

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua

Sidang Akademik 1998/99

Februari 1999

EBB 218/3 - PROSES-PROSES PENGANGKUTAN

Masa: [3 jam]

Arahan Kepada Calon:

Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **ENAM BELAS (16)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** soalan.

Jawab mana-mana **LIMA (5)** soalan dengan menjawab sekurang-kurangnya **DUA (2)** soalan dari **BAHAGIAN A** dan **BAHAGIAN B**.

Semua soalan **MESTILAH** dijawab di dalam Bahasa Malaysia atau maksimum **TIGA (3)** soalan boleh dijawab di dalam Bahasa Inggeris.

...2/-

BAHAGIAN A
PART A

1. (a) Huraikan dengan bantuan gambarajah binaan dan operasi untuk:

Describe with the help of a neat diagram, the construction and operation of

(i) tiub pitot

pitot tube

(ii) Manometer yang sesuai digunakan dengan tiub pitot untuk pengukuran perbezaan tekanan yang sangat kecil

manometer suitable for use with pitot tube for very small pressure difference.

(iii) Suatu tiub pitot digunakan untuk mengukur halaju udara di dalam suatu terowong angin dan manometer menunjukkan perbezaan tekanan sebanyak 4 mm air. Ketumpatan udara ialah 1.2kg/m^3 . Dapatkan halaju udara dengan mengandaikan bahawa nilai pekali tiub pitot ialah 0.98.

A pitot tube is used to measure the velocity of air in a wind tunnel and the manometer shows a pressure difference of 4 mm water. The density of air is 1.2kg/m^3 . Obtain the air velocity assuming that the coefficient of pitot tube is 0.98.

(50 markah)

(b) (i) Terbitkan persamaan Euler untuk aliran suatu bendalir di sepanjang garisan arus. Tunjukkan bahawa persamaan Bernoulli boleh diperolehi daripada persamaan Euler ini.

Derive Euler's equation for the flow of a fluid along stream lines. Show that Bernoulli's equation can be obtained from Euler's equation.

(ii) Apakah batasan-batasan dalam menggunakan persamaan Euler untuk kajian aliran bendalir umum?

What is the limitation in using Euler's equation for general fluid flow studies?

(50 markah)

...3/-

2. (a) Nyatakan persamaan-persamaan Navier Stokes untuk koordinat-koordinat berselinder. Terbitkan persamaan Hagen Poiseulli menggunakan persamaan Navier Stokes.

State Navier Stokes Equations for cylindrical co-ordinates. Derive Hagen Poiseulli's equation using the Navier Stokes Equation.

(50 markah)

- (b) (i) Tunjukkan bahawa kehilangan kepada geseran (h_f) yang disebabkan oleh cecair di dalam satu paip yang panjangnya L dan bergaris pusat d boleh dituliskan sebagai

$$h_f \approx \frac{f L Q^2}{3d^5}$$

di mana f ialah faktor geseran dan d ialah garis pusat dan Q ialah kadar aliran.

Show that the loss of head by friction (h_f) due to flow of liquid in a pipe of length L and diameter d can be expressed by the expression

$$h_f \approx \frac{f L Q^2}{3d^5}$$

where f is the friction factor d is the diameter and Q is the flow rate.

- (ii) Kira kuasa maksimum yang ada di bahagian hujung suatu paip yang panjangnya 4.8 km dan bergaris pusat 200 mm apabila air bertekanan 6900 kN/m² disuap masuk pada hujung satu lagi. Andaikan bahawa $f = 0.007$.

Calculate the maximum power available at the far end of a hydraulic pipeline 4.8km long and 200mm diameter when water at 6900 kN/m² pressure is fed in at the near end. Assume $f = 0.007$.

(50 markah)

...4/-

3. (a) Suatu kepingan plat yang licin dan rata berukuran 3m x 1.2m bergerak melalui udara bersuhu 16°C dengan halaju bandingan 1.2 m/s selari dengan permukaan satah dan terhadap panjangnya. Kira daya seret pada satu sisi plat dengan mengandaikan bahawa;

A smooth plate 3 m x 1.2 m moves through air at 16°C at a relative velocity of 1.2 m/s parallel to the plane surface and to its length. Calculate the drag force on one side of the plate assuming

- (i) Keadaan laminar
laminar condition
- (ii) Keadaan bergelombang di keseluruhan plat
turbulent condition over the entire plate

Anggap kelikatan kinematik $\nu = 1.47 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Untuk keadaan bergelombang, perhubungan $C_D = \frac{0.074}{R_E^{0.2}}$ mungkin digunakan.

$$C_D = \frac{0.074}{R_E^{0.2}}$$

Assume kinematic viscosity $\nu = 1.47 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

For turbulent condition, the relation $C_D = \frac{0.074}{R_E^{0.2}}$ may be used

- (iii) Anggarkan ketebalan lapisan sempadan pada sisi "trailing" plat untuk keadaan laminar.

Estimate the boundary layer thickness at the trailing edge of the plate for laminar condition.

(50 markah)

- (b) (i) Apakah yang dimaksudkan dengan "Lapisan Sempadan Terma"?
What is meant by "Thermal Boundary Layer"?

...5/-

- (ii) Menggunakan persamaan olakan natural $Nu = 0.10 (Gr.Pr)^{1/3}$, kirakan pekali pemindahan haba h , untuk aliran haba melalui olakan natural daripada suatu plat tegak 4.0 m tinggi dan dikekalkan pada suhu 60°C . Plat tersebut dikepungi dengan udara bersuhu 10°C . Sifat udara pada 308K adalah:

Using the equation for natural convection $Nu = 0.10 (Gr.Pr)^{1/3}$ calculate the heat transfer coefficient h for heat flow by natural convection from a vertical plate 4.0 m high and maintained at 60°C . The plate is surrounded by air at 10°C . The properties of air at 308K are

Pengaliran terma (K) = $0.02685 \text{ W } ^\circ\text{C}^{-1}\text{m}^{-1}$

Thermal Conductivity (K) = $0.02685 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$

Kelikatan kinematik (ν) = $16.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Kinematic viscosity (ν) = $16.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Nombor Prandte (Pr) = 0.7

Prandte number (Pr) = 0.7

(50 markah)

4. (a) Anggap bahawa julangan F untuk suatu skru kipas bersandar dengan garispusat d , laju kedepan v , ketumpatan bendalir ρ , laju putaran λ dan pekali kelikatan μ . Tunjukkan bahawa daripada analisis dimensional, F boleh ditunjukkan oleh persamaan

Assuming that the thrust F of a screw propeller is dependant upon the diameter d , speed of advance v , fluid density ρ , rotation speed λ and coefficient of viscosity μ , show by dimensional analysis that F can be expressed by the equation

$$F = \rho d^2 v^2 \phi \left\{ \frac{\mu}{\rho d v}, \frac{d \lambda}{v} \right\}$$

(50 markah)

...6/-

(b) Tuliskan nota-nota ringkas **SEBARANG DUA** daripada yang berikut:

Write short notes on any two:

- (i) **Persaman kesinambungan dalam aliran bendalir**
Continuity equation in fluid flow

- (ii) **Lapisan-lapisan sempadan halaju dan terma dalam aliran bendalir**
Velocity and thermal boundary layers in fluid flow

- (iii) **Teorem Buckingham π , kebaikan dan batasannya**
Buckingham π theorem, its advantages and limitations

(50 markah)

BAHAGIAN B

PART B

5. (a) Nyatakan samada kenyataan-kenyataan 1 hingga 10 adalah **BETUL** atau **SALAH**
Indicate whether statements 1 to 10 are TRUE or FALSE

(1) Tiada sebarang analogi di antara Hukum Fourier untuk pengaliran terma dan Hukum Newton untuk kelikatan.

There is no analogies between Fourier's Law of thermal conductivity and Newton's Law of viscosity.

(2) Pengaliran terma H₂ dan He berkurangan dengan suhu.

Thermal conductivity of H₂ and He decreases with temperature.

(3) Pengaliran MgO berkurangan disebabkan oleh sumbangan kedua-dua elektronik dan fotonik menjadi penting.

The conductivity of MgO decreases because both electronic and photonic contributions become important.

(4) Mengandaikan laluan bebas purata songsangan untuk serakan berlainan dalam proses pengaliran, maka laluan bebas purata τ_{fonon} berkurangan dengan peningkatan suhu dan bendasing.

Assuming the inverse mean free path for different scattering in thermal conductivity processes, the mean free path of τ_{phonon} decreases as the temperature and impurities increases.

(5) Pengaliran terma untuk CO₂ pada 800 K ialah $4.92 \times 10^{-2} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. (Gunakan nilai C = 12, O = 16, R = $8.31467 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$, muatan haba CO₂ pada 800 K ialah $1.17 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, kelikatan = $3.5 \times 10^{-5} \text{ Ns}^{-1}\text{m}^{-2}$).

The thermal conductivity of CO₂ at 800K° is $4.92 \times 10^{-2} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, take the value.

C = 12, O = 16, R = $8.31467 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$, the heat capacity of CO₂ at 800K is $1.17 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$. viscosity = $3.5 \times 10^{-5} \text{ Ns}^{-1}\text{m}^{-2}$.

...8/-

- (6) Pekali pemindahan haba menggunakan udara pada 290 K dalam permukaan plat tegak bersuhu 390 K pada 0.24 m dari bahagian bawah plat ialah $4.35 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Gunakan $Pr = 0.7$, $K (340 \text{ K}) = 29.3 \times 10^{-3} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, $\nu (340 \text{ K}) = 20.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{S}^{-1}$, $\beta (340 \text{ K}) = 2.941 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

The heat transfer coefficient using air at 290K in the surface of a vertical plate at 390K at 0.24m from the bottom of the plate is $4.35 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ take $Pr = 0.7$, $K (340\text{K}) = 29.3 \times 10^{-3} \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$. $\nu (340\text{K}) = 20.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$, $\beta (340\text{K}) = 2.941 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

- (7) Peresapan sendiri merujuk kepada gerakan atom dalam kehadiran kecerunan kepekatan. Oleh itu, peresapan sendiri digunakan pada bahan-bahan homogen.

Self - diffusion refers to atomic motion in the presence of a concentration gradient, therefore self-diffusion applies to homogeneous materials.

- (8) Pekali peresapan O_2 dalam kuprum cair pada suhu 1350°C ialah $1.37 \times 10^{-8} \text{ m}^2\text{S}^{-1}$. Gunakan data berikut:

Pada suhu 1150°C , $D = 7 \times 10^{-19} \text{ M}^2\text{S}^{-1}$

Pada suhu 1250°C , $D = 10^{-8} \text{ M}^2\text{S}^{-1}$

The diffusion coefficient of O_2 in liquid copper at 1350°C is $1.37 \times 10^{-8} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$. Take the following data at 1150°C , $D = 7 \times 10^{-19} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ at 1250°C , $D = 10^{-8} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$.

- (9) Pekali-pekali peresapan untuk logam-logam bukan ferus adalah berkadar songsang dengan suhu.

The interdiffusivity coefficients of nonferrous metals is inversely proportional with temperature.

...9/-

- (10) Pekali peresapan sendiri D_T yang dikira lebih tinggi nilainya daripada pekali peresapan sendiri yagn sebenar D_T^* .

The self-diffusion coefficient D_T calculated is higher than the true self-diffusion coefficient D_T^ .*

(60 markah)

- (b) Huraikan syarat-syarat untuk istilah-istilah berikut boleh digunakan

Describe the conditions under which the following terms are applicable:-

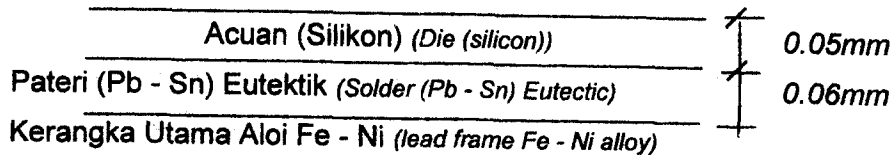
- (i) Peresapan sendiri
self diffusion
- (ii) Peresapan surih
tracer diffusion
- (iii) Peresapan kimia
chemical diffusion
- (iv) Peresapan celahan
Interstitial diffusion
- (v) Peresapan gantian
substitutional diffusion
- (vi) Pekali peresapan - antara
Interdiffusion coefficient and
- (vii) Peresapan intrinsik
Intrinsic diffusion

(40 markah)

...10/-

6. (a) Acuan silikon disambungkan kepada kerangka utama peranti mikroelektronik menggunakan pateri (lihat lakaran di bawah)

Silicon dies are attached to the lead frames in microelectronic devices by soldering (see sketch below)



Andaikan bahawa kedua-dua acuan dan kerangka utama berada pada 423 K dan pateri lebur tanpa haba lampau ($T_m = 456$ K). Suhu sekitaran di atas acuan ialah 293 K.

Assume that initially the die and the lead frame are at 423K and that the solder is molten with no superheat ($T_m = 456$ K). The ambient above the die is at 293K.

- (i) Apakah suhu pada antaramuka kerangka utama pateri pada waktu permulaan ketika pemejalan pateri?

What is the temperature at the solder Lead frame interface early during the solidification of the solder?

- (ii) Apakah suhu pada antaramuka pateri/acuan pada waktu permulaan ketika pemejalan pateri?

What is the temperature at the solder/die interface early during solidification of the solder?

Data	T_m K	H_f Jkg ⁻¹	k Wm ⁻¹ K ⁻¹	ρ Kg m ⁻³	C_p Jkg ⁻¹ K ⁻¹	α m ² s ⁻¹
Aloi Fe - Ni (<i>Fe-Ni alloy</i>)	-	-	12.6	8700	670	-
Eutektik Pb - Sn (<i>Pb - Sn eutectic</i>)	456	54×10^3	33.6	9200	200	-
Si	1683	1.8×10^6	31	2300	-	1.32×10^{-5}

Gunakan Rajah 1 dan 2, dan anggap $B_i = 1000$.

** Use Fig. 1 and 2 and assuming $B_i = 1000$.*

(50 markah)

...11/-

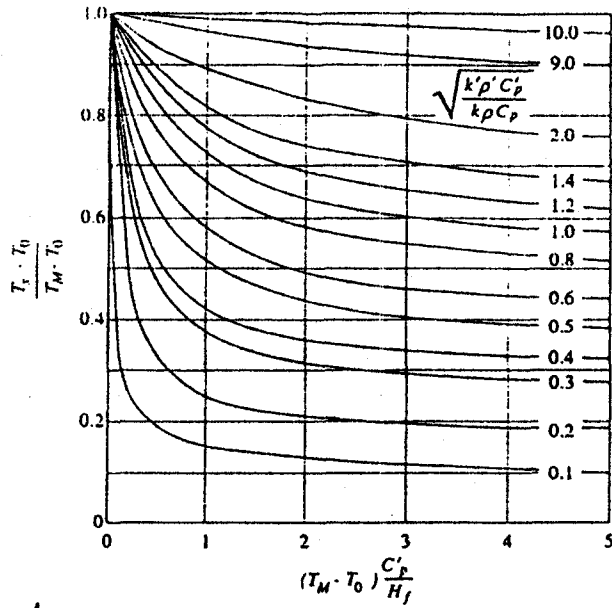


Fig. 1 Relative mold-casting interface temperatures for unidirectional freezing with no interface resistance. (From C. C. Reynolds, *Trans. AFS* 72, 343 (1964).)

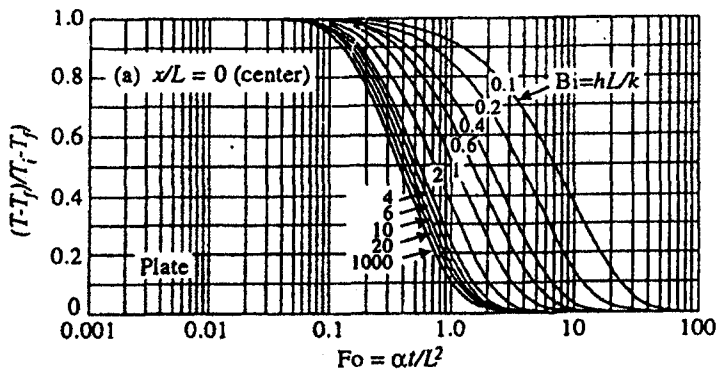


Fig. 2 Temperature response of an infinite plate initially at a uniform temperature T_i , and then subjected to a convective environment at T_f .

- (b) Suatu padatan serbuk seramik dinyahgaskan pada suhu 500°C di dalam satu kebuk yang dipenuhi dengan gas argon tulen (untuk menyahkan udara) sebelum ianya disinter. Asakkan padatan ini ialah 4, keliangannya 0.2 dan purata jejari liang ialah 200\AA . Dimensi padatan ini ialah 50 mm panjang x 25 mm garispusat. Kirakan pecahan udara yang masih tertinggal (baki) selepas h rawatan penyahgasan. Isipadu peresapan udara (v) ialah 20.7 dan argon ialah 16.7. Gunakan Rajah 2 dan 3. Katakan $Bi = 1000$.

A powder - ceramic compact is outgassed at 500°C in a chamber filled with pure argon in order to remove air before sintering. The tortusity of compact is 4, its porosity is 0.2 and the average pore radius is 200\AA . The compacts are 50 mm long x 25 mm diameter. Calculate the fraction of air remaining after h of outgassing treatment. Diffusion volumes of air and Argon $v = 20.7$ and 16.7 respectively. Use Fig 2 and 3. Take $Bi = 1000$.

(50 markah)

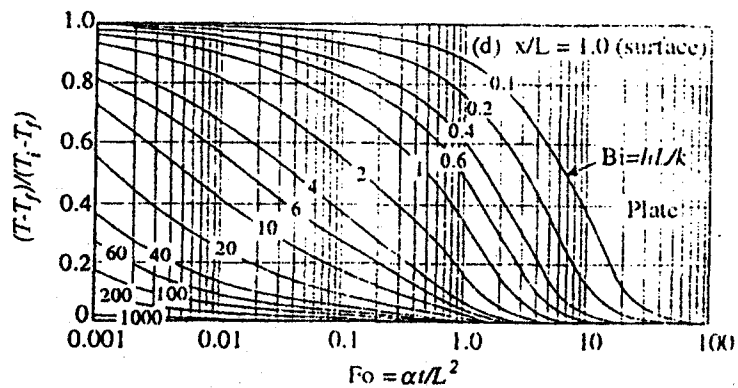


Fig. 3 Temperature response of an infinite cylinder initially at a uniform temperature T_i and then subjected to a convective environment at T_f .

7. (a) Sekeping kaca panjangnya 1 m disejukkan daripada suhu awal 1250 K menggunakan hembusan udara bersuhu 300 K yang berselari dengan permukaan kaca ini. Aliran bebas udara ini bergerak dengan halaju 30 ms⁻¹. Kira pekali pindahan haba mula dan apabila kaca telah menyejuk ke suhu 400 K.

A sheet of glass (1m length) is cooled from an initial temperature of 1250K by blowing air at 300K parallel to the surface of the glass the free stream velocity of the air is 30 ms⁻¹. Calculate the initial heat transfer coefficient and when the glass cooled to 400K.

Anggap bahawa aliran laminar berlaku pada 775 K dan aliran bergelajak 350°C.

Gunakan:- $\nu_{775} = 80.28 \times 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$, $Pr_{775} = 0.706$, $K_{775} = 56.08 \times 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$

$\nu_{350} = 21.15 \times 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$, $Pr_{350} = 0.696$, $K_{350} = 30 \times 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$

Assuming laminar flow at the 775°K and turbulent flow at 350°C.

Take: $\nu_{775} = 80.28 \times 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$, $Pr_{775} = 0.706$, $K_{775} = 56.08 \times 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$

$\nu_{350} = 21.15 \times 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$, $Pr_{350} = 0.696$, $K_{350} = 30 \times 10^{-3} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$

(50 markah)

- (b) Dalam menumbuhkan silikon, kecerunan maksimum di dalam pepejal yang boleh dibenarkan ialah 0.5 Kmm⁻¹, (agar ketumpatan nombor kehelan tidak perlu diambil kira).

In the growth of silicon the maximum gradient in the solid that can be tolerated is 0.5 Kmm⁻¹, (so that the dislocation number density is not excessive),

- (i) Jika hablur mesti ditumbuhkan dengan nilai $G_L \geq 0$, apakah kadar penumbuhan maksimumnya?

If the crystal must be growth with $G_L \geq 0$, what is the maximum growth rate that can be used?

...14/-

- (ii) Apakah yang berlaku kepada halaju penumbuhan jika G_s tidak berubah tetapi G_L bertambah sebanyak 10%?

What happens to the growth velocity if G_s does not change, but G_L is increased by 10%?

Keadaan ini boleh berlaku dengan adanya turun-naik bekalan kuasa atau olakan palsu di dalam cecair.

Data untuk silikon adalah seperti berikut:

$K = 31\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, $K_L = 50\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, $\alpha = 1.32 \times 10^{-5}\text{m}^2\text{s}^{-1}$, $\alpha_L = 1.94 \times 10^{-5}\text{m}^2\text{s}^{-1}$,
 $T_M = 1683\text{K}$; $H_f = 1.8 \times 10^6\text{JKg}^{-1}$, $\rho = 2300\text{Kgm}^{-3}$. G_L ialah kecerunan terma dalam cecair dan G_s untuk pepejal.

This could happen by a fluctuation in the power source or by spurious convection in the liquid.

Data for silicon:

$K = 31\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, $K_L = 50\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, $\alpha = 1.32 \times 10^{-5}\text{m}^2\text{s}^{-1}$, $\alpha_L = 1.94 \times 10^{-5}\text{m}^2\text{s}^{-1}$,
 $T_M = 1683\text{K}$; $H_f = 1.8 \times 10^6\text{JKg}^{-1}$, $\rho = 2300\text{Kgm}^{-3}$. G_L and G_s are thermal gradients in the liquid and solid respectively.

(50 markah)

8. (a) Huraikan mengenai peresapan antara emas dan nikel yang menunjukkan aliran pukan dan profil komposisi (kesan Kirrkandall).

Explain the interdiffusion of gold and nickel showing the resulting bulk flow and composition profiles (kirrkandalleffect).

(40 markah)

...15/-



- (b) Aluminium lebur diprapanaskan sewaktu dipindahkan daripada relau peleburan kebekas penuangan dengan mengepamnya melalui paip yang dipanaskan. Paip ini bergaris pusat 50 mm dan kadar aliran leburan aluminium ialah 1.3 Kgs^{-1} . Dinding tiub dikekalkan pada suhu 1030 K.

Molten Aluminium is preheated while being transferred from a melting furnace to a casting tundish by pumping through a heated tube, 50 mm in diameter at a flow rate of 1.3 Kgs^{-1} . The tube wall is kept at a constant temperature at 1030 K.

- (i) Kira pekali haba diantara dinding tiub dan aluminium.

Calculate the heat coefficient between the tube wall and the aluminium

- (ii) Menggunakan nilai pekali pindahan haba ini, berapa lamakah tiub perlu dipanaskan agar suhu aluminium boleh meningkat dari 950 K ke 1025 K?

Using this value of the heat transfer coefficient, how long would the tube have to be to heat the aluminium from 950 K to 1025 K?

$$\text{Keseimbangan tenaga, } WC_p dT_m = h (T_o - T_m) \pi D dx$$

Data untuk aluminium yang berikut dan Rajah 4 boleh digunakan.

$Re = A/o$ Reynold, $D =$ garispusat, $V =$ halaju

$Nu_T =$ No. Nusselt untuk suhu dinding seragam

$Nu_q =$ No. Nusselt fluk haba seragam

$$K = 86 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}, \quad \rho = 2560 \text{ Kgm}^{-2}, \quad C_p = 1050 \text{ JKg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$\eta = 1.2 \times 10^{-3} \text{ Kgs}^{-1}\text{m}^{-1} \text{ and } Re = \frac{DV\rho}{\eta}$$

Energy balance, $WC_p dT_m = h (T_o - T_m) \pi D dx$ and following data for aluminium and Fig. 4 can be used.

$$K = 86 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}, \quad \rho = 2560 \text{ Kgm}^{-2}, \quad C_p = 1050 \text{ JKg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$\eta = 1.2 \times 10^{-3} \text{ Kgs}^{-1}\text{m}^{-1} \text{ and } Re = \frac{DV\rho}{\eta}$$

Re: Reynold no., D. diameter, V = velocity

Nu_T : Nusselt no. uniform wall temperature

Nu_q : Nusselt no. Uniform heat flux,

(60 markah)

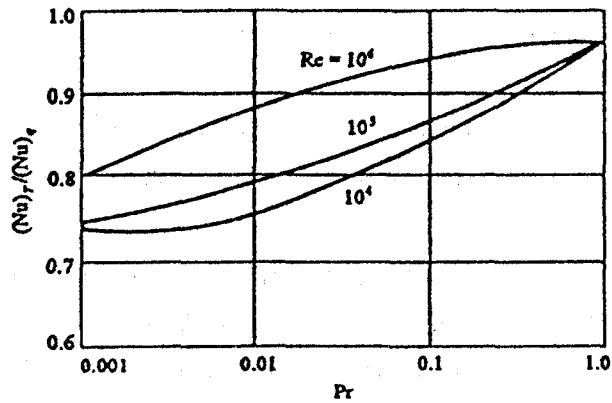


Fig. 4 Comparison of uniform wall temperature and uniform heat flux in tubes. (From R. A. Seban and T. T. Shimazaki, *Trans. ASME* 73, 803 (1951).)

ooOoo