

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2544

วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2545

เวลา 13:30 – 16:30 น.

วิชา 216-231 Principles of Thermodynamics

ห้อง A201

คำสั่ง

1. ให้นักศึกษาเขียนชื่อ เลขทะเบียน ลงในสมุดคำตอบให้ชัดเจน
2. ห้ามยืมของใช้ทุกชนิดซึ่งกันและกัน
3. อนุญาตให้นำกระดาษขนาด A4 จำนวน 1 แผ่นจกอะไรก็ได้ทั้ง 2 หน้าแต่ต้องเป็นลายมือตัวเองเท่านั้นเข้าห้องสอบได้ ห้ามถ่ายเอกสาร ให้ส่งกระดาษแผ่นนี้พร้อมกับสมุดคำตอบ
4. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
4. อนุญาตให้นำ dictionary ทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
5. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ จำนวน 11 หน้า (รวมหน้านี้และตารางรูปภาพ) ให้ตรวจข้อสอบให้ครบทุกหน้าก่อนลงมือทำ

ผศ.ดร.พีระพงษ์ ทิมสกุล

ผู้ออกข้อสอบ

216-231 Principles of Thermodynamics
Final Test
Semester 2/2544

1. Answer the following questions as clear as possible. (10 points)

(a) Show that the Reynolds numbers for flow in the circular tube of diameter D can be expressed as $Re = 4\dot{m}/\pi D\mu$. (2 points)

(b) What is the difference between the friction coefficient (C_f) and the drag coefficient (C_D)? (2 points)

(c) Draw a 1-shell-pass and 6-tube-passes shell-and-tube heat exchanger. (2 points)

(d) What is the fouling factor? How significant it is to heat transfer rate? (2 points)

(e) What is a gray body? How does it differ from a blackbody? (2 points)

2. In a football match between Liverpool and Everton in Anfield, Michael Owen was running at a speed of 10 m/sec in a still and cold air of 10 °C. Temperature at his surface is 24 °C. Assume his body can be approximated as a cylinder of 0.3-m diameter and 1.8-m height. Calculate the body heat loss from him. (20 points)

3. As an engineer in the factory, you are asked by your boss to design a counter-flow, concentric tube heat exchanger to be used for the cooling of the lubricating oil in a gas turbine engine. Following is the requirement for the heat exchanger. How long would you design the tube to be? (30 points)

Siam Gas-Turb Inc.

Inner tube (cooling water)

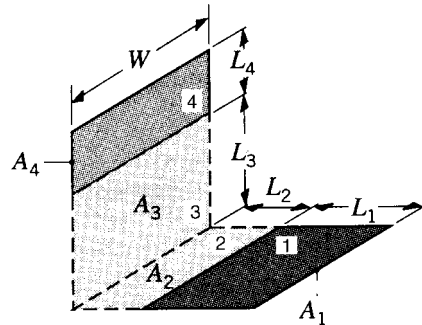
diameter D_i	25 mm
flow rate	0.2 kg/sec
inlet temperature	30 °C

Outer tube (hot oil)

diameter D_o	45 mm
flow rate	0.1 kg/sec
inlet temperature	100 °C
outlet temperature	60 °C

Name _____ ID _____

4. From the geometry below, determine the shape factor F_{14} in terms of calculable shape factors $F_{(12)(34)}$, $F_{(12)3}$, $F_{2(34)}$ and F_{23} . Assuming both surfaces behave as gray surfaces, calculate the rate of radiative heat transfer between surfaces using values given below. (20 points)



$$W = 10 \text{ cm}, L_1 = 6 \text{ cm}, L_2 = L_4 = 4, L_3 = 5 \text{ cm}$$

$$T_1 = 320 \text{ K}, T_4 = 450 \text{ K}, \epsilon_1 = 0.7, \epsilon_4 = 0.8$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$$

Name _____ ID _____

Bonus Problem

As a Mechatronic Engineering student, how would you expect to use what you have studied in this class to your life or your work after you graduate? (10 points)

Life Savers

Table 1

Properties of gases at 1 atm pressure

Temperature, T K	Density, ρ kg/m ³	Specific heat, C_p J/kg · °C	Thermal conductivity, k W/m · °C	Thermal diffusivity, α m ² /s	Dynamic viscosity, μ kg/m · s	Kinematic viscosity, ν m ² /s	Prandtl number, Pr
<i>Air</i>							
200	1.766	1003	0.0181	1.02×10^{-5}	1.34×10^{-5}	0.76×10^{-5}	0.740
250	1.413	1003	0.0223	1.57×10^{-5}	1.61×10^{-5}	1.14×10^{-5}	0.724
280	1.271	1004	0.0246	1.95×10^{-5}	1.75×10^{-5}	1.40×10^{-5}	0.717
290	1.224	1005	0.0253	2.08×10^{-5}	1.80×10^{-5}	1.48×10^{-5}	0.714
298	1.186	1005	0.0259	2.18×10^{-5}	1.84×10^{-5}	1.55×10^{-5}	0.712
300	1.177	1005	0.0261	2.21×10^{-5}	1.85×10^{-5}	1.57×10^{-5}	0.712
310	1.143	1006	0.0268	2.35×10^{-5}	1.90×10^{-5}	1.67×10^{-5}	0.711
320	1.110	1006	0.0275	2.49×10^{-5}	1.94×10^{-5}	1.77×10^{-5}	0.710
330	1.076	1007	0.0283	2.64×10^{-5}	1.99×10^{-5}	1.86×10^{-5}	0.708
340	1.043	1007	0.0290	2.78×10^{-5}	2.03×10^{-5}	1.96×10^{-5}	0.707
350	1.009	1008	0.0297	2.92×10^{-5}	2.08×10^{-5}	2.06×10^{-5}	0.706
400	0.883	1013	0.0331	3.70×10^{-5}	2.29×10^{-5}	2.60×10^{-5}	0.703

Table 2

Thermophysical Properties of Saturated Fluids

Saturated Liquids

T (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg · K)	$\mu \cdot 10^2$ (N · s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^7$ (m ² /s)	Pr	$\beta \cdot 10^3$ (K ⁻¹)
Engine Oil (Unused)								
273	899.1	1.796	385	4,280	147	0.910	47,000	0.70
280	895.3	1.827	217	2,430	144	0.880	27,500	0.70
290	890.0	1.868	99.9	1,120	145	0.872	12,900	0.70
300	884.1	1.909	48.6	550	145	0.859	6,400	0.70
310	877.9	1.951	25.3	288	145	0.847	3,400	0.70
320	871.8	1.993	14.1	161	143	0.823	1,965	0.70
330	865.8	2.035	8.36	96.6	141	0.800	1,205	0.70
340	859.9	2.076	5.31	61.7	139	0.779	793	0.70
350	853.9	2.118	3.56	41.7	138	0.763	546	0.70
360	847.8	2.161	2.52	29.7	138	0.753	395	0.70
370	841.8	2.206	1.86	22.0	137	0.738	300	0.70
380	836.0	2.250	1.41	16.9	136	0.723	233	0.70
390	830.6	2.294	1.10	13.3	135	0.709	187	0.70

Table 3 Nusselt number for fully developed laminar flow in a circular tube annulus with the outer surface insulated and the inner surface at constant temperature.

D_i/D_o	Nu
0	—
0.05	17.46
0.10	11.56
0.25	7.37
0.50	5.74
1.00	4.86

Table 4
Properties of saturated water

Temperature, T °C	Saturation pressure, P kPa	Density, ρ kg/m ³		Enthalpy of vaporization, h_{ig} kJ/kg	Specific heat, C_p J/kg·°C		Thermal conductivity, k W/m·°C		Dynamic viscosity, μ kg/m·s		Prandtl number, Pr	
		Liquid	Vapor		Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor
0.01	0.6113	999.8	0.0048	2501	4217	1854	0.561	0.0171	1.792×10^{-3}	0.922×10^{-5}	13.5	1.00
5	0.8721	999.9	0.0068	2490	4205	1857	0.571	0.0173	1.519×10^{-3}	0.934×10^{-5}	11.2	1.00
10	1.2276	999.7	0.0094	2478	4194	1862	0.580	0.0176	1.307×10^{-3}	0.946×10^{-5}	9.45	1.00
15	1.7051	999.1	0.0128	2466	4186	1863	0.589	0.0179	1.138×10^{-3}	0.959×10^{-5}	8.09	1.00
20	2.339	998.0	0.0173	2454	4182	1867	0.598	0.0182	1.002×10^{-3}	0.973×10^{-5}	7.01	1.00
25	3.169	997.0	0.0231	2442	4180	1870	0.607	0.0186	0.891×10^{-3}	0.987×10^{-5}	6.14	1.00
30	4.246	996.0	0.0304	2431	4178	1875	0.615	0.0189	0.798×10^{-3}	1.001×10^{-5}	5.42	1.00
35	5.628	994.0	0.0397	2419	4178	1880	0.623	0.0192	0.720×10^{-3}	1.016×10^{-5}	4.83	1.00
40	7.384	992.1	0.0512	2407	4179	1885	0.631	0.0196	0.653×10^{-3}	1.031×10^{-5}	4.32	1.00
45	9.593	990.1	0.0655	2395	4180	1892	0.637	0.0200	0.596×10^{-3}	1.046×10^{-5}	3.91	1.00
50	12.35	988.1	0.0831	2383	4181	1900	0.644	0.0204	0.547×10^{-3}	1.062×10^{-5}	3.55	1.00

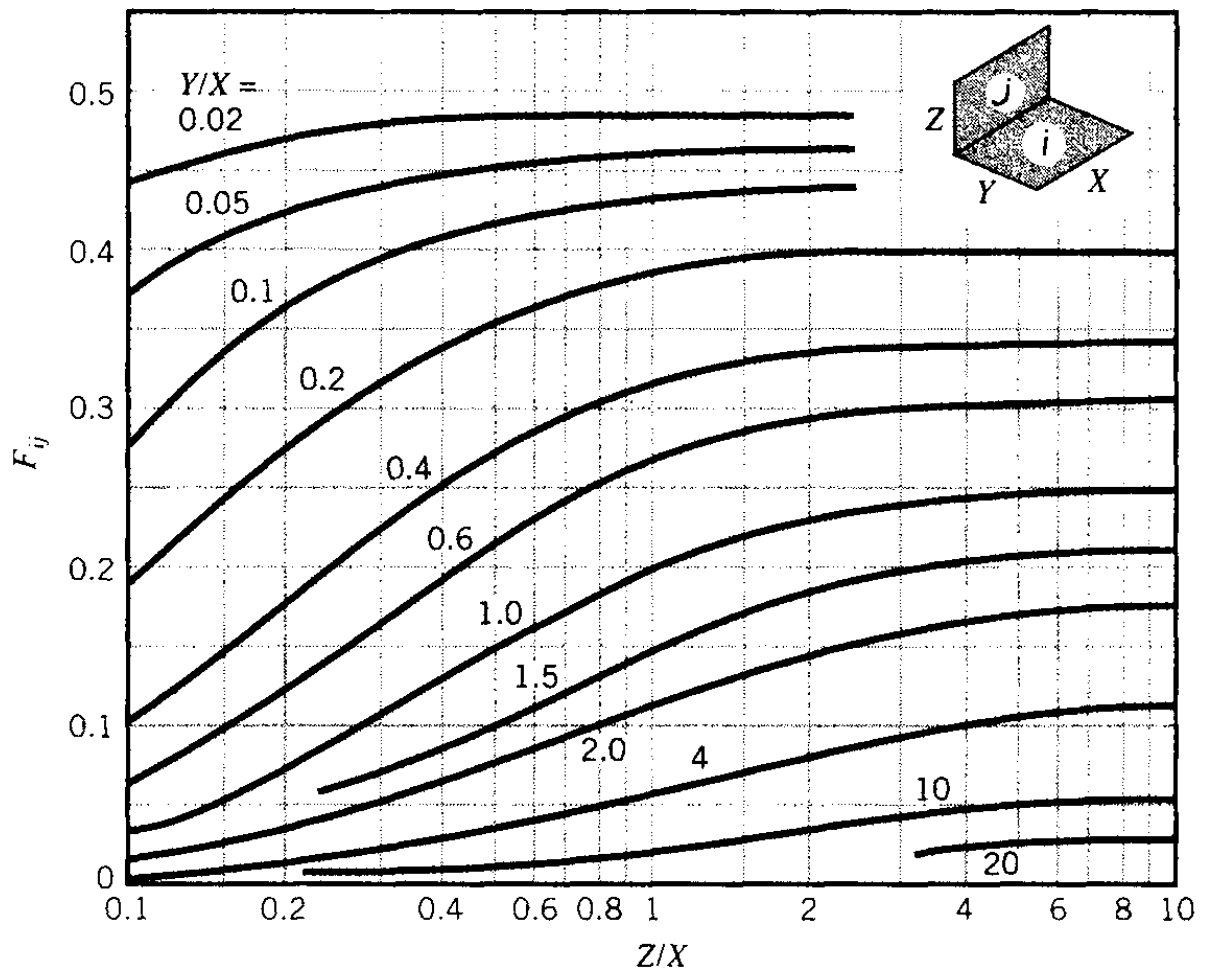


FIGURE 1 View factor for perpendicular rectangles with a common edge.

scratch paper

scratch paper