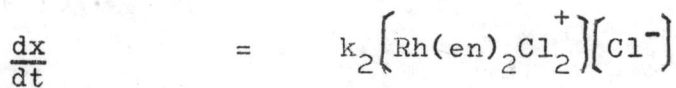




การอภิปรายผลการวิจัย

ในการนำข้อมูลที่ไ้จากการทดลองมาศึกษา เพื่อความเข้าใจจลนศาสตร์ (Kinetics) ของปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอโซโทปคลอไรด์ภายในขอบเขตของการประสาน (Co-ordination sphere) ของสารประกอบทรานส์-โคออร์ดิเนชันโรเดียม (III) คลอไรด์นั้น

$$\left\{ \left[\text{Rh}(\text{en})_2\text{Cl}_2 \right] \text{Cl} + 2\text{HCl} \xrightarrow{36} \left[\text{Rh}(\text{en})_2\text{Cl}_2 \right]^{36} \text{Cl} + 2\text{HCl} \right\} \text{ ควรเรียบเรียงข้อเท็จจริงให้มีความสัมพันธ์ตามลำดับ ทั้งนี้ในขั้นต้นจึงเป็นการหาเกณฑ์ของปฏิกิริยา (Order of reaction) ด้วยการเขียนกราฟระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ (log1-F) กับช่วงเวลาปฏิกิริยาค่าเป็น (t) ซึ่งปรากฏเป็นเส้นตรงตามกฎของอัตราการเกิดปฏิกิริยาชนิดเกณฑ์ที่หนึ่ง (สมการ 1.9) ส่วนค่าคงที่เฉพาะของอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k_2) ที่ไ้จากความชันของเส้นตรงดังกล่าวมีค่าเป็น 0.4846×10^{-5} 1.51×10^{-5} และ 4.001×10^{-5} (วินาที) $^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 70.4° 80° และ 90° ซ. ตามลำดับ (ตารางที่ 3.10) สำหรับการหาเกณฑ์ของปฏิกิริยาโดยการคำนวณจากสมการ (1.14) นั้น ปรากฏว่าไ้ค่าเกณฑ์เป็น 1.316 เนื่องจากคลอไรด์ เนื่องจากไ้มีผู้ศึกษาปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอโซโทปของสารประกอบชนิดเดียวกันงานวิจัยนี้ (62) พบว่าปฏิกิริยาเป็นเกณฑ์ที่หนึ่งเนื่องจากสารประกอบดังกล่าว เมื่อเป็นดังนั้น ในขั้นนี้ จึงอาจสรุปไว้ก่อนว่า อัตราการเกิดปฏิกิริยามีลักษณะเป็นเกณฑ์ที่สองเนื่องจากสารเข้าทำปฏิกิริยาทั้งสองชนิด นั้นคือ$$


แต่พบว่าในแต่ละอุณหภูมิมีค่าคงที่เฉพาะของอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k_2) ที่คำนวณไ้จากการเปลี่ยนค่าความเข้มข้นรวมของไอออนคลอไรด์มีค่าไม่คงที่ หากเปลี่ยนตามความเข้มข้นด้วยลักษณะดังแสดงตามรูปที่ 3.6 3.7 และ 3.8 ที่ 70.4° 80° และ 90° ซ. ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนเป็นข้อสนับสนุนว่าปฏิกิริยาดังกล่าวดำเนินแบบเกณฑ์ที่หนึ่งเทียม ปรากฏการณ์อันอาจมีส่วนเกี่ยวข้องเท่าที่พอเป็นไปได้ เป็นต้นว่า การแทรกแซงของตัวทำละลาย (น้ำ) และการเกิดคอนจูเกตเบส

นั้นมีเหตุผลเพียงพอให้เลิกคำนึงถึง ฉะนั้นจึงเหลือเพียงปรากฏการณ์เดียวที่ควรนำมาใช้ในการ
วิจารณ์ นั่นคือการจับคู่ระหว่างไอออน (Ion pair formation)

สำหรับปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอโซโทปของสารประกอบทรานส์-โคคลอโรบิสเอทธิลีนไดอามีน
โรเดียม (III) คลอไรด์ มักมีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาโดยกลไก S_N1 การที่ปฏิกิริยาเคมีทั่ว
ไปของสารประกอบโคออร์ดิเนชันแบบลูกเหลี่ยมแปดหน้า เช่นสารประกอบที่สนใจ เกิดโดยกลไก S_N1
นั้น เนื่องจากเหตุผลสองประการคือ (12)

1. โอกาสในการเกิดสารประกอบมัธยันตร์ (Intermediate) ชนิดมีโคออร์ดิเนชัน
นัมเบอร์เพิ่มขึ้นเป็นไปได้ยาก เพราะการจัดตัวของลิแกนด์เดิมซึ่งกระจายตัวอยู่อย่างเต็มที่แล้วนั้น
ทำให้เกิดผลกระทบกระเทือนเนื่องจากรูปร่าง (Steric effect) นอกจากนั้นแรงผลักเนื่อง
จากประจุไฟฟ้า (Electrostatic force) จากลิแกนด์เดิม ยังช่วยเพิ่มอุปสรรคในการเข้า
ในขอบเขตการประสานของสารเข้าทำปฏิกิริยา

2. การสร้างพันธะเคมีแบบซิกมาระหว่างสารเข้าทำปฏิกิริยากับโลหะแก่นกลาง เพื่อเป็น
สารประกอบมัธยันตร์จำนวนโคออร์ดิเนชันนัมเบอร์มากกว่าหก โดยให้มีโครงสร้างทางเรขาคณิต
สมมาตร โดยเฉพาะพวกที่มีโคออร์ดิเนชันนัมเบอร์เจ็ดนั้น มีโอกาสเป็นไปได้โดยยาก

นอกจากนี้แล้ว ในการสำรวจการวิจัยเกี่ยวกับจลนศาสตร์ สำหรับปฏิกิริยาของสารประกอบ
ฮาโลอามีนของพวกโครเมียม โคบอลต์ โรเดียม และอิริเดียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปฏิกิริยาแลกเปลี่ยน
ไอโซโทปของสารประกอบชนิดเดียวกับงานวิจัยนี้ พบว่าปฏิกิริยาส่วนใหญ่ดำเนินโดยกลไก
 S_N1 จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทั้งหมด สรุปได้ว่าปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอโซโทปคลอไรด์ภายใน
ขอบเขตการประสานของสารประกอบทรานส์-โคคลอโรบิสเอทธิลีนไดอามีนโรเดียม (III) คลอไรด์
เกิดโดยกลไก S_N1 ผ่านการจับคู่ระหว่างไอออน ดังนั้นในการนี้ได้นำ $1/k_2$ และ $1/[Cl^-]$ มา
เขียนกราฟได้เป็นเส้นตรง ตามกฎของอัตราการเกิดปฏิกิริยาชนิด S_N1 I.P. (สมการ 1.30)
จากความสัมพันธ์และค่าจุดตัดบนแกนตั้ง (Slope and intercept) ของเส้นตรง นำมาคำนวณค่า
คงที่ของการจับคู่ระหว่างไอออน ($K_{I.P.}$) ได้ 33 36 และ 37 ที่ 70.4° 80° และ 90° ซ.
ตามลำดับ ตามทฤษฎี $K_{I.P.}$ มีค่าลดลงเมื่อปฏิกิริยาเกิดในตัวทำละลายที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริก
สูงขึ้น ในการเปรียบเทียบค่า $K_{I.P.}$ ระหว่างตัวทำละลายที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกต่างกัน ซึ่ง
ในที่นี้ได้แก่ น้ำ ($\epsilon = 78$) และสารละลายอัลกอฮอล์ 20 เปอร์เซ็นต์ ($\epsilon = 32$) (63) พบ

ว่าเป็นไปได้ดังคาดนั้นคือ ค่า $K_{I.P.}$ จากการทดลองในน้ำ อันเป็นผลงานของการวิจัยนี้ต่ำกว่าค่าในสารละลายอัลกอฮอล์ 20 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ค่าคงที่ของการจับคู่ระหว่างไอออน

อุณหภูมิ	ค่า $K_{I.P.}$ ในน้ำ	$K_{I.P.}$ ในสารละลายอัลกอฮอล์ 20 เปอร์เซ็นต์
70.4	33	95
80	36	61
90	37	49

ตามทฤษฎีเกี่ยวกับการจับคู่ระหว่างไอออนที่ไค้กล่าวแล้วแต่ต้นว่าเกิดค่าจำกัดของค่าคงที่เฉพาะของอัตราการเกิดปฏิกิริยา ในขณะที่สารเข้าแทนที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งในการนี้จากผลการทดลองที่ 80.7°C . สำหรับสารประกอบเดียวกันนี้ของ Keith (62) พบว่าค่าคงที่เฉพาะของอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k_2) เริ่มมีค่าคงที่เมื่อความเข้มข้นรวมของไอออนคลอไรด์สูงกว่า 0.5 โมลต่อลิตรขึ้นไป (ตารางที่ 4.2)

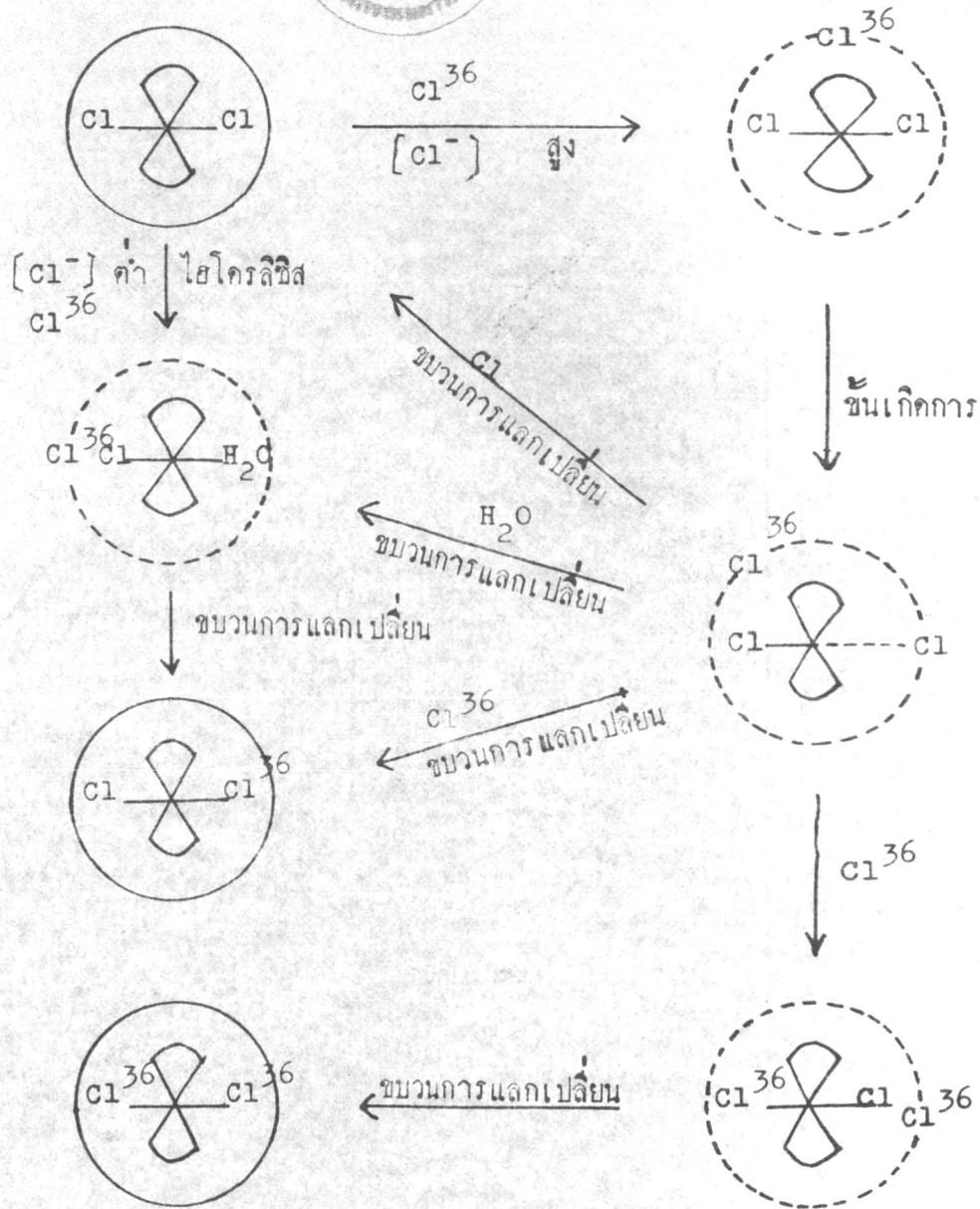
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าคงที่เฉพาะของอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k_2) จากการศึกษาของ Kieth

$[\text{Rh}(\text{en})_2\text{Cl}_2^+]$ โมลต่อลิตร	$[\text{Cl}^-]$ โมลต่อลิตร	$1/[\text{Cl}^-]$ (โมลต่อลิตร) $^{-1}$	$k_2 \times 10^5$ (วินาที) $^{-1}$
0.005	0.001	1000	1.752
0.005	0.002	500	1.630
0.005	0.005	200	1.586
0.005	0.050	20	2.408
0.005	0.100	10	2.733
0.005	0.200	5	3.262
0.005	0.500	2	3.820
0.005	1.000	1	3.862

สำหรับงานวิจัยนี้ การทดลองเพื่อสนับสนุนโดยเพิ่มความเข้มข้นของอออนคลอไรด์ให้สูงมากขึ้นไปกว่า 0.05 โมลต่อลิตร มีอาการกระทำได้ เนื่องด้วยวิธีการเปลี่ยนความเข้มข้นรวมของอออนคลอไรด์นั้น กระทำโดยเพิ่มความเข้มข้นของอออนคลอไรด์ในขณะที่รักษาความเข้มข้นของ Cl^{36} ให้คงที่ ซึ่งในการนี้การเข้าในขอบเขตของการประสานของ Cl^{36} มีโอกาสเกิดได้น้อยลง ปริมาณกัมมันตรังสีในขอบเขตของการประสานเมื่อเวลา $t(x)$ มีค่าน้อยมาก มีอาจใช้เครื่องวัดกัมมันตรังสีติดตามปฏิกิริยาได้

ในการอภิปรายวิถีทางของปฏิกิริยาสำหรับงานวิจัยในที่นี้ เป็นที่เชื่อถือว่าดำเนินผ่านกลไก $\text{S}_{\text{N}}1\text{I.P.}$ (รูปที่ 4.1) โดยเกิดการจับคู่ระหว่างอออนเชิงซ้อน $[\text{Rh}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$ กับอออนคลอไรด์ด้วยลักษณะที่อออนคลอไรด์บางส่วนเข้าสู่ชั้นในสุดของตัวทำละลาย (Solvation shell) ที่ล้อมรอบอออนเชิงซ้อน ในขณะที่เดียวกันพันธะระหว่างโรเดียมและลิแกนด์คลอไรด์ถูกทำลาย เกิดสารประกอบมีชัยันครมีโคออร์ดิเนชันแบบเบอร์ธา สารประกอบดังกล่าวมีโอกาสดำเนินปฏิกิริยาเกิดเป็นสารประกอบเดิมได้ ด้วยการใช้แทนที่ของอออนคลอไรด์ ส่วนการเกิดผลิตภัณฑ์นั้นมีโอกาสเป็นไปได้สองวิถีทาง นั่นคือ Cl^{36} จากอออนเข้าประสานกับโลหะแก๊นกลางโดยตรงแบบหนึ่ง หรือมีฉะนั้น น้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายเข้าประสาน เกิดเป็นสารประกอบ $[\text{Rh}(\text{en})_2\text{ClH}_2\text{O}]^{2+} \dots \text{Cl}^{36}$ ทั้งที่ยังคงสภาพอออน ต่อจากนั้น Cl^{36} จึงเข้าแทนที่

อุณหภูมิเป็นสภาวะแวดล้อมอย่างหนึ่งของการเกิดปฏิกิริยาอันถือว่ามีความสำคัญต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ปฏิกิริยาที่เลือกใช้ในการศึกษาโดยทั่วไป ควรเกิดด้วยอัตราเร็วที่พอเหมาะสามารถติดตามปฏิกิริยาได้สะดวกด้วยวิธีทางเคมี ดังนั้น การกำหนดอุณหภูมิจึงเป็นการกระทำอย่างหนึ่ง ที่มีจุดประสงค์เพื่อให้เป็นไปตามความมุ่งหมายดังกล่าว แต่จำเป็นต้องกระทำในขอบเขตที่ไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อธรรมชาติ และคุณสมบัติของสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาทั้งหมด ในงานวิจัยนี้พิจารณาเห็นว่า 80°C . เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับการศึกษานลของสภาวะแวดล้อมอื่นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา นอกจากนั้นยังเป็นที่ปรากฏว่า เมื่อกำหนดให้สิ่งแวดล้อมอื่นคงที่ ข้อมูลจากการทดลองซึ่งกระทำที่อุณหภูมิ 70.4° และ 90°C . ให้ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k_2) ซึ่งปรากฏว่าเพิ่มประมาณ สามเท่าเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปสิบองศาเซนติเกรด (ตารางที่ 3.10) ตารางที่ 4.3 แสดงค่าพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาในน้ำ และอัลกอฮอล์



รูปที่ 4.1

แสดงกลไก S_N1 ผ่านการจับคู่ระหว่างไอออนของปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอโซโทปของสารประกอบไดคลอโรไซโคลเฮกซันไคแอนมอินโรเคียม(III) คลอไรด์ วงกลมจุดประหมายถึงสารประกอบมีขั้วันตร์ วงกลมเต็ม คือสารเริ่มต้น และผลิตภัณฑ์

20 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวณจากสมการของ Arrhenius พลังงานก่อกำเนิดของสารประกอบชนิดเดียวกัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบจากงานวิจัยนี้กับผลงานของผู้อื่นต่างมีค่าไม่สูงเกินไป นับเป็นการสนับสนุนว่าปฏิกิริยาที่นำมาศึกษานั้นเกิดได้โดยไม่ง่าย

ตารางที่ 4.3 ค่าพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาแลกเปลี่ยนไอโซโทปคลอไรด์ภายในขอบเขตการประสานของสารประกอบทรานส์-โคคลอโรบิสเอทธิลีนไดแอมมีนโรเทียม (111) คลอไรด์

สารละลาย	ค่าพลังงานกระตุ้น (กิโลแคลอรีต่อโมล)
น้ำ	24.96
น้ำ (62)	25.00
อัลกอฮอล์ 20 เปอร์เซ็นต์ (63)	25.20

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยขั้นต่อไป

ในการแปลความหมาย (interpret) ของวิถีทางในการเกิดปฏิกิริยา จากกฎของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ได้นั้น มีวิธีการอื่นที่อาจทำได้หลายประการเป็นต้นว่า กำหนดวิถีทางที่ควรเป็นไปได้นั้น นำค่าพลังงานกระตุ้นที่คำนวณความถี่มาเปรียบเทียบกับค่าจากการทดลองหรือทำการตรวจชนิดและปริมาณของไอโซเมอร์ของผลิตภัณฑ์ เพื่อพิจารณาให้สอดคล้องตรงตามทฤษฎี นอกจากนั้น อาจศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยา ในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น เปลี่ยนประจุของไอออนเชิงซ้อน ด้วยการเปลี่ยนขนาดและธรรมชาติของลิแกนด์ ทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องในการทำปฏิกิริยา รวมทั้งเปลี่ยนชนิดของตัวทำละลาย นอกเหนือจากวิธีการดังกล่าวข้างต้นแล้ว ค่าคงที่ของการจับคู่ระหว่างไอออน ($K_{I.P.}$) ที่ทำได้ ควรพยายามนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลองทางเทอร์โมไดนามิกหรือสเปคโตรสโคปี

เอกสารอ้างอิง

1. Day, M. Clyde, Jr. and Selbin, J. 1969 Theoretical Inorganic Chemistry, 2nd ed.: Reinhold Chemistry Textbook Series.
2. Gould, Edwin S. 1965 Inorganic Reactions and Structure. revised ed. New York: Holt, Rinehart and Winston.
3. Martin, D.F., and Martin, B.B. 1964 Co-ordination Compounds. New York: McGraw Hill Book Company.
4. Cotton, F.A. and Wilkinson, G. 1967 Advanced Inorganic Chemistry. New York: John Wiley and Sons.
5. Kettle, S.F.A. 1971 Co-ordination Compounds. London: Thomas Nelson and Sons Ltd.
6. Maron, S.H. and Prutton, C.F. 1968 Principals of Physical Chemistry. 4th ed. New York: The Mcmillan Company.
7. Laidler, K.J. 1950 Chemical Kinetics. New York: McGraw Hill Book Company Inc.
8. Friedlander, G. Kennedy, J.W. and Miller, J.M. 1964 Nuclear and Radiochemistry. New York: John Wiley and Sons.
9. Benson, S.W. 1960 The Foundations of Chemical Kinetics. New York: McGraw Hill Book Company Inc.
10. Edwards, J.O. 1965 Inorganic Reaction Mechanisms. New York: W.A. Benjamin Inc.
11. Basolo, F. and Pearson, R.G. 1967 Mechanisms of Inorganic Reactions. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons Inc.
12. Langford, C.H. and Gray, H.B. 1965 Ligand Substitution Process. New York: W.A. Benjamin Inc.

13. Murmann, R.K. Fraser, R.T.M. Bauman, J. 1965 Mechanisms of Inorganic Reactions. Advanced in Chemistry Series 49, A.C.S. Washington D.C.
14. McDonald, D.J. and Garner, C.S. 1961 Journal of American Chemical Society. 83: 4152.
15. Jayne, J.C. and King, E.L. 1964 Journal of American Chemical Society. 86: 3989.
16. Baltisberger, R.J. and King, E.L. 1964 Journal of American Chemical Society. 86: 795.
17. Staples, P.J. and Tobe, M.L. 1960 Journal of Chemical Society. 4803.
18. Baldwin, M.E. and Tobe, M.L. 1960 Journal of Chemical Society. 4275.
19. Baldwin, M.E., Chan, S.C. and Tobe, M.L. 1961 Journal of Chemical Society. 4637.
20. Martin, D.F. and Tobe, M.L. 1961 Journal of Chemical Society. 4637.
21. Chan, S.C. and Tobe, M.L. 1963 Journal of Chemical Society. 514, 5700.
22. Chan, S.C. 1963 Journal of Chemical Society. 5137.
23. Staples, P.J. 1964 Journal of Chemical Society. 745.
24. Chan, S.C. Lau, O.W. 1969 Australian Journal of Chemistry. 1851.
25. Burgess, J. Price, M.G. 1971A Journal of Chemical Society. 3108.
26. Tobe, M.L. and Watts, D.W. 1962 Journal of Chemical Society. 4614.
27. Tobe, M.L. and Watts D.W. 1964 Journal of Chemical Society. 2991.
28. Tobe, M.L. and Bosnick B. 1966A Journal of Chemical Society. 1636.
29. Chan, S.C. 1966A Journal of Chemical Society. 1124.
30. Burnett, M.G. 1970A Journal of Chemical Society. 2486.
31. Pearson, R.G. Schmidtke, H.H. and Basolo, F. 1960 Journal of American Chemical Society. 82: 4434.

32. Asperger, S., Pavlocic D. and Orhanovic, M. 1961 Journal of Chemical Society. 2142.
33. Asperger, S. Orhanovic, M. Pribanic, M. and Reic, V. 1966A Journal of Chemical Society. 589.
34. Asperger, S. Orhanovic, M. and Murati, I. 1966 Journal of Chemical Society. 2969.
35. Langford, C.H. and Johnson, M.P. 1964 Journal of American Chemical Society. 86: 229.
36. Hughes, M.N. and Tobe, M.L. 1965 Journal of Chemical Society. 1204.
37. Llewellyn, D.R. Conner, C.J.O. and Odell, A.L. 1964 Journal of Chemical Society. 196.
38. Johnson, S.A. Bosolo, F. and Pearson, R.G.. 1963 Journal of American Chemical Society. 85: 1741.
39. Bushnell, G.W. Lalor, G.C. and Moelwyn, E.A. 1966A Journal of Chemical Society. 719.
40. Poe, A.J. and Vuik, C.P.J. 1972 Journal of Chemical Society. 20: 2250.
41. Venediktov, A.B. Belyaew, A.V. 1972 Chemical Abstract. 77: no. 26.
42. Bott, H.L. Bounsall, E.J. and Poe, A.J. 1966A (9) Journal of Chemical Society. 1275.
43. Poe, A.J. Shaw and Kenneth. 1970A (3) Journal of Chemical Society. 393.
44. Swaminathan, K. and Harris, G.M. 1966 Journal of American Chemical Society. 88 (19): 4411.
45. Bott, H.L. Poe, A.J., Shaw, Kenneth. 1970A (10) Journal of Chemical Society. 1745.

46. Borghi, E. Monacelli, F. and Prosperi, J. 1970 Chemical Abstract.
73: no.20.
47. Schmidt, G.B. 1966 Chemical Abstract. 65: no. 10.
48. Schmidt, G.B. 1966 Chemical Abstract. 65: no. 17.
49. Bowker, K.W. Gardner, E.R. Burgess, J. 1970 Trans Faraday Society.
66 (pt. 8): 2065.
50. Bowker, K.W. Gardner, E.R. and Burgess, J. 1971 Trans Faraday
Society. 67 (pt. 10): no. 586.
51. Burgess, J. Gardner, E.R. Mekhail, F.M. 1972. Journal of Chemical
Society. 4: 487.
52. Overman, R.T. Clark, H.M. 1960 Radioisotope Techniques. New York:
McGraw Hill Book Company Inc.
53. Price W.J. 1958 Nuclear Radiation Detection. New York: McGraw
Hill Book Company Inc.
54. Broda, E. Schonfeld, T. 1966 The Technical Applications of
Radioactivity. Vol. 1. Pergamon Press.
55. Taylor, D. 1966 The Measurement of Radioisotopes. London Methuen
Co., Ltd.
56. Salmon, J.E. and Hale, D.K. 1959 Ion Exchange. London: Butterworths
Scientific Publications.
57. Samuelson, O. 1956 Ion Exchangers in Analytical Chemistry. New
York: John Wiley and Sons Inc.
58. The British Drug House Ltd. 1965 Ion Exchange Resins. 5th ed.
Poole England.
59. Helfferich, F. 1962 Ion Exchange. New York: McGraw Hill Book
Company Inc.

60. Johnson, S.A. and Bosolo, F. 1962 Inorganic Chemistry. 1: 925.
61. Vogel, A.I. 1961 Quantitative Inorganic Analysis. 3rd ed.
London: Longmans Ltd.
62. Bowker, K.W. Unpublished results.
63. Tangtreratana, M. Unpublished results.

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นางสาวเน่งน้อย ชื่อสกุล อีชแมนมิตร
วุฒิการศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2514
ทุนการศึกษา ทุนโครงการพัฒนามหาวิทยาลัย สภาการศึกษาแห่งชาติ
พ.ศ. 2514 - 2515

