
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007

Oktober – November 2006

EKC 214 – Imbangan Tenaga

Masa : 3 jam

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

Arahan: Jawab **EMPAT (4)** soalan. Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari Bahagian A. Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari Bahagian B.

Pelajar boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika pelajar ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, pelajar hendaklah menjawab sekurang-kurangnya **SATU** soalan dalam Bahasa Malaysia.

Section A : Answer any TWO questions.

Bahagian A : Jawab mana-mana DUA soalan.

1. [a] Water at 20°C is being pumped from a constant-head tank open to the atmosphere to an elevated tank kept at a constant pressure of 1150 kPa in an experiment as shown in Figure Q.1 [a]. The pump and motor have an overall efficiency of 70% and the energy loss in the line can be determined to be 60 J/kg. If water is flowing in the 5 cm I.D. line at a rate of 0.40 m³/min, calculate

- [i] The rating of the pump (J/kg).
 [ii] The rating of the pump (J/min)

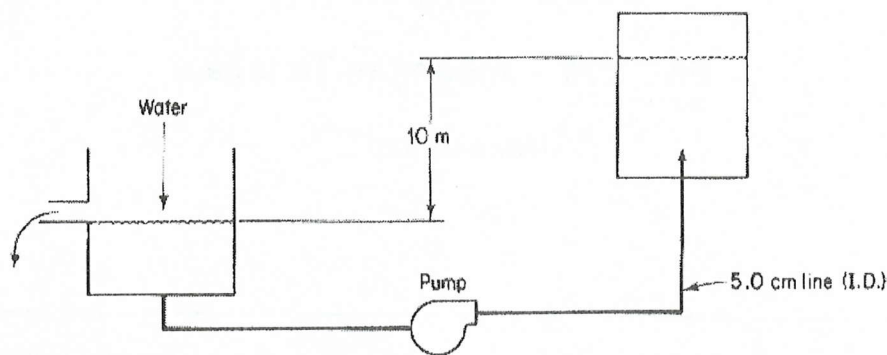


Figure Q. 1 [a]

[8 marks]

- [b] Demonstrate that kinetic and potential energy effects are small in comparison with thermal energy effects.

[5 marks]

- [c] Air at 50°C with a dew point of 4°C enters a textile dryer at a rate of 11.3 m³/min and leaves saturated. The dryer operates adiabatically.

- [i] Use the psychrometric chart to determine the absolute humidity and humid volume of the entering air,
 [ii] Use the results from [i] to determine
 [A] The flow rate of dry air (kg/min) through the dryer
 [B] The final temperature of the air
 [C] The rate (kg/min) at which water is evaporated in the dryer.

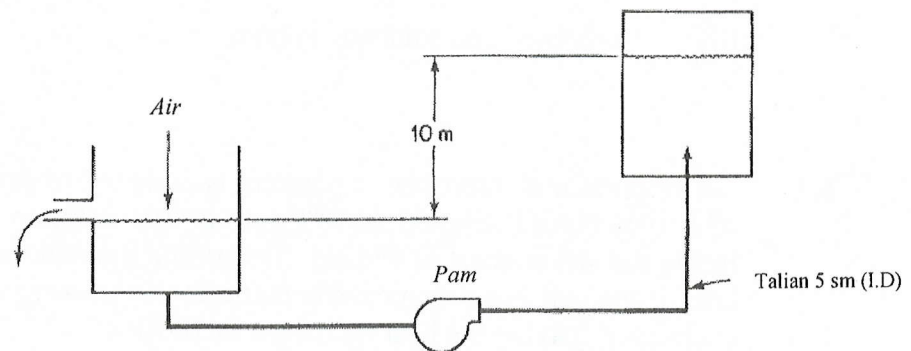
[12 marks]

...3/-

1. [a] Di dalam suatu ujikaji seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S. 1. [a], air pada 20°C sedang dipam dari sebuah tangki kepala-malar yang terbuka ke atmosfera ke sebuah tangki tertingkat yang mempunyai tekanan malar sebanyak 1150 kPa. Pam dan motor mempunyai kecekapan keseluruhan sebanyak 70% dan kehilangan tenaga di dalam talian boleh ditentukan sebagai jumlah 60 J/kg. Jika air sedang mengalir pada kadar $0.40 \text{ m}^3/\text{min}$ di dalam talian yang mempunyai garis pusat dalam sebanyak 5 sm, kirakan:

[i] Kadaran pam (J/kg).

[ii] Kadaran pam (J/min)



Rajah S. 1 [a]

[8 markah]

- [b] Tunjukkan bahawa kesan tenaga kinetik dan keupayaan adalah kecil jika dibandingkan dengan kesan tenaga terma.

[5 markah]

- [c] Udara pada 50°C dengan titik embun 4°C memasuki pengering tekstil pada kadar $11.3 \text{ m}^3/\text{min}$ dan keluar dalam keadaan tepu. Pengering beroperasi secara adiabatik.

[i] Gunakan carta psikrometrik untuk menentukan kelembapan mutlak dan isipadu lembab udara yang masuk,

[ii] Gunakan keputusan dari [i] untuk menentukan

[A] Kadar aliran udara kering (kg/min) melalui pengering

[B] Suhu akhir udara

[C] Kadar penyejatan (kg/min) air di dalam pengering.

[12 markah]

...4/-

2. [a] Water is flowing in a straight horizontal pipe of 2.5 cm ID with a velocity of 6.0 m/s. The water flows into a section where the diameter is suddenly increased. There is no device present for addition or removing energy as work. What is the change in enthalpy of the water if the down stream diameter is 5 cm? What is the maximum enthalpy change for a sudden enlargement in the pipe?

[10 marks]

[b] What is the difference between

[i] Flow work and shaft work.

[ii] Isothermal and adiabatic system.

[4 marks]

[c] An evaporator at atmospheric pressure is designed to concentrate 10,000 lb/hr of a 10% NaOH solution at 70°F into a 40% solution. The steam pressure inside the steam chest is 40 psig. Determine the pounds of steam needed per hour if the exit hot strong caustic preheats the entering weak caustic in a heat exchanger, leaving the heat exchanger at 100°F.

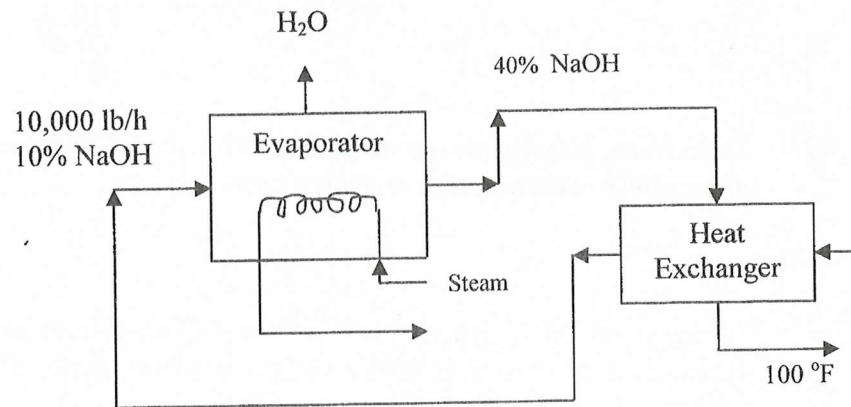


Figure Q. 2 [c]

[11 marks]

Table Q.2. Enthalpy values for NaOH

NaOH, % by weight	T, °F	$\hat{\Delta}H$, Btu/lb of solution
10	70	35
10	100	60
40	70	82
40	100	94

2. [a] Air sedang mengalir pada halaju 6.0 m/s di dalam sebatang paip mengufuk yang lurus dengan garispusat dalam 2.5 sm. Air mengalir ke dalam suatu bahagian di mana garispusatnya bertambah secara mendadak. Peranti untuk menambah atau menyingkirkan tenaga sebagai kerja tidak digunakan. Apakah perubahan entalpi air jika garis pusat hiliran adalah 5 sm? Apakah perubahan entalpi maksimum bagi pembesaran paip secara mendadak?

[10 markah]

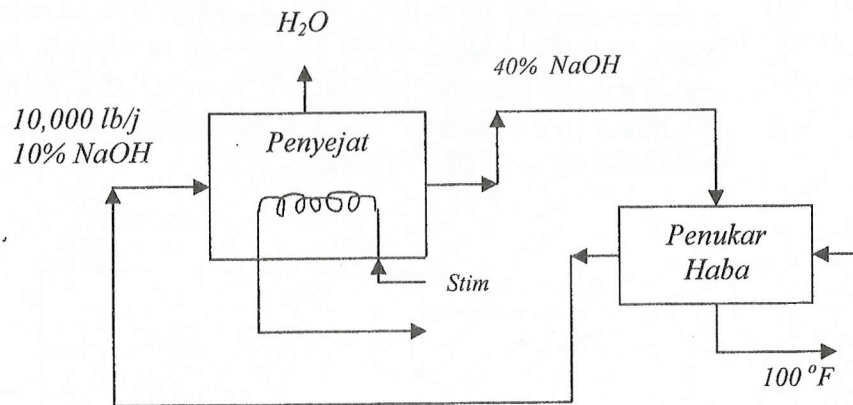
- [b] Apakah perbezaan di antara

[i] Kerja aliran dan kerja aci.

[ii] Sistem isoterma dan adiabatik.

[4 markah]

- [c] Sebuah penyejat pada tekanan atmosfera direkabentuk untuk memekatkan 10,000 lb/jam larutan NaOH 10% pada 70°F menjadi larutan berkepekatan 40%. Tekanan stim di dalam bekas stim ialah 40 psig. Tentukan jumlah stim (lb) yang diperlukan per jam jika kaustik yang panas dan kuat di keluaran penyejat akan memanaskan kaustik yang lemah di aliran masuk sebuah penukar haba. Kaustik kuat akan keluar dari penukar haba pada 100°F.



Rajah S. 2 [c]

[11 markah]

Jadual S.2. Nilai-nilai entalpi bagi NaOH

NaOH, % mengikut berat	T, °F	$\hat{\Delta H}$, Btu/lb larutan
10	70	35
10	100	60
40	70	82
40	100	94

...6/-

3. [a] Water available at 200°F is pumped from a tank at flowrate of 50 gal/min. The motor for the pump supplies work at the rate of 2 hp. The water passes through a heat exchanger, giving heat at the rate of 40,000 Btu/min, and is delivered to a second tank at an elevation 50 ft above the first tank. Calculate the temperature of the water delivered to the second tank. Assume that the initial and final velocities of water in both tanks are negligible.

[8 marks]

- [b] What is a steam table?

A 10.0 m³ tank contains steam at 275°C and 15.0 bar. The tank and its contents are cooled until pressure drops to 1.2 bar. Some of the steam condenses in the process.

- [i] How much heat was transferred from the tank?
 [ii] What is the final temperature of the tank contents?
 [iii] How much steam condensed (kg)?

[9 marks]

- [c] In the manufacturing of nitric acid, ammonia and preheated air mixed to form a gas containing 10 mole% NH₃ at 600°C. The ammonia is then catalytically oxidized to form NO₂, which is absorbed in water to form HNO₃. If ammonia enters the gas blending unit at 25°C at a rate of 520 kg/h and heat is lost from the mixer to its surroundings at a rate of 7 kW, determine the temperature to which the air must be preheated.

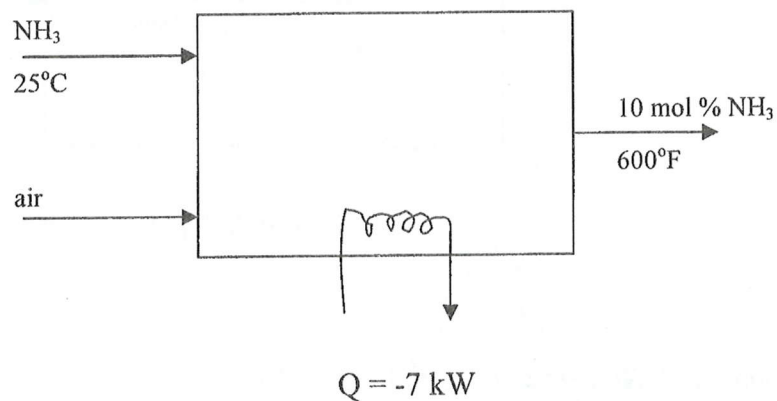


Figure Q. 3 [c]

[8 marks]

3. [a] Air yang diperolehi pada 200°F dipamkan dari sebuah tangki pada kadar aliran 50 gal/min. Motor bagi pam membekalkan kerja pada kadar 2 hp. Air melalui sebuah penukar haba, membekalkan haba pada kadar 40,000 Btu/min, dan dihantarkan ke sebuah tangki kedua pada aras 50 kaki di atas tangki pertama. Kirakan suhu air yang dihantar ke tangki kedua. Andaikan halaju awal dan akhir air di dalam kedua-dua tangki boleh diabaikan.

[8 markah]

- [b] Apakah jadual stim?

Sebuah tangki 10.0 m^3 mengandungi stim pada 275°C dan 15.0 bar. Tangki dan kandungannya disejukkan sehingga tekanan jatuh ke 1.2 bar. Sebahagian dari stim memeluwap di dalam proses ini.

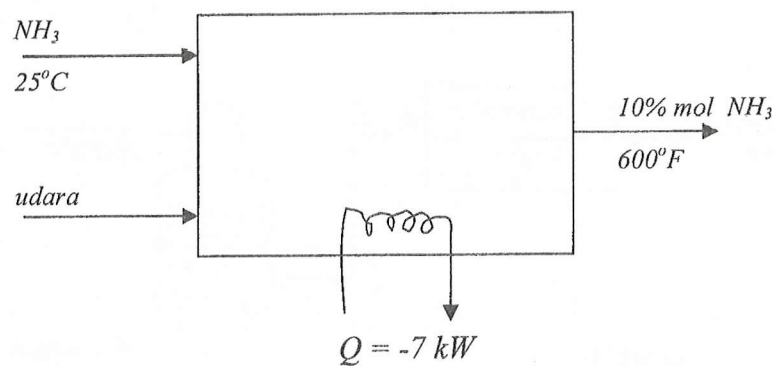
[i] Berapa banyak habakah yang dipindahkan dari tangki?

[ii] Apakah suhu akhir kandungan tangki?

[iii] Berapa banyak stimkah yang terpeluwap (kg)?

[9 markah]

- [c] Dalam penghasilan asid nitrik, amonia dan udara panas akan dicampurkan untuk membentuk gas yang mengandungi 10% mol NH_3 pada 600°C . Amonia tersebut kemudiannya dioksidakan secara bermangkin untuk membentuk NO_2 yang akan diserap di dalam air untuk membentuk HNO_3 . Jika amonia memasuki unit pengadunan gas pada suhu 25°C pada kadar 520 kg/jam, dan kadar kehilangan haba dari pencampuran ke sekelilingnya ialah 7 kW, tentukan suhu di mana udara perlu dipanaskan.



Rajah S. 3 [c]

[8 markah]

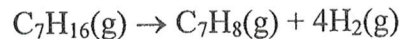
...8/-

Section B : Answer any TWO questions.

Bahagian B : Jawab mana-mana DUA soalan.

4. Figure Q. 4 illustrates process flow diagram of production of toluene (C_7H_8) from n-heptane (C_7H_{16}) with a Cr_2O_3 on Al_2O_3 catalyst. Hydroforming method is used to recover n-heptane by using a solvent. The yield of toluene is 15 mole % based on the n-heptane charged to the reactor. Assume that 10 kg of solvent are used per kilogram of toluene in the extraction.

[a] Calculate how much heat has to be added or removed from the catalytic reactor to make it isothermal at $400^\circ C$ considering the following reaction.



[10 marks]

[b] Find the temperature of the n-heptane and solvent stream leaving the mixer-settlers if both streams are at the same temperature. Assume the addition of fresh solvent is negligible.

[8 marks]

[c] By using the calculated temperature in part (b) as a reference temperature, determine the value of T_f , the temperature of the stream that leaves the heat exchanger.

[7 marks]

Data:

	Heat of formation (kJ/mol)	Heat Capacity J/(g°C)		Heat of vaporization (kJ/kg)	Boiling point (K)
		Liquid	Vapour		
Toluene	12.00	2.22	2.30	364	383.8
n-heptane	-224.0	2.13	1.88	318	371.6
Solvent	-	1.67	2.51	-	434.0

Assumption: Heat of solution of toluene in the solvent is -23 J/g toluene

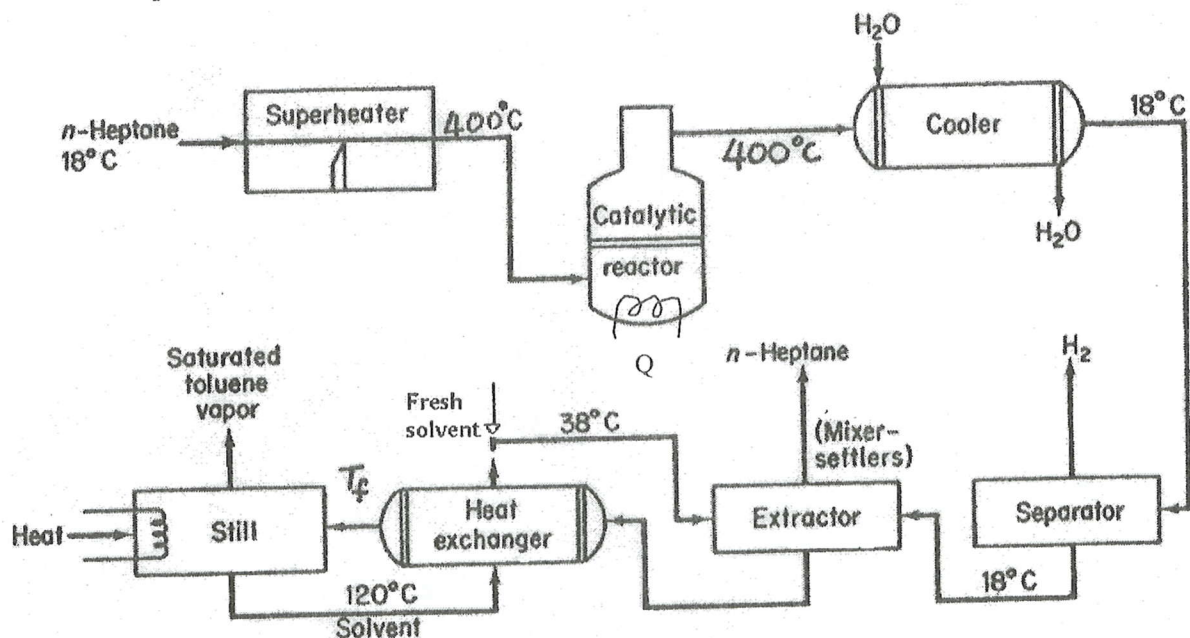
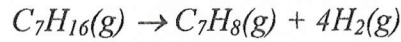


Figure Q. 4

4. Gambarajah S.4 menunjukkan carta aliran proses penghasilan toluena (C_7H_8) daripada *n*-heptana (C_7H_{16}) dengan menggunakan mangkin Cr_2O_3 di atas Al_2O_3 . Kaedah pembentukan hidro digunakan untuk memulihkan *n*-heptana dengan menggunakan suatu pelarut. Hasil toluena adalah 15% mol berdasarkan *n*-heptana yang memasuki reaktor. Andaikan 10 kg pelarut digunakan bagi setiap kilogram toluena yang disarikan.

[a] Kirakan banyak manakah haba yang perlu ditambah atau dibuang daripada reaktor bermangkin untuk membolehkan ia isoterma pada $400^\circ C$ dengan mengandaikan tindakbalas berikut.



[10 markah]

[b] Tentukan suhu *n*-heptana dan pelarut yang meninggalkan pencampur pegenap sekiranya suhu kedua-dua aliran tersebut adalah sama. Andaikan tiada penambahan pelarut baru.

[8 markah]

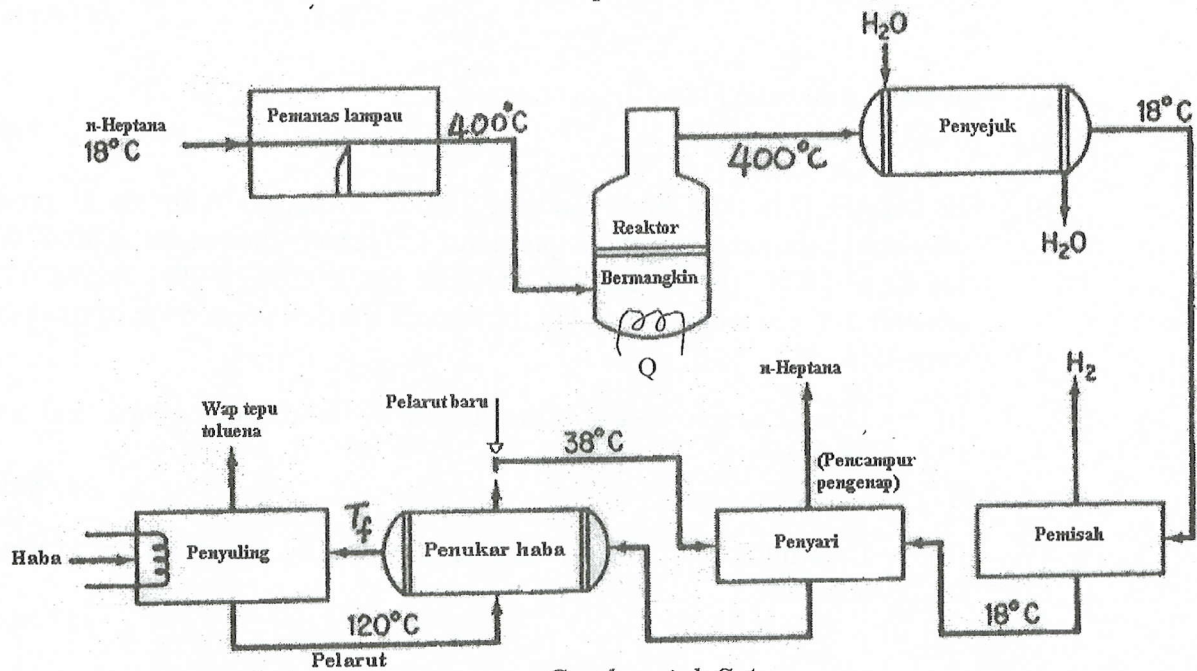
[c] Dengan menggunakan suhu yang diperolehi dalam bahagian (b) sebagai suhu rujukan, tentukan nilai T_f , suhu aliran yang keluar dari penukar haba.

[7 markah]

Data:

	Haba pembentukan (kJ/mol)	Muatan haba J/(g °C)		Haba pengewapan (kJ/kg)	Takat didih (K)
		Cecair	Wap		
Toluena	12.00	2.22	2.30	364	383.8
<i>n</i> -heptana	-224.0	2.13	1.88	318	371.6
Pelarut	-	1.67	2.51	-	434.0

Andaian: Haba larutan toluena dalam pelarut adalah -23 J/g toluena



Gambarajah S.4

...10/-

5. Liquid methanol initially at 25°C is vaporized at 1.1 atm and heated to 150°C. The vapour is mixed with excess air that has been preheated to 150°C, and the mixture is fed to the reactor at 150°C and 1 atm. The reactor effluent emerges at 350°C and 1 atm. Analysis of the product gas yields a dry basis composition of 5.0% CO₂, 14.0% O₂ and the balance is N₂. Calculate:

[a] The percentage excess air supplied [5 marks]

[b] Heat (kJ) needed to heat the methanol feed. [5 marks]

[c] Heat (kJ) that must be transferred from the reactor. [15 marks]

5. *Cecair metanol pada suhu asal 25°C diwapkan pada 1.1 atm dan dipanaskan ke 150°C. Wap itu dicampurkan dengan udara berlebihan yang sebelum ini dipanaskan pada 150°C. Campuran tersebut kemudiannya dimasukkan ke dalam reaktor pada suhu 150°C dan 1 atm. Keluaran reaktor pada 350°C dan 1 atm. Analisa produk gas menunjukkan komposisi 5.0% CO₂, 14.0% O₂ dan bakinya N₂ berdasarkan asas kering. Kirakan:*

[a] *Peratus udara lebihan yang disuapkan* [5 markah]

[b] *Haba (kJ) yang diperlukan untuk memanaskan metanol dalam suapan.* [5 markah]

[c] *Haba (kJ) yang diperlukan dipindahkan daripada reaktor.* [15 markah]

6. [a] What is Adiabatic Flame Temperature [5 marks]

[b] In MZAB (M) Sdn Bhd, Methane (CH₄) is reacted with air to produce ethylene (C₂H₄) at atmospheric pressure. CH₄ enters the reactor at 800K while the air at 500K. In the process, methane gas is used in 30% excess (of the amount of the stoichiometric), but the overall fraction conversion of methane is only 45%.

[i] Draw a simple sketch of the process by indicating the input and output streams [3 marks]

[ii] Determine the outlet stream temperature by assuming the process is adiabatic. [17 marks]

[Hint: Use oxygen as a basis of calculation]

6. [a] *Apakah Suhu Nyalaan Adiabatik*

[5 markah]

[b] *Di MZAB (M) Sdn Bhd, metana (CH_4) ditindakbalas dengan udara untuk menghasilkan etilena (C_2H_4) pada tekanan atmosfera. CH_4 memasuki reaktor pada 800K manakala udara pada 500K. Di dalam proses ini, gas metana digunakan 30% lebihan (daripada nilai stoikiometri), tetapi pecahan penukaran keseluruhan metana adalah 45%.*

[i] *Lakarkan gambarajah ringkas proses tersebut dengan menunjukkan aliran masuk dan keluar*

[3 markah]

[ii] *Tentukan suhu aliran keluar dengan mengandaikan proses tersebut adiabatik.*

[17 markah]

[Petunjuk: Guna oksigen sebagai asas pengiraan]