UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2009/2010 Academic Session

November 2009

EKC 214 – Energy Balance
[Imbangan Tenaga]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of SIX pages of printed material before you begin the examination.

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

Instructions: Answer **FOUR** (4) questions. Section A is **COMPULSORY.** Answer any **TWO** (2) questions from Section B. Answer any **ONE** (1) questions from Section C. All questions carry the same marks.

*[**Arahan:** Jawab **EMPAT** (4) soalan. Bahagian A **WAJIB** dijawab. Bahagian B pilih **DUA** (2) soalan sahaja. Bahagian C pilih **SATU** (1) soalan sahaja. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

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

<u>Section A</u> : Compulsory.
<u>Bahagian A</u>: Wajib.

1. As petroleum prices rise and resources dwindle, alternatives must be found. Alternatively, automobile engines can be tuned so that they will run on simple alcohol. Methanol and ethanol can be derived from coal or plant biomass, respectively. While the alcohols produce fewer pollutants than gasoline, they also reduce the travel radius of a tank of fuel. What percent increase in the size of fuel tank is needed to give an equivalent travel radius if gasoline is replaced by alcohols? Base your calculations on 40 kJ/g of 87 octane gasoline having a specific gravity of 0.84, and with the product water as a vapor. Make the calculations for [a] methanol and [b] ethanol.

   Apabila harga petroleum melonjak naik dan sumbernya semakin berkurang, pelbagai alternatif perlu dicari. Sebagai alternatif, enjin motokar boleh ditala agar ia boleh beroperasi dengan alkohol mudah. Metanol dan etanol boleh diperolehi dari arang batu atau biojisim tumbuhan. Alkohol-alkohol mampu mengeluarkan pencemar yang sedikit dari gasolin, namun ia boleh mengurangkan jejari tangki bahanapi setiap perjalanan. Berapakah peratus peningkatan saiz tangki bahanapi yang diperlukan bagi setiap tangki bahanapi perjalanan bagi gasolin jika gasolin digantikan oleh alkohol-alkohol? Sandarkan pengiraan anda dengan 40kJ/g 87 oktana gasolin yang nilai graviti tentunya adalah 0.84. Anggapkan air yang dihasilkan adalah pada keadaan wap lakukan pengiraan untuk [a] methanol dan [b] etanol

   [25 marks/markah]

<u>Section B</u> : Answer any <u>TWO</u> questions.
<u>Bahagian B</u>: Jawab mana-mana <u>DUA</u> soalan.

2. [a] Superheated steam at 300°C at 5 bar is needed for a process in a plant. For this purpose, a turbine discharge saturated steam at 1 bar with rate of 1150 kg/h is mixed with superheated steam available from a second source at 400°C at 10 bar in order to produce the superheated steam. The mixing unit operates adiabatically.

   Stim panas lampau bersuhu 300°C pada 5 bar diperlukan untuk suatu proses di dalam sebuah loji. Untuk menghasilkannya, stim panas yang dialir keluar dari sebuah turbin pada 1 bar dengan kadar 1150kg/j telah dicampur dengan stim panas lampau dari sumber yang kedua pada 400°C dan 10 bar. Unit pencampuran tersebut beroperasi secara adiabatik.

   [i] Calculate the amount of superheated steam produced at 300°C
   Hitungkan jumlah stim panas lampau yang terhasil pada 300°C

   [10 marks/markah]

   [ii] Determine the volumetric flow rate and the velocity of the 400 °C superheated steam if the pipe internal diameter is 15 cm.

Tentukan kadar aliran isipadu dan halaju stim lampau panas pada 400°C sekiranya diameter dalam paip adalah 15 cm.

[5 marks/markah]

[b] A hydroelectric power plant operates under the following conditions:
Sebuah loji hidroelektrik beroperasi dalam keadaan seperti berikut:

Water flow rate : 1.11 m^3/s
Inlet : 1 atm, 20^oC
Discharge : 1 atm, 242 m below inlet, 20^oC

Kadar aliran air : 1.11 m^3/s
Salur aliran masuk: 1 atm, 20^oC
Salur aliran keluar: 1 atm, 242 m di bawah salur aliran masuk, 20^oC

The water inlet duct ID is 25 cm while the discharge duct ID is 18 cm. Assume that no heat is transferred to or absorbed from the surroundings. Calculate the power output of the turbine.

Diameter dalam salur aliran air masuk adalah 25 cm manakala diameter dalam salur aliran keluar adalah 18 cm. Anggapkan bahawa tiada tenaga haba dipindah keluar atau diserap dari persekitaran. Hitungkan kuasa keluaran turbin.

[10 marks/markah]

3. [a] Define the following terms:
Takrifkan terma berikut:

[i] Dry bulb temperature
Suhu bebuli kering

[ii] Wet bulb temperature
Suhu beluli basah

[iii] Dew point
Takat embun

[iv] Relative humidity
Kelembapan relatif

[v] Absolute humidity
Kelembapan mutlak

[10 marks/markah]

[b] A dehumidifier is to be installed in a library. The unit draws air from the library at 500 m^3/h, cools it to 15 °C and then heats it back to 21 °C and returns it to the library at 1 atm. On a warm summer day, the air being drawn into the unit is at 30 °C, 1 atm and 70 % relative humidity.

…4/-

Sebuah penyahlembap telah dipasang dalam sebuah perpustakaan. Unit tersebut menyedut udara dari perpustakaan pada kadar 500 m^3/j, menyejukkan udara itu kepada 15 °C dan kemudiannya memanaskan udara itu ke 21 °C sebelum mengembalikan udara tersebut ke perpustakaan pada 1 atm. Pada suatu hari yang panas, udara yang disedut ke unit tersebut adalah pada 30 °C, 1 atm dengan kelembapan relatif 70%.

[i] Determine the mass flow rate and dew point of the air being drawn into the unit.

Tentukan kadar aliran jisim dan takat embun udara yang disedut ke dalam unit tersebut.

[ii] Determine the amount of water condensed in the unit.
Tentukan jumlah air yang terkondensasi dalam unit tersebut.

[iii] Determine the relative humidity and standard volumetic flow rate (SCMH) of the air which is returned to the library.

Tentukan kelembapan relatif dan kadar aliran isipadu piawai udara yang dikembalikan ke dalam perpustakaan.

[15 marks/markah]

4. [a] Correct all the statements below:
Perbetulkan semua kenyataan di bawah:

[i] The law of the conservation of energy says that all of the energy changes in a system can sometimes add up to zero.

Hukum pengabadian tenaga menyatakan bahawa kadang kala jumlah semua pertukaran tenaga di dalam sesebuah sistem adalah sifar.

[ii] Work done by a fluid flowing in a system that drives a turbine coupled with an electric generator is known as flow work.

Kerja yang dilakukan oleh bendalir yang mengalir dalam sistem yang memacu turbin yang berganding dengan generator elektrik dikenali sebagai aliran kerja.

[iii] For a nonideal gas, $\Delta\hat{H} = \int_{T_1}^{T_2} C_p(T)dT$ is an exact expression.

Untuk gas tidak unggul, $\Delta\hat{H} = \int_{T_1}^{T_2} C_p(T)dT$ *adalah ungkapan yang tepat.*

[iv] A closed, steady state system cannot be an isothermal system
Sistem tertutup pada keadaan mantap tidak boleh menjadi sistem sesuhu.

[v] A closed system must be adiabatic
Sebuah sistem tertutup mestilah adiabatik.

[10 marks/markah]

[b] Saturated steam at 250 °C is used to heat a counter currently flowing stream of methanol vapor from 70 °C to 200 °C in a heat exchanger. The flow rate of the methanol is $5m^3$ per minute at STP and the steam condenses and leaves the heat exchanger as liquid water at 80 °C. There is no heat loss to the surroundings from the heat exchanger.

Stim tepu pada 250 °C digunakan untuk memanaskan aliran wap metanol dari 70 °C kepada 200 °C dalam sebuah penukar haba arus berlawanan. Kadar aliran metanol adalah $5m^3$ per minit pada STP dan stim terkondensasi meninggalkan penukar haba sebagai cecair pada 80 °C. Tiada kehilangan haba dari penukar haba dengan persekitaran.

[i] Show the sketch of a heat exchanger and label all the streams.
Lakarkan penukar haba dan labelkan semua aliran.

[ii] Calculate the required flow rate of the entering steam in m^3/min.
Hitungkan kadar alir stim masuk dalam m^3/min.

[iii] Calculate the heat duty of the heat exchanger (kW).
Hitungkan duti haba penukar haba tersebut (kW).

[15 marks/markah]

<u>Section C</u> : Answer any <u>ONE</u> question.
<u>Bahagian C</u> : Jawab mana-mana <u>SATU</u> soalan.

5. Sulphuric acid (H_2SO_4) is a major bulk chemical used in a wide variety of industries. After sulphur is oxidized to SO_2, the SO_2 is further oxidized in the converters (reactors) to SO_3 and the SO_3 is absorbed in dilute H_2SO_4 to form concentrated H_2SO_4. In the first converter the entering gases at 400 K and 1 atm are composed of 9.0% SO_2, 9.5% O_2 and 81.5% N_2. Only 75% of the entering SO_2 reacts in the first converter. If the maximum temperature of the gas before going to the next converter (where the reaction is completed) is 700 K, how much heat must be removed from the gas before it goes to the second converter per kmol of sulphur entering the process. In addition, determine if the number of degrees of freedom for the process is zero. Also, visualize the process in a schematic diagram.

Asid sulfurik (H_2SO_4) adalah bahan kimia pukal utama yang digunakan dalam pelbagai industri. Selepas sulfur dioksidakan ke SO_2, kemudiannya SO_2 dioksidakan dalam penukar (reaktor) ke SO_3. Kemudiannya SO_3 akan diserapkan dalam H_2SO_4 cair untuk membentuk H_2SO_4 pekat. Dalam penukar pertama, gas-gas yang masuk adalah pada 400K dan 1 atm. Gas-gas ini adalah 9.0% SO_2, 9.5% O_2 dan 81.5% N_2. Hanya 75% dari SO_2 yang masuk bertindakbalas dalam penukar pertama. Jika suhu maksimum gas sebelum memasuki penukar seterusnya (di mana tindakbalas adalah lengkap) adalah 700K, berapakah jumlah haba yang perlu dialihkan dari gas tersebut sebelum ia masuk ke penukar kedua bagi setiap kmol sulfur yang masuk dalam proses tersebut. Sebagai tambahan, tentukan jumlah darjah kebebasan proses tersebut adalah kosong. Gambarkan proses tersebut dalam bentuk gambarajah berskima.

Associated reaction: SO_2 (g) + ½ O_2(g) ➔ SO_3(g)
Tindakbalas berkaitan:

[25 marks/markah]

6. Formaldehyde can be made by oxidation of methanol (CH_3OH). If stochiometric amounts of CH_3OH(g) and O_2(g) enter the reactor at 100 ^oC, the reaction is complete, and heat removed from the reactor per mole of CH_3OH(g) fed to the reactor is 147.23 kJ/gmol, calculate the temperature of products leaving the reactor. The reaction is:

Metanol (CH_3OH) boleh dioksidakan ke formalhyde. Jika jumlah stoikiometri CH_3OH(g) dan O_2(g) memasuki reaktor pada 100 ^oC dan tindakbalas lengkap berlaku, kirakan suhu produk-produk yang keluar darinya. Jumlah haba yang dialihkan dari reaktor bagi setiap jumlah mol masukan CH_3OH(g) ke reaktor adalah 147.23 kJ/gmol. Tindakbalas berkenaan adalah:

$$2CH_3OH(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2CO(g) + 2H_2O(g)$$

[25 marks/markah]

- ooo O ooo -