

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2

วันที่ 11 ธันวาคม 2548

วิชา 215-665 Energy from Biomass and Conversion

ประจำปีการศึกษา 2548

เวลา 09.00-12.00 น.

ห้อง R300

คำสั่ง

1. ข้อสอบมี 5 ข้อให้ทำทุกข้อ
2. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ใช้ดินสอทำข้อสอบได้
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้

ดร.จันทกานต์ ทวีกุล

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ	คะแนนเต็ม	ได้คะแนน
1	10	
2	10	
3	10	
4	20	
5	15	
รวม	65	

ชื่อ-สกุล รหัส

1. ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass Heating Value) มีวิธีการวัดกี่วิธี จงอธิบายแต่ละวิธีอย่างละเอียด พร้อมทั้งแสดงสมการการคำนวณที่ใช้ (ถ้ามี) (10 คะแนน)

ชื่อ-สกุล รหัส

2. ชีวมวลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะอย่าง คุณสมบัติบางอย่างถือเป็นจุดเด่น คุณสมบัติบางอย่างถือเป็นจุดด้อย ถ้านำชีวมวลใดมาผลิตไฟฟ้า จงอธิบายองค์ประกอบของเชื้อเพลิงชีวมวลที่สำคัญอย่างน้อย 4 องค์ประกอบ ที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้า (10 คะแนน)

ชื่อ-สกุล รหัส

3. ในเรื่องการสันดาป

3.1 จงอธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ (5 คะแนน)

3.1.1 เชื้อเพลิง

3.1.2 การสันดาป (Combustion)

3.1.3 สัมประสิทธิ์อากาศส่วนเกิน (Excess Air Coefficient)

3.2 เปรียบเทียบเชื้อเพลิงแต่ละประเภทตามรายละเอียดดังต่อไปนี้ (5 คะแนน)

3.2.1 การขนส่ง

3.2.2 อุปกรณ์สันดาป

3.2.3 มลภาวะ

3.2.4 ราคา

3.2.5 คุณสมบัติ

ชื่อ-สกุล รหัส

4. ในโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม มีการใช้เส้นใยปาล์มเป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำขนาด 20 Ton/hr

เส้นใย

- ปริมาณเส้นใยปาล์มทั้งหมดจาก Process 7,425 kg/hr
- ปริมาณ Excess Fiber (ปริมาณ Fiber ส่วนเกิน) 2,700 kg/hr
- ค่าความร้อนต่ำของเส้นใยปาล์ม 10,958.7 kJ/kg

หม้อไอน้ำ

- Operating Pressure ของหม้อไอน้ำ 20 bar (ไอน้ำอิ่มตัว)
- อุณหภูมิของน้ำดิบ (Raw Water) 29 °C
- ปริมาณน้ำ feed เข้าหม้อไอน้ำ 15.35 m³/hr
- อุณหภูมิของน้ำ feed เข้าหม้อไอน้ำ 68 °C

ขี้เถ้า

- ปริมาณขี้เถ้าที่เกิดขึ้น 193.07 kg/hr

Blow Down

- ปริมาณน้ำ Blow Down 0.56 m³/hr
- อุณหภูมิน้ำ Blow Down 83 °C

อากาศ

- อุณหภูมิบรรยากาศ 30.9 °C
- ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศที่อุณหภูมิบรรยากาศ 1.006 kJ/kg.°C
- ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิบรรยากาศ 1.162 kg/m³
- ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ 4,588.83 m³/hr

Flue Gas

- อุณหภูมิ Flue Gas 286 °C
- ปริมาณ O₂ ที่วัดได้จาก Flue Gas 11%

การแผ่รังสี

- ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสี (R) 1.1

จงคำนวณหา (20 คะแนน)

- 4.1 พลังงานทั้งหมดที่เข้าสู่ระบบ (ตอบในหน่วย MJ/hr)
- 4.2 การสูญเสียพลังงานจาก Flue Gas (ตอบในหน่วย MJ/hr)
- 4.3 ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ

ชื่อ-สกุล รหัส

ชื่อ-สกุล รหัส

5. ในการทำดุลย์ความร้อน (Heat Balance) (15 คะแนน)

5.1 จงอธิบายความหมายของคำว่า “Sankey Diagram”

5.2 ให้แสดง Sankey Diagram โดยคำนวณจากข้อมูลในข้อ 4 ของหม้อไอน้ำขนาด
20 Ton/hr

TABLE A.1 Thermodynamic Properties of Steam

TABLE A.1.1 Saturated Steam: Temperature Table

Temp. Sat. °C	Press. Sat. kPa	Specific Volume m^3/kg		Internal Energy kJ/kg			Enthalpy kJ/kg			Entropy $kJ/kg K$		
		Sat. Liquid v_f	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Evap. u_{fg}	Sat. Vapor u_g	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g
0.01	0.6113	0.001000	206.14	.00	2375.3	2375.3	.01	2501.3	2501.4	.0000	9.1562	9.1562
5	0.8721	0.001000	147.12	20.97	2361.3	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	.0761	8.9496	9.0257
10	1.2276	0.001000	106.38	42.00	2347.2	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	.1510	8.7498	8.9008
15	1.7051	0.001001	77.93	62.99	2333.1	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	.2245	8.5569	8.7814
20	2.339	0.001002	57.79	83.95	2319.0	2402.9	83.96	2454.1	2538.1	.2966	8.3706	8.6672
25	3.169	0.001003	43.36	104.88	2304.9	2409.8	104.89	2442.3	2547.2	.3674	8.1905	8.5580
30	4.246	0.001004	32.89	125.78	2290.8	2416.6	125.79	2430.5	2556.3	.4369	8.0164	8.4533
35	5.628	0.001006	25.22	146.67	2276.7	2423.4	146.68	2418.6	2565.3	.5053	7.8478	8.3531
40	7.384	0.001008	19.52	167.56	2262.6	2430.1	167.57	2406.7	2574.3	.5725	7.6845	8.2570
45	9.593	0.001010	15.26	188.44	2248.4	2436.8	188.45	2394.8	2583.2	.6387	7.5261	8.1648
50	12.349	0.001012	12.03	209.32	2234.2	2443.5	209.33	2382.7	2592.1	.7038	7.3725	8.0763
55	15.758	0.001015	9.568	230.21	2219.9	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	.7679	7.2234	7.9913
60	19.940	0.001017	7.671	251.11	2205.5	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	.8312	7.0784	7.9096
65	25.03	0.001020	6.197	272.02	2191.1	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	.8935	6.9375	7.8310
70	31.19	0.001023	5.042	292.95	2176.6	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	.9549	6.8004	7.7553
75	38.58	0.001026	4.131	313.90	2162.0	2475.9	313.93	2321.4	2635.3	1.0155	6.6669	7.6824
80	47.39	0.001029	3.407	334.86	2147.4	2482.2	334.91	2308.8	2643.7	1.0753	6.5369	7.6122
85	57.83	0.001033	2.828	355.84	2132.6	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1343	6.4102	7.5445
90	70.14	0.001036	2.361	376.85	2117.7	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	6.2866	7.4791
95	84.55	0.001040	1.982	397.88	2102.7	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2500	6.1659	7.4159
100	101.35	0.001044	1.6729	418.94	2087.6	2506.5	419.04	2257.0	2676.1	1.3069	6.0480	7.3549
105	120.82	0.001048	1.4194	440.02	2072.3	2512.4	440.15	2243.7	2683.8	1.3630	5.9328	7.2958
110	143.27	0.001052	1.2102	461.14	2057.0	2518.1	461.30	2230.2	2691.5	1.4185	5.8202	7.2387
115	169.06	0.001056	1.0366	482.30	2041.4	2523.7	482.48	2216.5	2699.0	1.4734	5.7100	7.1833
120	198.53	0.001060	0.8919	503.50	2025.8	2529.3	503.71	2202.6	2706.3	1.5276	5.6020	7.1296
125	232.1	0.001065	0.7706	524.74	2009.9	2534.6	524.99	2188.5	2713.5	1.5813	5.4962	7.0775
130	270.1	0.001070	0.6685	546.02	1993.9	2539.9	546.31	2174.2	2720.5	1.6344	5.3925	7.0269
135	313.0	0.001075	0.5822	567.35	1977.7	2545.0	567.69	2159.6	2727.3	1.6870	5.2907	6.9777

3

TABLE A.1.3 Superheated Vapor (Cont.)

<i>T</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>h</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>h</i>	<i>s</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>h</i>	<i>s</i>
	P = 1.60 MPa (201.41)				P = 1.80 MPa (207.15)				P = 2.00 MPa (212.42)			
Sat.	.12380	2596.0	2794.0	6.4218	.11042	2598.4	2797.1	6.3794	.09963	2600.3	2799.5	6.3409
225	.132 87	2644.7	2857.3	6.5518	.116 73	2636.6	2846.7	6.4808	.103 77	2628.3	2835.8	6.4147
250	.14184	2692.3	2919.2	6.6732	.12497	2686.0	2911.0	6.6066	.11144	2679.6	2902.5	6.5453
300	.158 62	2781.1	3034.8	6.8844	.140 21	2776.9	3029.2	6.8226	.125 47	2772.6	3023.5	6.7664
350	.174 56	2866.1	3145.4	7.0694	.154 57	2863.0	3141.2	7.0100	.138 57	2859.8	3137.0	6.9563
400	.19005	2950.1	3254.2	7.2374	.16847	2947.7	3250.9	7.1794	.15120	2945.2	3247.6	7.1271
500	.2203	3119.5	3472.0	7.5390	.19550	3117.9	3469.8	7.4825	.17568	3116.2	3467.6	7.4317
600	.2500	3293.3	3693.2	7.8080	.2220	3292.1	3691.7	7.7523	.199 60	3290.9	3690.1	7.7024
700	.2794	3472.7	3919.7	8.0535	.2482	3471.8	3918.5	7.9983	.2232	3470.9	3917.4	7.9487
800	.3086	3658.3	4152.1	8.2808	.2742	3657.6	4151.2	8.2258	.2467	3657.0	4150.3	8.1765
900	.3377	3850.5	4390.8	8.4935	.3001	3849.9	4390.1	8.4386	.2700	3849.3	4383.4	8.3895
1000	.3668	4049.0	4635.8	8.6938	.3260	4048.5	4635.2	8.6391	.2933	4048.0	4634.6	8.5901
1100	.3958	4253.7	4887.0	8.8837	.3518	4253.2	4886.4	8.8290	.3166	4252.7	4885.9	8.7800
1200	.4248	4464.2	5143.9	9.0643	.3776	4463.7	5143.4	9.0096	.3398	4463.3	5142.9	8.9607
1300	.4538	4679.9	5406.0	9.2364	.4034	4679.5	5405.6	9.1818	.3631	4679.0	5405.1	9.1329
	P = 2.50 MPa (223.99)				P = 3.00 MPa (233.90)				P = 3.50 MPa (242.60)			
Sat.	.07998	2603.1	2803.1	6.2575	.06668	2604.1	2804.2	6.1869	.05707	2603.7	2803.4	6.1253
225	.080 27	2605.6	2806.3	6.2639								
250	.087 00	2662.6	2880.1	6.4085	.070 58	2644.0	2855.8	6.2872	.058 72	2623.7	2829.2	6.1749
300	.09890	2761.6	3008.8	6.6438	.081 14	2750.1	2993.5	6.5390	.06842	2738.0	2977.5	6.4461
350	.109 76	2851.9	3126.3	6.8403	.090 53	2843.7	3115.3	6.7428	.076 78	2835.3	3104.0	6.6579
400	.120 10	2939.1	3239.3	7.0148	.099 36	2932.8	3230.9	6.9212	.084 53	2926.4	3222.3	6.8405
450	.130 14	3025.5	3350.8	7.1746	.107 87	3020.4	3344.0	7.0834	.09196	3015.3	3337.2	7.0052
500	.13998	3112.1	3462.1	7.3234	.116 19	3108.0	3456.5	7.2338	.099 18	3103.0	3450.9	7.1572
600	.15930	3288.0	3686.3	7.5960	.13243	3285.0	3682.3	7.5085	.11324	3282.1	3678.4	7.4339
700	.17832	3468.7	3914.5	7.8435	.14838	3466.5	3911.7	7.7571	.12699	3464.3	3908.8	7.6837
800	.197 16	3655.3	4148.2	8.0720	.164 14	3653.5	4145.9	7.9862	.140 56	3651.8	4143.7	7.9134
900	.215 90	3847.9	4387.6	8.2853	.179 80	3846.5	4385.9	8.1999	.154 02	3845.0	4384.1	8.1276
1000	.2346	4046.7	4633.1	8.4861	.19541	4045.4	4631.6	8.4009	.16743	4044.1	4630.1	8.3288
1100	.2532	4251.5	4884.6	8.6762	.21098	4250.3	4883.3	8.5912	.18080	4249.2	4881.9	8.5192
1200	.2718	4462.1	5141.7	8.8569	.226 52	4460.9	5140.5	8.7720	.194 15	4459.8	5139.3	8.7000
1300	.2905	4677.8	5404.0	9.0291	.242 06	4676.6	5402.8	8.9442	.207 49	4675.5	5401.7	8.8723

01