

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

ข้อสอบปลายภาค ภาคการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2551

สอบวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2552

เวลา 9:00-12:00

วิชา 215-611 Theory of Engineering Experimentation

ห้องสอบ R300

คำอธิบายข้อสอบ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ให้ทำลงในกระดาษข้อสอบ การทำข้อสอบแต่ละข้อให้เขียนอธิบายและให้เหตุผลประกอบตามน้ำหนักคะแนนในแต่ละข้ออย่างเหมาะสม
2. อนุญาตให้นำคอมพิวเตอร์พกพา (Laptop) เข้าห้องสอบ และอนุญาตให้ทำข้อสอบด้วยดินสอได้
3. อนุญาตให้นำหนังสือ หรือเอกสารประกอบการเรียน เข้าห้องสอบได้

ฐานันตร์ศักดิ์ เทพญา

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	30	
4	30	
5	20	
6	30	
Total	150	

ชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษา

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียนและปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต

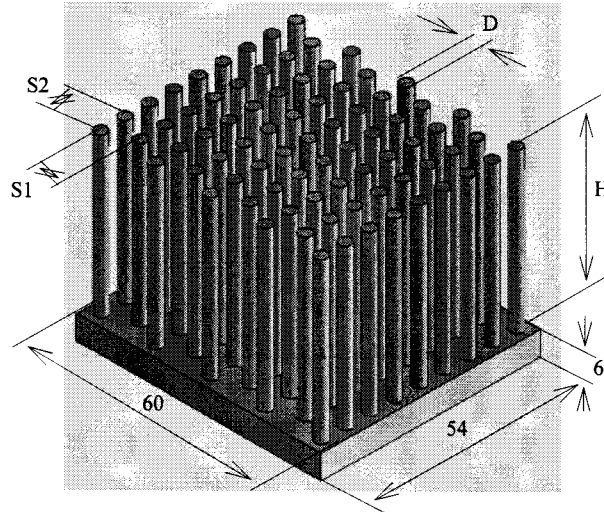
1. จงอธิบายคุณลักษณะของวิธีออกแบบการทดลองดังต่อไปนี้ (20 คะแนน)

- 1.1 Latin Square design
- 1.2 Full factorial design
- 1.3 Fractional factorial design
- 1.4 Plackett Burman design
- 1.5 Central-Composite Design (CCD)
- 1.6 Box Behken design

2. จงออกแบบการทดลอง 2-level ด้วยวิธี fractional factorial ที่มี resolution 3 และ วิธี fractional factorial ที่มี resolution 5 สำหรับการศึกษามวลของตัวแปร 3 factors ต่อผลตอบสนองเชิงปริมาณ 1 response และให้มีการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง (center points = 2) เขียน linear model เทอมต่างๆของสมการ response พร้อมทั้งให้อธิบายความแตกต่างของแบบการทดลองทั้งสองและ aliasing ที่เกิดขึ้น (20 คะแนน)

3. Heat sink แบบครีบบางหมุด เป็นอุปกรณ์ระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น CPU ดังแสดงในรูปข้างล่าง Өงหมุดทรงกระบอกที่ใช้เป็นครีบบระบายความร้อน ส่งผลต่อทิศทางการไหลของอากาศผ่านӨงหมุดน้อย เมื่อเทียบกับครีบบระบายความร้อนแบบแผ่นสี่เหลี่ยม หากท่านเป็นผู้ออกแบบ heat sink และต้องการศึกษาผลของมิติของӨงหมุด และผลของความเร็วอากาศระบายความร้อน (ในช่วงค่าที่แสดงดังตารางข้างล่าง) ต่อค่าความต้านทานความร้อน (Thermal resistance, Rth) ของ Heat sink นี้ และต่อค่าความดันตก (pressure drop, ΔP) ที่เกิดขึ้น ท่านควรใช้วิธีการทดลองใดที่เหมาะสม จงออกแบบการทดลองพร้อมทั้งแสดงการปรับเปลี่ยนระดับของค่าตัวแปรอิสระในการทดลองด้วย แล้วเขียนสมการความสัมพันธ์ระหว่าง factor กับ response ในรูปแบบ full quadratic response surface model (ไม่ต้องหาค่า coefficient ในสมการ)

(30 คะแนน)



รูป Heat sink ระบายความร้อน CPU

ตารางแสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของ factor ที่สนใจในการออกแบบ heat sink

Factor or independent variables	Unit	Range	
		Low	High
Pin height, H	mm	45	60
Pin diameter, D	mm	3	5
Longitudinal pitch, S1	mm	5	8
Transverse pitch, S2	mm	5	8
Air velocity, v	m/s	0.5	2.5

4. การทดลองเพื่อหาปริมาณกรดไขมันอิสระ จากการทำปฏิกิริยาเคมี เพื่อลดกรดไขมันอิสระในกระบวนการ pretreatment น้ำมัน Mahua เพื่อนำไปผลิตเป็น biodiesel มีการออกแบบการทดลองด้วยวิธี central composite ดังตารางที่ 4.1 และทำ multiple regression หาความสัมพันธ์ระหว่างค่า acid value กับตัวแปรอิสระ (methanol-to-oil ratio, H₂SO₄ และ reaction time) ได้ผลการวิเคราะห์ ANOVA ดังตารางที่ 4.2-4.4 จงอธิบายผลที่ได้จากตารางที่ 4.2 อย่างละเอียด ให้เข้าใจ และอธิบายผลการทดสอบทางสถิติในการยอมรับ regression model จากตารางที่ 4.3-4.4 (30 คะแนน)

ตารางที่ 4.1 Central composite rotatable design arrangement and responses

Design points	Methanol-to-oil ratio (v/v), X1	H ₂ SO ₄ Concentration (% v/v), X2	Reaction time (h), X3	Acid Value (mg), Y1
1	-1	-1	-1	11.4
2	-1	-1	1	5.74
3	-1	1	-1	17.1
4	-1	1	1	13.4
5	1	-1	-1	5.88
6	1	-1	1	3.1
7	1	1	-1	7.07
8	1	1	1	6.37
9	-1.68	0	0	8.39
10	1.68	0	0	3.2
11	0	-1.68	0	3.5
12	0	1.68	0	5.47
13	0	0	-1.68	8.7
14	0	0	1.68	2.1
15	0	0	0	2.71
16	0	0	0	2.92
17	0	0	0	3.11
18	0	0	0	2.84
19	0	0	0	2.61
20	0	0	0	2.72
21	0	0	0	2.99
22	0	0	0	2.81
23	0	0	0	2.63

ตารางที่ 4.2 Summary		ตารางที่ 4.3 ANOVA						
IRI	0.918							
R ²	0.842	Source	SS	SS%	MS	F	F Signif	df
R ² adjusted	0.733	Regression	290.97	84	32.33	7.709	0.000612	9
Standard Error	2.048	Residual	54.52	16	4.194			13
# Points	23	LOF	54.29	16	10.86	385.02	2.633E-09	5
PRESS	410.76	Pure	0.226	0	0.02820			8
R ² for Prediction	-0.189	Total	345.49	100				22
Durbin-Watson d	1.223							
1 st Order Autocorrelation	0.376							
Collinearity	1.000							
Coefficient of Variation	37.158							
Precision Index	106.588							

ตารางที่ 4.4		P value	Std Error	-95%	95%	t Stat	VIF
b0	2.740	0.00146	0.682	1.267	4.214	4.017	
b1	-2.487	0.000612	0.554	-3.685	-1.290	-4.487	1.000
b2	1.549	0.01523	0.554	0.351	2.746	2.793	1.000
b3	-1.754	0.00748	0.554	-2.951	-0.556	-3.163	1.000
b4	1.758	0.00459	0.515	0.647	2.870	3.417	1.000
b5	-1.113	0.148	0.724	-2.677	0.452	-1.537	1.000
b6	0.735	0.329	0.724	-0.829	2.299	1.015	1.000
b7	1.294	0.02585	0.515	0.182	2.406	2.515	1.000
b8	0.505	0.498	0.724	-1.059	2.069	0.697	1.000
b9	1.618	0.00775	0.515	0.507	2.730	3.145	1.000

$$Y1 = b0 + b1*X1 + b2*X2 + b3*X3 + b4*X1*X1 + b5*X1*X2 + b6*X1*X3 + b7*X2*X2 + b8*X2*X3 + b9*X3*X3$$

5. หากทำ reregression จากข้อมูลการทดลองในข้อ 4 ใหม่ ได้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติดังตารางข้างล่าง จงอธิบายสิ่งที่เปลี่ยนแปลง ให้ความเห็น และให้เหตุผล ในการยอมรับหรือเลือกใช้ response model ที่ได้เมื่อเทียบกับผลในข้อ 4

(20 คะแนน)

ตารางที่ 5.1 Summary		ตารางที่ 5.2 ANOVA					
IRI	0.926						
R ²	0.857	Source	SS	SS%	MS	F	F Signif
R ² adjusted	0.804	Regression	6.920	86	1.153	16.03	5.873E-06
Standard Error	0.268	Residual	1.151	14	0.07194		
# Points	23	LOF	1.123	14	0.140	40.2018	1.145E-05
PRESS	4.91	Pure	0.02794	0	0.00349		
R ² for Prediction	0.392	Total	8.071	100			
Durbin-Watson d	1.537						
1 st Order Autocorrelation	0.218						
Collinearity	1.000						
Coefficient of Variation	17.739						
Precision Index	51.680						

ตารางที่ 5.3 $Ln(Y1) = b0 + b1*X1 + b2*X2 + b3*X3 + b4*X1*X1 + b5*X2*X2 + b6*X3*X3$

		P value	Std Error	-95%	95%	t Stat	VIF
b0	1.023	4.05899E-09	0.08934	0.833	1.212	11.45	
b1	-0.332	0.000317	0.07261	-0.486	-0.178	-4.566	1.000
b2	0.213	0.00971	0.07261	0.05919	0.367	2.935	1.000
b3	-0.298	0.000836	0.07261	-0.452	-0.144	-4.100	1.000
b4	0.318	0.000235	0.06740	0.175	0.460	4.712	1.000
b5	0.258	0.00150	0.06740	0.115	0.401	3.823	1.000
b6	0.249	0.00194	0.06740	0.106	0.392	3.700	1.000

6. ระบบทำความเย็น 3 แบบ (A, B และ C) มีความสามารถในการทำความเย็นต่างกัน (Refrigerating capacity, q_e (kW)) ที่อุณหภูมิระเหยและอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นแตกต่างกัน ในการทดสอบการทำงานของระบบทำความเย็น เพื่อดูความสามารถในการทำความเย็น ผู้ทดสอบได้นำระเบียบวิธีการทดลองแบบ Latin Square มาใช้ โดยทดลอง random แบบ standard เพียง one-square of 3×3 ผลที่ได้แสดงดังตารางข้างล่าง

ตารางแสดงค่า refrigerating capacity, q_e (kW) ที่ได้จากการทดลอง

Evaporating temperature, t_e ($^{\circ}\text{C}$)	Condensing temperature, t_c ($^{\circ}\text{C}$)		
	25	35	45
0	15.3 (A)	11.7 (B)	8.1 (C)
5	18.3 (B)	14.2 (C)	10.1 (A)
10	21.5 (C)	17.1 (A)	12.7 (B)

จงสร้างตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) และตรวจสอบค่า LSD หรือ Confidence Limit ของผลการทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (5% of significant level) และอธิบายผลที่ได้ (30 คะแนน)