
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007

Oktober/November 2006

EMH 322/3 – Pemindahan Haba

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

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

Calon-calun hendaklah menjawab **DUA (2)** soalan dari **Bahagian A**. **SATU (1)** soalan dari **Bahagian B** dan **SATU (1)** soalan dari **Bahagian C**.

Sila jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja.

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

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Bahagian A

- S1. [a] Berikan pertimbangan bagi kerintangan sentuhan terma pemindahan haba bagi penyambungan mekanikal bahan.

Give an account on the thermal contact resistance for heat transfer in mechanical joining of materials.

(5 markah)

- [b] Dua permukaan plat kecil dengan dimensi 20 cm x 50 cm x 75 cm dan 10 cm x 50 cm x 75 cm disambungkan pada permukaan 50 cm x 75 cm secara mekanikal. Permukaan luar plat pertama ialah 60°C. Permukaan kedua plat disejukkan dengan laluan udara disepanjang 50 cm x 75 cm dengan paduan daya 25°C ke udara persekitaran. Kirakan kerintangan sentuhan terma di antara kedua-dua permukaan plat, ambil:

Two small plate surfaces of dimensions 20 cm x 50 cm x 75 cm and 10 cm x 50 cm x 75 cm are joined mechanically together on their 50 cm x 75 cm surfaces. The outside of the first plate surface is 60°C. While the outside of the second plate surface is cooled by flowing air along its 50 cm x 75 cm dimensions with the driving force of 25°C to the surrounding air. Calculate the thermal contact resistance between the two plate surfaces, take:

Suhu udara = 20°C

The air temperature = 20°C

Pekali pemindahan haba h bagi udara = 25 W/m²K

The heat transfer coefficient h of the air = 25 W/m²K

Kekonduksian terma plat pertama $K = 43$ W/mK

The thermal conductivity of the first plate $K = 43$ W/mK

Kekonduksian terma bagi plat kedua $K = 13$ W/mK

The thermal conductivity of the second plate $K = 13$ W/mK

(20 markah)

- S2. Dinding satah dengan ketebalan 1 meter, menghasilkan secara seragam 2500 W/m³ yang ditebat pada satu sisi dan disejukkan ke suhu 40°C pada satu sisi yang lain.

A plane wall of thickness one meter, generating uniformly 2500 W/m³ is insulated at one side and cooled to a temperature 40°C at the other side.

- (i) Binakan persamaan model pembeza uni-dimensi bagi isipadu kawalan pada dinding satah pada keadaan mantap.

Developed the uni-dimensional differential model equation for a control volume in the plane wall at steady state condition.

- (ii) Plotkan agihan suhu di dinding satah bagi $K = 50 \text{ W/mK}$, 100 W/mK dan 200 W/mK

Plot the temperature distribution in the plane wall for $K = 50 \text{ W/mK}$, 100 W/mK and 200 W/mK .

(25 markah)

- S3. [a] Berikan kaedah-kaedah yang ada bagi menentukan pekali pemindahan haba bagi bendalir.

Outline the available methods for determination of heat transfer coefficient of a fluids.

(5 markah)

- [b] Udara pada 2 tekanan atmosfera dengan halaju 10 m/s diperlukan bagi disejukkan dari 210°C ke 190°C di dalam tiub dinding nipis 2.5 cm diameter. Jika suhu dinding dikekalkan malar pada 180°C dengan pekali pemindahan haba pada satu sisi $1000 \text{ W/m}^2\text{K}$, kirakan:

Air at 2 atmospheric pressure with velocity 10 m/s is required to be cooled from 210°C to 190°C in a thin wall tube of 2.5 cm in diameter. If a constant wall temperature of 180°C is maintained with the heat transfer coefficient on the out side of $1000 \text{ W/m}^2\text{K}$, Calculate :

- (i) Jumlah keluasan pemindahan

The total transfer area

- (ii) Panjang paip

The length of the pipe

Persamaan-persamaan empirical dan sifat-sifat udara diberikan.

Given the following empirical equations and the properties of air.

$$(1) \quad N_u = 0.0241 \quad Re^{0.8} P_r^n \left[\begin{array}{l} 2000 < Re < 20,000 \\ n = 0.4 \quad \text{for heating} \end{array} \right]$$

$$(2) \quad N_u = 0.029 \quad Re^{0.8} P_r^n \left[\begin{array}{l} \text{For} \\ 2000 < Re < 18,000 \\ n = 0.3 \quad \text{for cooling} \end{array} \right]$$

$$(3) \quad \begin{aligned} \rho &= 1.493 \text{ kg/m}^3 \\ C_p &= 1.025 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \\ k &= 0.0386 \text{ W/m}\cdot\text{K} \\ \mu &= 2.57 \times 10^{-5} \text{ kg/m}\cdot\text{s} \end{aligned}$$

(20 markah)

Bahagian B

- S4. Sebuah penukar haba dengan keberkesanan 60% memanaskan air yang mengalir pada 300 liter/minut dari 30°C dengan stim terpeluwap pada 1 atmosfera.**

A heat exchanger with an effectiveness of 60% heats water flowing at 300 liters/minute from 30°C with condensing steam at 1 atmosphere.

- (i) Apakah persamaan yang bersesuaian yang mengaitkan pemindahan tenaga keseluruhan kepada pekali pemindahan haba keseluruhan (U), keluasan bagi penukar haba (A) dan perbezaan suhu min (ΔT_m)?**

What is the appropriate equation relating the total energy transfer to the overall heat transfer coefficient (U), area of the exchanger (A) and the mean temperature difference (ΔT_m)?

- (ii) Apakah hubungkait yang sesuai di antara keberkesanan dan haba yang dipindahkan?**

What is the appropriate relationship between the effectiveness and the heat transferred?

- (iii) Apakah suhu keluaran bagi air?**

What is the exit temperature of the water?

- (iv) Jika $U = 1000 \text{ W/m}^2\text{K}$, apakah keluasan bagi penukar haba?**

If $U = 1000 \text{ W/m}^2\text{K}$ what is the area of the exchanger?

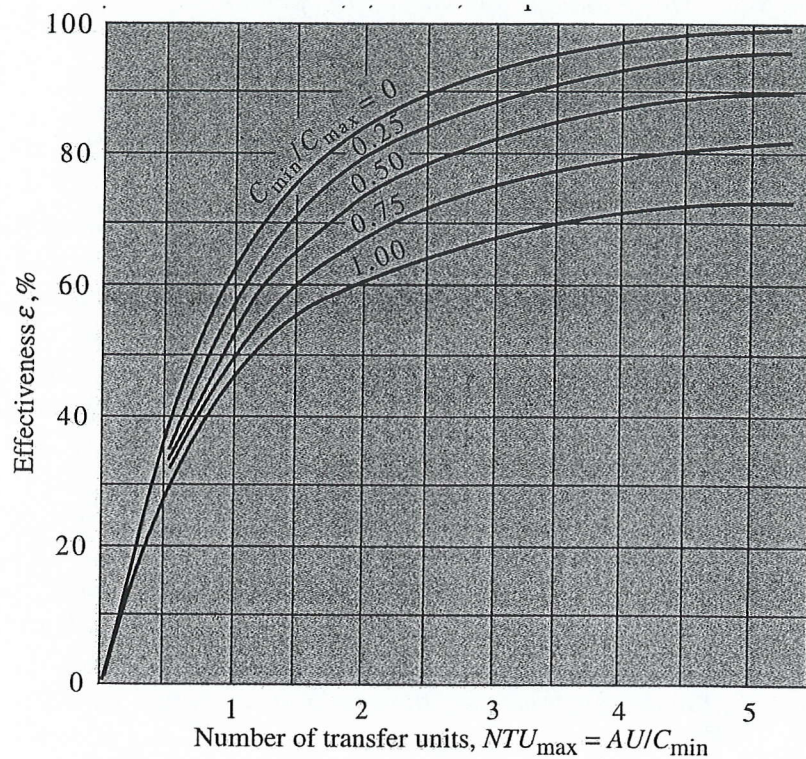
- (v) Bagi meningkatkan keberkesanan penukar haba, apakah yang boleh dilakukan pada kadar alir air?**

To improve the effectiveness of the heat exchanger, what can be done with the water flow rate?

(25 markah)

- S5. Keberkesanan sebuah penukar haba (lihat graf) bagi loji janakuasa nuklear ialah 70%. Cecair sodium mengalir pada kadar sama di kedua-dua belah penukar haba. Penukar haba mempunyai keluasan pemindahan haba 200 m^2 , dan pekali pemindahan haba keseluruhan ialah $U = 1750 \text{ W/m}^2\text{K}$. Nota: C_p Sodium = 1.34 kJ/kgK pada graf $C = C_p \dot{m}$

The effectiveness of a heat exchanger (see graph) in a nuclear power plant is 70%. Liquid sodium is flowing at the same rate in both sides of the heat exchanger. The exchanger has a heat transfer area of 200 m^2 , and the overall heat transfer coefficient is $U = 1750 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$. Note: C_p Sodium = 1.34 kJ/kg K On the graph $C = C_p \dot{m}$



Rajah S4[b]
Figure Q4[b]

- (i) Apakah kadar alir di bahagian sejuk dalam kg/s?

What is the cold side flow rate in kg/s?

- (ii) Jika perubahan suhu sisi sejuk ialah 200°C , apakah pemindahan haba di dalam Watt?

If the cold side temperature change is 200°C , what is the heat transfer rate in Watts?

(25 markah)

Bahagian C

- S6.** Sebuah satelit bumi sfera dengan jejari 2 m mempunyai pandangan bumi 1/10 dari keseluruhan pandangan. Ia mempunyai permukaan mengadap matahari dengan kebolehpancaran 0.2 bagi radiasi suria. Matahari bertindak sebagai jasad hitam dengan menghuni 1/46,000 pandangan satelit, dan mempunyai suhu 5800 K.

An approximately spherical earth orbiting satellite of radius 2 m has a view of the earth (view factor) covering 1/10 of its total view. The side facing the sun has an emissivity of 0.2 for solar radiation. The sun acts as a black body occupying 1/46,000 of the satellites' view, and has a temperature of 5800 K.

- (i) Berapakah tenaga yang diterima dari matahari?

How much energy is it receiving from the sun?

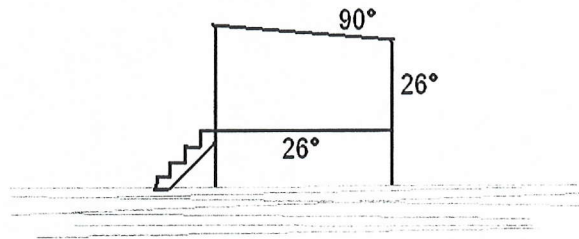
- (ii) Sebagai tambahan dari radiasi suria satelit berkenaan menghasilkan 2.5 kW haba buangan. Sebuah kapal angkasa meradiasi terhadap bumi dan ruang angkasa dengan kebolehpancaran purata 0.5. Jika bumi (dengan kebolehpancaran = 0.3) mempunyai suhu 200 K, dan ruang (jasad hitam) dengan suhu 50 K, apakah suhu keseimbangan bagi kapal angkasa? (Andaikan matahari menghuni pandangan yang kecil bagi mengabaikan radiasi satelit balik kepada matahari).

In addition to solar radiation the satellite generates 2.5 kW of waste heat. The satellite radiates towards the earth and outer space with an average emissivity of 0.5. If the earth (emissivity = .3) appears to have a temperature of 200 K, and space (a black body) has a temperature of 50 K, what is the equilibrium temperature of the space craft? (You may assume that the sun occupies a small enough view to neglect the satellites' radiation back towards the sun).

(25 markah)

- S7.** Sebuah bumbung rata besi 4 m x 6 m rumah kampung (kebolehpancaran = 0.6) didedahkan kepada radiasi suria dengan memanaskan ke 90°C. Dinding (ketinggian 3 m) bagi rumah dikekalkan pada suhu 26°C, dan lantai pada 26°C juga. Kedua-dua bumbung dan lantai mempunyai kebolehpancaran 0.2. Bumbung mempunyai faktor pandangan lantai 0.3 dan dinding 0.7. Berapa banyakkah tenaga suria yang memasuki rumah melalui radiasi dari bumbung?

The 4 x 6 m steel roof of a "flat-roof" kampung house (emissivity = 0.6) is exposed to solar radiation heating it to 90 °C. The walls (3m tall) of the house maintain a temperature of 26 °C, and the floor is also at 26 °C. Both the walls and floor have an emissivity of 0.2. The roof has a view factor of the floor of 0.3 and of the walls of 0.7. How much solar power is entering the house via radiation from the roof?



Rajah S5[b]
Figure Q5[b]

- (i) Berapa banyakkah yang dapat dikurangkan jika siling perantara dengan board simen (kebolehpencaran = 0.25, faktor pandangan bumbung 1) diletakkan dibawah bumbung? Andaikan suhu bumbung tidak berubah.

How much would this be reduced if an intermediate ceiling of cement board (emissivity = 0.25, roof view factor of 1) was placed just below the roof? You may assume the temperature of the roof does not change.

(25 markah)