เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

ปราโมทย์ ไชยเวช. ปิโตรเลียมเทคโนโลยี. 2533.

ปิยะสาร ประเสริฐธรรม. หลักการออกแบบเครื่องมือแยกสาร. 2530.

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน, กระทรวง. รายงานเชื้อเพลิงและพลังงานของประเทศไทย. 2532.

ปฐมพงศ์ ปัญญาวิวานนท์. การสร้างแบบจำลองและการชิมูเลตกระบวนการรีฟอร์มมิง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

ภาษาอังกฤษ

Baldwin, Douglas Sulfide Treatment of Reforming Catalyst. U.S. Pat 3,224,962 , December 12, 1965.

Beyler, Dudley and Stevenson D.H. Ind. Eng. Chem., 47, (1955), pp. 740.

Edgar, M. Dean Catalytic Reforming of Naphtha in Petroleum Refineries. Applied Industrial Catalysis, Vol. I, Academic Press, 1983.

Emmett, Paul H. Catalysis, Vol. IV, Reinhold, New York, 1958.

————. Catalysis, Vol. VI, Reinhold, New York, 1958.

Fogler, H. Scott Elements of Chemical Reaction Engineering, 2nd ed., Prentice-Hall, 1992.

Froment, G.F., Bischoff, K.B. Chemical Reactor Analysis and Design, John Wiley & Sons, 1979.

Gates, B. C., J. R. Katzer, and G. C. A. Schuit Chemistry of Catalytic Processes, McGraw-Hill, New York, 1979.

Gitlitz, M.H., and Moran, M.K. BTX Process. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology 4 (1978): 264-276.

Hettinger, W.P., Keith, C.D., Gring, J.L., and Teter, J.W., Ind. Eng. Chem., 47, (1955), pp. 719.

Holland, Charles D., and Anthony, Rayford G. Fundamentals of Chemical Reaction Engineering, 2nd ed., Prentice-Hall, 1989.

Hougen, O.A., and Watson, K.M. Chemical Process Principles, Vol. III, Wiley, New York, 1947.

Jacobson, Robert L., and Rafael, San Low-pressure Reforming Process with a Platinum-Rhenium Catalyst. U.S. Pat 3,434,960 , March 25, 1969.

Jenkins, H. and Stephens, T.W. Hydrocarbon Processing, Nov 1980, pp. 163-167.

Katz, Donald L., and Lee, Robert L. Natural Gas Engineering, McGraw-Hill, 1990.

Kluksdahl, Harris E., and Rafael, San Reforming a sulfur-free Naphtha with a Platinum-Rhenium Catalyst. U.S. Pat 3,415,737 , December 10, 1968.

Kugelman, A.M., "What Affects Cat Reformer Yield ?", Hydrocarbon Processing, 55, (1976), pp. 95.

Levenspiel, O. Chemical Reaction Engineering, 2nd ed., Wiley, New York, 1972.

Little, D.M., Catalyst Reforming, Pennwell Books, Oklahoma, 1985.

McPherson, L.J., and Olive, M.F. Cracking and Reforming. Modern Petroleum Technology, Vol. I, 5th ed., John Wiley & Sons, 1986.

Meerbott, W.K., Cherry, A.H., Chernoff, B., Crocoll, J.d., and Kaemmerlen, C.J., Ind. Eng. Chem., 46, (1954), pp. 2026.

Nelson, W.L. Petroleum Refinery Engineering. 4th ed. Mcgraw-Hill, 1987.

Reid, C.R., Prausnitz, J.M., Poling, B.E. The Properties of Gases & Liquids, 4th ed., McGraw-Hill, 1987.

Satterfield, Charles N. Heterogeneous Catalysis in Practice, McGraw-Hill, 1980.

Schmitkon, George E. Platinum Catalyst Hydroforming and Reactivation Technique. U.S. Pat 3,011,967 , December 5, 1961.

Smith, J.M., and Van Ness, H.C. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 4th ed., McGraw-Hill, 1987.

Thomas, Charles Catalytic Process and Prevent Catalyst. New York: Acadamic press, 1970.

Trimpont, P.A. Van, and Marin, G.B. Kinetics of the Reforming of C_7 Hydrocarbons on a Commercial $PtRe/Al_2O_3$ Catalyst. Applied Catalysis 24 (March 28, 1986): 53-68.

Yaws, C.L., Chiang, P.Y., Hydrocarbon Processing, Nov 1988, pp. 81-84.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทแยกตามอุณหภูมิ

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย (หลุมก๊าซเอราวัณ : ช่วงกลั่น 49 ถึง 93 องศาเซลเซียส)

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย (หลุมก๊าซเอราวัณ : ช่วงกลั่น 93 ถึง 149 องศาเซลเซียส)

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย (หลุมก๊าซเอราวัณ : ช่วงกลั่น 149 ถึง 204 องศาเซลเซียส)

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทแยกตามคุณสมบัติของสารไฮโดรคาร์บอน

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทแยกตามคุณลักษณะของสารไฮโดรคาร์บอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทแยกตามอุณหภูมิ

ช่วงอุณหภูมิ	ปริมาตรร้อยละ (%)	น้ำหนักร้อยละ (%)	แรงโน้มถ่วง (%)
< 48.89 °C (C_5 and Lighter)	18.4	14.7	
48.89 - 93.33 °C	18.9	18.0	65.9
93.33 - 148.89 °C	30.0	31.1	49.6
148.89 - 204.44 °C	11.7	12.6	43.3
204.44 - 260.00 °C (Turbine Stock)	8.3	9.3	35.7
260.00 - 343.33 °C (Diesel Stock)	7.5	8.4	34.7
343.33 - 468.33 °C (Light Vacuum Gas Oil)	ND	ND	ND
468.33 - 565.56 °C (Heavy Vacuum Gas Oil)	ND	ND	ND
343.33 °C$^+$ (Diesel-Free Residue)	5.2	5.9	32.8
565.56 °C$^+$ (Heavy Gas Oil-Free Residue)	ND	ND	ND

ND = ไม่สามารถวัดได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย (หลุมก๊าซเอราวัณ : ช่วงกลั่น 49 ถึง 93 องศาเซลเซียส)

	องค์ประกอบ	เปอร์เซนต์โดยปริมาตร
สารพาราฟิน	i-Butane	0.03
	n-Butane	0.04
	i-Pentane	0.38
	n-Pentane	2.48
	2,2-Dimethylbutane	0.67
	2,3-Dimethylbutane	3.01
	2-Methylpentane	13.66
	3-Methylpentane	7.84
	Hexane	17.07
	2,2-Dimethylpentane	0.51
	2,3-Dimethylpentane	1.20
	2,4-Dimethylpentane	1.14
	2,2,3-Trimethylbutane	0.23
	3-Ethylpentane and 2,2,4-Trimethylbutane	0.14
	3,3-Dimethylpentane	0.24
	2-Methylhexane	3.79
	3-Methylhexane	2.95
	n-Heptane	2.21
	รวม	57.59

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย (หลุมก๊าซเอราวัณ : ช่วงกลั่น 49 ถึง 93 องศาเซลเซียส) (ต่อ)

สารแนฟทีน	Cyclopentane	1.74
	Methylcyclopentane	11.24
	Cyclohexane	9.28
	1,1-Dimethylcyclopentane	0.86
	cis-1,3-Dimethylcyclopentane	1.47
	trans-1,3-Dimethylcyclopentane	1.23
	trans-1,2-Dimethylcyclopentane	1.81
	cis-1,2-Dimethylcyclopentane and Methylcyclohexane	2.24
	1,1,3-Trimethylcyclopentane	0.00
	Ethylcyclopentane and 2,2,3-Trimethyl cyclopentane	0.00
	รวม	29.87
สารอะโรมาติก	Benzene	11.39
	Toluene	0.63
	รวม	12.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย
(หลุมก๊าซเอราวัณ : ช่วงกลั่น 93 ถึง 149 องศาเซลเซียส)

	องค์ประกอบ		เปอร์เซนต์โดยปริมาตร
สารพาราฟิน	Straight chain paraffin		18.7
	Branch chain paraffin		12.3
		รวม	31.00
สารไซโคลพาราฟิน			
	Cyclopentanes		7.5
	Cyclohexanes		27.8
	Dicycloparaffins		1.4
		รวม	36.7
สารอะโรมาติก	Benzene		0.1
	Toluene		13.7
	C_8 aromatics		18.0
	C_9 aromatics		0.4
	Indanes-tetralines		0.1
		รวม	32.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย (หลุมก๊าซเอราวัณ : ช่วงกลั่น 93 ถึง 149 องศาเซลเซียส) (ต่อ)

Approximate carbon No. distribution of paraffins

C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
0	13	12	6	0	0	0

Approximate carbon No. distribution of monocycloparaffins

C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
0	21	12	2	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย (หลุมก๊าซเอราวัณ : ช่วงกลั่น 149 ถึง 204 องศาเซลเซียส)

	องค์ประกอบ		เปอร์เซนต์โดยปริมาตร
สารพาราฟิน	Straight chain paraffin		20.3
	Branch chain paraffin		18.5
		รวม	38.80
สารไซโคลพาราฟิน			
	Cyclopentanes		4.7
	Cyclohexanes		9.8
	Dicycloparaffins		9.3
		รวม	23.8
สารอะโรมาติก	C_8 aromatics		2.0
	C_9 aromatics		22.6
	C_{10} aromatics		8.6
	C_{11} aromatics		2.4
	C_{12} aromatics		0.1
	Indanes-tetralines		1.0
		รวม	37.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทจากแหล่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย (หลุมก๊าซเอราวัณ : ช่วงกลั่น 149 ถึง 204 องศาเซลเซียส) (ต่อ)

Approximate carbon No. distribution of paraffins

C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
0	0	0	7	17	13	2

Approximate carbon No. distribution of monocycloparaffins

C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
0	0	0	5	6	3	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทแยกตามคุณสมบัติของสารไฮโดรคาร์บอน

องค์ประกอบ	โมลร้อยละ (%)	น้ำหนักร้อยละ (%)	ความหนาแน่น gm/cc @15.56°C	°API @15.56°C	น้ำหนักโมเลกุล
Propane	1.52	0.62			
i-Butane	4.15	2.22			
n-Butane	6.98	3.74	ไม่มีข้อมูล		
i-Pentane	5.82	3.87			
n-Pentane	4.54	3.02			
Hexanes	9.30	7.35			
Heptanes	14.23	12.07	0.7422	59.0	91
Octanes	20.83	20.00	0.7707	51.9	103
Nonanes	11.06	11.96	0.7859	48.4	116
Decanes	6.75	8.18	0.7991	45.4	130
Undecanes	2.72	3.60	0.8110	42.8	142
Dodecanes	2.04	2.95	0.8221	40.5	155
Tridecanes	1.93	3.02	0.8330	38.2	168
Tetradecanes	1.70	2.87	0.8429	36.2	181
Pentadecanes	1.55	2.80	0.8527	34.3	194
Hexadecanes	0.71	1.38	0.8612	32.6	207
Heptadecanes	1.18	2.42	0.8709	30.8	220
Octadecanes	1.03	2.24	0.8788	29.4	234
Nonadecanes	0.46	1.07	0.8859	28.1	248
Eicosanes plus	1.45	4.60	0.9178	22.5	341

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลผลวิเคราะห์คอนเดนเสทแยกตามคุณลักษณะของสารไฮโดรคาร์บอน

คุณสมบัติ	หน่วย	ค่าที่ได้
แรงโน้มถ่วง	°API	55.7
RVP	PSI	11.3
ความหนืด	SUS	0.841 @21.11°C
	SUS	0.718 @37.78°C
BS & W	Vol %	0.0
ปริมาณน้ำ	Vol %	<0.1
ปริมาณซัลเฟอร์ทั้งหมด	Wt %	0.013
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	Wt %	<0.0001
RSH	Wt %	<0.0001
ปริมาณไนโตรเจน	Wt %	0.003
ความเป็นกรดทั้งหมด	mgKOH/g	<0.01
ความเป็นกรดของแนพทีน	mgKOH/g	<0.01
ปริมาณเกลือ	lbs/mbbl	<2
Pour point	°C	Below -53.89
ASTM Color (D1500)		L5.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลแยกประเภทการทดลอง แบ่งตาม อุณหภูมิ ความดัน และเวลา

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลวิเคราะห์อัตราส่วนเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากคอนเดนเสทต่อโดโคเซน

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลวิเคราะห์อัตราส่วนเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากผลิตภัณฑ์ต่อโดโคเซน

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากคอนเดนเสท

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากผลิตภัณฑ์

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน ระหว่างคอนเดนเสทและผลิตภัณฑ์

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนจากการทดลอง

ตารางที่ ข.8 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ก๊าซผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจากการทดลอง

ตารางที่ ข.9 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ของโค้กบนตัวเร่งปฏิกิริยา

ตารางที่ ข.10 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน ระหว่างคอนเดนเสทและผลิตภัณฑ์ ภายใต้สภาวะการเพิ่มปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาและบรรยากาศก๊าซไฮโดรเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลแยกประเภทการทดลอง แบ่งตาม อุณหภูมิ ความดัน และเวลา

ความดัน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	อุณหภูมิ (°C) / เวลา (นาที)	420	450	480	510
120	3	1	18	44	41
	5	4	21	28	48
	7	5	20	45	46
140	3	2	13	27	40
	5	7	14	26	36
	7	6	15	29	38
160	3	3	17	19	34
	5	9	16	33	35
	7	8	47	30	39
180	3	12	24	31	42
	5	10	23	22	37
	7	11	25	32	43

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลวิเคราะห์อัตราส่วนเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากคอนเดนเสทต่อโคโคเซน

การทดลองที่	อัตราส่วนต่อโคโคเซน			การทดลองที่	อัตราส่วนต่อโคโคเซน		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน		เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
1	1.7771	2.5986	2.5153	19	2.0273	3.1510	2.9044
2	4.9492	6.5876	5.9936	20	1.8960	3.9832	4.2219
3	6.3185	6.6313	7.4548	21	1.3330	2.2316	2.0773
4	1.2064	1.8952	1.8997	22	4.6466	9.0678	11.263
5	1.6953	2.8053	4.0143	23	4.3438	5.4168	6.4376
6	2.1846	3.7966	3.4543	24	0.7161	1.3785	1.4705
7	4.1036	5.7140	5.6502	25	3.1149	5.0030	5.3243
8	6.3568	8.8059	10.145	26	1.9391	4.2752	4.3160
9	4.6000	7.6637	7.2010	27	4.8142	8.0615	7.2176
10	6.1418	8.8308	10.279	28	3.7964	9.2051	11.808
11	1.0185	2.4951	2.6957	29	2.5001	4.6389	4.3189
12	0.6289	1.7308	1.9861	30	1.8748	3.3973	2.8040
13	0.9065	2.2360	2.3934	31	8.9856	11.600	10.930
14	0.9495	2.9232	3.5799	32	3.5665	6.4237	9.6472
15	5.5066	8.9431	10.704	33	6.8261	10.038	9.1361
16	4.0505	6.7139	6.6187	34	2.9364	9.3423	12.367
17	6.3727	8.7032	8.0494	35	4.2125	5.3711	5.4665
18	2.5562	2.6213	3.7826	36	2.7312	9.3797	12.513

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลวิเคราะห์อัตราส่วนเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากคอนเดนเสทต่อโดโคเซน (ต่อ)

การทดลองที่	อัตราส่วนต่อโดโคเซน			การทดลองที่	อัตราส่วนต่อโดโคเซน		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน		เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
37	1.9024	2.9156	3.3827	43	2.1651	4.5105	4.4752
38	2.5162	9.4171	12.646	44	5.2743	6.9201	7.8475
39	2.2049	7.7692	12.279	45	1.0826	1.6282	1.8185
40	2.1249	3.3122	3.3850	46	1.6562	9.5544	13.205
41	2.1937	9.4670	12.859	47	5.2136	12.923	11.582
42	2.0862	9.4795	12.925	48	1.4413	9.5918	13.351

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.3 ข้อมูลวิเคราะห์อัตราส่วนเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากผลิตภัณฑ์ต่อโคโคเซน

การทดลองที่	อัตราส่วนต่อโคโคเซน			การทดลองที่	อัตราส่วนต่อโคโคเซน		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน		เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
1	0.9294	1.8876	2.2020	19	0.2020	0.7680	0.9551
2	0.8368	1.9430	2.1854	20	1.0345	1.9650	2.5899
3	1.7452	3.6413	3.9843	21	1.6074	3.4789	3.3759
4	0.9331	1.9944	1.6070	22	0.7955	2.2239	1.9411
5	2.1756	4.8817	4.4026	23	3.9898	6.4322	4.3736
6	0.7496	2.0660	4.0169	24	0.9526	2.0942	1.7001
7	1.7425	5.4907	6.1315	25	1.7286	4.4298	3.8441
8	0.8568	1.5349	1.9873	26	3.7441	21.149	2.4607
9	1.2694	2.5084	3.4348	27	0.8978	1.4073	1.4797
10	0.7885	1.9142	1.8613	28	3.2228	6.0837	6.8383
11	0.4016	1.5193	2.2574	29	4.6434	9.7215	5.8315
12	0.4835	1.5453	1.5671	30	0.3775	0.6200	0.4345
13	1.1909	2.1067	1.9262	31	3.4034	4.9079	4.0202
14	0.4097	1.6049	0.9560	32	0.5010	0.4901	1.4480
15	1.2077	2.8647	3.5028	33	0.8918	1.2635	1.5041
16	2.9311	6.2240	2.5469	34	0.0535	0.1283	0.0881
17	1.1739	2.5949	3.1710	35	0.1567	0.3000	0.3508
18	1.2233	7.2410	10.851	36	0.1735	0.5305	0.2546

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลวิเคราะห์อัตราส่วนเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากผลิตภัณฑ์ต่อโดโคเซน (ต่อ)

การทดลองที่	อัตราส่วนต่อโดโคเซน			การทดลองที่	อัตราส่วนต่อโดโคเซน		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน		เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
37	0.1478	0.0930	0.1733	43	0.1334	0.1789	0.2724
38	0.1061	0.1671	0.1631	44	1.3087	3.3062	1.4651
39	0.4285	0.5252	0.5848	45	0.2632	0.2147	0.1873
40	0.0976	0.3605	0.2795	46	0.1675	1.3225	1.0133
41	0.0075	0.0581	0.0955	47	2.1484	5.2836	3.7168
42	0.1625	0.4249	0.4731	48	0.2308	0.6465	0.6238

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากคอลเดนเสท

ปริมาตรคอลเดนเสทเริ่มต้น 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

การทดลองที่	ความเข้มข้น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
1	0.0192	0.0214	0.0222	0.3847	0.4289	0.4446
2	0.0517	0.0534	0.0484	1.0339	1.0684	0.9676
3	0.0657	0.0538	0.0594	1.3142	1.0754	1.1874
4	0.0134	0.0158	0.0176	0.2679	0.3161	0.3520
5	0.0184	0.0231	0.0335	0.3689	0.4621	0.6702
6	0.0234	0.0310	0.0293	0.4681	0.6209	0.5858
7	0.0430	0.0464	0.0458	0.8609	0.9283	0.9160
8	0.0661	0.0712	0.0796	1.3223	1.4231	1.5916
9	0.0481	0.0620	0.0575	0.9625	1.2409	1.1492
10	0.0639	0.0714	0.0806	1.2786	1.4286	1.6125
11	0.0115	0.0206	0.0236	0.2295	0.4123	0.4717
12	0.0075	0.0145	0.0183	0.1498	0.2897	0.3650
13	0.0103	0.0185	0.0213	0.2066	0.3707	0.4263
14	0.0108	0.0240	0.0302	0.2154	0.4809	0.6047
15	0.0574	0.0723	0.0838	1.1474	1.4450	1.6753
16	0.0425	0.0544	0.0531	0.8500	1.0866	1.0616

ตารางที่ ฆ.4 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากคอนเดนเสท (ต่อ)

การทดลองที่	ความเข้มข้น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
17	0.0663	0.0704	0.0638	1.3253	1.4075	1.2768
18	0.0272	0.0216	0.0318	0.5442	0.8618	0.6352
19	0.0218	0.0259	0.0252	0.4359	0.5174	0.5031
20	0.0205	0.0325	0.0351	0.4091	0.6508	0.7012
21	0.0147	0.0185	0.0189	0.2938	0.3270	0.3787
22	0.0486	0.0733	0.0880	0.9726	1.4670	1.7590
23	0.0455	0.0440	0.0517	0.9100	0.8807	1.0344
24	0.0084	0.0117	0.0144	0.1676	0.2333	0.2875
25	0.0329	0.0407	0.0434	0.6585	0.8143	0.8670
26	0.0209	0.0523	0.0358	0.4179	1.0465	0.7154
27	0.0503	0.0652	0.0576	1.0063	1.3047	1.1517
28	0.0399	0.0744	0.0921	0.7977	1.4889	1.8428
29	0.0266	0.0378	0.0358	0.5327	0.7560	0.7158
30	0.0202	0.0278	0.0244	0.4047	0.5569	0.4880
31	0.0930	0.0936	0.0855	1.8592	1.8726	1.7096
32	0.0375	0.0521	0.0759	0.7509	1.0421	1.5171
33	0.0709	0.0811	0.0720	1.4180	1.6215	1.4402

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากคอนเดนเสท (ต่อ)

การทดลองที่	ความเข้มข้น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
34	0.0311	0.0755	0.0963	0.6229	1.5108	1.9265
35	0.0442	0.0437	0.0444	0.8832	0.8733	0.8884
36	0.0290	0.0758	0.0974	0.5792	1.5163	1.9474
37	0.0205	0.0240	0.0288	0.4101	0.4797	0.5750
38	0.0268	0.0761	0.0984	0.5354	1.5218	1.9684
39	0.0236	0.0629	0.0956	0.4723	1.2578	1.9128
40	0.0228	0.0272	0.0288	0.4559	0.5433	0.5754
41	0.0235	0.0765	0.1000	0.4699	1.5300	1.9998
42	0.0224	0.0766	0.1005	0.4480	1.5327	2.0102
43	0.0232	0.0368	0.0370	0.4642	0.7354	0.7393
44	0.0550	0.0561	0.0623	1.1005	1.1217	1.2464
45	0.0121	0.0137	0.0170	0.2426	0.2733	0.3398
46	0.0180	0.0772	0.1026	0.3606	1.5437	2.0521
47	0.0851	0.1042	0.0904	1.7028	2.0835	1.8084
48	0.0158	0.0775	0.1037	0.3169	1.5492	2.0730

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากผลิตภัณฑ์

การทดลองที่	ความเข้มข้น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			ปริมาตรผลิตภัณฑ์ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน		เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
1	0.0106	0.0157	0.0199	14.8916	0.1573	0.2345	0.2960
2	0.0096	0.0162	0.0197	15.5641	0.1496	0.2520	0.3074
3	0.0189	0.0298	0.0333	14.5121	0.2744	0.4325	0.4829
4	0.0106	0.0166	0.0154	13.5212	0.1433	0.2245	0.4584
5	0.0233	0.0397	0.0364	13.4871	0.3144	0.5360	0.4912
6	0.0087	0.0172	0.0335	15.5916	0.1360	0.2678	0.5226
7	0.0189	0.0446	0.0494	15.1916	0.2869	0.6779	0.7508
8	0.0098	0.0129	0.0183	13.5682	0.1332	0.1753	0.2477
9	0.0140	0.0207	0.0291	15.3008	0.1971	0.3170	0.4459
10	0.0091	0.0160	0.0173	13.4234	0.1224	0.2142	0.2324
11	0.0052	0.0128	0.0203	15.3916	0.0794	0.1969	0.2974
12	0.0060	0.0130	0.0151	13.3620	0.0802	0.1737	0.2018
13	0.0132	0.0175	0.0178	11.8065	0.1515	0.3283	0.1927
14	0.0052	0.0135	0.0105	12.0065	0.0630	0.1618	0.1261
15	0.0134	0.0236	0.0297	11.8873	0.1594	0.2803	0.3525
16	0.0310	0.0505	0.0225	10.9053	0.2361	0.3719	0.2450

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

การทดลองที่	ความเข้มข้น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			ปริมาตรผลิตภัณฑ์ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน		เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
17	0.0131	0.0214	0.0272	11.3420	0.1482	0.2429	0.3080
18	0.0136	0.0587	0.0849	12.3034	0.1670	0.5572	0.5713
19	0.0125	0.0271	0.0420	8.4905	0.1059	0.2299	0.2420
20	0.0116	0.0164	0.0228	13.0603	0.1520	0.2137	0.2976
21	0.0175	0.0285	0.0287	12.9360	0.1868	0.2717	0.2449
22	0.0092	0.0184	0.0179	10.3418	0.0951	0.1907	0.1852
23	0.0419	0.0522	0.0362	11.5866	0.4852	0.6045	0.4195
24	0.0108	0.0174	0.0161	11.7807	0.1272	0.2050	0.1897
25	0.0187	0.0361	0.0322	10.0705	0.1887	0.3638	0.3245
26	0.0394	0.1701	0.0218	8.9428	0.3520	1.5216	0.1951
27	0.0410	0.0476	0.0578	9.1806	0.3760	0.4368	0.5304
28	0.1361	0.1975	0.2189	7.7168	0.5306	0.8048	0.7521
29	0.0486	0.0785	0.0472	9.8177	0.4768	0.7711	0.4630
30	0.0197	0.0223	0.0263	8.0900	0.1591	0.1807	0.2131
31	0.1435	0.1598	0.1342	8.0340	0.7082	1.0922	0.8775
32	0.0247	0.0182	0.0568	11.0344	0.2727	0.2005	0.6270
33	0.0407	0.0430	0.0585	8.8708	0.3611	0.3811	0.5190
34	0.0064	0.0066	0.0159	11.4000	0.0729	0.0749	0.1815

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

การทดลองที่	ความเข้มข้น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)			ปริมาตรผลิตภัณฑ์ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน		เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
35	0.0106	0.0121	0.0238	7.1440	0.0759	0.0862	0.1702
36	0.0113	0.0195	0.0209	11.7820	0.1332	0.2293	0.2466
37	0.0103	0.0054	0.0185	10.0080	0.1347	0.0544	0.3247
38	0.0086	0.0078	0.0182	11.0440	0.0944	0.0863	0.2007
39	0.0217	0.0193	0.0309	7.1294	0.1551	0.1376	0.2200
40	0.0082	0.0140	0.0217	11.5420	0.0947	0.1617	0.2502
41	0.0045	0.0043	0.0161	9.8960	0.0447	0.0913	0.1597
42	0.0109	0.0161	0.0275	9.3120	0.1011	0.1497	0.2561
43	0.0024	0.0020	0.0054	6.2760	0.0152	0.0128	0.0337
44	0.0578	0.1085	0.0573	10.0080	0.5782	1.0855	0.5738
45	0.0150	0.0093	0.0189	5.1926	0.0778	0.0485	0.0981
46	0.0111	0.0449	0.0437	9.6216	0.1065	0.4316	0.4209
47	0.0921	0.1719	0.1251	8.6920	0.8009	1.4938	1.0870
48	0.0137	0.0232	0.0320	9.4200	0.1286	0.2184	0.3017

ตารางที่ ช.6 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน ระหว่างคอนเดนเสทและผลิตภัณฑ์

การทดลองที่	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลง			การทดลองที่	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลง		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน		เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
1	-59.12	-45.33	-33.43	19	-75.70	-55.57	-51.90
2	-85.53	-76.42	-68.23	20	-62.84	-67.16	-57.55
3	-79.12	-59.78	-59.33	21	-36.43	-16.91	-35.34
4	-46.51	-28.99	30.22	22	-90.23	-87.00	-89.47
5	-14.77	15.99	-26.71	23	-46.68	-31.36	-59.45
6	-70.95	-56.88	-10.78	24	-24.08	-12.12	-34.02
7	-66.68	-26.97	-18.04	25	-71.34	-55.33	-62.57
8	-89.92	-87.68	-84.43	26	-15.76	45.40	-72.72
9	-79.52	-74.45	-61.20	27	-62.64	-66.52	-53.95
10	-90.43	-85.01	-85.59	28	-33.49	-45.95	-59.19
11	-65.38	-52.24	-36.95	29	-10.49	2.00	-35.31
12	-46.46	-40.05	-44.72	30	-60.70	-67.56	-56.34
13	-26.65	-11.44	-54.79	31	-61.91	-41.67	-48.67
14	-70.76	-66.35	-79.14	32	-63.69	-80.76	-58.67
15	-86.11	-80.61	-78.96	33	-74.53	-76.49	-63.96
16	-72.22	-65.84	-76.92	34	-88.29	-95.04	-90.58
17	-88.82	-82.74	-75.87	35	-91.41	-90.13	-80.85
18	-69.32	-35.34	-10.05	36	-77.00	-84.88	-87.34

ตารางที่ ช.6 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน ระหว่างคอนเดนเสทและผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

การทดลองที่	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลง			การทดลองที่	เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลง		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน		เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
37	-67.18	-88.66	-43.53	43	-96.73	-98.25	-95.45
38	-82.36	-94.33	-89.80	44	-47.46	-3.23	-53.96
39	-67.17	-89.06	-88.50	45	-67.94	-82.26	-71.12
40	-79.24	-70.23	-56.52	46	-70.47	-72.04	-79.49
41	-90.49	-94.03	-92.01	47	-52.97	-28.30	-39.90
42	-77.43	-90.23	-87.26	48	-59.41	-85.90	-85.45

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนจากการทดลอง

การทดลองที่	พื้นที่ใต้กราฟ	ปริมาตรก๊าซ (ลิตร)	น้ำหนักก๊าซมีเทน (กรัม)
1	12724	3.420	0.0234
2	31745	4.500	0.0770
3	4420	6.840	0.0163
4	40860	4.320	0.0951
5	64553	4.230	0.1471
6	24255	4.365	0.0570
7	15948	4.680	0.0402
8	32191	5.760	0.0999
9	22601	5.130	0.0625
10	20099	6.120	0.0663
11	11918	6.300	0.0404
12	18954	6.840	0.0698
13	29064	4.140	0.0648
14	54659	4.320	0.1272
15	66273	4.860	0.1735
16	77767	5.355	0.2243
17	51297	5.400	0.1492
18	46359	3.330	0.0832
19	204111	5.760	0.6333

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนจากการทดลอง (ต่อ)

การทดลองที่	พื้นที่ใต้กราฟ	ปริมาตรก๊าซ (ลิตร)	น้ำหนักก๊าซมีเทน (กรัม)
20	75173	3.780	0.1531
21	78099	3.780	0.1590
22	107857	6.480	0.3765
23	17899	6.030	0.0581
24	35957	6.390	0.1238
25	50370	6.930	0.1880
26	162426	5.040	0.4410
27	167992	4.410	0.3991
28	253247	4.680	0.6385
29	139070	4.230	0.3169
30	308539	6.165	1.0247
31	300108	6.930	1.1204
32	267252	6.660	0.9588
33	210725	5.040	0.5721
34	271811	5.310	0.7775
35	376570	4.590	0.9311
36	159908	4.860	0.4187
37	141516	6.030	0.4597
38	324606	4.770	0.8341

ตารางที่ ข.7 ข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนจากการทดลอง (ต่อ)

การทดลองที่	พื้นที่ใต้กราฟ	ปริมาตรก๊าซ (ลิตร)	น้ำหนักก๊าซมีเทน (กรัม)
39	426055	4.950	1.1361
40	63845	3.690	0.1269
41	248960	4.500	0.6035
42	255276	5.580	0.7673
43	243062	6.390	0.8367
44	38360	4.230	0.0874
45	224524	4.320	0.5225
46	200402	3.150	0.3401
47	168468	5.220	0.4737
48	285857	3.960	0.6098

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.8 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ก๊าซผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจากการทดลอง

การทดลองที่	เปอร์เซนต์ก๊าซผลิตภัณฑ์รวม	การทดลองที่	เปอร์เซนต์ก๊าซผลิตภัณฑ์รวม	การทดลองที่	เปอร์เซนต์ก๊าซผลิตภัณฑ์รวม
1	0.8924	17	7.2412	33	24.6936
2	3.4040	18	6.0692	34	28.2002
3	0.7555	19	23.6996	35	32.8470
4	4.6281	20	12.3807	36	12.3647
5	6.5154	21	9.9449	37	10.0341
6	3.5133	22	6.8630	38	29.1352
7	1.5131	23	2.8472	39	33.6390
8	4.0495	24	5.9576	40	4.4708
9	2.1018	25	6.7588	41	14.7985
10	2.0508	26	24.9207	42	33.5978
11	2.4278	27	20.5375	43	19.5098
12	5.0204	28	32.0131	44	6.6688
13	3.8919	29	14.4342	45	20.2776
14	5.0728	30	25.3606	46	19.0851
15	7.2212	31	35.3453	47	25.1949
16	9.6500	32	27.1961	48	33.6925

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.9 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ของโค้กบนตัวเร่งปฏิกิริยา

น้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยาก่อนการทดลอง 1 กรัม

การทดลองที่	น้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยาและโค้ก (กรัม)	เปอร์เซนต์โค้ก	การทดลองที่	น้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยาและโค้ก (กรัม)	เปอร์เซนต์โค้ก
1	-	-	18	-	-
2	-	-	19	-	-
3	-	-	20	1.1250	12.50
4	1.0702	7.02	21	1.0809	8.09
5	1.0815	8.15	22	1.1704	17.04
6	1.0540	5.40	23	1.0450	4.50
7	1.0450	4.50	24	-	-
8	1.0607	6.07	25	1.0750	7.50
9	1.0513	5.13	26	1.1006	10.06
10	1.0550	5.50	27	-	-
11	1.0453	4.53	28	1.2603	26.03
12	-	-	29	1.1311	13.11
13	-	-	30	1.1800	18.00
14	1.0542	5.42	31	-	-
15	1.0912	9.12	32	1.2205	22.05
16	1.0650	6.50	33	1.2007	20.07
17	-	-	34	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.9 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ของโค้กบนตัวเร่งปฏิกิริยา (ต่อ)

การทดลองที่	น้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยาและโค้ก (กรัม)	เปอร์เซนต์โค้ก	การทดลองที่	น้ำหนักตัวเร่งปฏิกิริยาและโค้ก (กรัม)	เปอร์เซนต์โค้ก
35	1.2802	28.02	42	-	-
36	1.3203	32.03	43	1.3106	31.06
37	1.2901	29.01	44	-	-
38	1.3313	33.13	45	1.2650	26.50
39	1.2350	23.50	46	1.2910	29.10
40	-	-	47	1.1050	10.50
41	-	-	48	1.3108	31.08

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.10 ข้อมูลวิเคราะห์เปอร์เซนต์ของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน ระหว่างคอนเดนเสท และผลิตภัณฑ์ ภายใต้สภาวะการเพิ่มปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาและบรรยากาศก๊าซไฮโดรเจน

การทดลองที่	น้ำหนักสารตั้งต้น(กรัม)			น้ำหนักผลิตภัณฑ์ (กรัม)			เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลง		
	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน	เบนซีน	โทลูอีน	ไซลีน
1	0.648	0.630	0.498	0.303	0.485	0.448	-53.32	-22.90	-9.96
2	0.448	0.590	0.481	0.368	0.583	0.544	-17.88	-1.09	13.13
3	0.576	0.611	0.486	0.373	0.589	0.550	-35.24	-3.60	13.16
4	0.779	1.046	0.897	0.439	0.900	0.953	-43.70	-13.91	-8.84
5	0.586	0.809	0.689	0.418	0.856	0.905	-28.66	5.75	11.76
6	0.392	0.574	0.481	0.438	0.829	0.792	11.76	44.49	37.96
7	0.575	0.610	0.486	0.418	0.790	0.751	-27.42	29.30	22.97

หมายเหตุ: 1 เป็นสภาวะการทดลองที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส ความดัน 120 พีเอสไอจี ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 4 กรัม ภายใต้บรรยากาศก๊าซไนโตรเจน เวลาที่ใช้ในการทดลอง 3 นาที

2, 3, 4, 5, 6 และ 7 เป็นสภาวะการทดลองที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส ความดัน 120 พีเอสไอจี ภายใต้บรรยากาศก๊าซไฮโดรเจน เวลาที่ใช้ในการทดลอง 3 นาที ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 4, 4, 10, 10, 20 และ 20 กรัม ตามลำดับ

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลวิเคราะห์สารตัวอย่างมาตรฐานเบนซีน โทลูอีน และไซลีน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลวิเคราะห์สารตัวอย่างมาตรฐานเบนซีน โทลูอีน และไซลีน

สารมาตรฐาน	ปริมาตรสารมาตรฐาน (ไมโครลิตร)	อัตราส่วนต่อโดโคเซน
เบนซีน	0	0.0000
	20	1.4087
	40	3.4344
	60	5.0510
โทลูอีน	0	0.0000
	20	1.9103
	40	4.2794
	60	6.3437
ไซลีน	0	0.0000
	20	1.1798
	40	4.1229
	60	6.6280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

วิธีการวิเคราะห์

1. การหาสมการสารตัวอย่างมาตรฐาน

1.1 การเตรียมสารตัวอย่างมาตรฐาน เบนซีน โทลูอีน และไซลีน

เครื่องมือ เครื่องวิเคราะห์สาร (ITD Chromatography)

วิธีการเตรียม

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน (โดโคเซนในนอร์มอลเฮกเซน) ความเข้มข้น 0.1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2. เตรียมสารตัวอย่างมาตรฐาน 20 ไมโครลิตร ผสมกับตัวทำละลาย (ไซโคลเฮกเซน) กระทั่งได้ปริมาตรของสารละลาย 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในหลอดเก็บสารชนิดมีฝาปิด

3. เติมสารละลายมาตรฐาน ลงในหลอดเก็บสารจนได้ปริมาตรของสารละลาย 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. เตรียมสารตัวอย่างมาตรฐานซ้ำข้อ 1 ถึง 3 เปลี่ยนปริมาตรของสารตัวอย่างมาตรฐาน จาก 20 ไมโครลิตร เป็น 40 และ 60 ไมโครลิตร ตามลำดับ

1.2 การสร้างสมการสารตัวอย่างมาตรฐาน

ข้อมูลสารมาตรฐานต่าง ๆ จากภาคผนวก ค สามารถนำมาเขียนกราฟได้สมการเส้นตรง 3 สมการ แยกตามชนิดของสารมาตรฐานได้ดังนี้

สมการสารตัวอย่างมาตรฐาน เบนซีน

$$Y = 0.0859\ X - 0.1028 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (22)$$

เมื่อ Y = อัตราส่วนต่อโคโลเซน

X = ปริมาตรสารมาตรฐาน (ไมโครลิตร)

จากสมการ 22 ข้างต้น

ค่า R Squared มีค่าเท่ากับ 0.9894

สมการสารตัวอย่างมาตรฐาน โทลูอีน

$$Y = 0.1070\ X - 0.0765 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (23)$$

เมื่อ Y = อัตราส่วนต่อโคโลเซน

X = ปริมาตรสารมาตรฐาน (ไมโครลิตร)

จากสมการ 23 ข้างต้น

ค่า R Squared มีค่าเท่ากับ 0.9962

สมการสารตัวอย่างมาตรฐาน ไซลีน

$$Y = 0.1141\ X - 0.4412 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (24)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อ Y = อัตราส่วนต่อโคโลเซน

X = ปริมาตรสารมาตรฐาน (ไมโครลิตร)

จากสมการ 24 ข้างต้น

ค่า R Squared มีค่าเท่ากับ 0.9727

2. การหาน้ำหนักของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากคอนเดนเสทและผลิตภัณฑ์

ความเข้มข้นของเบนซีนมาตรฐาน = 0.8790 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ความเข้มข้นของโทลูอีนมาตรฐาน = 0.8577 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ความเข้มข้นของไซลีนมาตรฐาน = 0.8579 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

จากข้อ 1 ความเข้มข้นของสารตัวอย่างมาตรฐานที่ปริมาตร 20, 40 และ 60 ไมโครลิตร เป็นดังนี้

ปริมาตรของสารตัวอย่างมาตรฐาน 20 ไมโครลิตร

ความเข้มข้นของเบนซีน = 0.0035 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ความเข้มข้นของโทลูอีน = 0.0034 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ความเข้มข้นของไซลีน = 0.0034 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ปริมาตรของสารตัวอย่างมาตรฐาน 40 ไมโครลิตร

ความเข้มข้นของเบนซีน = 0.0070 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ความเข้มข้นของโทลูอีน = 0.0069 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ความเข้มข้นของไซลีน = 0.0069 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ปริมาตรของสารตัวอย่างมาตรฐาน 60 ไมโครลิตร

ความเข้มข้นของเบนซีน = 0.0106 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ความเข้มข้นของโทลูอีน = 0.0103 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ความเข้มข้นของไซลีน = 0.0103 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ขั้นตอนการคำนวณ

2.1 แทนค่าผลวิเคราะห์อัตราส่วนของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน ต่อโดโคเซน ในสมการทั้ง 3 ข้างต้น ตามลำดับ

2.2 นำค่าปริมาตรของสารทั้ง 3 ที่คำนวณได้จาก 2.1 มาคำนวณเป็นความเข้มข้นของสาร โดยอาศัยความเข้มข้นของสารมาตรฐานทั้ง 3

2.3 นำค่าความเข้มข้นของสารทั้ง 3 คูณด้วยปริมาตรของของเหลว ในกรณีของสารตั้งต้น ปริมาตรของคอนเดนเสทเท่ากับ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. การหาเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$P = (W_2 - W_1)/W_1 \times 100 \quad \text{..... (25)}$$

เมื่อ P = เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลง

W_1 = น้ำหนักของสารแต่ละชนิดในคอนเดนเสท (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของสารแต่ละชนิดในส่วนผลิตภัณฑ์ (กรัม)

4. การหาเปอร์เซนต์โค้กบนตัวเร่งปฏิกิริยา

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$R = (W_3 - 1) \times 100 \quad \text{..... (26)}$$

เมื่อ R = เปอร์เซนต์โค้กบนตัวเร่งปฏิกิริยา

W_3 = น้ำหนักทั้งหมดของตัวเร่งปฏิกิริยาหลังการทดลอง (กรัม)

5. การหาปริมาณก๊าซมีเทนในส่วนของก๊าซผลิตภัณฑ์

ก๊าซมีเทนมาตรฐาน ความบริสุทธิ์ 99 เปอร์เซนต์

พื้นที่ใต้กราฟก๊าซมีเทน จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

มีค่าเท่ากับ 1,317,120.5

ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

มีค่าเท่ากับ 0.7167 กรัมต่อลิตร

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$M = A_1/1,317,120.5 \times 99 \quad \text{..... (27)}$$

เมื่อ M = เปอร์เซนต์ของก๊าซมีเทนในก๊าซผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

A_1 = พื้นที่ใต้กราฟของก๊าซมีเทน

$$V = M \times T \text{ (vol)} \qquad \text{..... (28)}$$

เมื่อ V = ปริมาตรของก๊าซมีเทนในก๊าซผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ลิตร)

T (vol) = ปริมาตรก๊าซผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ลิตร)

$$W_4 = 0.7167\ V \qquad \text{..... (29)}$$

เมื่อ W_4 = ปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซผลิตภัณฑ์ (กรัม)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณน้ำหนักของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน จากคอนเดนเสทและผลิตภัณฑ์

ใช้ผลวิเคราะห์ของตัวอย่างการทดลองหมายเลข 4

ในกรณีของคอนเดนเสท

อัตราส่วนของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน ต่อโคโคเซนมีค่าเท่ากับ 1.2064, 1.8952 และ 1.8997 ตามลำดับ

แทนค่าอัตราส่วนของสารทั้ง 3 ในสมการ 22, 23 และ 24 ของภาคผนวก ง

จากสมการ 22

$$Y = 0.0859\ X - 0.1028$$

ได้ $$1.2064 = 0.0859\ X - 0.1028$$

$$X = 15.2410$$

ดังนั้น ปริมาตรของเบนซีนมีค่าเทียบเท่ากับ 15.2410 ไมโครลิตร

จากความเข้มข้นของเบนซีนมาตรฐาน 0.0035 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้จากเบนซีนมาตรฐาน 20 ไมโครลิตร ในสารตัวอย่างวิเคราะห์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้ ความเข้มข้นเบนซีนในคอนเดนเสท = 15.2410 x 0.0035/20

= 0.0027 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เนื่องจากคอนเดนเสทก่อนนำไปวิเคราะห์ถูกเจือจางลง 5 เท่า โดยคอนเดนเสท 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางโดยตัวทำละลายไซโคลเฮกเซน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสารละลายมาตรฐานโดโดเซน 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ดังนั้น ความเข้มข้นเบนซีนที่แท้จริง = 0.0134 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

น้ำหนักเบนซีน = 0.2679 กรัม

จากสมการ 23

$$Y = 0.1070 X - 0.0765$$

ได้ $$1.8952 = 0.1070 X - 0.0765$$

$$X = 18.4271$$

ดังนั้น ปริมาตรของโทลูอีนมีค่าเทียบเท่ากับ 18.4271 ไมโครลิตร

จากความเข้มข้นของโทลูอีนมาตรฐาน 0.0034 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้จากโทลูอีนมาตรฐาน 20 ไมโครลิตร ในสารตัวอย่างวิเคราะห์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ได้ ความเข้มข้นโทลูอีนในคอนเดนเสท = 18.4271 x 0.0034/20

= 0.0031 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เนื่องจากวิธีการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้างต้น

ดังนั้น ความเข้มข้นโทลูอีนที่แท้จริง = 0.0158 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

น้ำหนักโทลูอีน = 0.3161 กรัม

จากสมการ 24

$$Y = 0.1141\ x - 0.4412$$

ได้ $1.8997 = 0.1141\ X - 0.4412$

$$X = 20.5162$$

ดังนั้น ปริมาตรของไซลีนมีค่าเทียบเท่ากับ 20.5162 ไมโครลิตร

จากความเข้มข้นของไซลีนมาตรฐาน 0.0034 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้จากไซลีนมาตรฐาน 20 ไมโครลิตร ในสารตัวอย่างวิเคราะห์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ได้ ความเข้มข้นไซลีนในคอนเดนเสท = 20.5162 x 0.0034/20

= 0.0035 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เนื่องจากวิธีการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้างต้น

ดังนั้น ความเข้มข้นไซลีนที่แท้จริง = 0.0176 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

น้ำหนักไซลีน = 0.3520 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในกรณีของผลิตภัณฑ์

อัตราส่วนของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน ต่อโคโคเซนมีค่าเท่ากับ 0.9331, 1.9944 และ 1.6070 ตามลำดับ

แทนค่าอัตราส่วนของสารทั้ง 3 ในสมการ 22, 23 และ 24 ของภาคผนวก ง

จากสมการ 22

$$Y = 0.0859\ X - 0.1028$$

ได้ $$0.9331 = 0.0859\ X - 0.1028$$

$$X = 12.0594$$

ดังนั้น ปริมาตรของเบนซีนมีค่าเทียบเท่ากับ 12.0594 ไมโครลิตร

จากความเข้มข้นของเบนซีนมาตรฐาน 0.0035 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้จากเบนซีนมาตรฐาน 20 ไมโครลิตร ในสารตัวอย่างวิเคราะห์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ได้ ความเข้มข้นเบนซีนในผลิตภัณฑ์ = 12.0594 x 0.0035/20

= 0.0021 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปวิเคราะห์ถูกเจือจางลง 5 เท่า โดยผลิตภัณฑ์จากการทดลอง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยตัวทำละลายไซโคลเฮกเซน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสารละลายมาตรฐานโคโคเซน 3 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ดังนั้น ความเข้มข้นเบนซีนที่แท้จริง = 0.0106 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

จากปริมาตรของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด = 13.5212 ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้ำหนักเบนซีน = 0.1433 กรัม

จากสมการ 23

$$Y = 0.1070\ X - 0.0765$$

ได้ $$1.9944 = 0.1070\ X - 0.0765$$

$$X = 19.3542$$

ดังนั้น ปริมาตรของโทลูอีนมีค่าเทียบเท่ากับ 19.3542 ไมโครลิตร

จากความเข้มข้นของโทลูอีนมาตรฐาน 0.0034 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้จากโทลูอีนมาตรฐาน 20 ไมโครลิตร ในสารตัวอย่างวิเคราะห์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ได้ ความเข้มข้นโทลูอีนในผลิตภัณฑ์ = 19.3542 x 0.0034/20

= 0.0033 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เนื่องจากวิธีการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้างต้น

ดังนั้น ความเข้มข้นโทลูอีนที่แท้จริง = 0.0166 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

จากปริมาตรของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด = 13.5212 ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้ำหนักโทลูอีน = 0.2245 กรัม

จากสมการ 24

$$Y = 0.1141\ x - 0.4412$$

ได้ $$1.6070 = 0.1141\ X - 0.4412$$

$$X = 17.9509$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้น ปริมาตรของไซลีนมีค่าเทียบเท่ากับ 17.9509 ไมโครลิตร

จากความเข้มข้นของไซลีนมาตรฐาน 0.0034 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ได้จากไซลีนมาตรฐาน 20 ไมโครลิตร ในสารตัวอย่างวิเคราะห์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ได้ ความเข้มข้นไซลีนในผลิตภัณฑ์ = 17.9509 x 0.0034/20

= 0.0031 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

เนื่องจากวิธีการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้างต้น

ดังนั้น ความเข้มข้นไซลีนที่แท้จริง = 0.0154 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

จากปริมาตรของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด = 13.5212 ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้ำหนักไซลีน = 0.4584 กรัม

2. <u>การคำนวณเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของเบนซีน โทลูอีน และไซลีน</u>

จากสมการ 25 ภาคผนวก ง

$$P = (W_2 - W_1)/W_1 \times 100$$

เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของเบนซีน

$$P = (0.1433-0.2679)/0.2679 \times 100$$

$$= - 46.51 \%$$

เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของโทลูอีน

$$P = (0.2245-0.3161)/0.3161 \times 100$$

$$= - 28.99 \%$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงของไซลีน

$$P = (0.4584-0.3520)/0.3520 \times 100$$

$$= 30.22\ \%$$

3. การคำนวณเปอร์เซนต์โค้กบนตัวเร่งปฏิกิริยา

จากสมการ 26 ภาคผนวก ง

$$R = (W_3 - 1) \times 100$$

เปอร์เซนต์โค้กบนตัวเร่งปฏิกิริยา

$$R = (1.0702-1) \times 100$$

$$= 7.02\ \%$$

4. การคำนวณปริมาณก๊าซมีเทน

จากสมการ 27 ภาคผนวก ง

$$M = A_1/1,317,120.5 \times 99$$

$A_1 = 40860$

ดังนั้นเปอร์เซนต์ของก๊าซมีเทนในก๊าซผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

$$M = 40,860/1,317,120.5 \times 99$$

$$= 3.0712\ \%$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากสมการ 28 ภาคผนวก ง

$$V = M \times T \text{ (vol)}$$

T (vol) = 4.32 ลิตร

ได้ว่าปริมาตรก๊าซมีเทนในก๊าซผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

$$V = (3.0712/100) \times 4.32$$

$$= 0.1327 \text{ ลิตร}$$

จากสมการ 29 ภาคผนวก ง

$$W_4 = 0.7167\ V$$

ปริมาณก๊าซมีเทนในก๊าซผลิตภัณฑ์

$$W_4 = 0.7167 \times 0.1327$$

$$= 0.0951 \text{ กรัม}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายปฏิพัทธ์ ฉายาพันธุ์ เกิดวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ.2511 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีวิศวกรรม ภาควิชาเคมีเทคนิค จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย