

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1992/93

EMK 401 Pemindahan Haba & Jisim

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH (7) soalan dan TUJUH (7) muka surat serta SATU (1) lampiran yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA (5) soalan sahaja.

Semua soalan mestilah dijawab dalam bahasa Malaysia.

Termasuk lampiran:

1. Kecekapan Sirip Anulus Bentuk Segiempat Tepat

..2/-

1. [a] Terbitkan ungkapan bagi pekali perpindahan haba keseluruhan bagi suatu dinding rencam (composite wall) yang terdiri dari 3 lapisan berlainan dengan perpindahan haba perolakan di kedua-dua belah.

(30 markah)

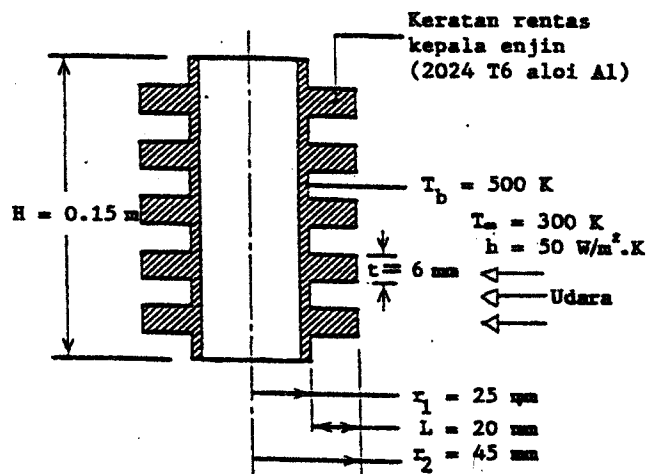
- [b] Tunjukkan litar skema bagi analogi letriknya.

(10 markah)

- [c] Tong silinder sebuah motosikal dibina dari aloi aluminium 2024-T6. Tingginya adalah 0.15m dan garispusat luarnya 50 mm. Suhu permukaan silinder dikekalkan pada 500K dalam keadaan ia didedahkan ke udara persekitaran yang berada pada suhu 300K. Pekali perolakan ialah $50 \text{ W/m}^2\text{K}$. Lima sirip anulus (annular fins) yang mempunyai profail keratan segiempat tepat berketebalan 6 mm dan 20 mm panjang disertakan bagi meningkatkan perpindahan haba ke sekeliling seperti di Rajah S1[c].

Apakah kesan perpindahan haba disebabkan oleh pertambahan sirip? (bagi aluminium $k = 186 \text{ W/mK}$ pada 400K)

(60 markah)



Rajah S1[c]

..3/-

2. [a] Terbitkan persamaan kebezaan separa 3-dimensi bagi perpindahan haba secara pengaliran bagi keadaan fana (transient) di mana terdapat penjanaan haba dalaman.

(40 markah)

- [b] Di dalam unsur bahan api silinder untuk reaktor nuklear dingin-gas, penjanaan tenaga dari dalam unsur bahan api disebabkan pembelahan (fission) boleh dianggarkan dengan hubungan

$$g(r) = g_0 \left[1 - \left(\frac{r}{b} \right)^2 \right] \text{ W/m}^3$$

di mana b adalah jejari unsur bahan api dan g_0 adalah pemalar. Permukaan sempadan pada $r = b$ ditetapkan pada suhu sekata T_w .

- [i] Dengan menganggap kadar alir haba mantap satu dimensi, binakan hubungan untuk kejatuhan suhu dari garis tengah ke permukaan unsur bahan api.
- [ii] Untuk jejari $b = 1 \text{ sm}$, konduktiviti haba $k = 10 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$, dan $g = 1.6 \times 10^8 \text{ W/m}^3$, kirakan kejatuhan suhu dari garis tengah ke permukaan.

(60 markah)

3. [a] Takrifkan nombor Nusselt, nombor Prandtl dan nombor Reynold.

(10 markah)

- [b] Buktikan bahawa nombor Nusselt adalah merupakan suatu rangkap nombor Reynold dan nombor Prandtl ($Nu = f(Re, Pr)$) dengan menggunakan kaedah analisis dimensi.

(30 markah)

- [c] Udara pada tekanan atmosfera dan suhu 60°C mengalir selari pada kedua-dua belah suatu plat rata (segiempat sama 20 sm). Halaju udara tersebut adalah 15 m/s. Jika suhu plat tersebut ditetapkan pada 20°C , kirakan kadar perpindahan haba ke plat dan daya seret ke atas plat. Bandingkan nilai-nilai yang didapati dengan nilai yang akan didapati sekiranya pinggir depannya dikasarkan.

$$Re_{\text{kritikal}} = 3 \times 10^5$$

Bagi aliran laminar gunakan pekali seretan, $C_f = 1.328 Re_L^{-0.5}$ dan

$$\text{Nombor Nusselt } Nu_L = 0.664 Pr^{1/3} Re^{0.5}.$$

Bagi aliran turbulen, gunakan pekali seretan, $C_f = 0.074 Re_L^{-0.2}$,

nombor Nusselt, $Nu_L = 0.0366 Pr^{1/3} Re_L^{0.8}$
 Re_L ialah nombor Reynold pada penghujung plat.

(60 markah)

4. [a] Jelaskan makna perbezaan suhu logaritma purata dalam sebuah penukar haba.

(10 markah)

- [b] Terbitkan persamaan bagi perpindahan haba di dalam penukar haba berlawanan aliran dalam bentuk:

$$Q = \frac{\pi DLU (\theta_1 - \theta_2)}{\ln (\theta_1/\theta_2)}$$

U adalah pekali perpindahan haba keseluruhan, D adalah garispusat luar tiub, L adalah panjang tiub, θ_1 adalah suhu kebezaan awal dan θ_2 suhu kebezaan akhir.

(30 markah)

..5/-

- [c] Dalam pemeluwap aliran silang seperti ditunjukkan dalam Rajah S4[c] air penyejuk masuk pada 10°C dan keluar pada 32°C. Garispusat purata setiap tiub adalah 13 mm dan halaju purata air ialah 3 m/s. 1.2 kg stim per saat perlu dipeluwapkan ketika stim memasuki pemeluwap dalam keadaan tepu kering pada 0.34 bar. Tidak terdapat sebarang pendinginan kurang (undercooling) bagi pemeluwap (condenser). Rintangan kotoran (fouling resistance) adalah 0.5 k/kW bagi 1 m² luas kawasan dan pekali perpindahan haba bagi stim pemeluwapan ialah 30 kW/m² K.

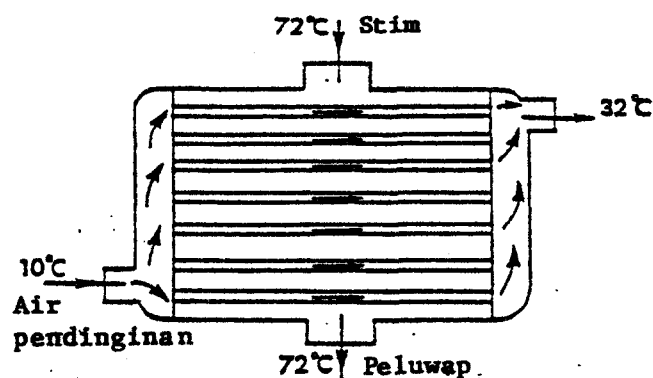
Bagi aliran turbulen di dalam tiub, ambil nombor Stanton sebagai

$$St = \frac{f/2}{1 + 1.5 (Pr)^{-1/6} \times Re^{-1/8} \times (Pr-1)}$$

di mana $f = 0.079 (Re)^{-1/4}$
 Pr = nombor Prandlt
 Re = nombor Reynold
 St = nombor Stanton

Kirakan panjang dan bilangan tiub

(60 markah)



Rajah S4[c]

5. [a] Nyatakan hukum Stefan-Boltzmann dan terbitkannya menggunakan hukum agihan Planck.

(30 markah)

- [b] Dua sfera sepusat bergarispusat 21 sm dan 30 sm digunakan bagi menyimpan udara dalam bentuk cecair pada suhu -153°C dalam bilik yang berada pada 27°C . Ruang antara kedua sfera dikosongkan (hampagas). Permukaan sfera-sfera tersebut diselaputi aluminium, $\epsilon = 0.03$ dan haba pendam pengewapan (latent heat of vaporization) bagi udara cair adalah 209 kJ/kg . Carikan kadar pengewapan udara cair tersebut. Ambil $\sigma = 0.204 \times 10^{-3} \text{ J/m}^2\text{-j-K}^4$. Terbitkan persamaan bagi faktor bentuk yang digunakan dalam masalah ini.

(70 markah)

6. [a] Buktikan bahawa perpindahan haba sinaran dikurangkan separuh dengan meletakkan satu pelindung sinaran di antara dua plat infinit selari.

(30 markah)

- [b] Dua plat selari sepanjang 1 m dan lebar 0.5 m diletakkan pada jarak 0.5 m antara satu sama lain. Suhu satu plat ditetapkan pada 1000°C dan suhu plat yang satu lagi ditetapkan pada 500°C . Keberpancaran plat yang lebih panas adalah 0.2 sementara keberpancaran plat yang satu lagi adalah 0.5. Plat-plat tersebut diletakkan dalam suatu bilik besar, yang suhu dinding-dindingnya ditetapkan pada 27°C . Plat-plat tersebut bertukar-tukar haba dengan satu sama lain dan dengan bilik tersebut, namun anda hanya perlu mempertimbangkan permukaan plat yang menghadap satu sama lain dalam analisis ini. Carikan perpindahan haba bersih ke setiap plat dan ke bilik dengan menggunakan kaedah rangkaian elektrik (electrical network method). Faktor bentuk permukaan-permukaan itu bersabit satu sama lain adalah 0.285. Ambilkan $\sigma = 56.7 \times 10^{-12} \text{ kW/m}^2 \text{ K}^4$.

(70 markah)

..7/-

7. [a] Takrifkan yang berikut:

- [i] Hukum resapan Fick
- [ii] Resapan 'equimolal'
- [iii] Nombor Lewis, nombor Scmidt dan nombor Sherwood

(30 markah)

[b] Anggarkan kadar resapan air dari dasar tiub ujikaji yang bergarispusat 10 mm dan sepanjang 15 sm, ke atmosfera kering yang berada pada 25°C . Tekanan tepu air pada 25°C ialah 3.166×10^{-2} bar dan pekali resapan ialah $0.256 \text{ cm}^2/\text{s}$.

Terbitkan persamaan yang digunakan bagi menyelesaikan masalah ini.

(70 markah)

oooOooo

Kecekanan Sirip Anulus Bentuk Segiempat Tepat

