



UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

PEPERIKSAAN AKHIR SEMESTER II SESI 2008/2009

NAMA MATA PELAJARAN : PEMINDAHAN HABA

KOD MATA PELAJARAN : BDA 3063 / BKM 3333

KURSUS : 3 BDD / BKJ / BDI

TARIKH PEPERIKSAAN : APRIL 2009

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 **TIGA BELAS (13)** MUKA SURAT

**PEMBETULAN SOALAN PEPERIKSAAN AKHIR SEMESTER II SESI 2008-2009
BDA 3063 – PEMINDAHAN HABA**

ARAHAN: Sila gantikan Soalan 1 dan Soalan 2 pada kertas soalan peperiksaan anda dengan soalan-soalan berikut. Abaikan soalan-soalan S1 dan S2 pada kertas soalan asal.

S1

Rajah S1 menunjukkan sebatang tube berdiameter 20 cm dan panjang 0.5 m dengan suhu permukaan 80°C dipasangkan dengan 20 sirip berbentuk silinder, setiap satunya berdiameter 0.5 cm dan panjangnya 10 cm. Udara persekitaran berada pada suhu 30°C dengan pekali pemindahan haba $50\text{ W/m}^2\text{K}$. Jika tiub dan sirip diperbuat daripada aluminium dengan $k = 237\text{ W/m.K}$, tentukan:

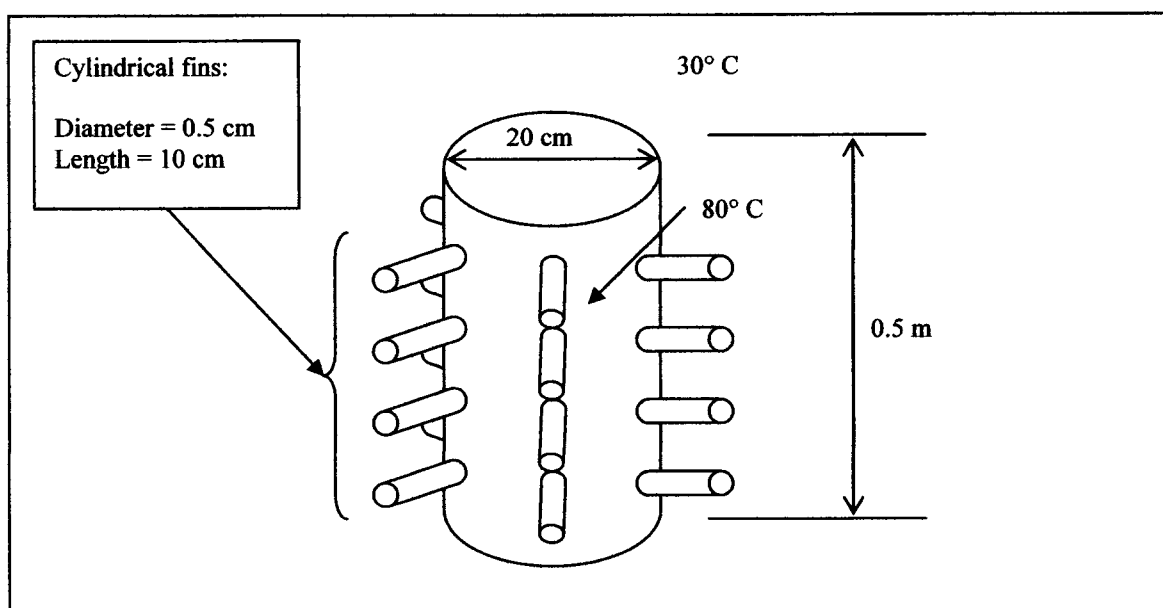
- (i) kadar pemindahan haba dari satu sirip
- (ii) kadar pemindahan haba dari keseluruhan tube bersama sirip
- (iii) panjang sirip jika sirip-sirip silinder digantikan oleh sejumlah yang sama sirip segiempat sama yang memiliki luas keratas rentas yang sama dan yang memberikan nilai pemindahan haba yang sama.

(25 markah)

Figure S1 (Rajah S1) shows a 20 cm diameter tube of 0.5 m length and a surface temperature of 80°C is installed with 20 cylindrical fins, each having a constant diameter of 0.5 cm and length of 10 cm. These fins are uniformly spaced over the surface of the tube. The ambient air is at 30°C with the heat transfer coefficient of $50\text{ W/m}^2\text{K}$. If the tube and fins are made of Aluminum with $k = 237\text{ W/m.K}$, determine:

- (i) Heat transfer rate from a single fin
- (ii) Heat transfer over the tube with fins
- (iii) the fin length if the cylindrical fins are replaced by the same number of square fins with similar cross sectional area and giving the same amount of heat transfer

(25 marks)



Rajah S1

S2

Rajah S2 menunjukkan sekeping panel pintu kereta yang permukaannya berada pada suhu 28°C . Panel ini yang berukuran 0.3 m tinggi dan 0.6 m lebar dipanaskan di dalam sebuah pondok mengecat dengan suhu persekitaran 55°C . Sebuah kipas dipasang untuk meniup udara selari dengan permukaan panel pada kelajuan 5 m/s . Kirakan:

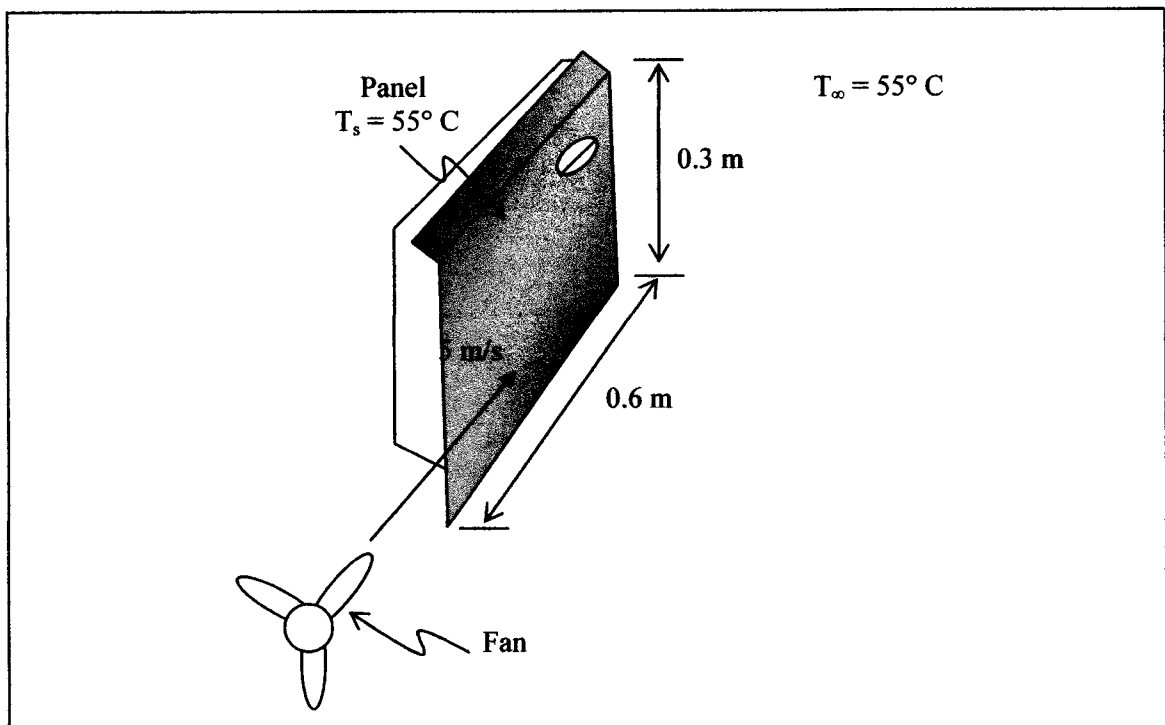
- (i) kadar pemindahan haba di antara persekitaran dengan permukaan panel tanpa kipas dipasang
- (ii) jumlah kadar pemindahan haba secara olakan paksaan dan semulajadi ketika kipas dipasang
- (iii) peratusan pemindahan haba dari olakan semulajadi

(25 markah)

Figure S2 (Rajah S2) shows a door panel of a car with surface temperature of 28°C . The panel which is 0.3 m in height and 0.6 m in width is heated in a paint booth where the ambient air is at 55°C . A fan is installed to blow air parallel to the surface of the panel at a speed of 5 m/s . Calculate:

- (i) the heat transfer rate between surroundings and the panel surface without the fan
- (ii) the rate of heat transfer for both forced and natural convection when the fan is turned on
- (iii) the percentage of heat transfer due to natural convection

(25 marks)



Rajah S2

S1 Rajah S1 menunjukkan sekeping panel pintu kereta yang baru dicat mempunyai keserapan terma 0.7 dipanaskan di dalam sebuah pondok (*booth*) mengecat oleh sinaran yang mantap dari lampu-lampu dinding pada kadar 50 kW. Kaca khas digunakan untuk memastikan bahawa pancaran haba dari lampu-lampu tersebut adalah seragam. Udara persekitaran di dalam pondok semasa pemanasan ialah 55°C . Seterusnya lampu pemanas ditutup dan panel ini kemudiannya dibiarkan untuk menyejuk pada suhu persekitaran 30°C dengan sebuah kipas yang meniup udara secara selari dengan permukaan pada kelajuan 5 m/s. Kirakan:

- (i) suhu permukaan panel semasa pemanasan;
- (ii) jumlah kadar pemindahan haba secara olakan paksaan dan semulajadi ketika panel disejukan; dan
- (iii) peratusan penyejukan disebabkan oleh olakan semulajadi.

(25 markah)

S2 Rajah S2 menunjukkan sebatang tube berdiameter 20 cm dan panjang 0.5 m dengan suhu permukaan 80°C dipasangkan dengan 20 sirip berbentuk silinder, setiap satunya berdiameter 0.5 cm dan panjangnya 10 cm. Udara persekitaran berada pada suhu 30°C dengan pekali pemindahan haba $50\text{ W/m}^2\text{K}$. Tentukan:

- (i) kadar pemindahan haba dari satu sirip;
- (ii) kadar pemindahan haba dari keseluruhan tiub bersama sirip; dan
- (iii) panjang sirip jika sirip-sirip silinder digantikan oleh sejumlah yang sama sirip segiempat sama yang memiliki luas keratas rentas yang sama dan yang memberikan nilai pemindahan haba yang sama

(25 markah)

- S3 (a) Konfigurasi aliran berlawanan lebih digemari berbanding aliran sehala dalam penukar haba kerana ianya mampu memberikan kadar pemindahan haba yang lebih tinggi bagi luas permukaan yang sama. Namun begitu, ada ketikanya konfigurasi aliran sehala tetap digunakan. Dengan memberikan contoh yang relevan, bincangkan mengapa konfigurasi penukar haba jenis aliran berlawanan tidak semestinya lebih baik berbanding aliran sehala.

(7 markah)

- (b) Sebuah penukar haba jenis kelompang-dan-tiub, iaitu 1-laluan kelompang dan 8-laluan tiub (**Rajah S3(b)**) digunakan untuk memanaskan gliserin ($c_p = 2650 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) dari suhu 18°C kepada 60°C dengan menggunakan air panas ($c_p = 4180 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) yang masuk melalui tiub pada suhu masukan 80°C dan keluaran 50°C . Tiub berdiameter 1.8 cm dan diperbuat daripada tembaga dengan panjang keseluruhan tiub 150 m. Pekali pemindahan haba ialah $23 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ pada bahagian gliserin (kelompang) dan $28 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ pada bahagian air (tiub). Tentukan kadar pemindahan haba daripada penukar haba tersebut.

(18 markah)

- S4 (a) Dalam analisis penukar haba jenis laluan berganda dan laluan bersilang, faktor pembetulan F digunakan untuk mempermudah analisis yang melibatkan perbezaan suhu log, LMTD. Nilai F lazimnya kurang daripada 1 melainkan untuk kes tertentu. Bincangkan dua (2) keadaan di mana nilai F boleh menjadi 1.

(5 markah)

- (b) Minyak panas ($c_p = 2200 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) disejukkan menggunakan air ($c_p = 4180 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) di dalam penukar haba jenis kelompang-tiub dengan 2-laluan kelompang, 12-laluan tiub (**Rajah S4(b)**). Tiub berdingin nipis dengan diameter 1.8 cm. Panjang setiap laluan dalam penukar haba adalah 3 m dengan pekali pemindahan haba keseluruhan $340 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$. Kadar aliran jisim air adalah 0.1 kg/s dan minyak 0.2 kg/s . Suhu masukan air dan minyak masing-masing pula adalah 18°C and 160°C . Tentukan kadar pemindahan haba di dalam penukar haba ini dan suhu keluaran minyak dan air.

(20 markah)

- S5 (a) Tentukan faktor pandangan F_{12} dan F_{21} bagi geometri-goemetri di dalam RAJAH S5(a),(b), dan (c).

Carta faktor pandangan radiasi disediakan di dalam RAJAH S5(d) dan (e).

(15 markah)

- (b) Dua disk hitam selari, sepaksi, berdiameter 1 m adalah dipisahkan dengan jarak 0.25 m (lihat RAJAH S5(f)). Suhu setiap disk adalah $T_1=20^\circ\text{C}$ dan $T_2=60^\circ\text{C}$, manakala persekitaran $T_3=28^\circ\text{C}$. Kira kadar pemindahan haba secara radiasi terhadap:-

- (i) disk yang bersuhu rendah (zon 1); dan
- (ii) persekitaran (zon 3)

Carta faktor pandangan radiasi disediakan di dalam RAJAH S5(g)

(10 markah)

- S6 Sebuah relau pemanasan elektrik berbentuk silinder ditunjukkan dalam RAJAH S6(a). Bahagian lantai relau dilindungi dengan plat kasar besi oksida (permukaan 1) bersuhu 650°C manakala bahagian atap (permukaan 2) bersuhu 900°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°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°C . Diameter dalam relau ialah 2.4 m dengan ketinggian 1.2 m. Kira kadar pemindahan haba daripada elemen pemanas (permukaan 3) dan kadar pemindahan haba kepada plat besi (permukaan 1).

Faktor pandangan radiasi diberi dalam RAJAH S6(b)

(25 markah)

Di dalam Bahasa Inggeris:

Q1 RAJAH S1 shows a newly painted door panel of a car having a thermal absorptivity of 0.7 being heated in a painting booth by uniform and constant radiation from wall lamps at a rate of 50 kW. A special glass is used to ensure uniform emission of heat from the lamps. The ambient air inside the booth during heating is 55 °C. Next, the heater lamps are then turned off and the panel is left to cool at ambient air with temperature of 30 °C where a fan blows air parallel to the surface at a speed of 5 m/s. Calculate:

- (i) the temperature of the panel surface during heating;
- (ii) the rate of heat transfer for both forced and natural convection when the panel is being cooled; and
- (iii) the percentage of cooling due to natural convection.

(25 marks)

Q2 RAJAH S2 shows a 20 cm diameter tube of 0.5 m length and a surface temperature of 80 °C is installed with 20 cylindrical fins, each having a constant diameter of 0.5 cm and length of 10 cm. These fins are uniformly spaced over the surface of the tube. The ambient air is at 30 °C with the heat transfer coefficient of 50 W/m²K. Determine:

- (i) heat transfer rate from a single fin;
- (ii) heat transfer over the tube with fins; and
- (iii) The fin length if the cylindrical fins are replaced by the same number of square fins with similar cross sectional area and giving the same amount of heat transfer.

(25 marks)

- Q3** (a) Counter flow arrangements are preferred compared to parallel flow heat exchangers due to its higher heat duty for a given heat exchange area. However, in certain cases, parallel flow is used. By giving a relevant example, explain why counter flow heat exchangers are NOT always advantageous to parallel flow.

(7 marks)

- (b) A 1 shell-pass and 8 tube-passes heat exchanger (**Rajah S3(b)**) is used to heat glycerin ($c_p = 2650 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) from 18°C to 60°C by hot water ($c_p = 4180 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) that enters the tubes at 80°C and leaves at 50°C . The tubes are thin walled and are made from copper with a diameter of 1.8 cm. The total length of the tubes is 150 m. The convection heat transfer coefficient is $23 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ on the glycerin (shell) side and $28 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ on the water (tube) side. Determine the heat transfer rate in the heat exchanger.

(18 marks)

- Q4** (a) In the analysis of multipass and cross-flow heat exchangers, a correction factor F is used to simplify the complicated log mean temperature difference, LMTD. For most cases, the F value is usually less than 1 for a given heat exchanger configuration. Discuss two (2) cases where the F value becomes 1.

(5 marks)

- (b) Hot oil ($c_p = 2200 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) is to be cooled by water ($c_p = 4180 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$) in a 2-shell passes 12-tube passes heat exchanger (**Figure S4(b)**). The tubes are thin walled and are made from copper with a diameter of 1.8 cm. The length of each tube pass in the heat exchanger is 3 m, and the overall heat transfer coefficient is $340 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$. Mass flow rate of water inside the tubes are 0.1 kg/s and the oil through the shells are 0.2 kg/s . Inlet temperatures of water and oil are 18°C and 160°C respectively. Determine the heat transfer rate in the heat exchanger and the outlet temperatures of both water and oil.

(20 marks)

- Q5** (a) Determine the radiation view factors F_{12} and F_{21} for the geometries illustrated in **RAJAH S5(a),(b), and (c)**.

Radiation view factor charts are presented in **RAJAH S5(d) and (e)**.

(15 marks)

- (b) Two black parallel, coaxial discs, each of diameter 1 m, are separated by a distance of 0.25 m (see **RAJAH S5(f)**). The temperatures of the discs are $T_1=20^\circ\text{C}$ and $T_2=60^\circ\text{C}$ and the surroundings are at $T_3=28^\circ\text{C}$. Calculate the rate of radiative heat transfer to:-

- (i) the cooler disc (zone 1); and
- (ii) the surroundings (zone 3).

Radiation view factor chart is presented in **RAJAH S5(g)**

(10 marks)

- Q6** A cylindrical electrically heated furnace is shown schematically in **RAJAH S6(a)**. 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 (surface 3) and the net rate of heat transfer to the steel plates (surface 1).

Radiation view factor chart is presented in **RAJAH S6(b)**

(25 marks)

PEPERIKSAAN AKHIR

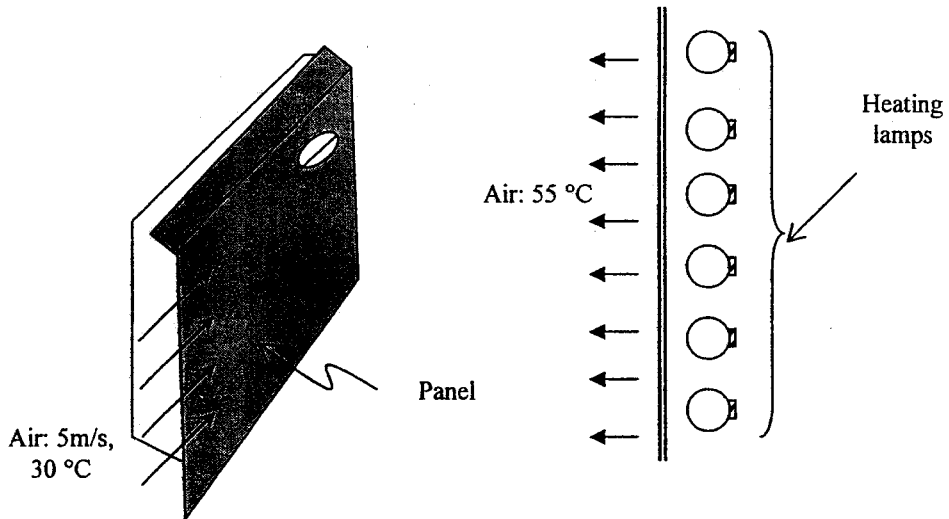
SEMESTER / SESI : SEMESTER II/ 2008/2009

KURSUS

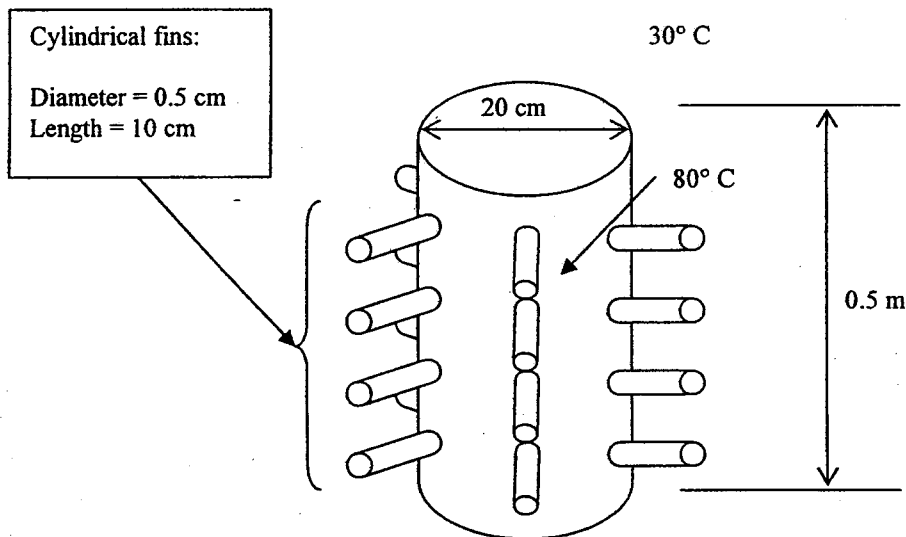
: 3 BDD/BKJ/ BDI

MATA PELAJARAN : PEMINDAHAN HABA

KOD MATA PELAJARAN : BDA3063/BKM3333



RAJAH S1



RAJAH S2

PEPERIKSAAN AKHIR

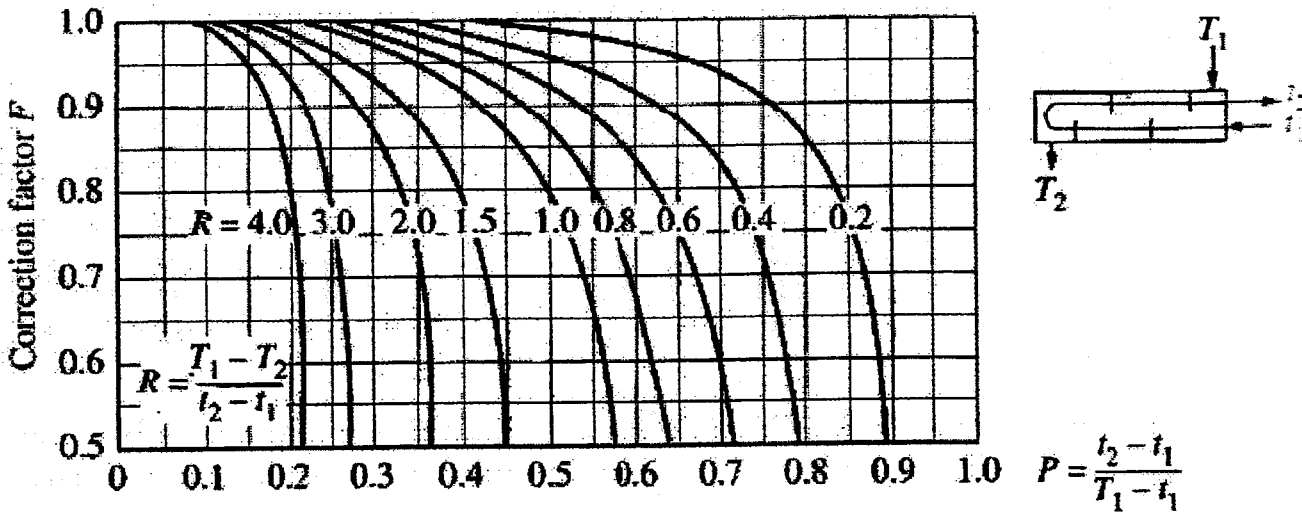
SEMESTER / SESI : SEMESTER II / 2008/2009

KURSUS

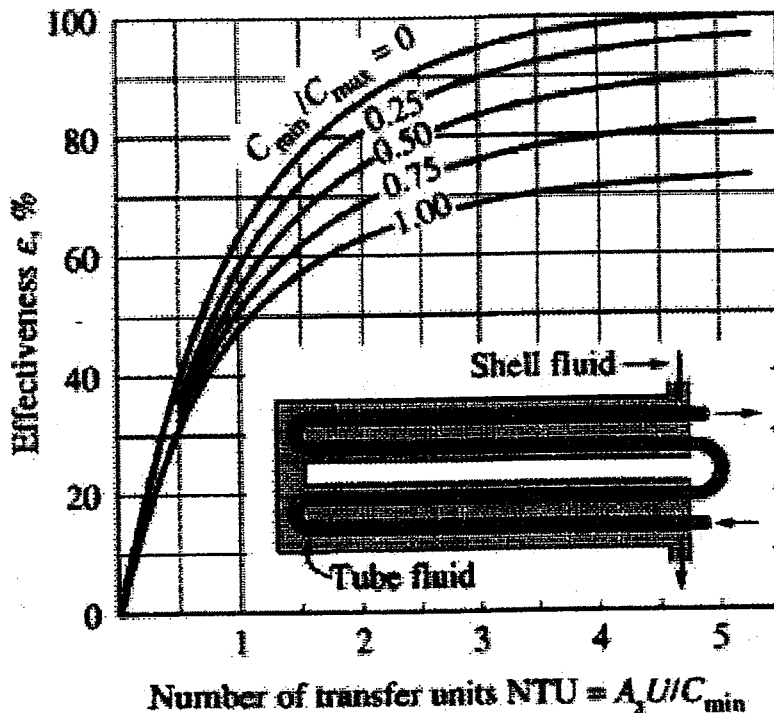
: 3 BDD/ BKJ/ BDI

MATA PELAJARAN : PEMINDAHAN HABA

KOD MATA PELAJARAN : BDA3063/BKM3333



RAJAH S3(b)



RAJAH S4(b)

PEPERIKSAAN AKHIR

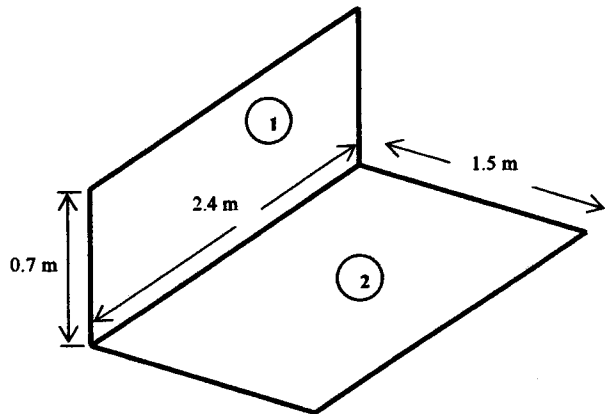
SEMESTER / SESI : SEMESTER II/ 2008/2009

KURSUS

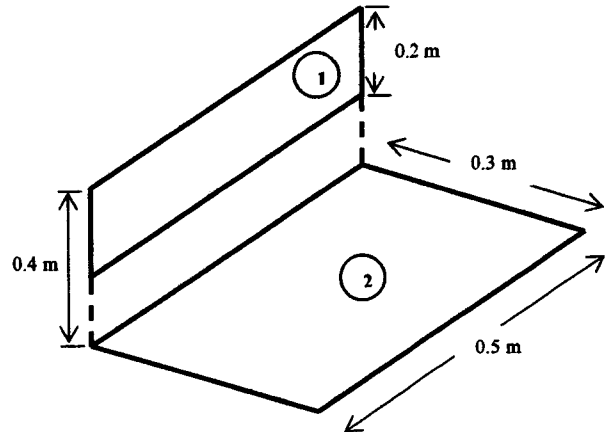
: 3 BDD / BKJ / BDI

MATA PELAJARAN : PEMINDAHAN HABA

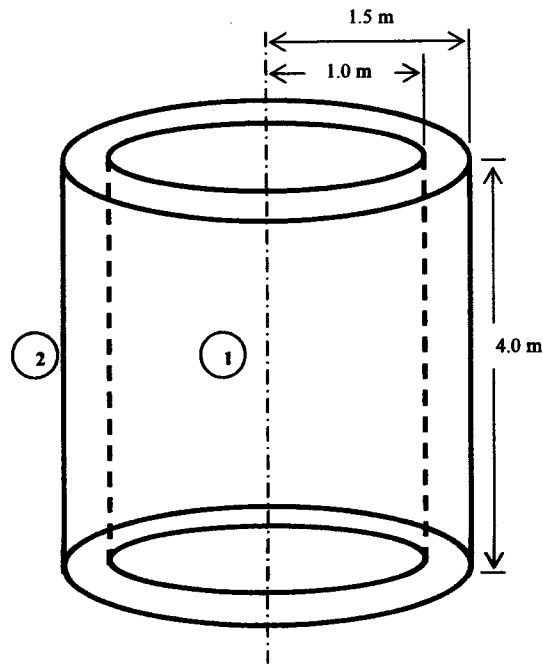
KOD MATA PELAJARAN : BDA3063/BKM3333



RAJAH S5(a)



RAJAH S5(b)



RAJAH S5(c)

PEPERIKSAAN AKHIR

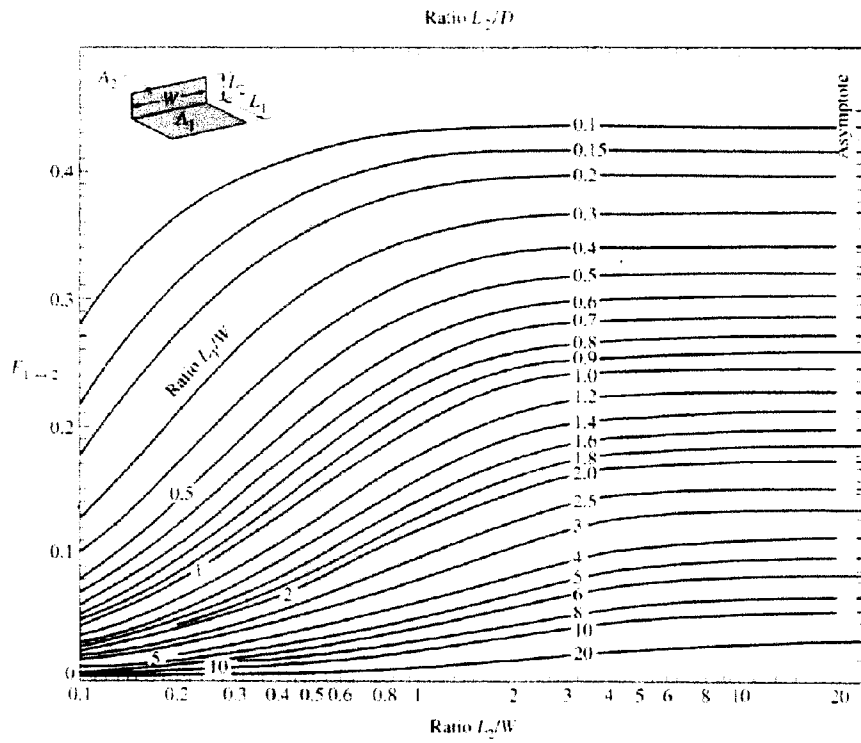
SEMESTER / SESI : SEMESTER II/ 2008/2009

KURSUS

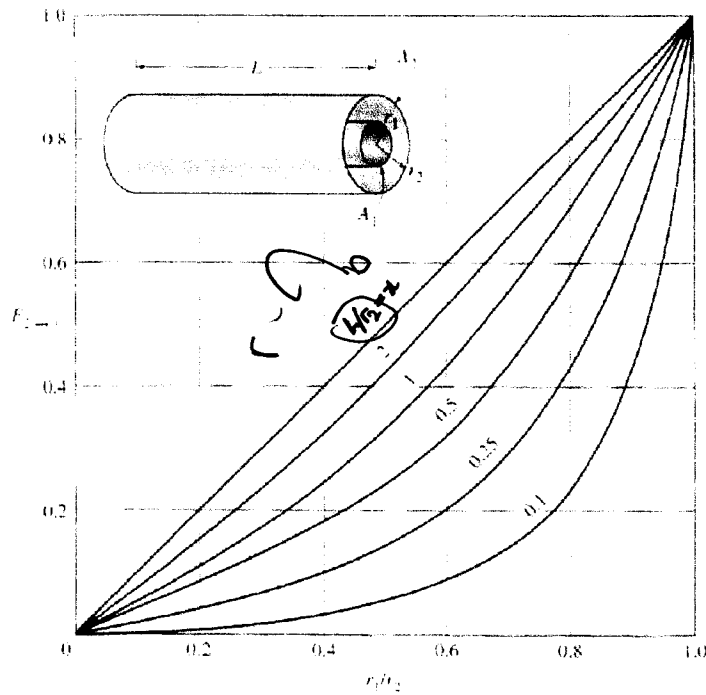
: 3 BDD / BKJ / BDI

MATA PELAJARAN : PEMINDAHAN HABA

KOD MATA PELAJARAN : BDA3063/BKM3333



RAJAH S5(d)



RAJAH S5(e)

PEPERIKSAAN AKHIR

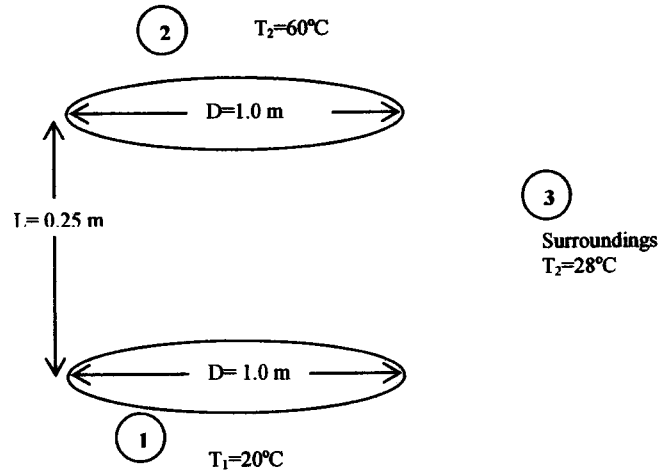
SEMESTER / SESI : SEMESTER II/ 2008/2009

KURSUS

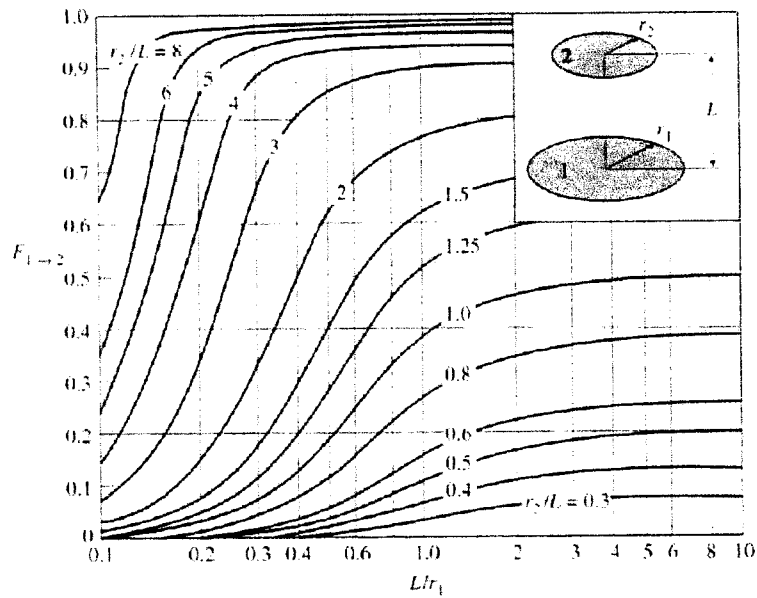
: 3 BDD / BKJ / BDI

MATA PELAJARAN : PEMINDAHAN HABA

KOD MATA PELAJARAN : BDA3063/BKM3333



RAJAH S6(f)



RAJAH S6(g)

PEPERIKSAAN AKHIR

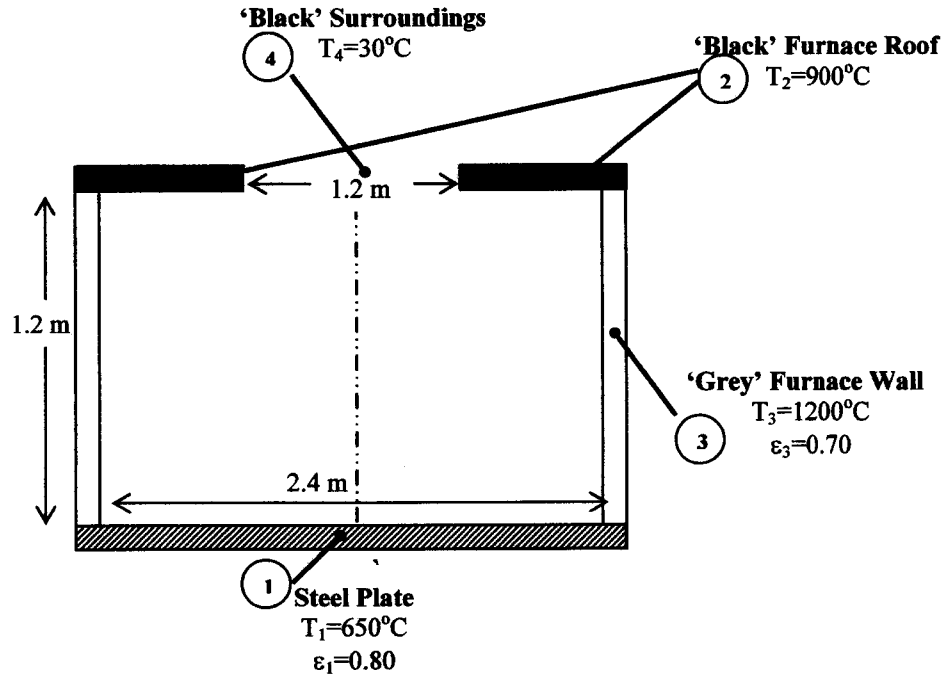
SEMESTER / SESI : SEMESTER II/ 2008/2009

KURSUS

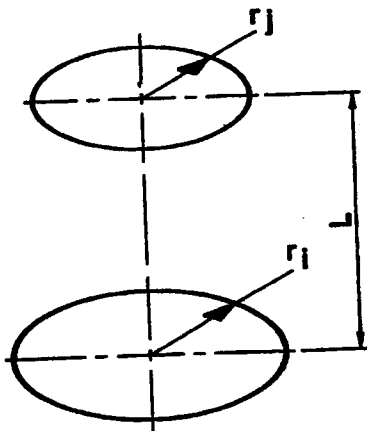
: 3 BDD / BKJ / BDI

MATA PELAJARAN : PEMINDAHAN HABA

KOD MATA PELAJARAN : BDA3063/BKM3333



RAJAH S6(a)



$$R_1 = \frac{r_1}{L} \quad R_2 = \frac{r_2}{L}$$

$$S = 1 + \frac{1 + R_2^2}{R_1^2}$$

$$F_{12} = \frac{1}{2} \left\{ S - \left[S^2 - 4 \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \right\}$$

RAJAH S6(b)