



UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

PEPERIKSAAN AKHIR SEMESTER I SESI 2010/2011

NAMA KURSUS : PEMINDAHAN HABA
KOD KURSUS : BDA 3063
PROGRAM : 3 BDD
TARIKH PEPERIKSAAN : NOVEMBER/DISEMBER 2010
JANGKA MASA : 2 ½ JAM

ARAHAN :

1. JAWAB **EMPAT (4)** SOALAN SAHAJA DARIPADA **ENAM (6)** SOALAN.
2. SIMBOL YANG DIGUNAKAN MEMPUNYAI TAKRIFAN YANG LAZIM KECUALI JIKA DINYATAKAN SEBALIKNYA.
3. NYATAKAN ANDAIAN YANG DIBUAT BAGI SETIAP SOALAN.

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI **SEPULUH (10)** MUKA SURAT

- S1 (a) Bola besi dengan diameter, 12 mm disepuh lindap melalui pemanasan ke suhu 1150 K dan kemudian penyejukan secara perlahan ke suhu 400 K di dalam udara persekitaran, $T_{\infty} = 325$ K dan $h = 40$ W/m².K. Dengan menganggap sifat-sifat bagi besi, $k = 20$ W/m.K, $\rho = 7800$ kg/m³ and $C = 600$ J/kg.K, anggarkan masa yang diperlukan bagi bola besi untuk tujuan penyejukan.

(10 markah)

- (b) Sirip aluminium berbentuk anulus dipasang pada tiub bulat yang mempunyai diameter luar, 50 mm dan suhu permukaan luar, 200 °C. Sirip mempunyai ketebalan, 4 mm dan panjang, 15 mm. Sistem terdedah kepada suhu persekitaran, 20 °C, dan pekali perolakan, 40 W/m².K. Dengan menggunakan maklumat yang diberi, tentukan:

- (i) kecekapan sirip; dan
- (ii) kadar kehilangan haba per unit panjang tiub, jika terdapat 125 bilangan sirip bagi setiap satu meter panjang tiub.

(15 markah)

- S2 (a) Merujuk kepada persamaan pembezaan separa, terangkan sistem fizikal yang memenuhi persamaan tersebut.

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(kr \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(kr \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \dot{e}_{gen} = 0$$

(5 markah)

- (b) Sekeping keluli tahan karat nipis ($k = 15$ W/m°C) ditebat dengan sempurna pada permukaan belakang dengan permukaan depannya terdedah kepada persekitaran yang bersuhu 30°C, seperti dalam **Rajah S2(b)**. Kepingan keluli ini mempunyai takat lebur 930°C. Sekiranya permukaan yang terdedah boleh dianggap berada pada suhu persekitaran:

- (i) terbitkan persamaan yang mewakili taburan suhu di dalam kepingan keluli;
- (ii) kira jumlah haba maksimum yang boleh dijana di dalam kepingan keluli tersebut; dan
- (iii) lakarkan taburan suhu di dalam kepingan keluli tersebut.

(20 markah)

- S3** (a) Minyak enjin mengalir pada kadar alir jisim di dalam sebuah tiub licin. Minyak tersebut masuk pada suhu 90 °C dan dipanaskan ke suhu 150 °C. Sifat-sifat minyak enjin yang diambil pada suhu purata adalah $\mu=0.01029$ kg/m.s, $C_p = 2308$ J/kg.K, $k = 0.1347$ W/m.K dan $Pr = 176.3$. Jika fluks haba adalah tetap sepanjang dinding tiub, dan suhu dinding tiub adalah 20 °C lebih tinggi daripada suhu minyak enjin, kira panjang tiub yang diperlukan.
- (10 markah)
- (b) Komponen pemanasan elektrik seperti ditunjukkan dalam Rajah S3 (b) terdiri daripada 25 kepingan logam. Setiap kepingan mempunyai lebar 10 mm dan panjang 0.2 m. Kepingan disusun secara bersebelahan antara satu sama lain agar membentuk satu permukaan yang bersambung secara berterusan dan licin (0.25 m panjang dan 0.2 m lebar). Udara dengan halaju 2 m/s mengalir sepanjang kepingan tersebut. Jika semasa operasi, suhu kepingan adalah 500 °C dan udara 25 °C, tentukan kadar pemindahan haba disebabkan kesan perolakan daripada kepingan yang kelima.
- (15 markah)
- S4** (a) Sebuah penukar haba kelompong-dan-tiub dengan satu kelompong dan empat laluan tiub digunakan bagi menyejukkan minyak daripada suhu 100 °C ke 50 °C, dengan air sebagai bahan penyejuk. Kadar alir jisim bagi minyak adalah 5 kg/s. Minyak mengalir menerusi tiub, manakala air menerusi kelompong. Muatan haba tentu bagi minyak ialah 2000 J/kg.K. Suhu masukan air ialah 20 °C, manakala muatan haba tentu air ialah 4000 J/kg.K. Pekali pemindahan haba individu bagi minyak dan air masing-masing ialah 40 W/m².K dan 2000 W/m².K. Dengan anggapan bahawa rintangan haba diabaikan, tentukan keluasan permukaan penukar haba yang diperlukan jika kadar alir air adalah 3.5 kg/s.
- (15 markah)
- (b) Udara pembakaran dipanaskan menggunakan alat penukar haba aliran-bertentangan oleh gas serombong. Kadar alir udara dan gas masing-masing adalah 3.5 kg /s and 4 kg/s. Suhu masukan udara adalah 20 °C dengan kapasiti haba tentu, 1000 J/kg.K. Kapasiti haba tentu gas adalah 1100 J/Kg.K . Luas permukaan alat penukar haba dan pekali keseluruhan pemindahan haba adalah 140 m² and 70 W/m² K. Jika suhu keluaran gas serombong yang dikehendaki adalah 200 °C, tentukan suhu masukan gas serombong dan suhu keluaran udara pembakatan.
- (13 markah)

- S5** (a) Bagi bentuk seperti dalam **Rajah S5 (a)**, buktikan faktor pandangan F_{14} adalah $(1+2)(3+4) - (1+2)(3) - 2(3+4) - 23$.
(8 markah)

- (b) Analisis pemindahan haba secara radiasi ke permukaan 2 pada sistem seperti dalam **Rajah S5 (b)**. Keseluruhan permukaan dianggap sebagai jasad hitam.
(17 markah)

- S6** Sebuah relau pemanasan elektrik berbentuk silinder ditunjukkan dalam **Rajah S6 (i)**. Bahagian lantai relau dilindungi dengan plat kasar besi oksida (permukaan 1) bersuhu $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ manakala bahagian atap (permukaan 2) bersuhu $900\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kepancaran plat lantai adalah 0.8 manakala atap dianggap sebagai jasad hitam. Bahagian keluk dinding relau (permukaan 3) yang mempunyai elemen pemanasan berada pada suhu $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan dianggap sebagai jasad kelabu dengan kepancaran 0.70. Bahagian tengah atap berdiameter 1.2 m dibuang untuk tujuan pemeriksaan bahagian dalam relau. Disebabkan itu, sebahagian daripada bahagian dalam relau terdedah kepada persekitaran hitam yang bersuhu $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Diameter dalam relau ialah 2.4 m dengan ketinggian 1.2 m. Kira kadar pemindahan haba daripada elemen pemanas dan kadar pemindahan haba kepada plat besi.

Faktor pandangan radiasi diberi dalam **Rajah S6(ii)**

(25 markah)

Terjemahan Bahasa Inggeris:

- Q1** (a) Steel balls, which are 12 mm in diameter, are annealed by heating to 1150 K and then slow cooling to 400 K in an air environment for which $T_\infty = 325$ K and $h = 40$ W/m².K. Assuming that the properties of the steel are $k = 20$ W/m.K, $\rho = 7800$ kg/m³ and $C = 600$ J/kg.K, estimate the time required for the cooling process.

(10 marks)

- (b) Annular aluminum fins are attached to a circular tube having an outside diameter of 50 mm and an outer surface temperature of 200 °C. The fins are 4 mm thick and 15 mm long. The system is in ambient air at 20 °C, and the heat transfer convection coefficient is 40 W/m².K. Using the given information, determine:

- (i) the fin effectiveness; and
 (ii) the rate of heat loss per unit length of tube, if there are 125 such fins per meter tube length.

(15 marks)

- Q2** (a) Referring to the partial differential equation, describe a physical system that satisfies them.

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(kr \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(kr \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \dot{e}_{gen} = 0$$

(6 marks)

- (b) A large, 9 mm thick stainless steel plate ($k = 15$ W/m K) is perfectly insulated on one side while the other side is exposed to surrounding which is at 30 °C, as shown in **Rajah S2 (b)**. The plate has a melting temperature of 930 °C and the temperature of the exposed surface is the same as the surrounding temperature. Using the given information:

- (i) derive the temperature distribution expression inside the plate;
 (ii) calculate the maximum allowable heat generation inside the plate; and
 (iii) sketch the temperature profile inside the plate.

(19 marks)

- Q3** (a) An engine oil flows at a rate of 4.5 kg/s through a 2.5 cm smooth tube. The oil enters at 90 °C and is heated to 150 °C as it passes through the tube. The properties of engine oil evaluated at average bulk temperature are $\mu=0.01029$ kg/m.s, $C_p=2308$ J/kg.K, $k=0.1347$ W/m.K and $Pr=176.3$. If a constant heat flux is maintained along the tube and the tube wall is at 20 °C higher than the engine oil bulk temperature, calculate the length of tube required.
- (10 marks)
- (b) An electric heating shown in **Rajah S3 (b)** consists of a horizontal array of 25 thin identical metal strips. Each strip has a width of 10 mm and a length of 0.2 m. The strips are arranged side by side, forming a continuous and smooth surface (0.25 m long and 0.2 m wide) over which air flows, along its length, at 2 m/s. If during operation, each strip is maintained at 500 °C, whereas the air is at 25 °C, determine the rate of convective heat transfer from the fifth strip.
- (15 marks)
- Q4** (a) A shell-and-tube heat exchanger with one shell and four tube passes uses water to cool oil from 100 °C to 50 °C. The mass flowrate of the oil in the tube is 5 kg/s. The oil has a specific heat capacity of 2000 J/kg.K. The inlet temperature of the water is 20 °C with a specific heat capacity of 4000 J/kg.K. The individual heat transfer coefficients of the oil and the water are 40 W/m².K and 2000 W/m².K respectively. Neglecting the thermal resistance of the tube wall, determine the area of heat exchanger surface required if the mass flowrate of the water is 3.5 kg/s.
- (12 marks)
- (b) Combustion air is to be pre-heated using a counter-flow heat exchanger by flue gas. The flow rates of the air and gas streams are 3.5 kg /s and 4 kg/s respectively. The inlet air temperature is 20 °C with a specific heat capacity of 1000 J/kg.K. The specific heat capacity of the gas is 1100 J/kg.K . The area of heat exchanger surface and overall heat transfer coefficient of the heat exchanger are 140 m² and 70 W/m² K respectively . If the outlet gas temperature is required to be controlled at 200 °C, determine the inlet gas temperature and the outlet air temperature.
- (13 marks)

- Q5** (a) For the shape shown in **Rajah S5 (a)**, prove that the view factors for F_{14} is $(1+2)(3+4) - (1+2)(3) - 2(3+4) - 23$.
(10 marks)
- (b) Analyse radiation heat transfer to surface 2 for the system shown in **Rajah S5 (b)**. All the surfaces are considered to be black for radiation purposes.
(15 marks)

Q6 A cylindrical electrically heated furnace is shown schematically in **Rajah S6 (i)**. The floor of the system is completely covered by a rough oxidized steel plate (surface 1) at a temperature of 650 °C whilst the thin walled roof (surface 2) is at a temperature of 900 °C. The emissivity of the plate may be assumed to be 0.8 whilst the roof may be considered to be “black” for radiation purposes. The curved vertical wall of the furnace (surface 3) is lined with heating elements at a temperature of 1200 °C and can be considered to be a “grey” surface with an effective emissivity of 0.70. The central section (of diameter 1.2 m) of the roof is removed for inspection so that the furnace interior is partially exposed to the “black” surroundings at a temperature of 30 °C. The furnace internal diameter is 2.4 m and its internal height is 1.2 m. Calculate the net rate of heat transfer from the heating elements and the net rate of heat transfer to the steel plates.

Radiation view factor data are also presented in **Rajah S6 (ii)**.

(25 marks)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : SEMESTER I- 2010/2011

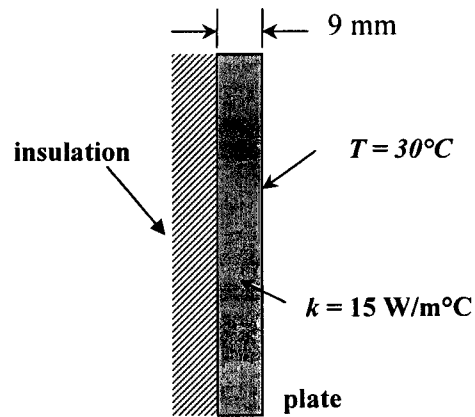
PROGRAM

: 3 BDD

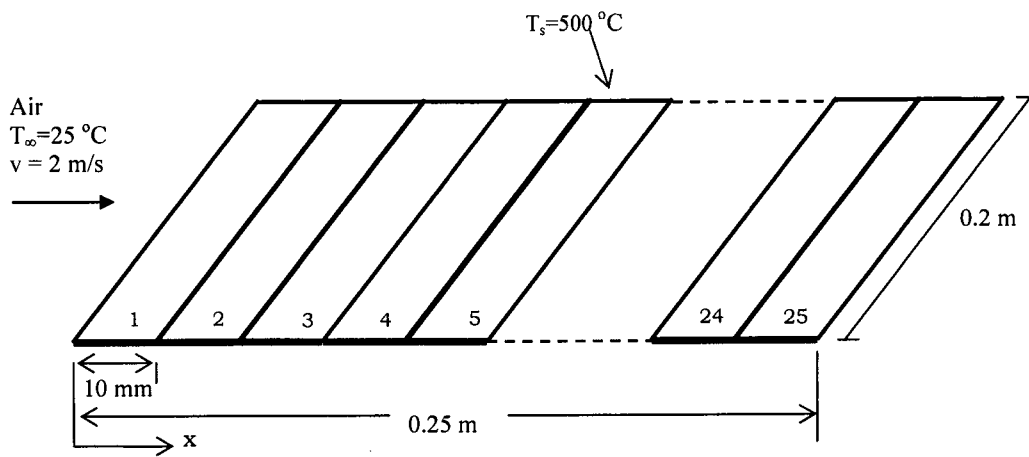
NAMA KURSUS : PEMINDAHAN HABA

KOD KURSUS

: BDA3063



Rajah S2 (b)



Rajah S3 (b)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : SEMESTER I - 2010/2011

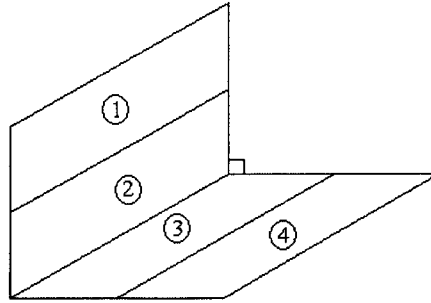
PROGRAM

: 3 BDD

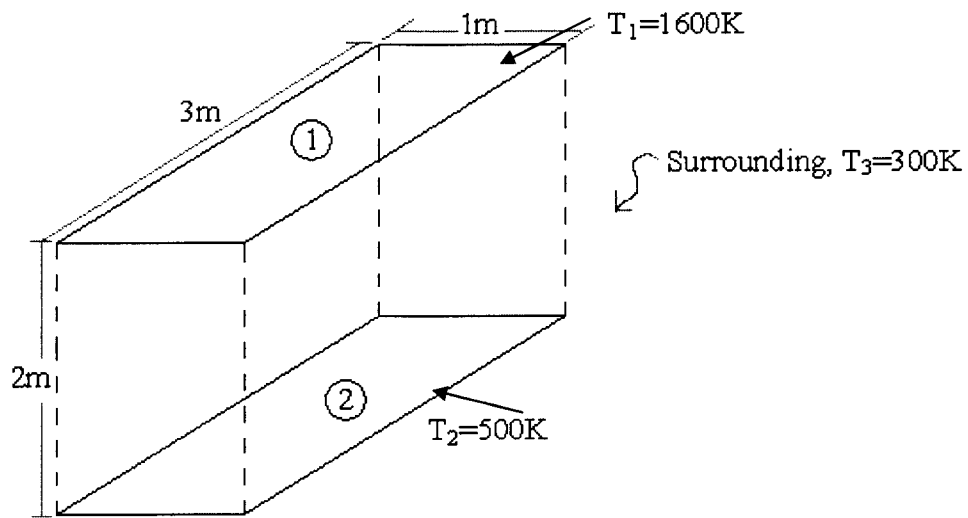
NAMA KURSUS : PEMINDAHAN HABA

KOD KURSUS

: BDA 3063



Rajah S5 (a)



Rajah S5 (b)

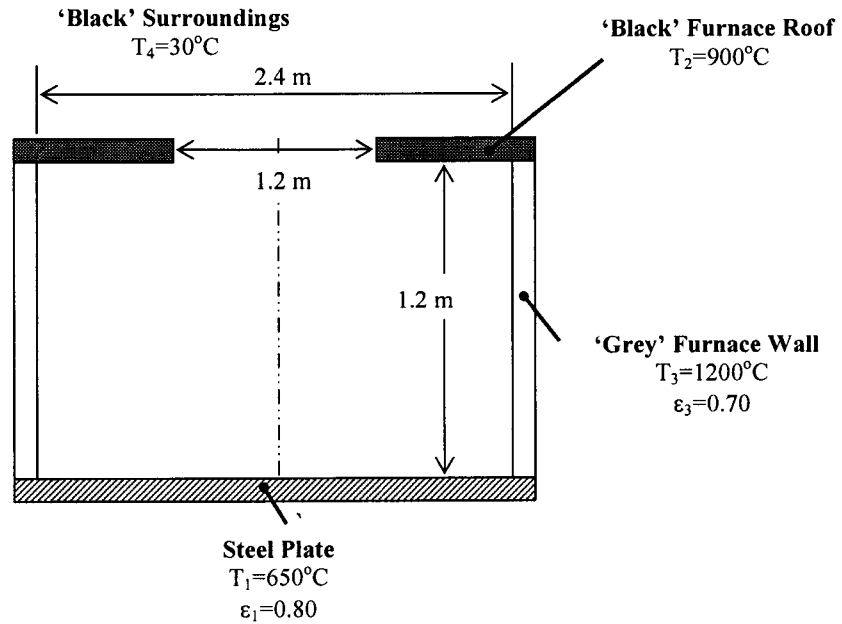
PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER / SESI : SEMESTER I- 2010/2011

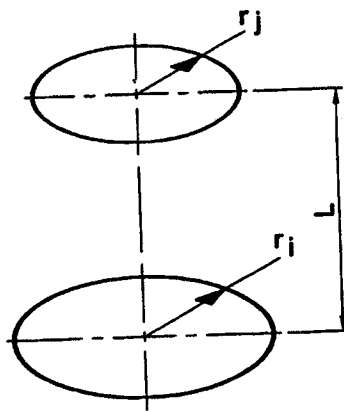
PROGRAM : 3 BDD

NAMA KURSUS : PEMINDAHAN HABA

KOD KURSUS : BDA3063



RAJAH S6 (i)



$$R_i = \frac{r_i}{L} \quad R_j = \frac{r_j}{L}$$

$$S = 1 + \frac{1 + R_j^2}{R_i^2}$$

$$F_{ij} = \frac{1}{2} \left\{ S - \left[S^2 - 4 \left(\frac{r_j}{r_i} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}$$

RAJAH S6 (ii)