

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 89/90

Mac/April 1990

EBB 218/3 - Proses-Proses Pengangkutan

Masa: [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON

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

Kertas soalan ini mengandungi (6) ENAM soalan semuanya.

Sila jawab (5) LIMA soalan sahaja.

Semua jawapan mesti dimulakan pada mukasurat baru.

Semua soalan MESTILAH dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. a) Nyatakan dan huraikan Hukum kelikatan Newton's.

(15 markah)

- b) Terbitkan persamaan Hagen-Doiscville daripada persamaan Navier-Stokes yang diberikan di dalam appendiks I yang digunakan kepada aliran paksi-simetric melalui paip selinder.

$$\Delta p = \frac{128 \mu L Q}{\pi d^4}$$

di mana Δp = susutan tekanan

μ = koefisien kelikatan dinamik

L = panjang paip

Q = kadar aliran

d = garispusat paip

(50 markah)

- c) Kirakan susutan tekanan di dalam paip licin yang panjangnya 5m dan 5cm garispusat dalam, apabila air pada suhu 25 °C mengalir di dalamnya pada kadar 4 liter per minit. Jika kadar aliran meningkat kepada 14 liter perminit, apakah susutan tekanannya?

(35 markah)

2. a) Huraikan pembentukan dan pertumbuhan lapisan sempadan di atas suatu permukaan plat yang rata.

(30markah)

- b) Terbitkan pernyataan (expression) bagi ketebalan momentum.

(30 markah)

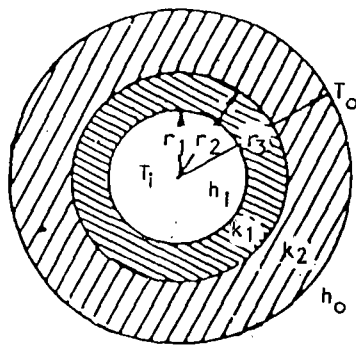
- c) Udara pada 20°C dan 1.5 atm mengalir di atas plat yang rata panjangnya 2m dengan halaju 4 m/s. Kirakan pekali seretan (drag) C_f , daya seretan per unit lebar dan jarak X_c dimana peralihan dari lapisan sempadan laminar ke lapisan sempadan turbulen berlaku.

$$C_f = [0.074 (Re)^{-0.2}] - \left[\frac{1050}{Re_L} \right]$$

Berikan gambaran pertumbuhan lapisan sempadan di sepanjang plat.

(40 markah)

3. a) Terbitkan pernyataan untuk kerintangan termal bagi selinder komposit yang ditunjukkan dalam rajah di bawah.



Silinder komposit

(35 markah)

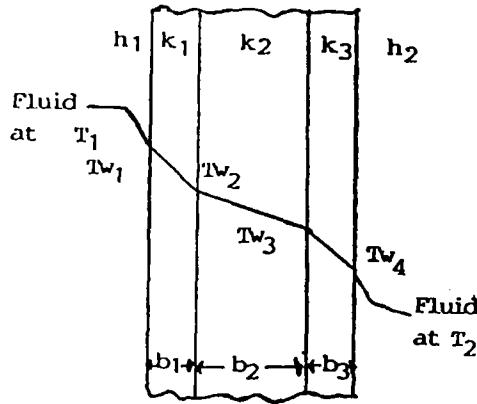
- b) Persamaan pembezaan untuk pengaliran haba adalah diberikan oleh persamaan

$$K \{ \nabla^2 T \} + \bar{q} = \rho C_p \left(\frac{dT}{dt} \right)$$

Terbitkan pernyataan untuk taburan suhu di atas slab infinit yang mempunyai lebar 2b di mana haba dijana (generated) pada kadar yang seragam \bar{q} unit per unit isipadu. Pekali perpindahan haba pada permukaan adalah h dan suhu ambient adalah T_f .

(35 markah)

- c) Kirakan fluks haba melalui dinding komposit yang ditunjukkan dalam rajah di bawah. Diberikan $k_1 = 2.5 \text{ w/m.k}$, $k_2 = 2.0 \text{ W/m.K}$ dan $k_3 = 2.5 \text{ W/m.K}$



(30 markah)

4. a) Buktikan bahawa Nombor Nusselt adalah fungsi bagi Nombor Reynolds dan Nombor Prandtl dengan menggunakan kaedah analisis dimensi.

$$\text{No. Nusselt, } Nu = \frac{hd}{k}$$

$$\text{No. Prandtl, } Pr = \frac{\mu C_p}{k}$$

$$\text{No. Reynolds } Re = \frac{\rho Vd}{\mu}$$

$h \equiv$ pekali pemindahan haba,

$d \equiv$ garispusat tiub,

$k \equiv$ pekali keberkonduktan bendalir.

$\rho \equiv$ ketumpatan bendalir,

$C_p \equiv$ muatan haba,

$v \equiv$ halaju bendalir

$\mu \equiv$ kelikatan bendalir

(50 markah)

- b) 300kg natrium cecair dipanaskan dari suhu min pukal 400 °C ke 500 °C semasa mengalir melalui tiub keluli nirkarat yang bergarispusat dalaman 5cm dan ketebalan 2mm. Natrium dipanaskan dengan fluks haba malar yang mengekalkan suhu dinding tiub pada 30 °C di atas suhu min pukal di sepanjang tiub. Kirakan panjang tiub.

Natrium cecair mempunyai sifat-sifat berikut pada suhu 450 °C.

Ketumpatan = 846.7 kg/m³

Keberkondukan terma = 68.34 W/m.K

Haba spesifik = 1.274 kJ/kg.K

Kelikatan Kinematik = 0.2937 x 10⁻⁶m²/s

Prandtl No = 0.00468

$$Nu_D = 4.84 + 0.0185 (Re_D Pr)^{0.827}$$

(50 markah)

5. a) Terbitkan persamaan integral bagi sempadan haba.

$$\alpha \left(\frac{dT}{dy} \right)_{y=0} = \frac{d}{dx} \left[\int_0^{\delta T} V_x (T_\infty - T) dy \right]$$

(50 markah)

- b) Udara pada tekanan atmosfera dan suhu 60 °C mengalir selari dan di kedua-dua sisi plat mendatar 20cm persegi dengan halaju 15m/s. Jika plat mendatar dikekalkan pada suhu 20 °C kirakan:-

- i) kadar perpindahan haba ke plat, dan
- ii) seretan

$$\bar{N}_{uL} = 0.664 \times Pr^{1/3} \cdot Re^{1/2}$$

(50 markah)

...6/-

6. a) Terbitkan Hukum kedua Ficks untuk resapan. (20 markah)
- b) Terangkan analogi antara konduksi haba dan resapan. (20 markah)
- c) Terangkan dengan ringkas fenomena peresapan fana (transient) di dalam pepejal separuh-infinit. (20 markah)
- d) Suatu rod keluli lembut yang diprapanaskan akan dikeras-selongsong. Kepekatan awal karbon di dalam rod tersebut adalah 0.2% mengikut berat dan ia dibungkuskan dalam bahan berkarbon. Daripada termodinamik, kepekatan keseimbangan karbon di atas permukaan rod adalah 1.5%. Kirakan masa yang diperlukan untuk lokasi 0.1cm di bawah permukaan akan mempunyai kepekatan 0.8% karbon. Pekali resapan karbon di dalam keluli pada proses suhu boleh diambil sebagai $5.8 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$. (Jadual 'Complementary Error Function' diberikan dalam Appendix 2 boleh digunakan). (40 markah)

- oooOooo -

APPENDIKS 1

$$\rho \left(V_r \frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{V_\theta \partial V_r}{r \partial \theta} - \frac{V_\theta^2}{r} + V_z \frac{\partial V_r}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial r} + \mu \left(\frac{\partial^2 V_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_r}{\partial r} - \frac{V_r}{r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V_r}{\partial \theta^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial V_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2} \right) \quad [I]$$

$$\rho \left(V_r \frac{\partial V_\theta}{\partial r} + \frac{V_\theta \partial V_\theta}{r \partial \theta} + \frac{V_r V_\theta}{r} + V_z \frac{\partial V_\theta}{\partial z} \right) = -\frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial \theta} + \mu \left(\frac{\partial^2 V_\theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_\theta}{\partial r} - \frac{V_\theta}{r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V_\theta}{\partial \theta^2} + \frac{2}{r^2} \frac{\partial V_r}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 V_\theta}{\partial z^2} \right) \quad [II]$$

$$\rho \left(V_r \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{V_\theta \partial V_z}{r \partial \theta} + V_z \frac{\partial V_z}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\frac{\partial^2 V_z}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_z}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V_z}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 V_z}{\partial z^2} \right) \quad [III]$$

APPENDIKS 2

Table 2.2 The Complementary Error Function

$$\text{erfc}(\eta) = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\eta e^{-u^2} du$$

η	erfc(η)	η	erfc(η)
0.0	1.0000	1.1	0.11980
0.05	0.9436	1.2	0.08969
0.1	0.8875	1.3	0.06599
0.15	0.8320	1.4	0.04772
0.2	0.7773	1.5	0.03390
0.25	0.7237	1.6	0.02365
0.3	0.6714	1.7	0.01621
0.35	0.6206	1.8	0.01091
0.4	0.5716	1.9	0.00721
0.45	0.5245	2.0	0.00468
0.5	0.4795	2.1	0.00298
0.55	0.4367	2.2	0.00186
0.6	0.3961	2.3	0.001143
0.65	0.3580	2.4	0.000689
0.7	0.3222	2.5	0.000407
0.75	0.2889	2.6	0.000236
0.8	0.2579	2.7	0.000134
0.85	0.2293	2.8	0.000075
0.9	0.2031	2.9	0.000041
0.95	0.1791	3.0	0.000022
1.00	0.1573		

APPENDIKS 3(A)

Table A.1 Properties of Saturated Water

T	ρ	ρ	C_p	$\mu \times 10^6$	k	Pr	$\beta \times 10^4$	$\nu \times 10^6$	$\sigma \times 10^4$	λ
°C	kN/m ³	kg/m ³	kJ/kg-K	N-s/m ²	W/m-K		K ⁻¹	m ² /s	N/m	kJ/kg
0	0.61	999.9	4.212	1787.8	0.551	13.67	-0.63	1.789	756	2502
10	1.23	999.7	4.191	1305.3	0.575	9.52	+0.70	1.306	742	2477
20	2.34	998.2	4.183	1004.2	0.599	7.02	1.82	1.006	727	2453
30	4.25	995.7	4.174	801.2	0.618	5.42	3.21	0.805	712	2430
40	7.38	992.2	4.174	653.1	0.634	4.31	3.87	0.659	696	2406
50	12.35	988.1	4.174	549.2	0.648	3.54	4.49	0.556	679	2382
60	19.94	983.2	4.179	469.8	0.659	2.98	5.11	0.478	662	2358
70	31.19	977.8	4.187	406.0	0.668	2.55	5.70	0.415	644	2334
80	47.39	971.8	4.195	355.0	0.675	2.21	6.32	0.365	626	2309
90	70.14	965.3	4.208	314.8	0.680	1.95	6.95	0.326	608	2283
100	101.33	958.4	4.220	282.4	0.683	1.75	7.52	0.295	589	2257
110	143	951.0	4.233	258.9	0.685	1.60	8.08	0.272	569	2230
120	199	943.1	4.250	237.3	0.686	1.47	8.64	0.252	549	2203
130	270	934.8	4.267	217.7	0.686	1.36	9.19	0.233	528	2174
140	360	926.1	4.287	201.0	0.685	1.26	9.72	0.217	507	2144
150	476	917.0	4.313	186.3	0.684	1.17	10.3	0.203	485	2113
160	618	907.4	4.346	173.6	0.683	1.10	10.7	0.191	463	2081
170	792	897.3	4.380	162.8	0.679	1.05	11.3	0.181	441	2048
180	1002	886.9	4.417	153.0	0.675	1.00	11.9	0.173	420	2013
190	1256	876.0	4.459	144.2	0.670	0.96	12.6	0.165	398	1977
200	1553	863.0	4.505	136.3	0.663	0.93	13.3	0.158	376	1939

APPENDIKS 3(B)

Table A.2 Properties of Dry Air at Atmospheric Pressure.

T	ρ	C_p	$\mu \times 10^6$	k	Pr	$\nu \times 10^6$
°C	kg/m ³	kJ/kg-K	N-s/m ²	W/m-K		m ² /s
0	1.293	1.005	17.2	0.0244	0.707	13.28
10	1.247	1.005	17.7	0.0251	0.705	14.16
20	1.205	1.005	18.1	0.0259	0.703	15.06
30	1.165	1.005	18.6	0.0267	0.701	16.00
40	1.128	1.005	19.1	0.0276	0.699	16.96
50	1.093	1.005	19.6	0.0283	0.698	17.95
60	1.060	1.005	20.1	0.0290	0.696	18.97
70	1.029	1.009	20.6	0.0297	0.694	20.02
80	1.000	1.009	21.1	0.0305	0.692	21.09
90	0.972	1.009	21.5	0.0313	0.690	22.10
100	0.946	1.009	21.9	0.0321	0.688	23.13
120	0.898	1.009	22.9	0.0334	0.686	25.45
140	0.854	1.013	23.7	0.0349	0.684	27.80
160	0.815	1.017	24.5	0.0364	0.682	30.09
180	0.779	1.022	25.3	0.0378	0.681	32.49
200	0.746	1.026	26.0	0.0393	0.680	34.85
250	0.674	1.038	27.4	0.0427	0.677	40.61
300	0.615	1.047	29.7	0.0461	0.674	48.33
350	0.566	1.059	31.4	0.0491	0.676	55.46
400	0.524	1.068	33.0	0.0521	0.678	63.09
500	0.456	1.093	36.2	0.0575	0.687	79.38
600	0.404	1.114	39.1	0.0622	0.699	96.89
700	0.362	1.135	41.8	0.0671	0.706	115.4
800	0.329	1.156	44.3	0.0718	0.713	134.8
900	0.301	1.172	46.7	0.0763	0.717	155.1
1000	0.277	1.185	49.0	0.0807	0.719	177.1