

Pekeliling Peperiksaan 15/2017  
Peperiksaan Semester Pertama, Sidang Akademik 2017/2018

USM/PTJNC/BPA-PEP/PK01/L03

LAMPIRAN D3



**PENYEMAKAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN**

*(Proof-reading of Examination Question Paper)*

Untuk kegunaan pejabat Seksyen Peperiksaan & Pengijazahan	
Nombor Sampul	
Tarikh Peperiksaan	
Sesi Peperiksaan	PAGI / PETANG

Gunakan satu proforma untuk satu kertas soalan peperiksaan.

*( Use separate form for each question paper )*

Kepada : Timbalan Pendaftar  
Seksyen Peperiksaan dan Pengijazahan, BPA, Jabatan Pendaftar

**SAYA/KAMI TELAH MENYEMAK SALINAN-SALINAN KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN BERTAIP YANG DISEBUTKAN DI BAWAH INI :**

*[ I/We have checked the typed copies of the Examination Paper stated below :*

Kod Kursus : EBP 201 Tajuk Kursus : Polymer Synthesis & Reaction Engineering  
*(Course Code) (Course Title)*

Jangka Masa Peperiksaan : 3 Jam Bilangan Muka Surat Bertaip : 11 Muka Surat Bilangan Soalan Yang Perlu Dijawab : 5 Soalan  
*(Duration of Examination) (Hours) (Number of Typed: Pages) (Pages) (Number of questions required to be answered) (Questions)*

Soalan-soalan dijawab atas : <i>(Questions to be answered in)</i>	BUKU JAWAPAN <i>(Answer Book)</i>	OMR <i>(OMR Form)</i>	JAWAB DALAM KERTAS SOALAN <i>(Answer In Question Paper)</i>
Sila (✓) <i>[Please (✓)]</i>	✓		

**DENGAN INI DISAHKAN BAHAWA KERTAS SOALAN PEPERIKSAAN INI ADALAH TERATUR, BETUL DAN SEDIA UNTUK DICETAK.**

*(Certified that this question paper is in order, correct and ready for printing)*

Nama Pemeriksa : KU MARZUKA Tandatangan : [Signature] Tarikh : 3/11/2017  
*[Name of Examiner(s)] (Signature) (Date)*

• Huruf Besar  
*(In Block Capitals)*

Tandatangan dan Cop Rasmi [Signature] Tarikh : 16.11.17  
**DEKAN/PENGARAH** PROFESOR DR. ZUHAILAWATI HUSSAIN  
*(Signature and Official Stamp) (Date)*  
Dekan  
P. Peng. Kej. Bahan & Sumber Mineral  
Kampus Kejuruteraan  
Universiti Sains Malaysia

**NOTA :** Pemeriksa-pemeriksa yang menyediakan kertas soalan peperiksaan adalah bertanggungjawab atas ketepatan isi kandungan kertas soalan peperiksaan berkenaan.

*(NOTE : Accuracy of the contents of the question paper is the responsibility of the Examiner(s) who set the question paper)*

**SULIT**

---



First Semester Examination  
2017/2018 Academic Session

January 2018

**EBP 201/3 – Polymer Synthesis and Reaction Engineering**  
**[Sintesis dan Kejuruteraan Tindakbalas Polimer]**

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

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

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

This paper consists of SEVEN questions. TWO question from PART A, THREE questions from PART B and TWO questions from PART C.

*[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. DUA soalan dari BAHAGIAN A, TIGA soalan dari BAHAGIAN B dan DUA soalan dari BAHAGIAN C].*

**Instruction:** Answer FIVE questions. Answer ALL questions from PART A, TWO questions from PART B and ONE questions from PART C. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

*[Arahan: Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan SATU soalan dari BAHAGIAN C. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]*

The answers to all questions must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

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 digunapakai.]*

...2/-

**SULIT**

**PART AI BAHAGIAN A**

1. (a). The Q-e scheme of copolymerization between monomer A and monomer B is given as:

$$k_{AB} = Q_a Q_b \exp(-e_A e_B)$$

Explain the term Q and e in the above equation and describe how they affect copolymerization between the monomers.

*Skema Q-e bagi pengkopolimeran antara monomer A dan B diberi sebagai :*

$$k_{AB} = Q_a Q_b \exp(-e_A e_B)$$

*Jelaskan istilah Q dan e dalam persamaan diatas dan bincangkan bagaimana mereka mempengaruhi pengkopolimeran antara monomer-monomer tersebut.*

(30 marks/markah)

- (b). Explain why vinyl chloride ( $Q = 0.056$ ,  $e = 0.16$ ) does not copolymerized well with 1,3-butadiene ( $Q = 1.70$ ,  $e = -0.55$ ).

*Jelaskan kenapa pengkopolimeran antara vinil klorida ( $Q = 0.056$ ,  $e = 0.16$ ) tidak sesuai dengan 1,3-butadiena ( $Q = 1.70$ ,  $e = -0.55$ )*

(30 marks/markah)

- (c). Consider monomer A having r value of 0.5 and monomer B having r value of 2.0, 0.5 and 0.10 as shown in Fig 1. Based on this figure, predict hence explain what type of copolymer occurred as r value of monomer B changes.

*Pertimbangkan monomer A dengan nilai r ialah 0.5 manakala monomer B nilai r ialah 2.0, 0.5, 0.1 seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Berdasarkan rajah ini, jangkakan dan seterusnya jelaskan apakah jenis kopolimer berlaku apabila nilai r bagi monomer B berubah.*

...3/

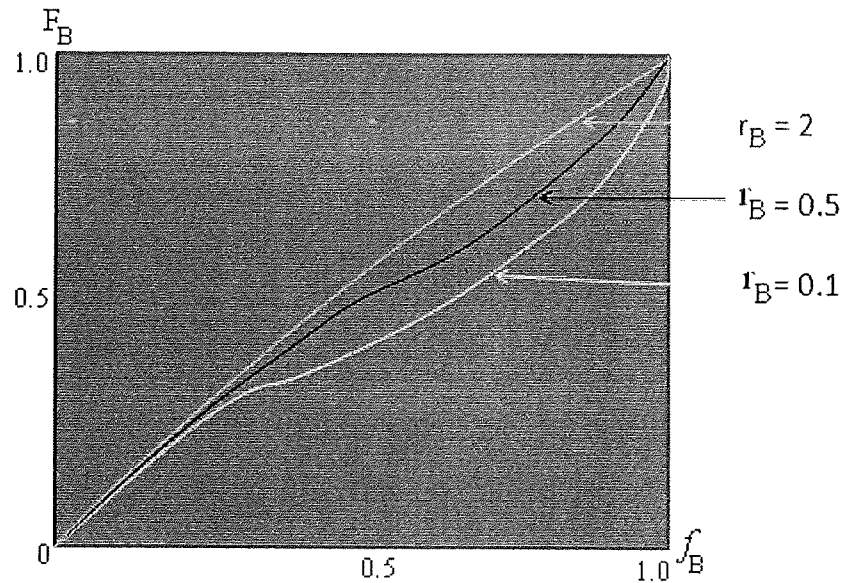


Fig. 1 / Rajah 1

(40 marks/markah)

2. (a). Draw an example for a Ziegler-Natta catalyst and a Metallocene catalyst.

*Lakarkan satu contoh pemangkin Ziegler-Natta dan pemangkin Metallocene.*

- (i). In both type of catalyst explain the role of the metal atoms that are present.

*Dalam kedua-dua jenis pemangkin itu, jelaskan peranan atom logam yang hadir.*

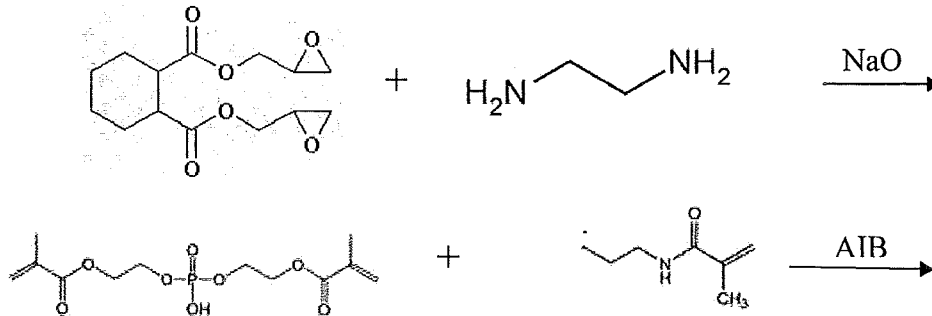
- (ii). Describe how does the  $\pi$ -bond of the starting monomer interact with the active site of the catalysts.

*Jelaskan bagaimana ikatan  $\pi$  yang terdapat dalam monomer pemula berinteraksi dengan pusat aktif pemangkin tersebut.*

(30 marks/markah)

...4/

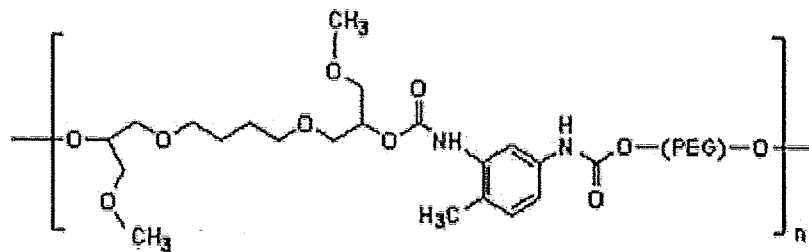
- (b). Predict the polymer product of the reaction below :  
*Jangkakan hasil polimer bagi tindakbalas di bawah :*



(40 marks/markah)

- (c). Predict the monomers structure used to produce the following polymer product:

*Jangkakan struktur monomer-monomer yang digunakan bagi menghasilkan polimer berikut:*

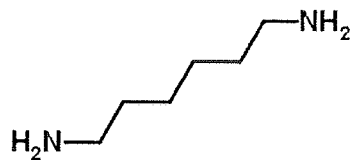


(30 marks/markah)

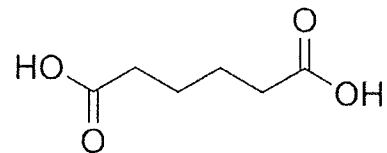
**PART B / BAHAGIAN B**

3. (a). Calculate the degree of polymerization of 6,6-nylon of molecular weight 120000 g/mol given by the following monomer: hexamethylenediamine (116 g/mol), adipic acid (146 g/mol) and water (18.0 g/mol).

*Kirakan darjah pempolimeran bagi 6,6-nylon dengan berat molekul 120000 g/mol diberi bahan monomer yang berikut: heksametilenadamina (116 g/mol), asid adipik (146 g/mol) dan air (18.0 g/mol)*



Hexamethylenediamine  
Heksametilenadamina

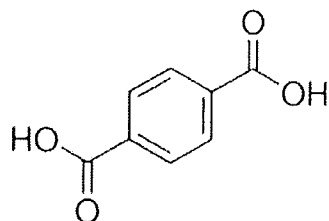


Adipic acid  
Asid Adipik

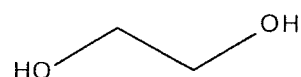
(40 marks/markah)

- (b). Calculate the  $M_n$  for the polymerization of terephthalic acid with ethylene glycol at the extent of reaction of 35%, 90% and 98% whose mole ratio content is 2:1

*Kirakan nilai  $M_n$  bagi pempolimeran asid teraftalik dengan etilena glikol pada tahap tindakbalas 35%, 90% dan 98% dengan kandungan nisbah mol 2:1*



terephthalic acid  
Asid teraftalik



ethylene glycol  
etilena glikol

(60 marks/markah)

...6/

4. Styrene is bulk polymerized (without any solvent added) with 2-azobisisobutyronitrile (AIBN) as initiator. The initiator concentration is 0.01 M. What number average chain length is reached at low conversion :

*Stirena telah dijalankan pempolimeran pukal (tanpa sebarang pelarut) dengan 2-azobisisobutironitril (AIBN) sebagai pemula. Kepekatan pemula adalah 0.01 M. Apakah purata nombor panjang rantai dicapai pada tahap penukaran rendah :*

- (i). at 60 °C  
pada 60 °C
- (ii). at 80 °C  
pada 80 °C

The following data are known at 60 °C:  $k_p = 0.145 \times 10^3$  l/mol.s,  $k_t = 2.9 \times 10^7$  l/mol.s,  $k_d = 0.85 \times 10^{-5}$  s<sup>-1</sup>,  $E_p = 32.0$  kJ/mol,  $E_t = 8.0$  kJ/mol,  $E_i = 123.5$  kJ/mol,  $f = 0.6$ . The parameters  $k$  and  $E$  are rate constants and activation energies at 60 °C respectively, for propagation (p), termination (t) and initiator decomposition (d). Any consideration concerning chain transfer to monomer is not needed. The density of styrene is 910 kg/m<sup>3</sup> and its molecular weight is 104.14 g/mole. Termination occurs by combination. Given 1 m<sup>3</sup> = 1000 ℓ,  $R = 8.31$  J/mol.K.

*Data berikut diperolehi pada 60 °C:  $k_p = 0.145 \times 10^3$  l/mol.s,  $k_t = 2.9 \times 10^7$  l/mol.s,  $k_d = 0.85 \times 10^{-5}$  s<sup>-1</sup>,  $E_p = 32.0$  kJ/mol,  $E_t = 8.0$  kJ/mol,  $E_i = 123.5$  kJ/mol dan  $f = 0.6$ . Parameters  $k$  dan  $E$  adalah pemalar kadar serta tenaga pengaktifan pada 60 °C masing-masing untuk perambatan, (p), penamatan (t), dan penguraian pemula (d). Abaikan kesan pemindahan rantai. Ketumpatan stirena ialah 910 kg/m<sup>3</sup> manakala berat molekulnya 104.14 g/mol. Penamatan berlaku secara penyatuan. Diberikan 1 m<sup>3</sup> = 1000 ℓ,  $R = 8.31$  J/mol.K.*

(100 marks/markah)

...7/

5. (a). Figure 2 shows a reactor and heat exchanger use in polymerization system. Discuss the function of heat exchanger and explain why most of continuous stirred-tank reactors (CSTR) use external heat exchanger during polymerization.

*Rajah 2 menunjukkan reaktor dan penukar haba yang digunakan di dalam sistem pempolimeran. Bincangkan fungsi penukar haba dan jelaskan mengapa kebanyakan CSTR menggunakan penukar haba luaran semasa pempolimeran.*

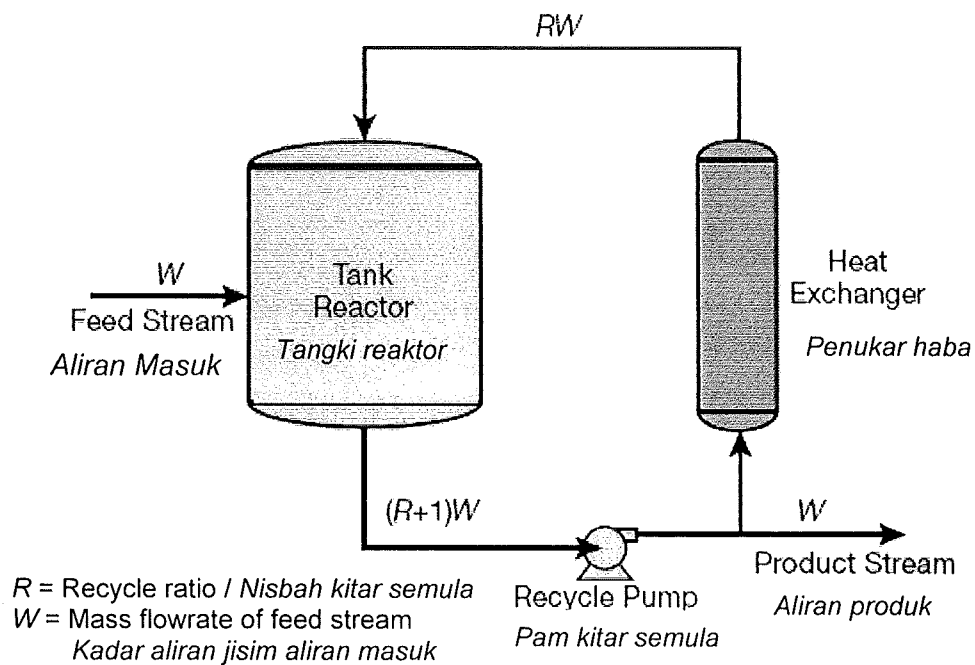


Figure 2 : Example of polymerization system

*Rajah 2 : Contoh sistem pempolimeran*

(40 marks/markah)



- (b). Discuss the differences between batch and semi-batch reactors. List three advantages of using semi-batch reactors.

*Bincangkan perbezaan antara reaktor kelompok dan reaktor separa kelompok. Senaraikan tiga kelebihan menggunakan reaktor separa kelompok.*

(40 marks/markah)

- (c). Define the type of reactor in Figure 3. Briefly describe the mechanism of this type of reactor.

*Takrifkan jenis reaktor seperti dalam Rajah 3. Jelaskan secara ringkas mekanisma jenis reaktor tersebut.*

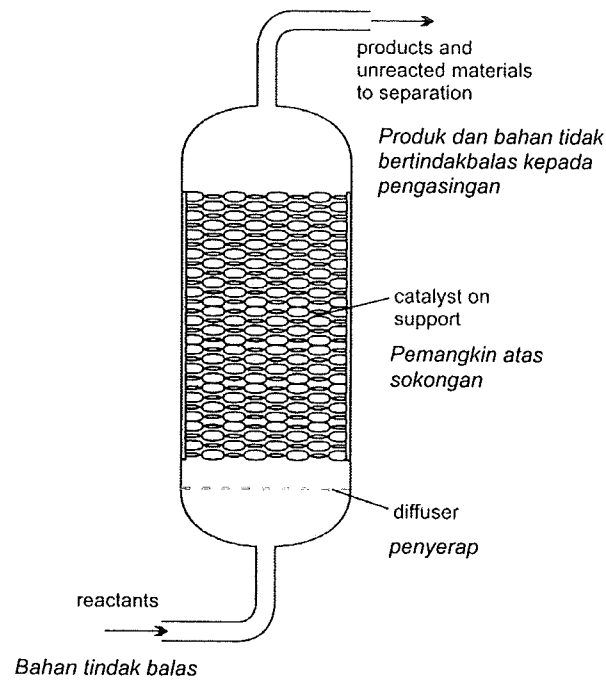


Figure 3

Rajah 3

(20 marks/markah)

...9/

**PART C/ BAHAGIAN C**

6. (a). Describe four key process variables in designing polymerization reactors.

*Jelaskan empat proses kunci pemboleh-ubah dalam rekabentuk reaktor pempolimeran.*

(40 marks/markah)

- (b). Monomer A contains 21% of  $\text{HNO}_3$ , 55%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and 24%  $\text{H}_2\text{O}$  by weight. In order to achieve higher yield of conversion, the addition of
- (i). Concentrated acid containing 93%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and 7%  $\text{H}_2\text{O}$  and
  - (ii). Concentrated nitric acid containing 90%  $\text{HNO}_3$  and 10%  $\text{H}_2\text{O}$

are needed to form a product with composition of 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 28%  $\text{HNO}_3$  and 10%  $\text{H}_2\text{O}$ . If 1000kg/h of the product stream is desired, calculate the flow rates of other three streams. Support your answer with the schematic diagram of input and output streams.

*Monomer A mengandungi 21%  $\text{HNO}_3$ , 55%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan 24%  $\text{H}_2\text{O}$  melalui berat. Dalam rangka untuk mencapai penukaran hasil yang lebih tinggi, penambahan*

- (i). *Asid pekat yang mengandungi 93%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan 7%  $\text{H}_2\text{O}$  dan*
- (ii). *Asid pekat asid nitric yang mengandungi 90%  $\text{HNO}_3$  dan 10%  $\text{H}_2\text{O}$*

*diperlukan untuk menghasilkan produk yang mengandungi 62%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 28%  $\text{HNO}_3$  dan 10%  $\text{H}_2\text{O}$ . Jika 1000 kg/h produk diperlukan, kira kadar aliran bagi tiga aliran yang lain. Sokong jawapan anda dengan gambarajah skematik aliran masuk dan aliran keluar.*

(60 marks/markah)

...10/

7. (a). Describe homogenous and heterogeneous reactions.

*Jelaskan tindakbalas homogen dan heterogen.*

(20 marks/markah)

- (b). An absorption-distillation two-unit process of Polymer A is shown in Figure 4. The system is used to recover acetone from an acetone-air mixture (gas). In the absorber column, acetone in the gas mixture is absorbed by water which flows downward. The water-acetone mixture (liquid) from the absorber is then fed to the distillation column to separate acetone and water. The reflux ratio of the distillation column  $R/D = 1.51$  ( $D$ ,  $R$ , and  $V$  have the same composition). All the concentrations shown in the diagram are wt%. Calculate the flow rates (kg/hr) of  $W$ ,  $G$ ,  $E$ ,  $F$ ,  $B$ ,  $D$ ,  $R$  and  $V$ .

*Dua unit proses penyerapan-penyulingan Polimer A ditunjukkan dalam Rajah 4. Sistem tersebut digunakan untuk mendapatkan semula aseton daripada campuran aseton-gas. Dalam kolum penyerapan, aseton yang terdapat di dalam campuran tersebut diserap melalui air yang mengalir ke bawah. Campuran air-aseton daripada penyerap tersebut dimasukkan ke unit penyulingan untuk memisahkan aseton dan air.*

*Nisbah refluks kolum penyulingan ( $R/D$ ) ialah 1.51 ( $D$ ,  $R$ , dan  $V$  mengandungi komposisi yang sama). Kesemua larutan yang ditunjukkan adalah di dalam wt%. Kira kadar aliran (kg/jam) bagi  $W$ ,  $G$ ,  $E$ ,  $F$ ,  $B$ ,  $D$ ,  $R$  and  $V$ .*

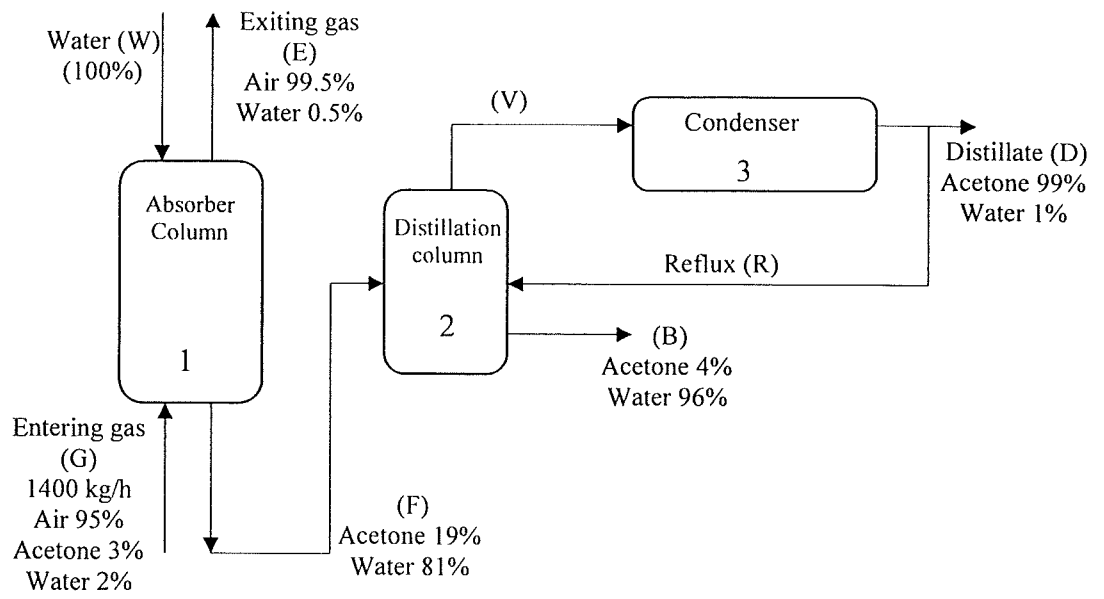


Figure 4 : Schematic diagram of absorption-distillation process

Rajah 4 : Rajah skematik proses penyerapan-penyulingan

(80 marks/markah)

-oooOooo-