
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2007/2008
*Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2007/2008*

October / November 2007
Oktober / November 2007

EMH 322/3 – Heat Transfer
Pemindahan Haba

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

ARAHAN KEPADA CALON:

Please check that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin the examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FIVE (5)** questions.

*Jawab **LIMA (5)** soalan.*

Answer **TWO (2)** questions from **SECTION A** and **THREE (3)** questions from **SECTION B**.

*Jawab **DUA (2)** soalan dari **BAHAGIAN A** dan **TIGA (3)** soalan dari **BAHAGIAN B**.*

Answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

*Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.*

Each question must begin from a new page.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

BAHAGIAN A

- S1. [a] Tuliskan nota ringkas berkenaan dengan ketebalan penebatan kritikal terhadap kehilangan haba.

Write short note on the significance of critical insulation thickness on the heat loss.

(10 markah)

- [b] Sebuah tiub berdinding tebal diperbuat dari keluli tahan karat dengan $k = 19 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$, diameter dalaman $ID = 2 \text{ sm}$ dan diameter luaran $OD = 4 \text{ sm}$. Ia diselaputi oleh lapisan penebat asbestos berketebalan 3 sm dengan $k = 0.2 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$. Suhu dinding dalaman tiub berkenaannya dikekalkan dengan membebaskan 680 W/m disepanjang dalaman tiub. Jika permukaan luaran asbestos ialah pada 100°C , kirakan suhu dinding dalaman bagi tiub dan suhu antaramuka penebatan tiub, dan kemudian kirakan pekali pemindahan haba bagi udara persekitaran.

A thick-walled tube of stainless steel of $k = 19 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$, inside diameter $I\cdot D = 2 \text{ cm}$ and outside diameter $O\cdot D = 4 \text{ cm}$. It is covered with 3 cm layer of asbestos insulation of $k = 0.2 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$. The inside wall temperature of the tube is maintained constant by releasing 680 W/m along the inside of the tube. If the outside surface of the asbestos is at 100°C , calculate the inside wall temperature of the tube and the tube – insulation interface temperature and hence calculate the heat transfer coefficient of the surrounding air.

(15 markah)

- S2. [a] Menggunakan konsep penghasilan haba seragam, isipadu kawalan dan persamaan Fourier, terbitkan persamaan model pembeza bagi dinding satah dengan penebatan bagi salah satu dinding. Gunakan keadaan sempadan yang sesuai bagi menerbitkan ungkapan bagi agihan suhu merentasi dinding satah.

Use the concept of uniform heat generation, control volume and Fourier equation to develop the differential model equation for a plane wall insulated at one side. Use suitable boundary conditions to find an expression for the temperature distribution across the plane wall.

(10 markah)

- [b] Dinding satah dengan ketebalan 6 sm menghasilkan haba dalaman pada kadar 0.3 MW/m^3 . Sebelah bahagian dinding ditebat dan sebelah bahagian dinding lagi didedahkan kepada persekitaran pada 93°C , Pekali pemindahan haba perolakan di antara dinding dengan persekitaran ialah $570 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Kekonduksian terma bagi dinding ialah $21 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Kirakan suhu maksima di dinding dan beri komen bagi sebarang hasil yang menarik.

A plane wall 6 cm thick generates heat internally at the rate of $0.3 \text{ MW} / \text{m}^3$. One side of the wall is insulated and the other side is exposed to an environment at 93°C . The convection heat transfer coefficient between the wall and the environment is $570 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. The thermal conductivity of the wall is $21 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Calculate the maximum temperature in the wall and comment on any point of interest.

(15 markah)

- S3. [a] Bagi bendalir yang mengalir di dalam tiub tebal dan disejukkan dengan bendalir sejuk dari luar, lakarkan agihan suhu merentasi kedua-dua bendalir and kerak pada kedua-dua belah dinding tiub. Tuliskan ungkapan bagi pekali pemindahan haba keseluruhan dan kemudian terbitkan pekali pemindahan haba untuk:

- (i) tiub berdinding bersih dan nipis
- (ii) tiub berdinding nipis dengan kerak pada bahagian panas sahaja.
- (iii) tiub berdinding nipis dengan kerak pada kedua-dua bahagian tiub.

A hot fluid flowing inside a thick tube is cooled by a cold fluid from the outside, sketch the temperature distribution across both fluids and the scales on both sides of the tube wall. Write down an expression for the overall heat transfer coefficient and hence deduce the heat transfer coefficients for :

- (i) a clean, thin-walled tube.
- (ii) thin wall tube with scale on the hot side.
- (iii) thin with scales on both sides

(10 markah)

- [b] Udara mengalir pada 120°C di dalam tiub tahan karat berdinding nipis dengan $h = 65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Diameter dalaman tiub ialah 2.5 sm dan ketebalan dinding ialah 0.4 mm, $k = 18 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ bagi keluli. Tiub berkenaan didedahkan kepada persekitaran dengan $h = 6.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ dan $T_a = 15^\circ\text{C}$. Kirakan pekali pemindahan haba keseluruhan dan kehilangan haba per meter panjang. Apakah faktor utama penentu bagi U.

Air flows at 120°C in a thin-wall stainless-steel tube with $h = 65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. The inside diameter of the tube is 2.5 cm and the wall thickness is 0.4 mm, $k = 18 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ for the steel. The tube is exposed to an environment with $h = 6.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ and $T_a = 15^\circ\text{C}$. Calculate the overall heat-transfer coefficient and the heat loss per meter of length. What is the main determining factor for U.

(15 markah)

BAHAGIAN B

- S4. Dengan bantuan lakaran kemas, terangkan operasi penukar haba jenis plat. Penerangan mestilah disertai dengan kelebihan dan kekurangan penukar haba jenis plat.

With the help of neat sketch, explain the operation of plate heat exchangers. The explanation must also include advantages and disadvantages of plate heat exchangers.

(8 markah)

Untuk S5, jawab hanya satu bahagian [a] ATAU [b] untuk S5.

For Q5, answer only one part [a] OR [b].

- S5. [a] Minyak pelincir keluar dari enjin pada suhu 90°C dengan kadar alir jisim 0.025 kg/s dan perlu disejukkan ke 50°C sebelum masuk kembali ke dalam enjin. Proses ini dicapai dengan mengalirkan minyak pelincir berkenaan pada bahagian kelompang penukar haba jenis kelompang dan tiub, dengan bilangan genap bagi tiub, dan diameter luaran $D_o = 1.9\text{sm}$. Air mengalir pada kadar 0.04 kg/s dengan suhu masukan 20°C . Haba tentu bagi air dan minyak ialah $4190\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan $2100\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ masing-masing. Pekali pemindahan haba keseluruhan, U berdasarkan keluasan luaran tiub ialah $250\text{ W/m}^2\text{.}^{\circ}\text{C}$. Kirakan

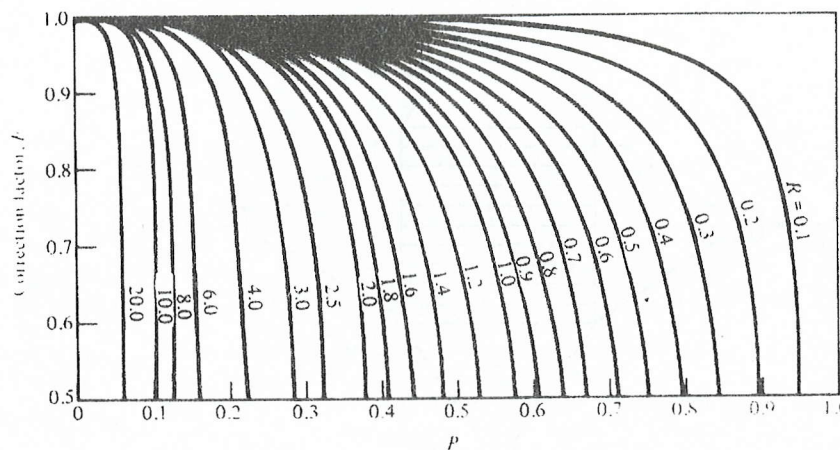
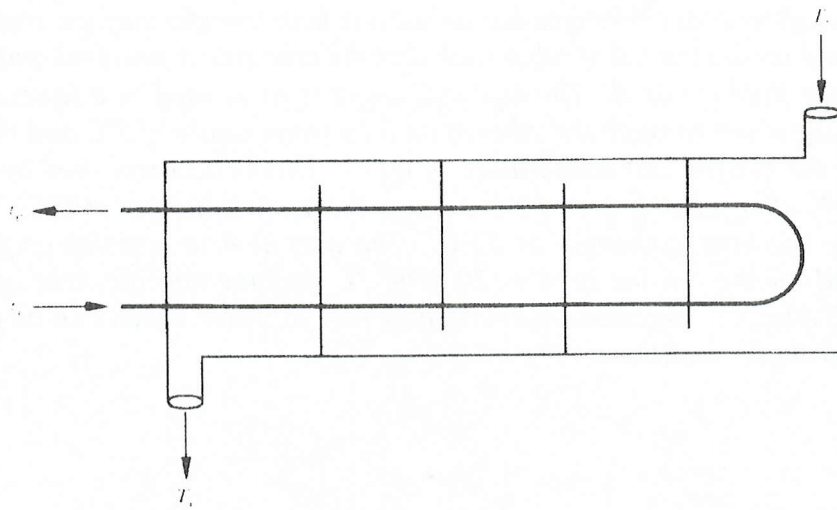
- (i) Keluasan pemindahan haba bagi penukar haba berkenaan
- (ii) Bilangan tiub yang diperlukan, jika panjang kelompang hendaklah tidak melebihi 0.9 m .

Lubrication oil leaves an engine at a temperature of 90°C with a mass flow rate of 0.025 kg/s and is to be cooled to 50°C before returning to the engine. To accomplish this, the oil is to flow on the shell side of a one-shell-pass, even number of tube passes heat exchanger constructed of tubes whose outside diameter is $D_o = 1.9\text{cm}$. Water flows at a rate of 0.04kg/s and with an inlet temperature of 20°C . The specific heat of water and oil is $4190\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ and $2100\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ respectively. The overall heat transfer coefficient, U based on the outside area of the tubes is $250\text{ W/m}^2\text{.}^{\circ}\text{C}$. Calculate

- (i) *the required heat transfer area of the heat exchanger*
- (ii) *the number of tubes needed, if the shell length is not to exceed 0.9m*

$$P = \frac{t_e - t_i}{T_i - t_i}$$

$$R = \frac{T_i - T_e}{t_e - t_i}$$

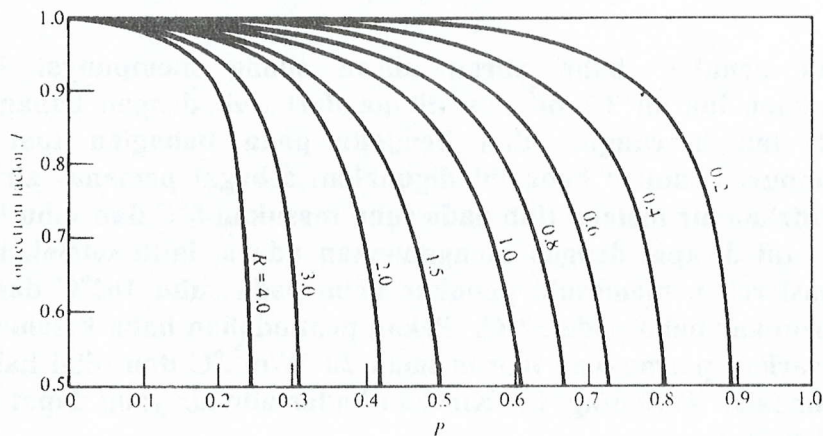
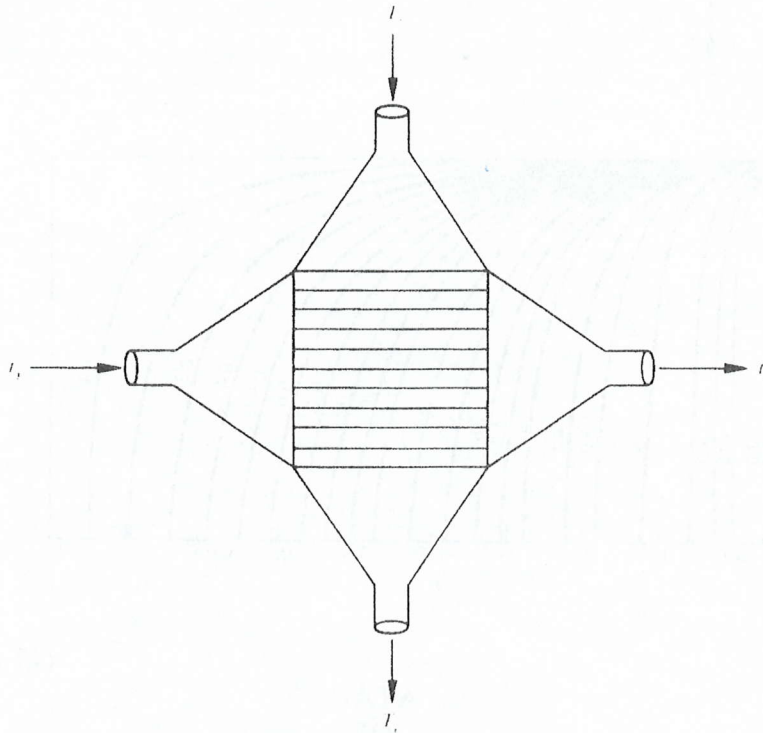


(17 markah)

ATAU
OR

- [b] Sebuah penukar haba aliran aliran silang mempunyai keluasan permukaan luaran 3.7 m^2 dan dibina dari tiub dengan bahagian tiub adalah tak bercampur dan bendalir pada bahagian luar adalah bercampur. Penukar haba ini digunakan sebagai pemanas air dengan mengalirkan air melalui tiub pada suhu masukan 5°C dan suhu keluaran 60°C . Ini dicapai dengan menggunakan udara, iaitu setelah mengalir melepasi relau, memasuki penukar haba pada suhu 162°C dan keluar dari penukar haba pada 52°C . Pekali pemindahan haba keseluruhan, U berdasarkan permukaan luaran ialah $20 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ dan nilai haba tentu bagi air ialah $4190 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$. Kirakan kadar alir air yang dapat diproses pada keadaan ini.

A crossflow heat exchanger has an outside heat transfer surface area of 3.7 m^2 and is constructed of tubes such that the tube side is unmixed and the other outside fluid is mixed. The heat exchanger is to be used as a water heater by passing water through the tubes at an inlet temperature of 5°C and the heating it to the desired exit temperature of 60°C . This is accomplished by using air which, after passing over a stove enters the heat exchanger at 162°C and is to leave the heat exchanger at 52°C . The overall heat transfer coefficient, U based on the outside area is $20 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ and the specific heat of water is $4190 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$. Calculate the mass flow rate of water which can be processed under these conditions.



(17 markah)

S6. [a] Takrifkan sebutan-sebutan berikut:

- (i) **Jasad hitam**
- (ii) **Jasad kelabu**
- (iii) **Hukum Kirchhoff bagi sinaran**
- (iv) **Kebolehpencaran**

Define the following terms:

- (i) *Black body*
- (ii) *Grey body*
- (iii) *Kirchhoff's law of radiation*
- (iv) *Emissivity*

(10 markah)

[b] Dua plat selari 0.5 m x 1.0 m diletakkan pada jarak 0.5 m. Satu plat dikekalkan pada 1000°C dan satu lagi plat pada 500°C. Kebolehpencaran plat adalah 0.2 dan 0.5 masing-masing. Plat-plat berkenaan diletakkan di dalam satu bilik besar, dengan suhu dinding bilik berkenaan dikekalkan pada 27°C. Plat-plat berkenaan memindahkan haba antara satu sama lain, tetapi hanya permukaan plat yang mengadap antara satu sama lain perlu dipertimbangkan di dalam analisa. Kirakan haba bersih berpindah kepada setiap plat dan ke bilik.

Two parallel plates 0.5m by 1.0m are spaced 0.5 m apart. One plate is maintained at 1000°C and the other at 500°C. The emissivities of the plates are 0.2 and 0.5 respectively. The plates are located in a very large room, the walls of which are maintained at 27°C. The plates exchange heat with each other and with the room, but only the plate surfaces facing each other are to be considered in the analysis. Find the net heat transfer to each plate and to the room.

(15 markah)