedua-dua CSTR 1 dan CSTR 2 boleh menampung sehingga 125 L setiap satu dengan penukaran CSTR 1 ialah 85%.

- i. Write the rate of reaction for all species in the elementary liquid phase reaction.

Tuliskan kadar tindak balas untuk semua spesies dalam tindak balas fasa cecair asas.

[6 marks]

[6 markah]

- ii. Calculate the reaction rate of CSTR 1 and CSTR 2 as well as the percentage conversion in CSTR 2.

Kirakan kadar tindak balas CSTR 1 dan CSTR 2 serta peratusan penukaran dalam CSTR 2.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 3**SOALAN 3**

- CLO1 a) Homogeneous reaction is any class of chemical reaction that occurs in a single phase either gaseous or liquid. State **THREE (3)** applications of homogeneous reaction in tubular reactor.
- Tindak balas homogen ialah mana-mana kelas tindak balas kimia yang berlaku dalam satu fasa sama ada gas atau cecair. Nyatakan **TIGA (3)** aplikasi tindak balas homogen dalam reaktor tiub.*
- [3 marks]
[3 markah]
- CLO1 b) A heterogeneous reaction is a class of reaction that happens between two or more reactants that is present in two or more different phases, for instance, the phases of the reactants can be solid-liquid, solid-gas or two immiscible liquids. Explain:
- Tindak balas heterogen ialah kelas tindak balas yang berlaku di antara dua atau lebih bahan tindak balas yang terdapat dalam dua atau lebih fasa yang berbeza, contohnya, fasa bahan tindak balas boleh menjadi pepejal-cecair, pepejal-gas atau dua cecair tidak bercampur. Terangkan:*
- i. the characteristics of heterogeneous reaction in terms of catalytic, complexity, external energy and phase.
- ciri-ciri tindak balas heterogen dari segi pemangkin, kerumitan, tenaga luar dan fasa.*
- [4 marks]
[4 markah]
- ii. **FOUR (4)** factors that affect reaction rate besides temperature.
- EMPAT (4) faktor yang mempengaruhi kadar tindak balas selain suhu.*
- [4 marks]
[4 markah]

CLO2

- c) The plug flow reactor model (PFR), sometimes called continuous tubular reactor, (CTR) is normally the name given to a model used in chemical engineering to describe chemical reactions in continuous, flowing systems of cylindrical geometry.

Model reaktor aliran palam (PFR), kadangkala dipanggil reaktor tiub berterusan, (CTR) biasanya merupakan nama yang diberikan kepada model yang digunakan dalam kejuruteraan kimia untuk menerangkan tindak balas kimia dalam sistem geometri silinder yang berterusan dan mengalir.

- i. Write **FIVE (5)** assumptions to be made when designing a PFR.

*Tuliskan **LIMA (5)** andaian yang perlu dibuat semasa merekabentuk PFR.*

[6 marks]

[6 markah]

- ii. Given a gas phase reaction equation with first order reaction of $D \rightarrow S$. The reaction process run isothermally at 600 K with initial flow rate of 11,500 gmol/s and reactant initial concentration of 0.50 gmol/L. The reaction has a rate constant of 10 s^{-1} with the final conversion of 85%. Calculate the size of the Plug Flow Reactor (PFR) required for this reaction.

Diberi persamaan tindak balas fasa gas dengan tindak balas tertib pertama adalah $D \rightarrow S$. Proses tindak balas berjalan secara isoterma pada 600 K dengan kadar alir awal 11,500 gmol/s dan kepekatan awal reaktan 0.50 gmol/L. Tindak balas mempunyai pemalar kadar 10 s^{-1} dengan penukaran akhir sebanyak 85%. Kirakan saiz Reaktor Aliran Palam (PFR) yang diperlukan.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 4**SOALAN 4**

CLO1

- a) Bubble column reactor basically consists of a vertical cylinder with a gas distributor at the inlet. Identify **THREE (3)** parameters that are related to bubble column reactor.

*Reaktor lajur gelembung pada asasnya terdiri daripada silinder menegak dengan pengedar gas di salur masuk. Kenal pasti **TIGA (3)** parameter yang berkaitan dengan reaktor lajur gelembung.*

[3 marks]

[3 markah]

CLO1

- b) Fluidized bed reactors are the most popular configurations employed from laboratory to commercial scale. These reactors are widely used in petroleum and chemical processing industries.

Reaktor lapisan terbendalir adalah konfigurasi yang paling popular digunakan dari makmal hingga skala komersial. Reaktor ini digunakan secara meluas dalam industri pemprosesan petroleum dan kimia.

- i. Explain **THREE (3)** advantages of fluidized bed reactor.

*Terangkan **TIGA (3)** kelebihan reaktor lapisan terbendalir.*

[4 marks]

[4 markah]

- ii. Describe the catalyst and reactor type for maleic anhydride and polymerization of ethylene or propylene processes.

Terangkan jenis pemangkin dan reaktor bagi anhidrida maleik dan pempolimeran proses etilena atau propilena.

[4 marks]

[4 markah]

CLO2

- c) Fixed bed reactors are heterogeneous reaction systems or sometimes called as packed bed reactor, that are used for carrying out various catalytic reactions such as hydrogenation, oxidation, hydrocracking, hydrotreating, chlorination and so on.

Reaktor lapisan tetap ialah sistem tindak balas heterogen atau kadangkala dipanggil sebagai reaktor lapisan berbungkus yang digunakan untuk menjalankan pelbagai tindak balas pemangkin seperti penghidrogenan, pengoksidaan, retakan hidro, rawatan hidro, pengklorinan dan sebagainya.

- i. Write **THREE (3)** characteristics of fixed bed reactor in terms of the shape of the reactor, catalyst particles and internal reactor volume.

*Tuliskan **TIGA (3)** ciri-ciri reaktor lapisan tetap dari segi bentuk reaktor, zarah pemangkin dan isipadu reaktor dalam.*

[6 marks]

[6 markah]

- ii. Draw **THREE (3)** types of fixed bed reactor that is widely used in the petrochemical industry.

*Lukiskan **TIGA (3)** jenis reaktor lapisan tetap yang digunakan secara meluas dalam industri petrokimia.*

[8 marks]

[8 markah]

SOALAN TAMAT