

การประยุกต์ใช้สมการสถานะแบบควอติกสำหรับระบบสารผสมสององค์ประกอบ

นางสาว พัชรี แสงสุทธิจิรติกุล



ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-636-647-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF GENERALIZED QUARTIC EQUATION OF STATE
TO BINARY MIXTURES

MISS. PATCHAREE SAENGSUTTICHARITGUL

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Chemical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic year 1996

ISBN 974-636-647-5

Thesis Title APPLICATION OF GENERALIZED QUARTIC EQUATION
OF STATE TO BINARY MIXTURES

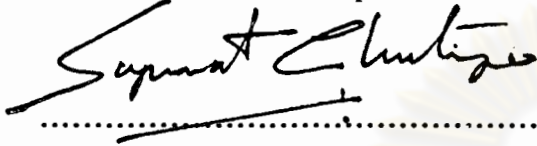
By MISS PATCHAREE SAENGSUTTICHARITGUL

Department CHEMICAL ENGINEERING

Thesis Advisor ASSOCIATE PROFESSOR KROEKCHAI SUKANJANAJTEE ,Ph.D.

Accepted by the Graduate School , Chulalongkorn University

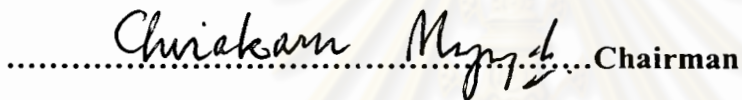
in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master 's Degree



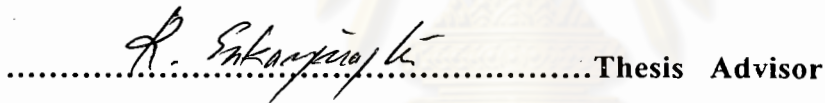
.....Dean of Graduate School

(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)

THESIS COMMITTEE



.....Chairman
(Associate Professor Chirakarn Muangnapoh , Ph.D.)



.....Thesis Advisor
(Associate Professor Kroekchai Sukanjanajtee , Ph.D.)



.....Member
(Siriporn Pavawongsak ,Ph.D.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

พัชรี แสงสุทธิจิรติกุล: การประยุกต์ใช้สมการสถานะแบบควอติกสำหรับสารผสมสององค์ประกอบ (APPLICATION OF GENERALIZED QUARTIC EQUATION OF STATE TO BINARY MIXTURES) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. เกริกชัย สุกาญจน์จิติ, 285 หน้า. ISBN 974-636-647-5.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการใช้งานสมการสถานะแบบควอติก (Quartic equation of state) สำหรับของไหลในระบบสารผสมที่เป็นระบบสององค์ประกอบ (Binary systems) ในงานวิจัยนี้ได้ทำการหาขอบเขตที่เหมาะสมในการใช้งานสมการสถานะดังกล่าว เพื่อนำมาใช้งานในการคำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ คือความดันไอ (Saturation Pressure) ของระบบว่า สามารถใช้ในการคำนวณในสารผสมกลุ่มใดบ้างที่ให้ผลแม่นยำและได้ทำการประยุกต์สมการที่ใช้งานอยู่แล้วกับระบบสารเดี่ยว โดยใช้ Mixing rule ที่เหมาะสม

จากงานวิจัยระบบสารผสมสององค์ประกอบที่ได้ศึกษาทั้งหมด 13 กลุ่มสาร ได้ทำการหาค่า Interaction parameter (K_{ij}) ของระบบ และจากการใช้สมการสถานะแบบควอติกดังกล่าวโดยประมาณค่า %AAD ต่ำกว่า 5% พบว่า สมการสถานะแบบควอติกสามารถนำมาใช้งานได้ดี กับระบบสารผสมดังต่อไปนี้ แอลกอฮอล์ (สายโมเลกุลสั้น) กับแอลกอฮอล์ (สายโมเลกุลยาว) , น้ำ กับกลุ่มสารจำพวก คีโตน และเอสเทอร์ , กรด (Hydroxy acids) กับสารจำพวกเอมีน , สารจำพวกเอสเทอร์เอมีน กับคีโตน , แอลกอฮอล์ กับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

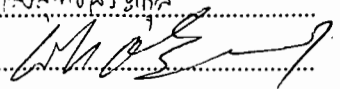
และในกลุ่มสารผสมที่ให้ค่า %AAD ที่สูงได้แก่ กลุ่มของน้ำกับสารจำพวกกรดและแอลกอฮอล์ กับ เอมีน , สารประกอบไนทริล กับเอมีน , เอสเทอร์กับสารพวกเอมีน , คีโตน กับสารจำพวกคลอโรไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น อย่างไรก็ตามความแม่นยำในการใช้งานสมการสถานะดังกล่าวกับระบบสารผสมสององค์ประกอบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับค่าความดัน และ ค่าของอุณหภูมิ ที่ใช้ในระบบ และในงานวิจัยนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำการใช้งานสมการสถานะดังกล่าวกับสมการสถานะของ Peng -Robinson อีกด้วย

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี

สาขาวิชา

ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิสิต พ.ช.ร. (แสงสุทธิจติกุล)

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

C817095 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORD QUARTIC / EQUATION OF STATE / BINARY MIXTURE

HATCHAREE SAENGSUTTICHARITGUL: APPLICATION OF GENERALIZED QUARTIC EQUATION OF STATE TO BINARY MIXTURES. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. KROEKCHAI SUKANJANAJTEE, Ph.D. 285 pp. ISBN 974-636-647-5

The principle aim of this study was to test the capabilities of Quartic equation of state for describing binary mixture properties. The proper expressions for the derived properties of mixtures were developed based on proper mixing rules.

Based on pure component classification of 5 groups, the binary mixtures in this work is 13 groups. The values of the interaction parameter (K_{ij}) were determined. According to this study, the Quartic EOS can be used with %AAD less than 5% for the following binary systems: alcohol & alcohol, water & ketone, water & ester, hydroxy acids & amine, ester & ketone, amine & ketone, alcohol & hydrocarbon, hydrocarbon & hydrocarbon. It is not accurate for the following binary systems: water & acids, alcohol & amine, amine & nitril compound, ester & amine, acid & dichloroethane, aldehyde & dichloroethane, hydrogen sulfide & hydrocarbon, alcohol & dimethyl sulfide, ketone & chlorohydrocarbon, ester & hydrocarbon, nitrohydrocarbon & chlorohydrocarbon.

However, accuracy depends on the temperature and pressure ranges, Comparative study with Peng - Robinson EOS was also performed.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี

สาขาวิชา.....

ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิสิต..... พชร ใสสุพรรณกิจ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express her gratitude to her advisor, Associate Professor Dr. Kroekchai Sukanjanajtee, for his encourage guidance, supervision and helpful suggestion throughout this research. She is also grateful to Associate Professor Dr. Chirakarn Muangnapoh , Dr. Siriporn Pavawongsak for searving as chairman and member of thesis committee ,respectively , Whose comments have especially helpful .

And many thanks go to her brother Mr. Pairote Saengsutthicharitgul for his initiative guidance and his valuable help about computer program. Futhermore, many thanks go to her friends and all those who encourage her over the year of her study.

Finally , she wishes to convey her deep appreciation to her family members who always mean so much to her mind.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTENTS

	Page
ABSTRACT (IN THAI).....	.i
ABSTRACT (IN ENGLISH).....	.ii
ACKNOWLEDGEMENTS.....	.iii
CONTENTS.....	.iv
LIST OF TABLESvi
LIST OF FIGURES.....	.xi
NOTATIONSxiii
 CHAPTER	
I INTRODUCTION	1
1.1 Equation of state.....	1
1.2 Generalized Quartic equation of state.....	1
1.3 The Objective of this work	2
1.4 The Scope of this work.....	2
II EQUATION OF STATE.....	3
2.1 Literature review.....	3
2.2 New Quartic Equation Of State.....	4
2.2.1 Pure Nonpolar Fluids.....	4
2.2.2 Pure Polar Fluids.....	10
2.3 Peng - Robinson Equation of state.....	16
III MIXING RULES AND COMPOUND CLASSIFICATION.....	18
3.1 Mixing rules.....	18
3.2 Compound Classification	20
IV CALCULATION PROCEDURES AND CALCULATION WORK.....	21
4.1 Determination of Kij.....	21

4.2	Determination of P_{cal}	21
4.3	Fibonacci Optimization Technique.....	21
4.4	Newton - Raphson Method.....	26
4.5	Derivation of fugacity coefficient equation.....	28
4.5.1	General Formula.....	28
4.5.2	ϕ_i Based on Quartic EOS.....	29
4.5.3	$\frac{\partial \hat{\phi}_i^L}{\partial P}$ and $\frac{\partial \hat{\phi}_i^V}{\partial P}$	46
V	RESULTS OF CALCULATION.....	54
VI	DISCUSSIONS AND CONCLUSION.....	194
6.1	Discussions.....	194
6.2	Conclusion.....	211
	REFERENCES.....	213
	APPENDIX.....	217
A	Calculation Programs.....	218
B	Explanation of Variables used in the Computer Program.....	276
C	Physical Properties Of Pure Substance.....	278
VITA	285

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

TABLE	PAGE
2.1 Quartic equation of state coefficients obtained by nonlinear regressions for 30 nonpolar compound data.....	15
5.1 Vapor pressure and %AAD for Water & 1,2 Propanediol system at 353 K using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	64
5.2 Vapor pressure and %AAD for Water & 1,2 Propanediol system at 373 K using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	65
5.3 Vapor pressure and %AAD for Water & HCL using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	66
5.4 Vapor pressure and %AAD for Water & Ethanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	67
5.5 Vapor pressure and %AAD for Water & Ammonia using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	68
5.6 Vapor pressure and %AAD for Propionic acid & Phenol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	69
5.7 Vapor pressure and %AAD for Water & Methanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	70
5.8 Vapor pressure and %AAD for Water & Ethanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	71
5.9 Vapor pressure and %AAD for Water & 1-Propanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	72
5.10 Vapor pressure and %AAD for Water & 2-Propanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	73
5.11 Vapor pressure and %AAD for Diethylamine & Methanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	74
5.12 Vapor pressure and %AAD for Methanol & Ethanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	75
5.13 Vapor pressure and %AAD for Methanol & 1-Octanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	76

5.14	Vapor pressure and %AAD for Ethanol & 1-Octanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	76
5.15	Vapor pressure and %AAD for Pyridine & Methanol using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	77
	Vapor pressure and %AAD for Water & Methyl Ethyl Ketone using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	78
5.17	Vapor pressure and %AAD for Acetic acid & Ethyl acetate using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	79
5.18	Vapor pressure and %AAD for Acetic acid & Triethylamine using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	80
5.19	Vapor pressure and %AAD for Water & Methyl acetate using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	81
5.20	Vapor pressure and %AAD for Water & Ethyl acetate using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	82
5.21	Vapor pressure and %AAD for Water & Acetone using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	83
5.22	Vapor pressure and %AAD for Water & Methyl Ethyl Ketone using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	84
5.23	Vapor pressure and %AAD for Methanol & Acetone using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	85
5.24	Vapor pressure and %AAD for Diethylamine & Acetonitrile using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	86
5.25	Vapor pressure and %AAD for Ethanol & Acetonitrile using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	87
5.26	Vapor pressure and %AAD for Ethanol & Isopropyl acetate using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	88
5.27	Vapor pressure and %AAD for Phenol & Methyl Ethyl Ketone using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	89
5.28	Vapor pressure and %AAD for Diethylamine & Acetonitrile using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	90

5.29	Vapor pressure and %AAD for Methyl formate & Acetone using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	91
5.30	Vapor pressure and %AAD for Vinyl acetate & Methyl Ethyl Ketone using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	92
5.31	Vapor pressure and %AAD for Triethylamine & Methyl Ethyl Ketone using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	93
5.32	Vapor pressure and %AAD for Triethylamine & Ethyl acetate using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	94
5.33	Vapor pressure and %AAD for Diethylamine & Chloroform using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	95
5.34	Vapor pressure and %AAD for HCl & Dichloroethane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	96
5.35	Vapor pressure and %AAD for Acetaldehyde & 1,1 Dichloroethane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	97
5.36	Vapor pressure and %AAD for Propionic acid & Carbon tetrachloride using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	98
5.37	Vapor pressure and %AAD for Methanol & n-Hexane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	99
5.38	Vapor pressure and %AAD for Methanol & n-Heptane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	100
5.39	5.39 Vapor pressure and %AAD for Ethanol & n-Hexane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	101
5.40	Vapor pressure and %AAD for Ethanol & n-Heptane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	102
5.41	Vapor pressure and %AAD for Ethanol & n-Octane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	103
5.42	Vapor pressure and %AAD for 1-Propanol & n-Octane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	104
5.43	Vapor pressure and %AAD for 1-Butanol & n-Hexane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	105

5.44	Vapor pressure and %AAD for 2-Butanol & n-Hexane and using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	106
5.45	Vapor pressure and %AAD for 1-Butanol & 2-Chlorobutane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	107
5.46	Vapor pressure and %AAD for Tert-butyl alcohol & Chlorobenzene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	108
5.47	Vapor pressure and %AAD for Tert-butyl alcohol & Cyclohexane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	109
5.48	Vapor pressure and %AAD for Hydrogen sulfide & Ethyl cyclohexane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	110
5.49	Vapor pressure and %AAD for Methanol & Dimethyl sulfide using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	111
5.50	Vapor pressure and %AAD for Methanol & Carbonyl sulfide using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	112
5.51	Vapor pressure and %AAD for Methanol & Carbodisulfide using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	113
5.52	Vapor pressure and %AAD for Methyl acetate & Toluene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	114
5.53	Vapor pressure and %AAD for Ethyl acetate & 1-Chlorobutane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	115
5.54	Vapor pressure and %AAD for Acetonitrile & Toluene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	116
5.55	Vapor pressure and %AAD for Methyl Ethyl Ketone & p-Xylene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	117
5.56	Vapor pressure and %AAD for Acetone & 1-Chlorobutane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	118
5.57	Vapor pressure and %AAD for Ethyl formate & Benzene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	119
5.58	Vapor pressure and %AAD for Nitromethane & 1-Chlorobutane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	120

5.59	Vapor pressure and %AAD for Dichloroethane & Vinyl chloride using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	121
5.60	Vapor pressure and %AAD for 1,2 Dichloroethane & Cyclohexane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	122
5.61	Vapor pressure and %AAD for 1,2 Dichloroethane & Cyclohexane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	122
5.62	Vapor pressure and %AAD for Ethane & Propane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	123
5.63	Vapor pressure and %AAD for n-Hexane & 1-Heptane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	124
5.64	Vapor pressure and %AAD for n-Hexane & Cyclohexane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	125
5.65	Vapor pressure and %AAD for Benzene & Toluene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	125
5.66	Vapor pressure and %AAD for Cyclohexane & Naphthalene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	126
5.67	Vapor pressure and %AAD for Toluene & Naphthalene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	126
5.68	Vapor pressure and %AAD for Propylene & Propane using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	127
5.69	Vapor pressure and %AAD for n-Heptane & Toluene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	128
5.70	Vapor pressure and %AAD for Propylene & 1,3 Butadiene using Quartic EOS and Peng - Robinson EOS.....	129
6.1	%AAD Summary for saturation pressure calculated from QEOS and PR-EOS.....	195
6.2	Physical properties of pure components in group 1-2.....	210

LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
2.1 Saturated VLE calculations for n- Octane data.....	8
2.2 Vapor pressure calculation for n-nonane data.....	8
2.3 PVT calculations for benzene Smoothed data.....	9
2.4 Comparison of saturated liquid calculations for propane Smoothed data.....	9
2.5 Comparison of saturated VLE calculation for water.....	12
2.6 Comparison of pressure - density calculation for ammonia.....	12
2.7 Comparison of residual enthalpy calculation for hydrogen sulfide....	13
2.8 Vapor pressure calculation for ethylbenzene.....	13
2.9 Comparison of saturated liquid density calculation for 1,1 Dichloroethane.....	14
2.10 Enthalpy of vaporization calculation for Toluene.....	14
4.1 Fibonacci (FIBON ALGORITHM) Logic Diagram.....	24
4.2 Graphical depiction of the New - Raphson Method.....	25
5.1 Saturation pressure of Water & 1,2 Propanediol at 353 K.....	130
5.2 Saturation pressure of Water & 1,2 Propanediol at 373 K.....	131
5.3 Saturation pressure of Water & HCl at 353 K.....	132
5.4 Saturation pressure of Water & Ethanol.....	133
5.5 Saturation pressure of Water & Ammonia at 313.15 K.....	134
5.6 Saturation pressure of Propionic acid & Phenol at 403.2K.....	135
5.7 Saturation pressure of Water & Methanol.....	136
5.8 Saturation pressure of Water & Ethanol.....	137
5.9 Saturation pressure of Water & 1-Propanol.....	138
5.10 Saturation pressure of Water & 2-Propanol.....	139
5.11 Saturation pressure of Diethylamine & Methanol at 348.09 K.....	140
5.12 Saturation pressure of Methanol & Ethanol at 0.1013 MPa.....	141
5.13 Saturation pressure of Methanol & 1- Octanol at 0.1013 MPa.....	142

5.14	Saturation pressure of Pyridine & Methanol at 413.2 K.....	143
5.15	Saturation pressure of Water & 1,2 Propanediol at 353 K.....	144
5.16	Saturation pressure of Acetic acid & Ethyl acetate at 343.2 K.....	145
5.17	Saturation pressure of Acetic acid & Ethyl acetate at 373.2 K.....	146
5.18	Saturation pressure of Water & Methyl Ethyl Ketone at 298 K.....	147
5.19	Saturation pressure of Water & Acetone at 298 K.....	148
5.20	Saturation pressure of Water & Ethyl acetate at 0.1013 MPa.....	149
5.21	Saturation pressure of Methanol & Acetone at 0.1013 MPa	150
5.22	Saturation pressure of Diethylamine & Acetonitrile at 298 K.....	151
5.23	Saturation pressure of Ethanol & Acetonitrile at 293K.....	152
5.24	Saturation pressure of Ethanol & Isopropyl acetate at 382 K.....	153
5.25	Saturation pressure of Phenol & Methyl Ethyl Ketone at 393.20K.....	154
5.26	Saturation pressure of Phenol & Methyl Ethyl Ketone at 413.2K.....	155
5.27	Saturation pressure of Diethylamine & Acetonitrile at 298 K.....	156
5.28	Saturation pressure of Diethylamine & Chloroform at 0.1013 MPa.....	157
5.29	Saturation pressure of HCl & Dichloroethane at 273K.....	158
5.30	Saturation pressure of Acetaldehyde & 1,1 Dichloroethane at 303 K.....	159
5.31	Saturation pressure of Acetaldehyde & 1,1 Dichloroethane at 306K.....	160
5.32	Saturation pressure of Propionic acid & Carbontetrachloride at 0.1013 MPa.....	161
5.33	Saturation pressure of Methanol & Hexane at 298.15K.....	162
5.34	Saturation pressure of Methanol & Heptane at 298.15 K.....	163
5.35	Saturation pressure of Ethanol & Hexane at 298.15 K.....	164
5.36	Saturation pressure of Ethanol & Heptane at 298.15 K.....	165
5.37	Saturation pressure of Ethanol & n - Octane at 343.15 K.....	166
5.38	Saturation pressure of 1-Propanol & n-Octane at 385.15 K.....	167
5.39	Saturation pressure of 1- Butanol & Hexane at 298.15 K.....	168
5.40	Saturation pressure of Tert- butyl alcohol & Chlorobenzene at 0.1013 MPa	169
5.41	Saturation pressure of Ethyl acetate & 1- Chlorobutane at 298.15 K....	170
5.42	Saturation pressure of 2- Butanol & n-Hexane at 298 K.....	171

5.43	Saturation pressure of 1-Butanol & 2 - Chlorobutane at 0.1013MPa.....	172
5.44	Saturation pressure of Tert - butyl alcohol & Cyclohexane at 328.20 K.....	173
5.45	Saturation pressure of Hydrogen sulfide & Ethyl cyclohexane at 310.9K....	174
5.46	Saturation pressure of Methanol & Dimethyl sulfide at 297.84 K.....	175
5.47	Saturation pressure of Methanol & Carbonyl; sulfide at 253.20K.....	176
5.48	Saturation pressure of Methanol & Carbodisulfide 253.2 K.....	177
5.49	Saturation pressure of Methanol & Carbodisulfide at 233.2K.....	178
5.50	Saturation pressure of Methyl acetate & Toluene at 0.1013 MPa.....	179
5.51	Saturation pressure of Acetonitrile & Toluene at 343.15 K	180
5.52	Saturation pressure of Methyl Ethyl Ketone & p-Xylene at 0.1013 MPa...	181
5.53	Saturation pressure of Acetone & 1- Chlorobutane T348.16 K	182
5.54	Saturation pressure of Ethyl formate & Benzene at 323.15 K.....	183
5.55	Saturation pressure of Nitromethane & 1-Chlorobutane at 298.15 K.....	184
5.56	Saturation pressure of 1,2 Dichloroethane & Vinyl chloride at 293 K.....	185
5.57	Saturation pressure of Ethane & Methane at 270 K.....	186
5.58	Saturation pressure of n- Hexane & n-Heptane at 0.1013 MPa.....	187
5.59	Saturation pressure of Benzene & Toluene at 325.15 K.....	188
5.60	Saturation pressure of Chlorohexane & Napthalene at 413.15 K.....	189
5.61	Saturation pressure of Propylene & Propane at 240 K.....	190
5.62	Saturation pressure of Propylene & Propane at 270K.....	191
5.63	Saturation pressure of n- Heptane & Toluene at 0.0266 MPa.....	192
5.64	Saturation pressure of n-Heptane & Toluene at 0.0066 MPa.....	193

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย