
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003

Februari / Mac 2003

EMH 322/3 – Pemindahan Haba

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **LAPAN (8)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Calon boleh menjawab **SEMUA** soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika calon ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris sekurang-kurangnya **SATU (1)** soalan perlu dijawab dalam Bahasa Malaysia.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

...2/-

- S1. [a] Di dalam proses pemanasan semula bilet, gas-gas buangan pada 600°C digunakan. Bagi membolehkan rekabentuk sistem pemulihan haba, adalah disyorkan agar bilet (dengan keratan rentas segiempat sama) digerakkan pada halaju malar melawan gas panas yang masuk di dalam salur. Bagi membolehkan bahagian tengah bilet mencapai suhu 300°C , berapakah panjang bilet perlu digerakkan di dalam salur. Rumuskan masalah (jangan selesaikan) bagi keadaan mantap. Tuliskan andaian-andaian yang dibuat di dalam analisis.

In a billet reheating process, the waste gases available at 600°C is being utilized. In order to design the heat recovery system, it is proposed to move the billet (of square cross section) at a constant speed against an incoming hot gas in a duct. In order that the center of the billet reaches a temperature of 300°C , how long the billet has to move in the duct. Formulate the problem (Do not solve) for steady state conditions. Mention the assumptions made in the analysis.

(50 markah)

- [b] Pengagihan suhu merentasi satu dinding dengan ketebalan 0.3m pada satu-satu ketika ialah $T(x) = a + bx + cx^2$ iaitu T di dalam darjah celsius dan x di dalam meter, $a = 200^{\circ}\text{C}$, $b = -200^{\circ}\text{C/m}$ dan $c = 30^{\circ}\text{C/m}^2$. Dinding berkenaan mempunyai kekonduksian terma 1 W/mK .

- (i) Berasaskan unit keluasan permukaan, tentukan kadar pemindahan haba ke dan keluar dari dinding dan kadar penukaran tenaga yang disimpan di dalam dinding.
- (ii) Jika permukaan sejuk didedahkan kepada bendalir pada suhu 100°C , apakah pekali perolakan permukaan ?

The temperature distribution across a wall 0.3m thick at a certain instant of time is $T(x) = a + bx + cx^2$ where T is in degrees Celsius and x is in meters, $a = 200^{\circ}\text{C}$, $b = -200^{\circ}\text{C/m}$ and $c = 30^{\circ}\text{C/m}^2$. The wall has a thermal conductivity of 1 W/mK .

- (i) *On the unit surface area basis, determine the rate of heat transfer into and out of the wall and the rate of change of energy stored by the wall.*
- (ii) *If the cold surface is exposed to fluid at 100°C . What is the surface convection coefficient?*

(50 markah)

- S2. [a] Punca haba yang teragih secara seragam wujud di dalam dinding satah homogen yang direndam di dalam bendalir. Bermula dengan persamaan kekonduksian haba umum, terbitkan persamaan bagi pengagihan suhu di dinding dan suhu maksima.

Uniformly distributed heat sources exist in a homogeneous plane wall immersed in a fluid. Starting with general heat conduction equation, derive an expression for the temperature distribution in the plane wall and the maximum temperature.

(50 markah)

- [b] Sebuah relau kecil kubik bersaiz 25 x 25 x 25 cm dalaman dibina dari bata halus ($k = 1 \text{ W/mK}$) dengan ketebalan dinding 0.5 sm. Bahagian dalaman relau dikekalkan pada 450°C dan bahagian luaran dikekalkan pada 50°C . Kirakan kehilangan haba melalui dinding.

A small cubical furnace 25 x 25 x 25 cm on the inside is constructed of fireclay brick ($k = 1 \text{ W/mK}$), with a wall thickness of 5 cm. The inside of the furnace is maintained at 450°C and the outside is maintained at 50°C . Calculate the heat loss through the walls.

(50 markah)

- S3. [a] Takrifkan nombor 'Biot' dan terangkan kepentingannya.

Define 'Biot' number and explain its significance.

(25 markah)

- [b] Terangkan bagaimana penyelesaian fana satu dimensi dapat digunakan bagi menyelesaikan masalah-masalah bagi dua dan tiga dimensi.

Explain how one dimensional transient solutions may be used for the solution of two and three dimensional problems.

(25 markah)

- [c] Satu simpang pengganding suhu dalam bentuk sfera dengan diameter 0.7 mm digunakan bagi menyukat suhu di dalam aliran gas. Pengganding suhu ini pada 25°C diletakkan di dalam aliran gas pada 200°C . Tentukan masa yang diperlukan bagi pengganding suhu bagi memberi bacaan suhu gas dengan ralat 0.5 % jika $h = 400 \text{ W/m}^2\text{K}$ antara gas dan pengganding suhu dan ciri-ciri simpang ialah ; ketumpatan = 8500 kg/m^3 , haba tentu = 400 J/kg.K dan kekonduksian terma = 20 W/mK .

A thermocouple junction in the form of a sphere of diameter 0.7 mm is used to measure temperature in a gas stream. This thermocouple is initially at 25°C is placed in a gas stream at 200°C . Determine the time taken for the thermocouple to read the gas temperature with an error of 0.5% if the $h=400 \text{ W/m}^2\text{K}$ between gas and thermocouple, the properties of junction are; density= 8500 kg/m^3 , specific heat = 400 J/kgK and thermal conductivity is 20 W/mK .

(50 markah)

...4/-

- S4. [a] Tuliskan persamaan lapisan sempadan bagi pemindahan haba dari plat yang dipanaskan ke bendalir yang mengalir. Tuliskan keadaan-keadaan sempadan. Nyatakan andaian-andaian yang dibuat di dalam menerbitkan persamaan-persamaan ini.

Write down the boundary-layer equations for the heat transfer from a heated plate to a flowing fluid. Write down the boundary conditions. Mention the assumptions made in the derivation of these equations.

(40 markah)

- [b] Air dipanaskan dari 15°C apabila mengalir melalui tiub berdiameter dalaman 3 cm dan panjang 5 meter. Tiub berkenaan dilengkapi dengan pemanas berintangian elektrik yang membekalkan haba secara seragam pada permukaan tiub. Permukaan luar pemanas ditebat supaya ketika operasi mantap kesemua haba yang dijana dipindahkan ke air di dalam tiub. Jika sistem membekalkan air pada 10 liter per minit, tentukan tarif kuasa bagi pemanas berintangian. Tentukan juga suhu permukaan dalaman paip pada keluaran. Ciri-ciri berikut pada 40°C boleh digunakan.

$$\begin{aligned}\rho &= 994 \text{ kg/m}^3, k = 0.628 \text{ W/mK.} \\ \nu &= 0.658 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}, c_p = 4178 \text{ J/kg}^\circ\text{C.} \\ P_r &= 4.34\end{aligned}$$

Water is to be heated from 15°C to 65°C as it flows through a 3cm internal diameter 5m-long tube. The tube is equipped with an electric resistance heater that provides uniform heating throughout the surface of the tube. The outer surface of the heater is well insulated, so that in the steady operation all the heat generated in the heater is transferred to the water in the tube. If the system is to provide the water at 10 litres per minute, determine the power rating of the resistance heater. Also determine the inner surface temperature of the pipe at the exit. The following properties at 40°C can be used.

$$\begin{aligned}\rho &= 994 \text{ kg/m}^3, k = 0.628 \text{ W/mK.} \\ \nu &= 0.658 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}, c_p = 4178 \text{ J/kg}^\circ\text{C.} \\ P_r &= 4.34\end{aligned}$$

(60 markah)

- S5. [a] Bagaimanakah persamaan lapisan sempadan bagi plat panas menegak yang diletakkan di dalam udara pegun berbeza dengan aliran udara di atas plat panas menegak? Nyatakan keadaan-keadaan sempadan bagi perolakan tabii bagi plat menegak panas.

How do the boundary layer equations for a vertical heated plate located in a stagnant air differ from that of flow of air over a heated vertical plate? Mention the boundary conditions for the natural convection from a heated vertical plate.

(30 markah)

- [b] Takrifkan dan terangkan kepentingan nombor Grashof.

Define and explain the significance of Grashof number.

(20 markah)

- [c] Satu paip stim bertekanan tinggi dan mengufuk mempunyai diameter luaran 0.1 m dan merentasi sebuah bilik besar dengan suhu udara dan suhu dinding 23°C. Paip berkenaan mempunyai suhu permukaan luaran 165°C dan keberpancaran $\epsilon = 0.85$. Anggarkan kehilangan haba dari paip per unit panjang. Ciri-ciri udara pada 367 K,

$$\begin{aligned} k &= 0.0313 \text{ W/mK,} \\ v &= 22.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s, } \beta = 2.725 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}, \alpha = 32.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s,} \\ Pr &= 0.697. \end{aligned}$$

A horizontal, high pressure steam pipe 0.1 m outside diameter passes through a large room whose wall and air temperatures are 23°C. The pipe has an outside surface temperature of 165°C and emissivity $\epsilon = 0.85$. Estimate the heat loss from the pipe per unit length. Properties of air at 367 K,

$$\begin{aligned} k &= 0.0313 \text{ W/mK,} \\ v &= 22.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s, } \beta = 2.725 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}, \alpha = 32.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s,} \\ Pr &= 0.697. \end{aligned}$$

(50 markah)

- S6. [a] Tunjukkan yang keberserapan dan keberpancaran bagi sesuatu permukaan adalah sama.

Show that absorptivity and emissivity of a surface at a given temperature are equal.

(20 markah)

- [b] Satu kon pepatan berdiameter atas dan bawah 10 sm dan 20 sm masing-masing mempunyai ketinggian 10 sm. Kirakan faktor bentuk antara permukaan atas dan sisi jika faktor bentuk bagi permukaan atas berbanding permukaan bawah ialah 0.12. Kirakan juga faktor bentuk bagi sisi berbanding dengan permukaan sisi.

A truncated cone has top and bottom diameters of 10 and 20 cm and a height of 10 cm. Calculate the shape factor between the top surface and the side if the shape factor of the top surface with respect to bottom surface is 0.12. Also calculate the shape factor for the side with respect to itself.

(40 markah)

- [c] Dua satah selari yang besar dengan keberpencaran 0.3 dan 0.8 menukarkan haba. Kirakan peratusan kekurangan di dalam pemindahan haba apabila perisai sinaran aluminium berkilat ($\epsilon_s = 0.04$) diletakkan di antara kedua-dua satah. Gambarkan jawapan anda dengan rangkaian.

Two very large parallel planes with emissivities 0.3 and 0.8 exchange heat. Find the percentage reduction in heat transfer when a polished aluminium radiation shield ($\epsilon_s = 0.04$) is placed between them. Illustrate your answer with network.

(40 markah)

- S7. [a] Terbitkan ungkapan Perbezaan Suhu Min Log bagi penukar haba Dua Paip Aliran Selari.

Derive an expression for the Log Mean Temperature Difference for Parallel Flow Double Pipe heat exchanger.

(50 markah)

- [b] Satu penukar haba dua paip aliran berlawanan memanaskan air dari 20°C ke 80°C pada kadar 1.2 kg/s. Pemanasan dilakukan dengan geoterma air pada 160°C pada kadar alir jisim 2 kg/s. Tiub dalaman berdinding nipis dengan diameter 1.5 sm. Jika pekali pemindahan haba keseluruhan bagi penukar haba ialah 6.40 W/m²K, tentukan panjang penukar haba yang diperlukan bagi mencapai pemanasan yang dikehendaki. Haba tentu bagi geoterma air ialah 4.31 kJ/kg°C dan bagi tiub air ialah 4.18 kJ/kg.K. Komen jawapan anda.

A counter flow double pipe heat exchanger is to heat water from 20°C to 80°C at a rate of 1.2 kg/s. The heating is to be accomplished by geothermal water available at 160°C at a mass flow rate of 2 kg/s. The inner tube is thin walled and has a diameter of 1.5 cm. If the overall heat transfer coefficient of the heat exchanger is 6.40 W/m²K, determine the length of the heat exchanger required to achieve the desired heating. Specific heat of geothermal water is 4.31 kJ/kg°C and that of water is 4.18 kJ/kg.K. Comment on the results.

(50 markah)

S8. [a] **Lakarkan dan terangkan lengkung pendidihan.**

Sketch and explain boiling curve.

(40 markah)

[b] **Terbitkan ungkapan bagi pemindahan haba ruapan di atas plat menegak sejuk yang diletakkan di dalam aliran pegun.**

Derive an expression for condensation heat transfer on a cold vertical plate placed in a stationary steam.

(50 markah)

[c] **Bezakan antara ruapan filem dan titisan.**

Distinguish between film and dropwise condensation.

(10 markah)

-ooOOOoo-