

ชื่อ _____

รหัส _____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ข้อสอบกลางภาค: ภาคการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2547

วันสอบ: 18 ธันวาคม 2547

เวลา 9.00-12.00

วิชา 230 – 202 ดุลมวลและพลังงาน 2

ห้องสอบ: R 300

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ จำนวน 6 หน้า (ไม่รวมปกและข้อมูลเพิ่มเติม)

ข้อมูลเพิ่มเติม: ตารางแปลงหน่วย 1 หน้า และค่าความจุความร้อนเฉลี่ย 1 หน้า

ให้นักศึกษาตรวจสอบความเรียบร้อย และเขียนชื่อและรหัสก่อนลงมือทำข้อสอบ

- อนุญาตให้จัดบันทึกในกระดาษขนาด A4 เข้าห้องสอบ และส่งคืนพร้อมกับข้อสอบ
- อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณเข้าห้องสอบได้
- อนุญาตให้ทำข้อสอบด้านหลังได้
- **ไม่อนุญาตให้นำข้อสอบออกจากห้องสอบ**

ข้อ	คะแนนเต็ม
1	25
2	45
3	30
4	40
5	40
รวม	180

อาจารย์กุลชนารู กบิลกาญจน์

ผู้ออกข้อสอบ

Conversion Factors

Quantity	Equivalent Values
Mass	1 kg = 1000 g = 0.001 metric ton = 2.20462 lb _m = 35.27392 oz 1 lb _m = 16 oz = 5 x 10 ⁻⁴ ton = 453.593 g = 0.453593 kg
Length	1 m = 100 cm = 1000 mm = 10 ⁶ microns (μm) = 10 ¹⁰ angstroms (Å) = 39.37 in = 3.2802 ft = 1.0936 yd = 0.0006214 mile 1 ft = 12 in = 1/3 yd = 0.3048 m = 30.48 cm
Volume	1 m ³ = 1000 liters = 10 ⁶ cm ³ = 10 ⁶ ml = 35.3145 ft ³ = 220.83 imperial gallons = 264.17 gal = 1056.68 qt 1 ft ³ = 1728 in ³ = 7.4805 gal = 0.028317 m ³ = 28.317 liters = 28 317 cm ³
Force	1 N = 1 kg.m/s ² = 10 ⁵ dynes = 10 ⁵ g.cm/s ² = 0.22481 lb _f 1 lb _f = 32.174 lb _m .ft/s ² = 4.4482 N = 4.4482 x 10 ⁵ dynes
Pressure	1 atm = 1.01325 x 10 ⁵ N/m ² (Pa) = 101.325 kPa = 1.01325 bars = 1.01325 x 10 ⁶ dynes/cm ² = 29.921 in Hg at 0°C = 760 mm Hg at 0°C (torr) = 10.333 m H ₂ O at 4°C = 14.696 lb _f /in ² (psi) = 33.9 ft H ₂ O at 4°C
Energy	1 J = 1 N.m = 10 ⁷ ergs = 10 ⁷ dyne.cm = 2.778 x 10 ⁻⁷ kW.h = 0.23901 cal = 0.7376 ft-lb _f = 9.486 x 10 ⁻⁴ Btu
Power	1 W = 1 J/s = 0.23901 cal/s = 0.7376 ft-lb _f /s = 9.486 x 10 ⁻⁴ Btu/s = 1.34 x 10 ⁻³ hp

The Gas Constant, R)

8.314	m ³ .Pa/mol.K	10.73	ft ³ .psia/lb-mol. °R
0.08314	liter.bar/mol.K	8.314	J/mol.K
0.08206	liter.atm/mol.K	1.987	cal/mol.K
62.36	liter.mmHg/mol.K	1.987	Btu/lb-mol. °R
0.7302	ft ³ .atm/lb-mol. °R		

ตาราง 1.3 ความจุความร้อนเชิงโมลเฉลี่ยของแก๊สระหว่างอุณหภูมิ 25 ถึง ๑๐๐

หน่วย : จูล/(โมล)(องศาเซลเซียส)

Temperature																	
°C	K	°F	H ₂	N ₂	CO	Air	NO	O ₂	HCl	Cl ₂	H ₂ O	CO ₂	SO ₂	SO ₃	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈
25	298	77	28.83	29.12	29.16	29.16	29.83	29.37	29.12	33.97	33.56	37.15	39.92	50.67	35.77	43.72	52.84
100	373	212	28.95	29.16	29.29	29.29	29.87	29.62	29.16	34.48	33.81	38.7	41.21	53.72	41.76	47.49	57.57
200	473	392	29.12	29.29	29.37	29.37	30.21	30.04	29.2	35.02	34.23	40.58	42.89	57.49	40.25	52.43	63.89
300	573	572	29.16	29.46	29.58	29.58	30.33	30.5	29.29	35.48	34.39	42.3	44.43	60.84	43.05	57.11	69.96
400	673	752	29.2	29.66	29.87	29.92	30.54	31	29.37	35.77	35.19	43.76	45.77	63.68	45.9	61.38	75.77
500	773	932	29.29	29.96	30.17	30.25	30.92	31.46	29.54	36.02	35.73	45.1	46.94	66.19	48.74	65.27	81.13
600	873	1112	29.33	30.25	30.5	30.54	31.25	31.88	29.71	36.23	36.32	46.23	47.91	68.32	51.34	68.83	86.11
700	973	1292	29.41	30.54	30.84	30.84	31.59	32.26	29.92	36.4	36.9	47.28	48.79	70.17	53.97	72.05	90.71
800	1073	1472	29.54	30.84	31.13	31.17	31.92	32.59	30.17	36.53	37.49	48.24	49.54	71.84	56.4	75.1	95.06
900	1173	1652	29.62	31.13	31.46	31.46	32.26	32.93	30.42	36.69	38.12	49.12	50.25	73.3	58.74	77.95	99.12
1000	1273	1832	29.83	31.42	31.76	31.76	32.51	33.22	30.67	36.82	38.7	49.87	50.84	74.73	60.92	80.46	102.76
1100	1373	2012	30	31.67	32.01	32.05	32.8	33.51	30.92	36.9	38.91	50.63	51.38	76.02	62.93	82.89	106.27
1200	1473	2192	30.17	31.97	32.26	32.3	33.05	33.76	31.17	37.4	39.83	51.25	51.84	77.15	64.81	85.06	109.41
1300	1573	2372	30.33	32.17	32.51	32.55	33.26	33.97	31.42	37.03	40.42	51.84	52.17	78.03	66.53	86.94	112.21
1400	1673	2552	30.5	32.38	32.72	32.72	33.43	34.18	31.67	37.07	40.88	52.3	52.38	78.74	68.16	88.62	114.77
1500	1773	2732	30.67	32.59	32.93	32.93	33.64	34.31	31.92	37.07	41.38	53.09	52.51	79.24	69.62	90	116.9
1600	1873	2912	30.92	32.8	33.14	33.18	33.85	34.6			41.63	53.35					
1700	1973	3092	31.05	32.97	33.3	33.35	33.97	34.77			42.38	53.56					
1800	2073	3272	31.25	33.14	33.47	33.51	34.14	34.94			42.64	54.14					
1900	2173	3452	31.42	33.3	33.6	33.64	34.27	35.06			43.26	54.43					
2000	2273	3632	31.59	33.43	33.76	33.81	34.43	35.23			43.64	54.81					
2100	2373	3812	31.76	33.6	33.89	33.97	34.56	35.4			44.02	55.1					
2200	2473	3992	31.88	33.68	34.02	34.06	34.64	35.52			44.39	55.4					

(ดัดแปลงจาก Hougén, O.A, Watson, K.M, and Ragatz, R.A. 1954. Chemical Process Principles : Part 1 Material and Energy Balances. Modern Asia Edition, John Wiley & Sons Inc.)

1.1. (15 คะแนน) ค่าความจุความร้อนของถ่านหินหาได้จากผลรวมของสัดส่วนขององค์ประกอบคูณด้วยค่าความจุความร้อนของแต่ละองค์ประกอบนั้น จงหาค่าความร้อนที่ให้แก่ถ่านหิน 1 kg เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของถ่านหินจาก 20 °C เป็น 50 °C (ตอบในหน่วย แคลอรี) และเติมข้อมูลที่ยังขาดในตาราง ข้อมูลของค่าความจุความร้อน และองค์ประกอบในถ่านหินเป็นดังนี้

องค์ประกอบ	C_p (Btu/lb °F)	ร้อยละขององค์ประกอบที่มีอยู่
Fixed carbon	0.145	40
Ash	0.18	20
primary volatility	0.381	
Secondary volatility	0.699	
Moisture		5

1.2 (10 คะแนน) ถ้าค่าความจุความร้อนของสารประเภทไฮโดรคาร์บอน หาได้จาก

$$C_p = \frac{(4.0 - s)(t + 670)}{6450} \text{ Btu/lb } ^\circ\text{F}$$

โดย t เป็นอุณหภูมิในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ และ s เป็นค่าความถ่วงจำเพาะที่ 60 °F

จงหาค่าความจุความร้อนเฉลี่ยของไฮโดรคาร์บอน A ระหว่างอุณหภูมิ T_1 และ T_2

สาร A มีค่าความถ่วงจำเพาะที่ 60 °F = 2

2 (45 คะแนน) สาร B เป็นสารอนินทรีย์ที่ไม่มีขั้วมีจุดเดือดที่ 70°C และจุดหลอมเหลวที่ 5°C จากการเก็บข้อมูลค่าความจุความร้อนได้ผลดังนี้

ช่วงอุณหภูมิ $T(^{\circ}\text{C})$	5-20	20-40	40-70
$C_p(\text{cal/mol}^{\circ}\text{C})$	2	2.2	2.4

ถ้านำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีอุณหภูมิ 150°C ความดัน 10^5 Pa และปริมาตร 0.2 m^3 มาแลกเปลี่ยนความร้อนกับสาร B 1 mole พบว่าอุณหภูมิของแก๊สเปลี่ยนไปเป็น 100°C ถ้าสถานะเริ่มต้นสาร B เป็นของแข็งที่อุณหภูมิของจุดหลอมเหลว ที่สภาวะสุดท้ายสาร B จะมีอุณหภูมิเท่าใด และอยู่ในสถานะอะไร (ถ้าเป็นไอผสมจะมีปริมาณไออยู่เท่าไร) ค่าความจุความร้อนของ แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ หาได้จาก

$$c_p = 6.393 + 1.01 \times 10^{-2}T - 0.3405 \times 10^{-5}T^2 \quad \text{cal/mol K}$$

3 (30 คะแนน) นำถ่านหินมาวิเคราะห์พบว่ามีส่วนประกอบดังนี้ 60% C, 30% H, 5%N และ 5% S ถ้านำถ่านหินมาเผาไหม้แบบบริบูรณ์ที่ 25 °C ได้ผลจากการเผาไหม้คือ CO₂(g), H₂O(l), N₂(g) และ SO₂(g) จงหา

3.1. ค่าความร้อนรวม

3.2 ค่าความร้อนสุทธิของถ่านหิน

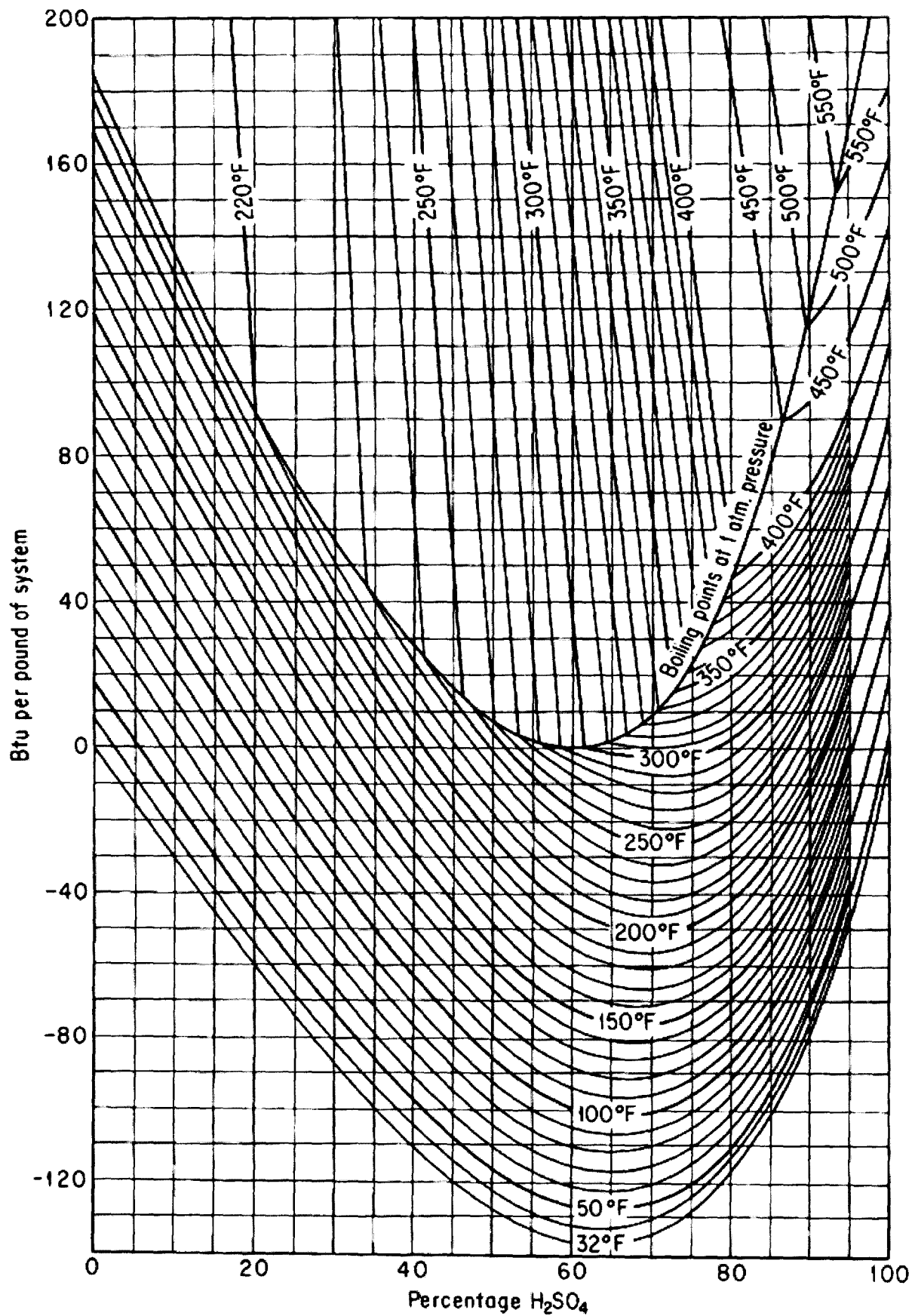
3.3. ค่าความร้อนของการเกิดถ่านหินนี้เป็นเท่าไร

กำหนด ค่าความร้อนของการเกิดสารดังนี้

สาร	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)	SO ₂ (g)
$\Delta H_f \cdot 10^3$ (Btu/lb)	-169.29	-122.97	127.71

4.1 (5 คะแนน) จงแสดงการหาค่าความร้อนของการเกิดอิออน X^{++} จากค่าความร้อนของการเกิดสาร $X(OH)_2$

4.2 (35 คะแนน) จากแผนภูมิเอนทัลปี-ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริก-น้ำ จะต้องนำสารละลายกรดซัลฟิวริกที่มีค่าเอนทัลปีต่อมวล 60 Btu / lb ที่มีความเข้มข้นและอุณหภูมิเท่าใดมาผสมกับกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 82.5 % H_2SO_4 จำนวน 2 lb ที่ 350 °F เพื่อให้ได้สารละลายที่อยู่ในสองสถานะที่อุณหภูมิ 300 °F และมีค่าเอนทัลปีต่อมวล 40 Btu / lb



5 (40 คะแนน) แก๊สมีเทน 160 g ที่อุณหภูมิ 100 °C ถูกนำมาเผาไหม้ด้วยอากาศอุณหภูมิ 700 °C ในปริมาณตาม
ทฤษฎี ที่ความดันในการเกิดปฏิกิริยา 2 atm และผลผลิตที่ออกจากเตาเผามีอุณหภูมิ 500 °C จงหาค่าการ
เปลี่ยนแปลงความร้อนของกระบวนการนี้ในหน่วย kJ/mol

ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าความร้อนของการเกิดสารเป็นดังนี้

สาร	CH ₄ (g)	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)	H ₂ O(l)
ΔH_f (kJ/mol)	-74.84	-393.51	-241.826	-285.84