

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1994/95

Oktober/November 1994

EMK 401 - Pemandahan Haba & Jisim

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** muka surat dan **TUJUH** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA** soalan sahaja.

Semua soalan **MESTILAH** dijawab dalam bahasa Melayu.

1. [a] Takrifkan hukum Stefan-Boltzmann. Tunjukkan bahawa hukum agihan Planck adalah asas bagi menerbitkan hukum Stefan-Boltzmann secara matematik.
- (60 markah)
- [b] Suatu paip kuprum bersuhu 260°C berada dalam bilik besar yang mempunyai suhu 15°C . Kirakan kehilangan haba per m^2 luas permukaan paip secara sinaran. Anggap nilai keberpencaran (emissivity) kuprum sebagai 0.61 pada 260°C dan 0.56 pada 15°C . Anggapkan juga keberserapan (absorptivity) permukaan bergantung hanya kepada suhu permukaan punca sinaran.
- (40 markah)
2. [a] Takrifkan 'Irradiation' dan 'Radiosity'. Jelaskan bagaimana istilah-istilah ini berguna dalam analisis masalah-masalah pemindahan haba sinaran berdasarkan kaedah 'Electrical Network'.
- (60 markah)
- [b] Dua alat selari infinit ditetapkan pada suhu 500°C dan 1000°C . Plat yang bersuhu 500°C mempunyai keberpencaran 0.3 dan nilai keberpencaran bagi plat kedua adalah 0.7. Kedua-duanya sedang bertukar haba sinaran antara satu sama lain. Kirakan haba bersih yang ditukar antara kedua jasad tersebut jika $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$.
- (40 markah)
3. [a] Nyatakan hukum-hukum fenomenologi yang mengatur pemindahan haba, pemindahan jisim dan pemindahan momentum. Dengan menggunakan hukum-hukum ini dapatkan nilai-nilai nombor tanpa dimensi.
- (30 markah)
- [b] Anggarkan resapan air dari dasar sebuah tabung uji bergarispusat 100 mm dan 15 sm panjang ke atmosfera pada 25°C . Tekanan tepu air pada 25°C adalah 0.03166 bar dan pekali resapan adalah $0.256 \text{ sm}^2/\text{s}$. Terbitkan persamaan yang digunakan.
- (70 markah)

4. [a] Berikan pengelasan penukar haba dan dapatkan persamaan bagi keberkesanan penukar haba bagi jenis penukar haba aliran berlawanan.

(50 markah)

- [b] Suatu paip ekzos bergarispusat 75 mm didinginkan ruang annulus di sekelilingnya yang mengandungi air. Gas ekzos memasuki paip ekzos pada 350°C dan air masuk dari paip bekalan pada 10°C. Pekali pemindahan haba gas adalah 0.3 dan nilainya bagi air adalah 1.5 kW/m²K. Ketebalan paip boleh diabaikan. Gas tersebut perlu didinginkan ke 100°C. Haba tentu min pada tekanan malar adalah 1.13 kJ/kgK. Kadar alir gas adalah 200 kg/jam dan kadar alir air 1400 kg/jam. Kirakan panjang paip yang diperlukan bagi:

- [i] penukar haba aliran selari
[ii] penukar haba aliran berlawanan

Ambil nilai haba tentu air C_p sebagai 4.19 kJ/kgK.

(50 markah)

5. [a] Bezakan antara aliran haba 'keadaan mantap' dengan 'keadaan fana' (transient). Tunjukkan bahawa semasa pendinginan Newton (aliran fana) suhu jatuh secara eksponen.

(50 markah)

- [b] [i] Suatu wayar kuprum bergarispusat 0.8 mm yang berada pada 150°C dicelupkan ke dalam air yang berada pada 35°C. Anggarkan masa yang diambil bagi mendinginkan wayar ke 95°C.
- [ii] Jika wayar diletakkan dalam udara, berapakah masa yang ia ambil bagi mencapai suhu 95°C.

Gunakan data berikut untuk soalan-soalan 5[b][i] dan 5[b][ii]:

Pekali pemindahan haba unit permukaan selaput

bagi air = 85.5 W/m²K
bagi udara = 11.65 W/m²K

Keberaliran termal kuprum = 373 W/mK
Haba tentu kuprum, C_p = 0.38 kJ/kgK
Ketumpatan kuprum = 9000 kg/m³

(50 markah)

...4/-

6. [a] Dengan menggunakan kaedah pengkamiran tunjukkan bahawa nombor Nusselt bagi perolakan semulajadi di atas plat menegak berketinggian L adalah:

$$\bar{Nu}_L = 0.68 Gr_L^{\frac{1}{4}} Pr^{\frac{1}{2}} (0.952 + Pr)^{-\frac{1}{4}}$$

di mana,

$$\bar{Nu}_L = hL/K \text{ dan } Gr_L = gB(T_w - T_\alpha)L^3/\gamma^2$$

Gr adalah nombor Grashoff, Pr adalah nombor Prandtl, g adalah pecutan graviti, B pekali pengembangan isipadu dan γ kelikatan kinematik. T_w adalah suhu plat dan T_α adalah suhu udara bebas.

(50 markah)

- [b] 1000 kg/jam keju yang berada pada suhu 15°C dipamkan melalui suatu tiub bergaris pusat 7.5 sm. Setelah melalui jarak sejauh kira-kira 50 kali garispusat, ia melalui tiub sepanjang 1.2 m yang ditetapkan pada suhu 90°C. Kirakan pekali pemindahan haba dan suhu purata keju yang meninggalkan bahagian yang dipanaskan tadi. Data berikut boleh digunakan:

Ketumpatan keju = 1100 kg/m³

Kelikatan dinamik = 86400 kg/m.s

Haba tentu pada tekanan malar = 2.85 kJ/kgK

Keberaliran terma = 0.43 W/mK

Bagi aliran laminar:

$$Nu = 3.65 + \frac{0.0668(D/L)(RePr)}{1 + 0.04[(D/L)RePr]^{\frac{2}{3}}}$$

di mana Nu adalah nombor Nusselt, Re adalah nombor Reynold, Pr adalah nombor Prandtl, D adalah garispusat tiub dan L panjang tiub.

(50 markah)

7. [a] Terbitkan persamaan pengaliran haba tiga dimensi dan ringkaskan menjadi persamaan-persamaan Fourier, Poisson dan Laplace.

(60 markah)

- [b] Suatu dinding relau diperbuat dari bata silika ($k = 1.86 \text{ W/mK}$) setebal 10 sm di bahagian dalamnya dan bata magnesite ($k = 5.8 \text{ W/mK}$) setebal 20 sm. Suhu permukaan dalam dinding yang terdiri dari bata silika adalah 900°C . Suhu permukaan luar bata magnesite adalah 150°C . Kirakan pengaliran haba menerusi dinding komposit ini. Jika rintangan sentuhan (contact resistance) di antara kedua dinding adalah $0.00257 \text{ m}^2\text{K/W}$, kirakan suhu-suhu pada permukaan antara muka (interface).

(40 markah)

ooooOoooo