

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA  
Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1986/87

EBB 108/3 PROSES-PROSES PENGANGKUTAN

Tarikh: 16 April 1987

Masa: 9.00 pagi - 12.00 tengahari  
(3 jam)

---

**ARAHAN KEPADA CALON**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN (8) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab ENAM soalan, tidak lebih dari DUA soalan dari setiap Bahagian A, B dan C.

Sebarang perkiraan hendaklah ditulis dengan jelas.

...2/-

1. Terangkan dengan ringkas Nombor Reynolds, Nombor Prandtl, Nombor Nusselt dan Nombor Grashof. Jelaskan mengapa nombor-nombor ini mustahak di dalam perolakan.

Air mengalir dengan kelajuan 2.65 m/s melalui paip bergaris pusat 2.4 sm. Kirakan Nombor Reynolds, Nombor Prandtl dan juga dapatkan pekali pengangkutan haba dan susutan tekanan untuk paip sepanjang 2.75 m.

Gunakan data berikut:

$$Nu = 0.02 Re^{0.78} Pr^{0.35}$$

$$f = \frac{0.079}{Re^{0.25}}$$

Sifat-sifat air:-

$$k = 0.60 \text{ W/m}^0 \text{ C}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 6.8 \times 10^{-4} \text{ kg/ms}$$

$$C_p = 4180 \text{ J/kg}^0 \text{ C}$$

Nyatakan andaian yang dibuat.

2. Terangkan dengan ringkas tentang Pemulih dan Penjana Semula. Apakah faktor-faktor yang perlu ditimbangkan di dalam rekabentuk penukar haba.

Suatu penukar haba aliran berlawanan digunakan di dalam sistem reaktor nuklear untuk memindahkan haba di antara cecair natrium dan udara, dengan pekali pemindahan haba keseluruhan  $180 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Cecair natrium disejukkan dari suhu  $700 \text{ } ^\circ\text{C}$  ke suhu  $480 \text{ } ^\circ\text{C}$ , dan udara pula dipanaskan dari suhu  $40 \text{ } ^\circ\text{C}$  ke suhu  $400 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Bagi kadar

aliran natrium per kg per saat. Cari:

- i) kadar aliran jisim bagi udara
- ii) luas permukaan pemindahan haba yang diperlukan.

Jika aliran kedua-dua bendalir disusun selari, berapakah keluasan pemindahan haba yang diperlukan, anggapan nilai dan faktor lain masih tidak berubah.

Gunakan  $C_p$  untuk natrium =  $1.27 \text{ KJ/kg}^\circ \text{K}$

$C_p$  untuk udara =  $1.01 \text{ KJ/kg}^\circ \text{K}$

Komen tentang keluasan pemindahan haba yang diperlukan.

3. Terangkan dengan ringkas Hukum Fourier mengenai kekonduksian. Jelaskan kesan penebat ke atas pemindahan haba untuk selinder sepusat.

Suatu relau dibina oleh bata api setebal 220 mm, bata penebat setebal 110 mm, dan bata bangunan setebal 230 mm. Suhu di bahagian dalam dan luar relau masing-masing adalah 1250 K dan 370 K. Jika kekonduksian terma bata masing-masing adalah 1.45, 0.22, dan 0.74 A/mK, Cari:

- i) kadar kehilangan haba per unit keluasan ke udara.
- ii) suhu di antara permukaan bata api dan bata penebat.

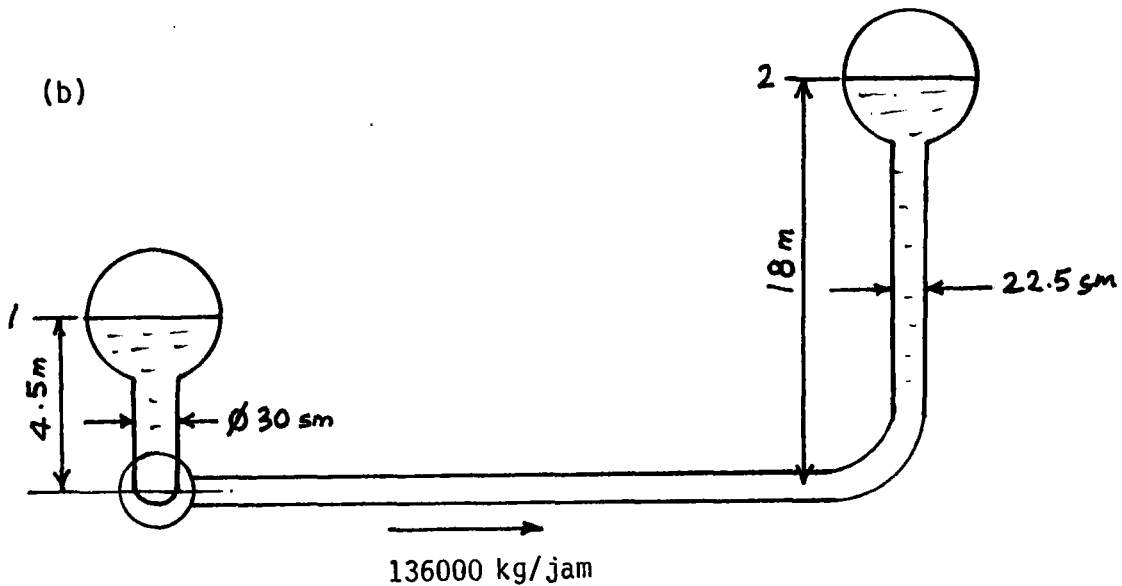
Jika pekali pengangkutan haba permukaan luar bagi relau adalah  $5.0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , kira kadar kehilangan haba ke udara dan juga lakarkan profil suhu bagi dinding berencam tersebut.

...4/-

BAHAGIAN B

4. Nyatakan Persamaan Bernoulli

- (a) Apakah kesimpulan yang dapat anda buat daripada Persamaan Bernoulli? Nyatakan keadaan di mana kegunaan Persamaan Bernoulli adalah terhad. Apakah langkah-langkah yang perlu diambil untuk mengatasi masalah ini.



Suatu pam peluwap dikehendaki menghantar air pada kadar 136000 kg/jam dari pemeluwap di mana tekanan ditetapkan pada  $7000 \text{ N/m}^2$ , ke pemanas penyahudara yang mempunyai tekanan  $620000 \text{ N/m}^2$ . Data mengenai sistem adalah seperti berikut:-

Turus statik dipenyedutan, merujuk ke garis tengah pam = 4.5m.

Kerugian geseran dalam paip sedutan = 60 sm

Garispusat paip sedutan = 30 sm

Garispusat paip discas = 22.5 sm

Turus statik di discas, merujuk ke garistengah pam = 18 m

Kerugian geseran dalam paip discas, termasuk injap = 21 m

Ketumpatan air =  $1000 \text{ kg/m}^3$

Berdasarkan maklumat di atas, tentukan nilai-nilai berikut:-

...5/-

- (a) Turus penyedutan di masukan pam.
- (b) Turus discas di discas pam
- (c) Jumlah turus di pam
- (d) Beban kuasa elektrik untuk rekabentuk ini, jika keseluruhan kecekapan pam dan motor ialah 60%.

5. (a) Tulis nota mengenai Lapisan Sempadan Bendalir
- (b) Bermula dari Persamaan Bernoulli, terbitkan ungkapan untuk kadar aliran bendalir di dalam meter Venturi.

Paip air  $\emptyset$  20 cm mengandungi meter Venturi yang mempunyai kerongkong  $\emptyset$  12.5 cm. Meter Venturi disambungkan ke manometer raksa yang menunjukkan perbezaan turus sebanyak 87.8 cm. Cari nilai halaju di kerongkong, dan nilai discas. Jika tekanan di hulu ialah  $690 \text{ kNm}^{-2}$ , apakah kuasa yang dihasilkan oleh air jika di discas ke atmosfera? Andaikan pekali discas bernilai 0.980.

6. (a) Tulis nota pendek mengenai kepentingan Analisis Dimensi.
- (b) Terangkan secara ringkas (i) Similitud Geometri dan (ii) Similitud Dinamik.
- (c) Tunjukkan melalui analisis dimensi bahawa kuasa  $P$  yang diperlukan untuk menjalankan terowong ujian di beri sebagai

$$P = \rho L^2 u^3 \emptyset \left( \frac{\mu}{\rho L u} \right)$$

dimana  $\rho$  = ketumpatan bendalir,  $\mu$  = kelikatan bendalir,  
 $u$  = halaju bendalir relatif ke terowong dan  $L$  = dimensi linear terowong.

Terowong air dibina untuk memerhatikan keadaan aliran di sekitar model. Apabila beroperasi, air mengalir selaju  $6 \text{ ms}^{-1}$  dan  $33.75 \text{ kW}$  kuasa digunakan. Jika terowong tersebut dikehendaki beroperasi sebagai terowong angin, di dalam keadaan similitud dinamik, tentukan (i) halaju setara angin dan (ii) kuasa yang diperlukan.

Andaikan untuk air  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  dan kelikatan kinematik  $\nu = 1.4 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , untuk angin  $\rho = 1.28 \text{ kg/m}^3$  dan  $\nu = 14.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ .

BAHAGIAN C

7. (a) Terangkan model-model yang digunakan untuk menggambarkan pengangkutan jisim di dalam bendalir.
- (b) Elektrolit kuprum mengalir disekitar permukaan elektrod semasa elektropenyaduran kuprum. Keadaan batasan wujud apabila kadar penyaduran meningkat sehingga kepekatan ion yang bertindakbalas dipermukaan elektrod menjadi sifar. Kirakan arus batasan yang sesuai. Analogi pengangkutan jisim ialah:-

$$Sh = 0.332 (Re)^{0.5} (Sc)^{0.333}$$

x	jarak sepanjang permukaan elektrod dari permukaan elektrolit	= 0.5 m
u	halaju elektrolit	= $0.2 \text{ ms}^{-1}$
$\nu$	kelikatan kinematik elektrolit	= $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$
D	pekali resapan $\text{Cu}^{2+}$ dalam elektrolit	= $2 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$
F	Nombor Faraday	= $96 \times 10^6 \text{ c/kg setara}$
	Berat atom kuprum	= 64
t	masa	= 5 saat
Sh	Nombor Sherwood	= $kx/D$
Sc	Nombor Schmidt	= $\nu/D$

8. (a) Huraikan dengan jelas mekanisme-mekanisme resapan di dalam pepejal.
- (b) Suatu saput fosforus setebal 1 mikron dimendakkan secara vakum ke atas substratum silikon, dan fosforus diresapkan ke dalam silikon untuk menghasilkan semikonduktor terdop. Resapan dijalankan pada suhu 3000 K selama 1.5 jam. Apakah tebal lapisan di bawah permukaan silikon yang mengandungi lebih dari 0.25 peratus berat fosforus?
9. (a) Nyatakan dan terangkan keadaan-keadaan sempadan yang wujud dalam menyelesaikan Hukum Fick kedua.
- (b) Blok kuprum tulen dan blok nikel tulen disambungkan bersama. Gabungan yang diperolehi dipanaskan selama 10 jam pada suhu 2000 K. Kirakan kandungan nikel di dalam blok kuprum di satah  $10 \mu\text{m}$  dari antara muka.

$$A = 1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$$

$$Q = 264.6 \text{ KJ mol}^{-1}$$

$$R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

...8/-

LAMPIRAN

Fungsi Ralat , erf(x)

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.0000	0.0113	0.0226	0.0338	0.0451	0.0564	0.0676	0.0789	0.0901	0.1013
0.1	0.1125	0.1236	0.1348	0.1459	0.1569	0.1680	0.1790	0.1900	0.2009	0.2118
0.2	0.2227	0.2335	0.2443	0.2550	0.2657	0.2763	0.2869	0.2974	0.3079	0.3183
0.3	0.3256	0.3389	0.3491	0.3593	0.3694	0.3794	0.3893	0.3992	0.4090	0.4187
0.4	0.4254	0.4380	0.4475	0.4569	0.4662	0.4755	0.4847	0.4937	0.5027	0.5117
0.5	0.5205	0.5292	0.5370	0.5465	0.5549	0.5633	0.5716	0.5798	0.5879	0.5959
0.6	0.6039	0.6117	0.6194	0.6270	0.6346	0.6420	0.6494	0.6566	0.6638	0.6708
0.7	0.6778	0.6847	0.6914	0.6981	0.7047	0.7112	0.7175	0.7238	0.7300	0.7361
0.8	0.7421	0.7480	0.7538	0.7595	0.7651	0.7707	0.7761	0.7814	0.7867	0.7918
0.9	0.7969	0.8019	0.8068	0.8116	0.8163	0.8209	0.8254	0.8299	0.8342	0.8385
1.0	0.8427	0.8468	0.8508	0.8548	0.8586	0.8624	0.8661	0.8698	0.8733	0.8768
1.1	0.8802	0.8835	0.8868	0.8900	0.8931	0.8961	0.8991	0.9020	0.9048	0.9076
1.2	0.9103	0.9130	0.9155	0.9181	0.9205	0.9229	0.9252	0.9275	0.9297	0.9319
1.3	0.9340	0.9361	0.9381	0.9400	0.9419	0.9438	0.9456	0.9473	0.9490	0.9507
1.4	0.9523	0.9539	0.9554	0.9569	0.9583	0.9597	0.9611	0.9624	0.9637	0.9649
1.5	0.9661	0.9672	0.9683	0.9695	0.9706	0.9716	0.9726	0.9735	0.9745	0.9754
1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	
0.9716	0.9763	0.9804	0.9838	0.9867	0.9891	0.9928	0.9953	0.9970	0.9981	

Jadual Nilai Fungsi Ralat

ooooo000ooooo