

# หน้าที่ 1

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4 7 1 0

## มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

### คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค : ประจำปีภาคการศึกษาที่ 1

ประจำปีการศึกษา : 2550

วันที่ : 31 กรกฎาคม 2550

เวลา : 13:30-16:30

วิชา : 230-431 การออกแบบวิศวกรรมเคมี

ห้องสอบ : A400, A403

- ข้อสอบมี 3 ข้อ จำนวนข้อสอบ 13 หน้า (รวมตารางแนบท้าย) ต้องทำทุกข้อ คะแนนเต็ม 140 คะแนน
- ให้นักศึกษาใช้ที่ว่างซึ่งเตรียมไว้สำหรับคำถามแต่ละข้อในการทำข้อสอบ โดยเขียนชื่อและรหัสประจำตัว ไว้ที่ส่วนบนของข้อสอบทุกหน้า หากเนื้อที่ไม่เพียงพอ อนุญาตให้ใช้เนื้อที่ด้านหลังของข้อสอบข้อนั้นๆ ทำข้อสอบได้ โดยระบุหรือทำเครื่องหมายไว้ด้านหน้าให้ชัดเจน
- ตารางแนบท้าย เป็นข้อมูลราคาท่อ สามารถฉีกแยกออกจากข้อสอบเพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยไม่ต้องส่งคืนพร้อมข้อสอบอีก
- คะแนนเต็มของแต่ละข้อและข้อย่อย เป็นดังนี้

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้คะแนน
1	90	
2	20	
3	30	
รวม	140	

- ขอให้นักศึกษาอ่านและศึกษารายละเอียดของทั้งข้อมูลและคำถามของแต่ละข้อ ให้เข้าใจทั้งหมด แล้ววางแผนการแก้ปัญหา ก่อนลงมือทำข้อสอบ
- อนุญาตให้นำหนังสือ เอกสาร เครื่องคำนวณ และอุปกรณ์อื่น ๆ เข้าห้องสอบได้

ทุจจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

สุธรรม สุขมณี

ผู้ออกข้อสอบ

19 กรกฎาคม 2550

## หน้าที่ 2

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4	7	1	0			
---	---	---	---	--	--	--

1) ในการออกแบบเส้นท่อส่งน้ำมันดิบจาก Tank farm ไปยังส่วนการผลิต ด้วยอัตราการไหล 150000 บาร์เรล/วัน (23848500 ลิตร/วัน) ความยาวท่อรวม 3 กิโลเมตร และต้องเตรียมการให้สามารถควบคุมอัตราการไหล ได้ในช่วงระหว่าง 115000 บาร์เรล/วัน (18283850 ลิตร/วัน) ถึง 210000 บาร์เรล/วัน (33387900 ลิตร/วัน) ที่มีวิศวกรผู้ออกแบบ ได้พิจารณาทางเลือกไว้ 2 แนวทาง คือการใช้ท่อเดี่ยว และการใช้ท่อกู่ขนาดเล็กวางขนานกัน ในการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสม จะต้องมีการกำหนดรายละเอียดเส้นท่อและประเมินค่าใช้จ่ายรายปีของแต่ละแนวทาง โดยมีข้อมูลและเงื่อนไขต่างๆ ในการออกแบบต่อไปนี้

- ใช้ค่าความหนาแน่นและความหนืดของน้ำมันดิบ  $910 \text{ kg/m}^3$  และ  $5.5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$
- ใช้ท่อเหล็กกล้าไร้ตะเข็บตามมาตรฐาน ASA (ANSI B36.100) โดยต้องออกแบบให้สามารถรองรับอุณหภูมิและความดันด้านทางได้ถึง  $60^\circ \text{C}$  และ  $1500 \text{ kPa}$
- ความดันลดจากข้อต่อและส่วนประกอบต่างๆ มีค่าประมาณร้อยละ 5 ของความดันลดจากการไหลในท่อตรง
- ค่าข้อต่อและส่วนประกอบต่างๆ และค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเส้นท่อ มีค่าประมาณร้อยละ 25 ของค่าท่อ
- ค่าบำรุงรักษาประจำปี คิดที่อัตราร้อยละ 5 ของค่าท่อ ข้อต่อ ส่วนประกอบต่างๆ และค่าติดตั้ง
- ค่าพลังงานในการขับเคลื่อนน้ำมันดิบในเส้นท่อ ประเมินไว้ที่ 12000 บาทต่อความดันลด 1 kPa (ที่อัตราการไหล 150000 บาร์เรล/วัน)
- ราคาท่อเหล็กกล้าไร้ตะเข็บตามมาตรฐาน ASA ความยาวท่อนละ 6 เมตร อยู่ในตารางแนบท้าย

ขอให้ท่านใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดข้างต้น ตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 (35 คะแนน) กำหนดขนาดและความหนาของท่อ ในกรณีที่ใช้ท่อเดี่ยว โดยท่อที่กำหนดขึ้นต้องมีค่าความดันลดจากการไหลต่อความยาวของท่อตรง อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

## หน้าที่ 4

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4	7	1	0			
---	---	---	---	--	--	--

---

1.2 (10 คะแนน) ค่าใช้จ่ายรายปีเมื่อใช้ท่อเดียว ตามรายละเอียดที่กำหนดในคำตอบข้อ 1.1 มีค่าเท่าใด

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว 

4	7	1	0			
---	---	---	---	--	--	--

---

- 1.3 (10 คะแนน) หากต้องตัดสินใจ (โดยที่ยังไม่มีรายละเอียดของการออกแบบ) ของทางเลือกในการใช้ท่อคู่ ขนาดเล็กวางขนานกัน ท่านคิดว่าทางเลือกใดน่าจะเหมาะสมกว่า เพราะเหตุใด ข้อเด่นของแต่ละทางเลือก (ซึ่งน่าจะเป็นข้อดีของอีกทางเลือกหนึ่ง) มีอะไรบ้าง

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4	7	1	0			
---	---	---	---	--	--	--

1.4 (35 คะแนน) ขอให้ท่านกำหนดรายละเอียดของ Flow control valve, Block valve และ By-pass valve ที่ใช้ในกรณีที่ใช้ท่อเดียวในการส่งน้ำมันดิบ

## หน้าที่ 8

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4	7	1	0			
---	---	---	---	--	--	--

- 2) หากต้องการควบคุมการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอก ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย  $32^{\circ}\text{C}$  ไปยังไนโตรเจนเหลวอุณหภูมิ  $120\text{ K}$  ความดัน  $1000\text{ kPa}$  ในท่อมาตรฐาน ASA ขนาดระบุ  $50\text{ มม. 40ST}$  โดยใช้ฉนวนกันความร้อน ขอให้ท่านกำหนดชนิดและความหนาของฉนวนกันความร้อนที่ใช้ พร้อมทั้งประเมินอัตราการถ่ายโอนความร้อนต่อหน่วยความยาว  $1\text{ เมตร}$  ของท่อ เพื่อให้อุณหภูมิที่ผิวด้านนอกของฉนวนกันความร้อน ไม่ต่ำกว่า  $10^{\circ}\text{C}$  กำหนดให้ชั้นความหนาของฉนวนกันความร้อน มีตั้งแต่  $10\ 20\ 30\ 40\ \dots\ \text{มม.}$  ตามลำดับ (20 คะแนน)

## หน้าที่ 9

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4	7	1	0			
---	---	---	---	--	--	--

- 3) ขอให้ท่านกำหนดชนิดและขนาดของวาล์ว ที่ใช้ควบคุมอัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน ตั้งแต่ 1200 ถึง 1600 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40 °C ความดัน 3 MPa ความหนาแน่น 45.1 kg/m<sup>3</sup> (30 คะแนน)

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว 4 7 1 0

ตารางแนบ รายละเอียดและราคาต่อเหล็กกล้าไร้ตะเข็บ มาตรฐาน ASA (ANSI B36.100)

D, mm	Sch. no.	Do, mm.	t, mm.	Di, mm	บาท/ท่อน
15	5S	21.3	1.7	17.9	160
	10S	21.3	2.1	17.1	200
	40ST	21.3	2.8	15.7	255
	80XS	21.3	3.7	13.9	325
	160S	21.3	4.8	11.7	390
	XX	21.3	7.5	6.3	510
20	5S	26.7	1.7	23.3	205
	10S	26.7	2.1	22.5	255
	40ST	26.7	2.9	20.9	335
	80XS	26.7	3.9	18.9	440
	160S	26.7	5.3	16.1	560
	XX	26.7	7.8	11.1	730
25	5S	33.4	1.7	30	260
	10S	33.4	2.75	27.9	420
	40ST	33.4	3.4	26.6	500
	80XS	33.4	4.55	24.3	650
	160S	33.4	6.4	20.6	850
	XX	33.4	9.1	15.2	1090
32	5S	42.2	1.7	38.8	330
	10S	42.2	2.75	36.7	540
	40ST	42.2	3.55	35.1	680
	80XS	42.2	4.85	32.5	895
	160S	42.2	6.4	29.4	1125
	XX	42.2	9.7	22.8	1555
40	5S	48.3	1.7	44.9	380
	10S	48.3	2.75	42.8	620
	40ST	48.3	3.7	40.9	810
	80XS	48.3	5.1	38.1	1085
	160S	48.3	7.1	34.1	1450
	XX	48.3	10.2	27.9	1910
50	5S	60.3	1.7	56.9	480
	10S	60.3	2.75	54.8	785
	40ST	60.3	3.9	52.5	1090
	80XS, 80S	60.3	5.5	49.3	1500
	160S	60.3	8.7	42.9	2225
	XX	60.3	11.1	38.1	2695
65	5S	73	2.1	68.8	740
	10S	73	3.05	66.9	1055
	40ST	73	5.15	62.7	1730
	80XS	73	7	59	2285
	160S	73	9.5	54	2985
	XX	73	14	45	4085
80	5S	88.9	2.1	84.7	905
	10S	88.9	3.05	82.8	1290
	40ST	88.9	5.5	77.9	2260
	80XS	88.9	7.6	73.7	3060
	160S	88.9	11.1	66.7	4275
	XX	88.9	15.2	58.5	5545



D, mm	Sch. no.	Do, mm.	t, mm.	Di, mm	บาท/ทอน
100	5S	114.3	2.1	110.1	1170
	10S	114.3	3.05	108.2	1675
	40ST	114.3	6	102	3220
	80XS	114.3	8.55	97.2	4470
	120S	114.3	11.1	92.1	5670
	160S	114.3	13.5	87.3	6715
	XX	114.3	17.1	80.1	8215
125	5S	141.3	2.8	135.7	1895
	10S	141.3	3.4	134.5	2320
	40ST, 40S	141.3	6.6	128.1	4360
	80XS	141.3	9.5	122.3	6200
	120S	141.3	12.7	115.9	8065
	160S	141.3	15.9	109.5	9835
	XX	141.3	19.1	103.1	11500
150	5S	168.3	2.8	162.7	2265
	10S	168.3	3.4	161.5	2770
	40ST	168.3	7.1	154.1	5660
	80XS	168.3	10.95	146.4	8525
	120S	168.3	14.3	139.7	10855
	160S	168.3	18.3	131.7	13530
	XX	168.3	21.9	124.5	15860
200	5S	219.1	2.8	213.5	2955
	10S	219.1	3.8	211.6	3995
	40ST	219.1	8.2	202.7	6670
	60S	219.1	10.3	198.5	7370
	80XS	219.1	12.7	193.7	8520
	100	219.1	15.1	188.9	10630
	120	219.1	18.3	182.5	12945
	140	219.1	20.6	177.9	15200
	XX	219.1	22.2	174.7	18110
250	5S	273.1	3.4	266.3	4530
	10S	273.1	4.2	264.7	5565
	20	273.1	6.4	260.3	8365
	30	273.1	7.8	257.5	10215
	40ST	273.1	9.3	254.5	12075
	80S	273.1	12.7	247.7	16330
	100	273.1	18.3	236.5	16330
	120	273.1	21.4	230.3	19220
	140, XX	273.1	25.4	222.3	22980
	300	5S	323.9	4	315.9
10S		323.9	4.6	314.7	7210
20		323.9	6.4	311.1	9955
30		323.9	8.4	307.1	13060
40ST		323.9	9.5	304.8	14785
60		323.9	14.3	295.3	14785
80S		323.9	12.7	298.5	15970
100		323.9	21.4	281.1	19515
120, XX		323.9	25.4	273.1	19515
140		323.9	28.6	266.7	21825
160		323.9	33.3	257.3	26440

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว 4 7 1 0

D, mm	Sch. no.	Do, mm.	t, mm.	Di, mm	บาท/ท่อน
350	5S	355.6	4	347.6	6880
	10S	355.6	4.8	346	8275
	20	355.6	7.9	339.8	10955
	30, ST	355.6	9.5	336.6	13605
	40	355.6	11.1	333.3	16280
	60	355.6	15.1	325.4	16280
	80	355.6	19.1	317.5	18925
	100	355.6	23.8	308	21505
	120	355.6	27.8	300	25370
400	5S	406.4	4.2	398	8325
	10S	406.4	4.8	396.8	9470
	20	406.4	7.9	390.6	12545
	30, ST	406.4	9.5	387.4	15595
	40	406.4	12.7	381	18670
	60	406.4	16.7	373	18670
	80	406.4	21.4	363.5	24695
	100	406.4	26.2	354	24695
	120	406.4	31	344.4	32070
450	5S	457.2	4.2	448.8	9375
	10S	457.2	4.8	447.6	10670
	20	457.2	7.9	441.4	14140
	ST	457.2	9.5	438.2	17585
	30	457.2	11.1	435	21060
	40	457.2	14.3	428.7	24510
	60	457.2	19.1	419	27880
	80	457.2	23.8	409.5	31225
	100	457.2	29.4	398.4	41220
	120	457.2	34.9	387.4	50990
500	5S	508	4.8	498.4	11865
	10S	508	5.5	496.9	13740
	20, ST	508	9.5	489	15730
	30, XS	508	12.7	482.6	23450
	40	508	15.1	477.8	23450
	60	508	20.6	466.8	31065
	80	508	26.2	455.6	31065
	100	508	32.5	443	36725
	120	508	38.1	431.8	49645
140	508	44.5	419	62315	
600	5S	609.6	5.5	598.6	16520
	10S	609.6	6.4	596.9	18920
	20, ST	609.6	9.5	590.6	18920
	XS	609.6	12.7	584.2	28230
	30	609.6	14.3	581	28230
	40	609.6	17.5	574.6	37440
	60	609.6	24.6	560.4	41970
	80	609.6	31	547.7	51100
	100	609.6	38.9	531.8	71105
	120	609.6	46	517.6	88480
	140	609.6	52.4	504.8	109605
160	609.6	59.5	490.6	128100	