
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2003/2004

September/Oktober 2003

EBB 333/3 – Proses-Proses Pengangkutan

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **TUJUH** soalan.

Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

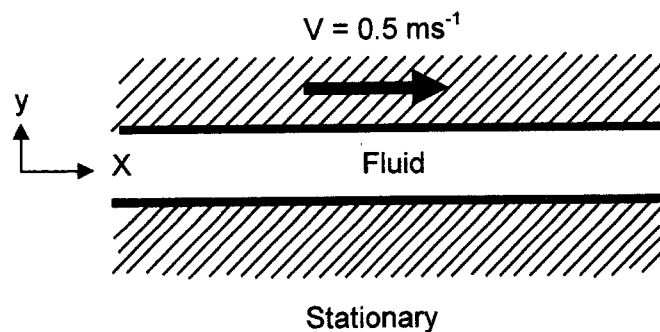
Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. [a] Kirakan fluks momentum aliran keadaan mantap (Nm^{-2}) apabila sebuah plat bergerak melintas sebuah plat lain yang pegun dengan halaju 0.5 ms^{-1} . Jarak antara kedua plat adalah 0.15 cm dan kelikatan bendalir di antara kedua plat adalah $2 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$. Kemana arah fluks momentum ini? Kemana pula arah tegasan ricih?

Compute the steady-state momentum flux in Nm^{-2} when a plate moves across another plate, which is stationary, with a velocity of 0.5 ms^{-1} . The distance between the plates is 0.15 cm and the fluid between the plates has a viscosity of $2 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$. What is the direction of the momentum flux? The shear stress?



(50 markah)

- [b] Kembangkan suatu ungkapan untuk aliran sebuah bendalir di antara plat tegak yang selari. Jarak antara plat adalah 2δ . Tinjau aliran terbentuk penuh dan tentukan:
- Agihan halaju
 - Kadar aliran isipadu

Develop expressions for the flow of a fluid between vertical parallel plates. The plates are separated by a distance of 2δ . Consider fully developed flow and determine:

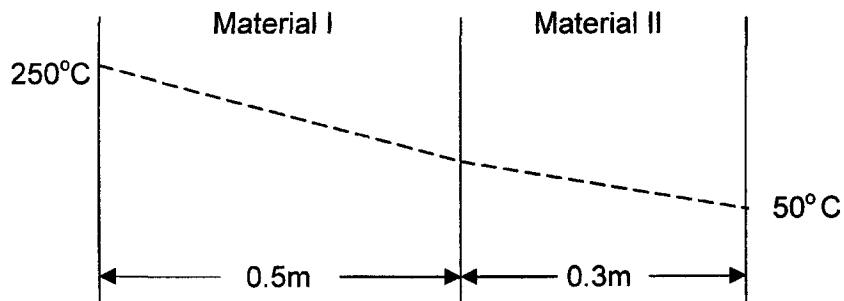
- the velocity distribution
- the volume flow rate

(50 markah)

...3/-

2. [a] Pada keadaan mantap, susuk suhu dari sistem berlapis ditunjukkan oleh gambarajah berikut. Tentukan keberaliran haba dari bahan II apabila fluks haba keadaan mantap adalah $12\,500\text{ Wm}^{-2}$ dan keberaliran haba bahan I adalah $50\text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

At steady state, the temperature profile in a laminated system appears thus:



Determine the thermal conductivity of II if the steady-state heat flux is $12\,500\text{ Wm}^{-2}$ and the conductivity of I is $50\text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$.

(50 markah)

...4/-

- [b] Tunjukkan bahawa hukum Fourier untuk aliran haba satu matra dapat dituliskan (untuk ρC_p malar) sebagai berikut:

$$q_y = -\alpha \frac{d}{dy}(\rho C_p T)$$

Selain itu, tunjukkan pula bahawa hukum Newton, untuk ρ malar, adalah sebagai berikut:

$$\tau_{yx} = -\nu \frac{d}{dy}(\rho v_x)$$

Huraikan kebertamsilan kedua fluks, pemalar dan kecerunan di dalam masing-masing persamaan tersebut.

Show that Fourier's law can be written (for constant ρC_p) as

$$q_y = -\alpha \frac{d}{dy}(\rho C_p T)$$

for one-dimensional heat flow. In addition, show that Newton's law, for constant ρ , is

$$\tau_{yx} = -\nu \frac{d}{dy}(\rho v_x)$$

Discuss the analogies between the fluxes, constants, and gradients as they appear in these equations.

(50 markah)

...5/-

3. Dengan menggunakan teknikimbangan kelompang, terbitkan ungkapan matematik untuk resapan menerusi sebuah silinder bergeronggang.

By making use of the shell balance technique, derive an expression for diffusion through a hollow cylinder.

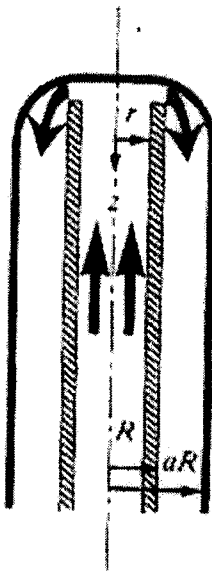
(100 markah)

4. Cecair di dalam sebuah tiub mengalir ke atas, melimpah dan kemudian mengalir turun sebagai sapat di permukaan luar tiub.

- (a) kembangkanimbangan momentum yang berlaku bagi sapat pada keadaan mantap, aliran berlamina dengan mengabaikan kesan hujung.
 (b) Kembangkan ungkapan dari agihan halaju.

A liquid flows upward through a tube, overflows and then flows downward as a film on the outside.

- (a) *Develop the pertinent momentum balance that applies to the falling film, for steady-state laminar flow, neglecting end effects.*
 (b) *Develop an expression for the velocity distribution.*



(100 markah)

...6/-

5. Tinjau aliran haba menerusi kelompang sfera. Pada keadaan mantap, suhu dari permukaan dalam ($r = R_1$) adalah T_1 , dan suhu dari permukaan luar ($r = R_2$) adalah T_2 .
- [a] Tuliskan persamaan kebezaan tenaga yang berlaku.
 - [b] Tuliskan syarat-syarat sempadan dan kembangkan ungkapan bagi taburan suhu di dalam kelompang.
 - [c] Kembangkan ungkapan untuk aliran haba (Q , W/hr) menerusi kelompang.
 - [d] Periksa hasil akhirnya apabila tebal kelompang menjadi lebih besar dari jejari dalam.

Consider the flow of heat through a spherical shell. For steady-state conditions, the inside surface ($r = R_1$) is at temperature T_1 and the outside surface ($r = R_2$) is at T_2 .

- [a] Write the pertinent differential energy equation that applies.*
- [b] Write the boundary conditions and develop an expression for the temperature distribution in the shell.*
- [c] Develop an expression for the heat flow (Q , W/hr) through the shell.*
- [d] Examine the results regarding what happens as the shell thickness becomes larger compared with the inside radius.*

(100 markah)

6. Satu sisi dari lembaran besi dengan ketebalan 0.01 cm mengalami suasana pengkarbonan pada 900°C sehingga kepekatan permukaan 1.2% karbon dapat disenggara. Kepekatan pada sisi yang bertentangan disenggara pada 0.1% karbon. Pada keadaan mantap, tentukan fluks karbon (g-moles/cm²sec) menerusi lembaran tersebut apabila pekali resapan diandaikan tak bersandar kepada kepekatan ($D = 2 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{sec}$).

One side of an iron sheet, 0.01 cm thick, is subjected to a carburizing atmosphere at 900°C such that a surface concentration of 1.2% carbon is maintained. The opposite face is maintained at 0.1% carbon. At steady state, determine the flux (g-moles/cm²sec) of carbon through the sheet if the diffusion coefficient is assumed to be independent of concentration ($D = 2 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{sec}$).

(100 markah)

...8/-

- 7 Medan suhu $T(x, y, t)$ dari batang segi empat tepat ($2L \times 2l$) yang tak terhingga panjangnya harus tunduk kepada persamaan kebezaan separa berikut:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}.$$

$T(x, y, t)$ dapat diperolehi dengan hasil darab:

$$T(x, y, t) = T_I(x, t) \cdot T_L(y, t),$$

Dimana $T_I(x, t)$ adalah selesaian dari sejarah suhu plat separuh tak terhingga yang dibatasi oleh $-l < x < +l$, sedangkan $T_L(y, t)$ adalah selesaian dari sejarah suhu plat separuh tak terhingga yang dibatasi oleh $-L < y < +L$.

Apabila untuk keadaan mantap plat separuh tak terhingga dengan tepinya terletak pada $x = 0$ dan $x = L$, $y = 0$ dan $y = \infty$ tunduk kepada keadaan sempadan berikut:

$$x = 0, \quad T = 0$$

$$x = L, \quad T = 0$$

$$y = \infty, \quad T = 0$$

$$y = 0, \quad T = T_A \sin \frac{\pi x}{L} \quad (T_A = \text{constant}).$$

- [a] Tuliskan ungkapan matematik untuk $T(x, y)$.
 [b] Tuliskan ungkapan untuk fluks haba di sepanjang tepi $y = 0$.

The temperature field $T(x,y,t)$ in an infinitely long rectangular ($2L \times 2l$) bar must satisfy the partial-differential equation:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}.$$

$T(x,y,t)$ can be found by the product:

$$T(x,y,t) = T_1(x,t) \cdot T_L(y,t),$$

where $T_1(x,t)$ is the solution for the temperature history in the semi-infinite plate bounded by $-l < x < +l$ and $T_L(y,t)$ is the solution for the temperature history in the semi-infinite plate bounded by $-L < y < L$.

A semi-infinite plate with edges at $x = 0$, $x = L$, $y = 0$ and $y = \infty$ is subjected to the following boundary conditions at steady state.

$$x = 0, \quad T = 0$$

$$x = L, \quad T = 0$$

$$y = \infty, \quad T = 0$$

$$y = 0, \quad T = T_A \sin \frac{\pi x}{L} \quad (T_A = \text{constant}).$$

- [a] Write an expression for $T(x,y)$.
 [b] Write an expression for the heat flux along the edge $y = 0$.

(100 markah)