

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2002/2003

Februari / Mac 2003

**JNK 303/4 – Termodinamik Gunaan dan 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.

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

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Serahkan **KESELURUHAN** soalan dan jawapan kertas peperiksaan ini kepada Ketua Pengawas di akhir sidang peperiksaan. Pelajar yang gagal berbuat demikian akan diambil tindakan disiplin.

**KETUA PENGAWAS :** Sila pungut :

- (a) **KESELURUHAN** kertas soalan ini (tanpa diceraikan mana-mana muka surat) dan mana-mana kertas soalan peperiksaan ini yang berlebihan untuk dikembalikan kepada Bahagian Peperiksaan, Jabatan Pendaftar, USM.

**Peringatan :**

1. Sila pastikan bahawa anda telah menulis angka giliran dengan betul.

- S1. [a] Tuliskan persamaan am kekonduksian haba bagi sistem pegun dalam satah cartesian. Kenalpasti pelbagai sebutan di dalam persamaan.

*Write down the general heat conduction equation for a stationary system in cartesian coordinates. Identify the various terms in the equations.*

(40 markah)

- [b] Fluks haba radiasi suria sebanyak  $1000 \text{ W/m}^2$  diserap oleh plat logam yang diletakkan di atas tanah di Kampus Kejuruteraan Universiti Sains Malaysia. Pekali pemindahan haba perolakan bagi plat ialah  $10 \text{ W/m}^2\text{K}$  dan suhu persekitaran ialah  $30^\circ\text{C}$ . Kirakan suhu plat dalam keadaan keseimbangan. Jika radiasi haba dari plat ke persekitaran dipertimbangkan, tuliskan persamaan menakluk bagi menentukan suhu keseimbangan bagi plat (tidak perlu selesaikan persamaan ini). Nyatakan andaian-andaian yang dibuat di dalam memformulasikan masalah ini.

*A solar radiant heat flux of  $1000 \text{ W/m}^2$  is absorbed in a metal plate lying on the ground in the Engineering Campus of the University Science Malaysia. The convection heat transfer coefficient on the plate is  $10 \text{ W/m}^2\text{K}$  and the ambient temperature is  $30^\circ\text{C}$ . Calculate the temperature of the plate under equilibrium conditions. If the heat radiation from the plate to the ambient is considered, write down the governing equation to determine the equilibrium temperature of the plate (do not solve this equation). Mention the assumptions made in formulating the problem.*

(60 markah)

- S2. [a] Terbitkan ungkapan bagi kerintangan terma melalui dinding selinder berongga dengan jejari dalaman  $r_1$  dan jejari luaran  $r_2$  dengan kekonduksian terma  $k$ . Tuliskan juga faktor bentuk konduksi bagi dinding selinder.

*Derive an expression for the thermal resistance through a hollow cylindrical wall of inside radius  $r_1$  and outside radius  $r_2$  having a thermal conductivity  $k$ . Hence write down the conduction shape factor for the cylindrical wall.*

(40 markah)

- [b] Sebuah relau kecil berbentuk kubik berdimensi dalaman  $50 \times 50 \times 50 \text{ cm}$  dibina dari bata tanah tahan api ( $k = 1.0 \text{ W/mK}$ ) dengan ketebalan dinding  $10 \text{ cm}$ . Bahagian dalaman relau dikekalkan pada  $550^\circ\text{C}$  dan bahagian luaran dikekalkan pada  $50^\circ\text{C}$ . Kirakan kehilangan haba melalui dinding-dinding.

*A small cubical furnace  $50 \text{ cm}$  on inside is constructed of fireclay brick ( $k = 1.0 \text{ W/mK}$ ) with a wall thickness of  $10 \text{ cm}$ . The inside of the furnace is maintained at  $550^\circ\text{C}$ , and the outside maintained  $50^\circ\text{C}$ . Calculate the heat loss through the walls.*

(50 markah)

- [c] Terangkan kepentingan nombor Biot.

*Explain the significance of Biot number.*

(10 markah)

- S3. [a] Takrifkan nombor Prandtl dan terangkan kepentingannya.

*Define Prandtl number and explain its significance.*

(20 markah)

- [b] Terbitkan hubungan antara geseran bendalir dan pemindahan haba dalam julat lamina bagi aliran udara di atas plat yang dipanaskan.

*Derive a relation between fluid friction and heat transfer in laminar range for the flow of air over a heated plate.*

(20 markah)

- [c] Udara pada 2 atm dan 200°C dipanaskan apabila ia mengalir melalui tiub berdiameter 2.54 cm pada halaju 10 m/s. Kirakan pemindahan haba per unit panjang tiub jika keadaan malar fluks haba dikekalkan pada dinding dan suhu dinding ialah 20°C di atas suhu udara, di sepanjang tiub berkenaan. Berapakah kenaikan suhu pukal bagi panjang tiub 1.5 m?

Sifat-sifat udara adalah seperti di bawah :

$$\rho = 1.493 \text{ kg/m}^3, \quad Pr = 0.681, \quad \mu = 2.57 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}$$

$$k = 0.0386 \text{ W/mK}, \quad C_p = 1.025 \text{ kJ/kgK.}$$

Hubungan di bawah boleh digunakan, jika diperlukan.

$$Nu = 0.023Re^{0.8}Pr^{0.4}$$

*Air at 2 atm and 200°C is heated as it flows through a tube of diameter of 2.54 cm at a velocity of 10 m/s. Calculate the heat transfer per unit length of tube if a constant heat flux condition is maintained at the wall and the wall temperature is 20°C above the air temperature, all along the length of the tube. How much would the bulk temperature increase over a length of 1.5 m of the tube ?*

*The properties of the air are as follows :*

$$\rho = 1.493 \text{ kg/m}^3, \quad Pr = 0.681, \quad \mu = 2.57 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s}$$

$$k = 0.0386 \text{ W/mK}, \quad C_p = 1.025 \text{ kJ/kgK.}$$

*The following relation may be used, if found necessary.*

$$Nu = 0.023Re^{0.8}Pr^{0.4}$$

(60 markah)

- S4. [a] Dengan menggunakan konsep rangkaian radiasi, terbitkan ungkapan bagi penukaran pemindahan haba radiasi antara dua selinder panjang yang sepusat. Jika selinder dalaman adalah sipi, apakah perubahan di dalam pemindahan haba. Nyatakan andaian yang dibuat. Bagaimanakah ungkapan ini berubah bagi kes dua plat selari tak terhingga ?

*Using radiation network concept, derive an expression for the exchange of radiation heat transfer between two long concentric cylinders. If the inner cylinder is eccentric, what is the change in the heat transfer. Mention the assumptions made. How does this expression change for the case of two infinite parallel plates?*

(40 markah)

- [b] Mengapakah penukar haba aliran berlawanan adalah lebih berkesan daripada penukar haba aliran selari ?

*Why is a counterflow heat exchanger more effective than a parallel flow exchanger?*

(10 markah)

- [c] Air pada kadar 68 kg/min dipanaskan dari 35°C ke 75°C oleh minyak yang mempunyai haba tentu 1.9 kJ/kg.K. Bendalir digunakan di dalam penukar haba dua paip aliran berlawanan dan minyak memasuki penukar haba pada 110°C dan keluar pada 75°C. Pekali pemindahan haba keseluruhan ialah 32 W/m<sup>2</sup>K. Kirakan keluasan penukar haba. Kirakan juga nombor unit pindah dan keberkesanan penukar haba.

*Water at the rate of 68 kg/min is heated from 35°C to 75°C by an oil having a specific heat of 1.9 kJ/kg.K. The fluids are used in a counterflow double-pipe heat exchanger, and the oil enters the exchanger at 110°C and leaves at 75°C. The overall heat transfer coefficient is 320 W/m<sup>2</sup>K. Calculate the heat exchanger area. Also calculate the number of transfer units and the effectiveness of the heat exchanger.*

(50 markah)

- S5. [a] Nyatakan dan terangkan hukum Gibbs-Dalton bagi campuran gas sempurna.

*State and explain the Gibbs-Dalton law applied to the mixture of perfect gases.*

(40 markah)

[b] Sebuah tangki tegar dengan kapasitas  $0.5 \text{ m}^3$  mengandung gas karbon monoksida pada 10 bar dan 303 K disambungkan ke tangki tegar lain dengan kapasitas  $0.05 \text{ m}^3$  mengandung gas oksigen pada 15 bar dan 293 K. Injap yang menyambungkan kedua-dua tangki dibuka dan kedua-dua gas bercampur secara adiabatik. Kirakan :

- (i) suhu akhir campuran.
- (ii) tekanan akhir campuran.
- (iii) perubahan tenaga dalaman bagi campuran per kg jika tangki disejukkan ke 293 K.
- (iv) Perubahan entalpi campuran per kg jika tangki disejukkan ke 293 K.

Bagi oksigen,  $\tilde{c}_v = 21.07 \text{ kJ/kmol K}$ ;  $\tilde{c}_p = 0.9182 \text{ kJ/kmol K}$  dan  $R = 0.2598 \text{ kJ/kg K}$

Bagi karbon monoksida,  $\tilde{c}_v = 20.86 \text{ kJ/kmol K}$ ;  $\tilde{c}_p = 1.041 \text{ kJ/kmol K}$  dan  $R = 0.2969 \text{ kJ/kg K}$ .

*A rigid tank of  $0.5 \text{ m}^3$  capacity containing carbon monoxide at 10 bar and 303 K is connected to another rigid tank of  $0.05 \text{ m}^3$  capacity that contains oxygen at 15 bar and 293 K. The valve connecting the two tanks is opened, and the two gases are allowed to mix adiabatically. Calculate:*

- (i) *The final temperature of the mixture.*
- (ii) *The final pressure of the mixture.*
- (iii) *The change in internal energy of the mixture per kg if the vessel is cooled to 293 K.*
- (iv) *The change in enthalpy of the mixture per kg if the vessel is cooled to 293 K.*

*For oxygen,  $\tilde{c}_v = 21.07 \text{ kJ/kmol K}$ ;  $\tilde{c}_p = 0.9182 \text{ kJ/kmol K}$  and  $R = 0.2598 \text{ kJ/kg K}$*

*For carbon monoxide,  $\tilde{c}_v = 20.86 \text{ kJ/kmol K}$ ;  $\tilde{c}_p = 1.041 \text{ kJ/kmol K}$  and  $R = 0.2969 \text{ kJ/kg K}$ .*

(60 markah)

S6. [a] Terangkan fenomena penguraian.

*Explain the phenomenon of dissociation.*

(30 markah)

- [b] Kirakan nisbah udara-bahanapi stoikiometri bagi benzena ( $C_6H_6$ ), dan analisa basah dan kering bagi hasil-hasil pembakaran. Di dalam pembakaran sebenar benzena di dalam enjin nisbah udara-bahanapi ialah 12/1. Buatlah analisa bagi hasil pembakaran basah.

*Calculate the stoichiometric A/F ratio for benzene ( $C_6H_6$ ), and the wet and dry analysis of combustion products. In the actual combustion of benzene in an engine the A/F ratio was 12/1. Calculate the analysis of the wet products of combustion.*

(70 markah)

- S7. [a] Terbitkan keadaan kerja yang dilakukan supaya menjasi minima bagi pemampatan dua-peringkat bagi pemampat salingan.

*Derive the condition for the work done to be minimum for a two-stage compression for a reciprocating compressor.*

(40 markah)

- [b] Data-data berikut adalah bagi pemampat udara salingan peringkat tunggal, tindakan tunggal :

Halaju	:	1000 rev/min
Tekanan hantaran	:	25 bar
Keadaan aruhan dan udara bebas:	:	1.013 bar and 278 K
FAD	:	0.25 m <sup>3</sup> /min
Isipadu kelegaan	:	3% of the swept volume
Nisbah lejang/jara	:	1.2

Indeks mampatan dan pengembangan semula ialah 1.3. Kirakan :

- (i) Jara dan lejang.
- (ii) Kecekapan isipadu.
- (iii) Kuasa tertunjuk, dan
- (iv) Kecekapan isoterma.

The following particulars of a single stage, single acting reciprocating air compressor are given:

Speed	:	1000 rev/min
Delivery pressure	:	25 bar
The induction and free air conditions: 1.013 bar and 278 K		
FAD	:	0.25 m <sup>3</sup> /min
Clearance volume	:	3% of the swept volume
Stroke/bore ratio	:	1.2

Index of compression and re-expansion: 1.3. Calculate:

- (i) The bore and stroke.
- (ii) The volumetric efficiency.
- (iii) The indicated power, and
- (iv) The isothermal efficiency.

**(60 markah)**