รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, สำนักงาน. 2528. **ปรอท.** กรุงเทพมหานคร; สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

โตมร มีเดช. 2528. **สารปรอทรวมและสารปรอทอินทรีย์ในน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรัพยากรธรณี, กรม. 2537. **รายงานการเก็บปรอทได้จากแหล่งต่าง ๆ ในอ่าวไทย**. กรุงเทพมหานคร: กองเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

บุญพฤกษ์ จาฏามระ. 2536. ปรอท. **วารสารทันตแพทย์**. 43: 242-246

ปาริชาติ ไชยพานิชย์ และทรงยศ สงวนพงศ์. 2536. การศึกษาหาปริมาณสารปรอทในปัสสาวะของผู้ช่วยทันตแพทย์. **วารสารทันตกรรม 43 (พฤษภาคม-มิถุนายน 2536):** 164-169.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2538. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม กอง. **ปรอท.** กรุงเทพมหานคร: กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (อัดสำเนา).

ไมตรี สุทธจิตต์. 2534. **สารพิษรอบตัวเรา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ดาวคอมพิวเตอร์กราฟิค.

ศุลกากร, กรม. 2537. **หนังสือสถิติการค้าระหว่างประเทศ ปี พ.ศ. 2530-2537**. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายประชาสัมพันธ์ กรมศุลกากร. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

หิรัญรัตน์ สุวรรณนที. 2524. **การวิเคราะห์เชิงปริมาณของปริมาณเมธิลเมอคิวรีในปลา โดยวิธีกาซโครมาโตรกราฟฟีด้วยหัววัดชนิดอิเลคตรอนแคปเจอร์ดีเทคเตอร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อมรา คัมภิรานนท์ และสุพัตรา กุญชร. 2539. **พิษของสารโลหะหนักต่อสารพันธุกรรม: ปรอทและตะกั่ว.** รายงานผลการวิจัยภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bothner, M.H., and R. Carpenter. 1972. **Sorption Desorption Reactions of Mercury with Suspended Matter in the Columbia River**. IAEA/SM-158/5. 11p., อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

Hannerz, L. 1969. **Experimental Investigations on the Accumulation of Mercury in Water Organism**. Fishery Board of Sweden, Institute of Freshwater Research, Drottningholm, Rep. No. 48: 152-176., อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

Jensen, S., and A. Jernelov. 1969. **Biological Methlation of Mercury in Aquatic Organisms**. Nature 223: 753-754., อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

Jernelov, A., 1969. **Conversion of Mercury Compounds**., อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

Jonasson, I.R. 1970. **Mercury in the Nature Enironment**. A review of recent work. Geological Survey of Canada., อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

D'Itri, F.M. 1972. **Sources of Mercury in the Environment**., อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

Larsson, L.E. 1970. **Environmental Mercury Research in Sweden**. Swedish Environmental Protection Board Research Sacretariat., อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

Matsumura, F., Y. Gotoh, and G.M. Boush. 1972. **Factors Influencing Translocation and Transformation of Mercury in River Sediment**. Bull. Environ. Con. and Tox. 8(5): 267., อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

Wood, J.M., F.S. Kenedy, and C.C. Vosen. 1968. **Synthesis of Methylmercury compounds by Extracts of a Methanogenic Bacterium**. Nature 220: 174., อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.

ภาษาอังกฤษ

Eller, P.M. 1984. **NIOSH Manual of Analytical Methods.** Vol 2. Washington: U.S. Governmemnt Printing Office.

Kangpool. W. 1977. **A preliminary Study on Mercury Contents of Fish and Shellfish from Selected Retailed Market in Bangkok**. Master of Science Thesis. Mahidol University.

National Institue for Occupation Safety & Health. 1990. **NIGH Pocket Guide to Chemical Hazards.** Washington D.C. DHHS(NIOSH) Publication. quoted in Sittig, M. **World-Wide Limits for Toxic and Hazardous Chemical in Air, Water and Soil.** New Jersy: NOTES Publications.

Other, K. 1968. **Encyclopedia of Chemical Technology.** Vol 13. 2nd ed. Taiwan: Mei Ya Publications, Inc.

Paschal, D. 1988. Methods for Biological Monitoring. **Total and Methyl Mercury in Urine and Blood.** pp. 283-289. Washington D.C.: American Public Health Association.

Robbins, D.A. 1988. Methods for Biological Monitoring. **Mercury in Urine.** pp. 207-219. Washington D.C.: American Public Health Association.

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ขนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์. 2539. **การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยวิธีการตกตะกอนผลึกทางเคมี.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คมสัน เชิดสูงเนิน. 2532. **สถานการณ์ของโลหะหนักในแหล่งน้ำของประเทศไทย.** เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาสัมมนา 1 สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญยง โล่ห์วงศ์วัฒน. 2540. **การจัดการกากของเสียอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม.** เอกสารประกอบการเสวนาวิชาการ วันที่ 3 มิถุนายน 2540 เรื่อง ปัญหาและทางออก: การจัดการกากอุตสาหกรรมในประเทศไทย.

ปรีดา พากเพียร, พิชิต พงษ์กุล, สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์ และวิศิษฐ์ โชลิตกุล. 2536. มลพิษของสารปรอทในระบบสภาวะแวดล้อมปัจจุบัน. **วารสารวิชาการเกษตร 11(2):** 101-104.

พรรณี พิเดช. 2530. **พิษวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษรสมัย.

พีรศิษฐ์ สมแก้ว. 22 กรกฎาคม 2539. เจาะก๊าซธรรมชาติกลางอ่าวไทยกับปัญหาตะกรันและสารปรอท (ตอนที่ 1). **เดลินิวส์**: 12.

พีรศิษฐ์ สมแก้ว. 23 กรกฎาคม 2539. เจาะก๊าซธรรมชาติกลางอ่าวไทยกับปัญหาตะกรันและสารปรอท. **เดลินิวส์**: 14.

สมพร อิศวิลานนท์, 2538, **เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หลักและทฤษฎี**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ: KU/RPRM คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2539. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, A.; Isaacs, B.; Tracy, M.; and Moller, G. 1994. Cold-Vapor Generation for Inductively Coupled Argon Plasma/Atomic Emission Spectrometric Analysis. Part 3. Mercury. **Journal of AOAC International 77(2):** 473-480.

Aylett, B.J. 1975. **The Chemistry of Zinc Cadmium and Mercury.** Vol 18. 2nd ed. London: Great Britain.

Carrel, R.; Mackowiak, E.D.; Chalastri, A.J.; and Binns, W.H. 1979. The Accumulation of the Base Metals (Copper, Zinc and Mercury) in the Human Body. **Journal of Dentistry for Children (September-October):** 390-393.

Devis, A.; and Olsen, R. 1992. Comparison of Anlytical Methods Used to Determine Metal Concentrations in Environmental Water Samples. **Journal of AOAC International 75(6):** 999-1005.

Eller, P.M. 1984. **NIOSH Manual of Analytical Methods.** Vol 2. Washington: U.S. Governmemnt Printing Office.

Grier, N. 1986. **Tne Encyclopedia of the Chemical Elament**. London. Reinhold Book Corporation.

Hibberd, J.H.; and Smith, D.C. 1972. Systemic Mercury Levels in Dental Office Personnel in Ontario: A pilot study. **Journal of the Canadian Dental Association 38(7):** 249-254.

Jones, D.W.; Sutow, E.J.; and Milne,E.L. 1983. Survey of Mercury Vapour in Dental Offices in Atlantic Canada. **Journal of the Canadian Dental Association No.6:** 378-395.

Landi, S., Fagioli, F., and Locatelli C. 1992. Determination of Total Mercury in Seafood and Other Protein-Rich Products. **Journal of AOAC International.** 75: 1023-1028.

Lippmann, M. 1992. **Environmental Toxicants: Human Exposures and their Health Effects.** New York: Van Nostrand Reinhold.

Manaham, S.E. 1993. **Fundamental of Environmental Chemistry.** Michigan: Lewis Publishers.

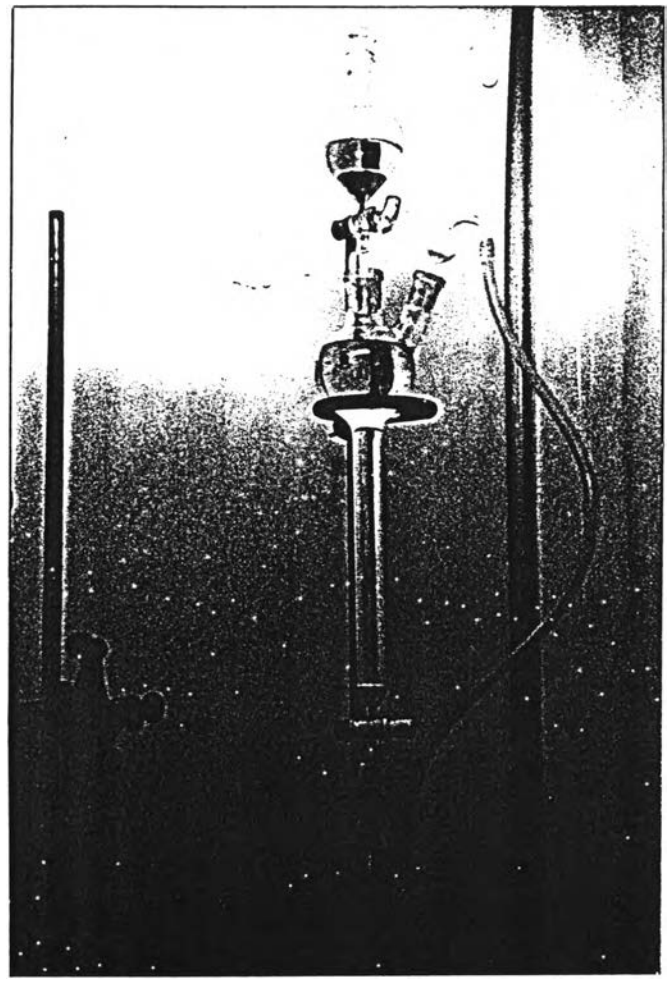
Patrick, D.R. 1994. **Toxic Air Pollution Handbook.** New York: Van Nostrand Reinhold.

Piotrowski, J.K.; and Coleman, D.O. 1980. **Environmental Hazards of Heavy Metals: Summary Evaluation of Lead Cadmium and Mercury.** London.

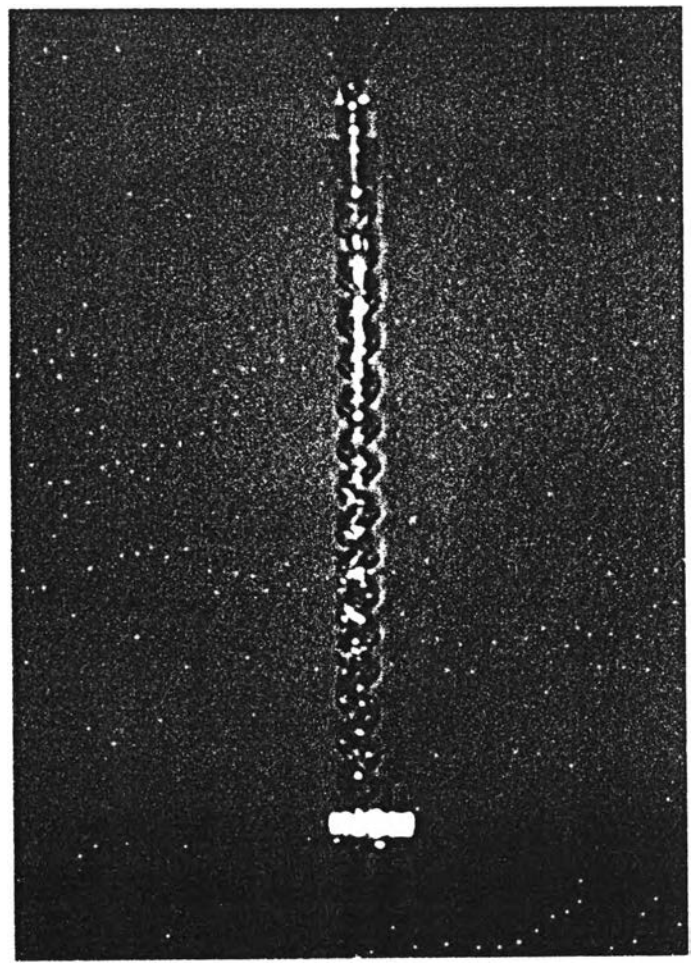
Wichers, E. 1942. Pure Mercury. **Chemical Engineering News.** 20: 1111-1112.

ภาคผนวก

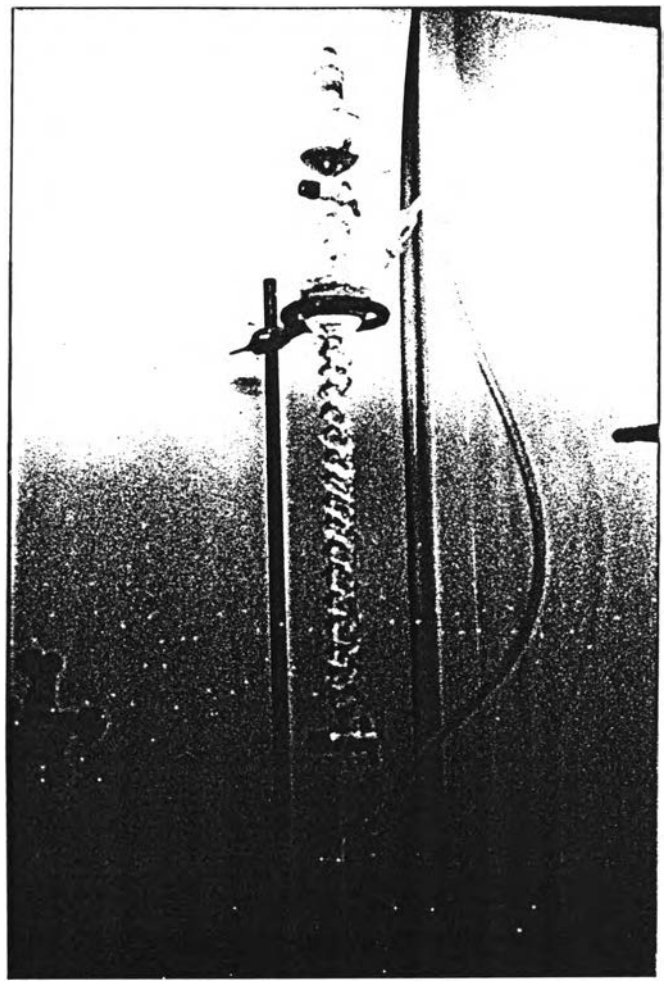
ภาคผนวก ก รูปแสดงเครื่องล้างปรอทที่ประดิษฐ์และพัฒนาขึ้นแบบต่างๆ



รูปแสดงเครื่องล้างปรอทแบบที่ 1 ประกอบด้วยคอลัมน์ที่มีลักษณะตรง ทำจากแก้ว ขนาดยาว 45 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายในกว้าง 2.4 เซนติเมตร ภายในบรรจุสารละลายที่จะใช้ทำความสะอาดปรอท เครื่องล้างปรอทชนิดนี้มีจุดด้อยคือปรอทที่หยดลงมาจะมีโอกาสสัมผัสถูกสารละลายน้อย ทำให้สิ่งสกปรกและสารมลทินถูกสกัดออกไปได้น้อย

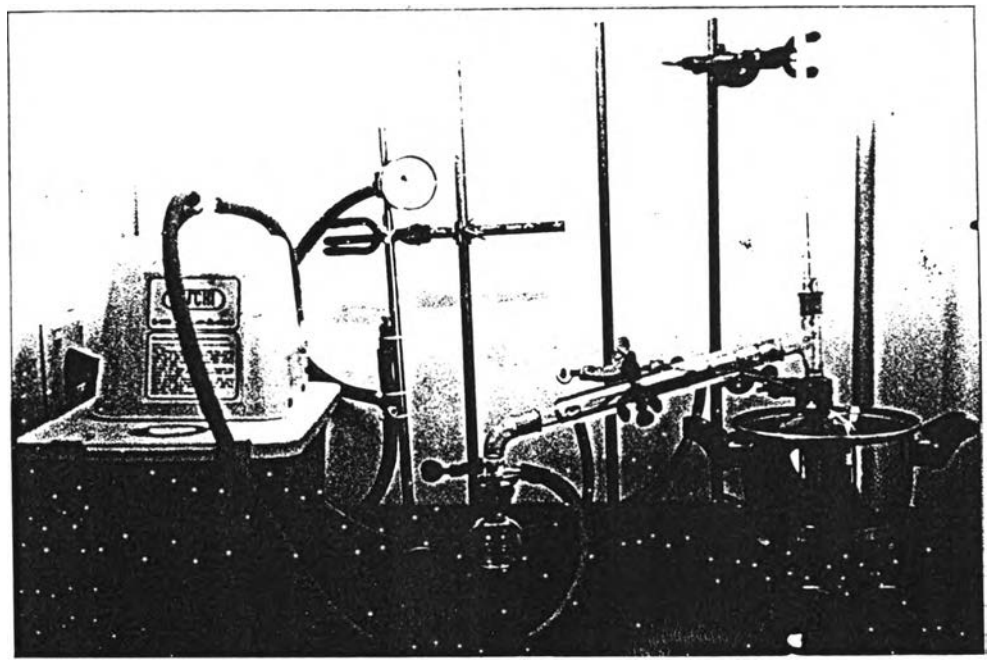


รูปแสดงเครื่องล้างปรอทแบบที่ 2 ประกอบด้วยคอลัมน์ที่มีลักษณะหยัก ทำจากแก้ว ขนาดยาว 35 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายในกว้าง 1.9 เซนติเมตร ภายในบรรจุสารละลายที่จะใช้ทำความสะอาดปรอท เครื่องล้างปรอทชนิดนี้มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบที่ 1 คือปรอทที่หยดลงมาจะมีโอกาสสัมผัสถูกสารละลายมากขึ้น ทำให้สิ่งสกปรกและสารมลทินถูกสกัดออกไปได้มากขึ้น แต่จุดด้อยคือมีความยาวน้อยเกินไป



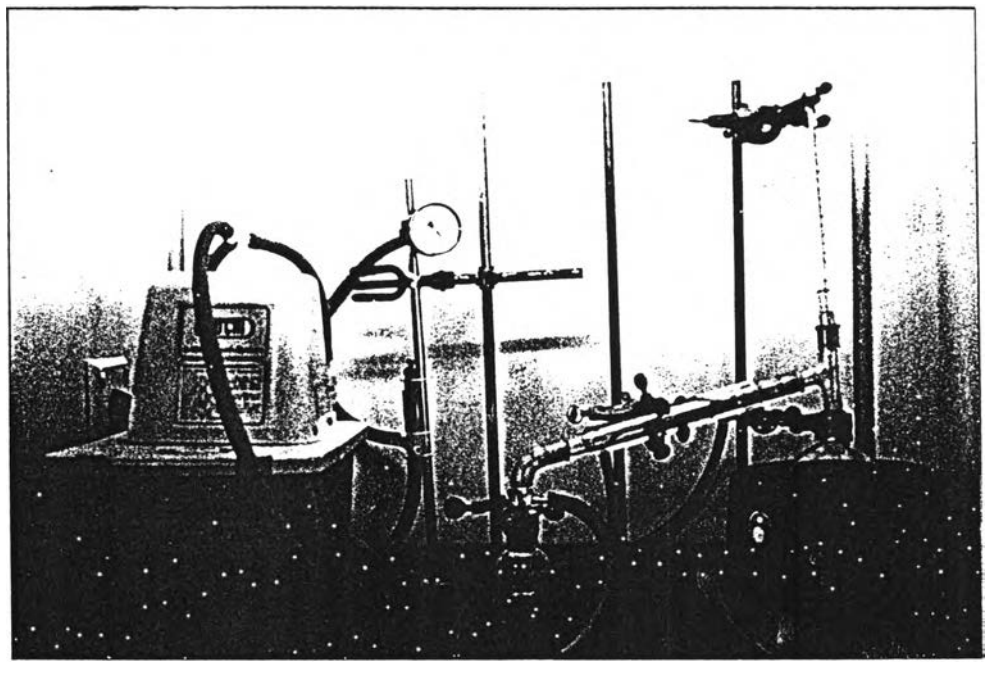
แสดงเครื่องล้างปรอทแบบที่ 3 ประกอบด้วยคอลัมน์ที่มีลักษณะหยัก ทำจากแก้ว ขนาดยาว 45 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายในกว้าง 3.2 เซนติเมตร ภายในบรรจุสารละลายที่จะใช้ทำความสะอาดปรอท เครื่องล้างปรอทชนิดนี้มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบที่ 1 และ 2 คือมีความยาวเหมาะสม ปรอทที่หยดลงมาจะแตกออกเป็นเม็ดเล็ก ๆ และเปลี่ยนแปลงผิวหน้าตลอดเวลาที่ตกกระทบเครื่องแก้ว จึงทำให้ปรอทมีโอกาสสัมผัสถูกสารละลายมากขึ้น จึงทำให้สิ่งสกปรกและสารมลทินถูกสกัดออกไปได้มากขึ้น

ภาคผนวก ข รูปแสดงเครื่องกลั่นปรอทที่ประดิษฐ์และพัฒนาขึ้นแบบต่างๆ



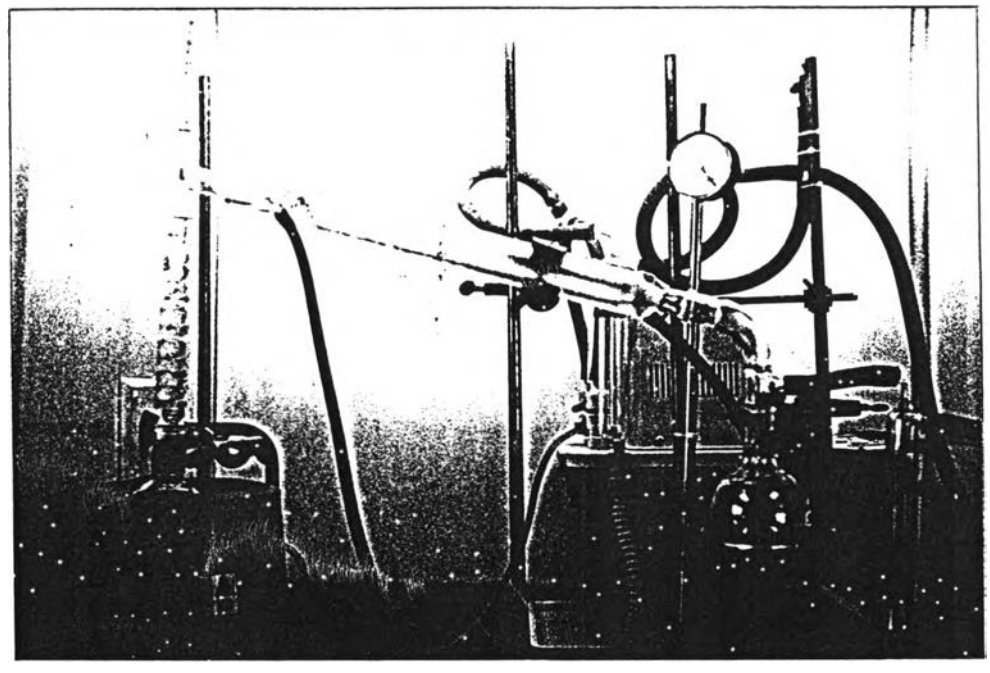
แสดงเครื่องกลั่นปรอทแบบที่ 1 ประกอบด้วยอุปกรณ์ให้ความร้อน (Hot Plate) ภาชนะใส่น้ำมันซิลิโคน ขวดก้นกลมสำหรับใส่ปรอทที่จะกลั่น หัวต่อ 3 ทาง เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในชุดกลั่น condenser ขนาดยาว 30 เซนติเมตร ขวดก้นกลมสำหรับรองรับปรอทที่กลั่นได้ และปั๊มสำหรับลดความดัน (Water Aspirator Pump)

ชุดกลั่นปรอทแบบที่ 1 นี้สามารถกลั่นปรอทได้ครั้งละประมาณ 500 กรัมภายในเวลา 40 ชั่วโมง กลั่น 3 ครั้งใช้เวลา 120 ชั่วโมง และมีคราบสีดำเจือปนออกมาพร้อมกับปรอทด้วย ที่เป็นเช่นนี้เพราะการให้ความร้อนจากอุปกรณ์ให้ความร้อนผ่านภาชนะบรรจุน้ำมันซิลิโคน และการพาความร้อนจากน้ำมันซิลิโคนมายังขวดก้นกลมสำหรับใส่ปรอทที่จะกลั่น จะทำให้สูญเสียความร้อนไปมาก รวมทั้งอุณหภูมิของน้ำใน condenser เป็นอุณหภูมิห้องเพราะใช้น้ำประปาเป็นตัวหล่อเย็น จึงทำให้ความดันของปั๊มลดลงได้เพียงเล็กน้อยและทำให้การกลั่นตัวของไอปรอทเป็นไปได้ช้า



แสดงเครื่องกลั่นปรอทแบบที่ 2 ประกอบด้วยอุปกรณ์ให้ความร้อนชนิดเตาหลุม ขวดก้นกลม สำหรับใส่ปรอทที่จะกลั่น หัวต่อ 3 ทาง เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในชุดกลั่น condenser ขนาดยาว 30 เซนติเมตร ขวดก้นกลมสำหรับรองรับปรอทที่กลั่นได้ และปั๊มสำหรับลดความดัน (Water Aspirator Pump)

ชุดกลั่นปรอทแบบที่ 2 นี้สามารถกลั่นปรอทได้ครั้งละประมาณ 500 กรัม ภายในเวลา 10 ชั่วโมง กลั่น 3 ครั้งใช้เวลา 30 ชั่วโมง และ มีคราบสีดำเจือปนออกมาพร้อมกับปรอทด้วย จะเห็นได้ว่ากลั่นได้เร็วกว่าการใช้ชุดกลั่นแบบที่ 1 ที่เป็นเช่นนี้เพราะปรอทในขวดก้นกลมได้รับความร้อนโดยตรงจากอุปกรณ์ให้ความร้อนชนิดเตาหลุม แต่ยังพบว่าการกลั่นปรอทยังทำได้ล่าช้าเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำใน condenser ค่อนข้างสูงเพราะใช้น้ำประปาเป็นตัวหล่อเย็น จึงมีผลทำให้การควบแน่นของไอปรอทเป็นไปได้อย่างล่าช้า และพบว่ายังไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากการมีคราบสีดำปนออกมาพร้อมปรอทได้



แสดงเครื่องกลั่นปรอทแบบที่ 3 ประกอบด้วยอุปกรณ์ให้ความร้อนชนิดเตาหลุม ขวดก้นกลม สำหรับใส่ปรอทที่จะกลั่น หัวต่อ 3 ทาง Frationaling Column ขนาดยาว 20 เซนติเมตร เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในชุดกลั่น condenser ชนิด 2 ชั้น ขนาดยาว 35 เซนติเมตร เครื่องทำความเย็นสำหรับหล่อเย็นcondenser ขวดก้นกลมสำหรับรองรับปรอทที่กลั่นได้ และปั๊มสำหรับลดความดัน (Water Aspirator Pump)

ชุดกลั่นปรอทแบบที่ 3 นี้สามารถกลั่นปรอทได้ครั้งละประมาณ 500 กรัม ในเวลา 3 ชั่วโมง กลั่น 3 ครั้งใช้เวลา 9 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าสามารถกลั่นได้เร็วกว่าการใช้ชุดกลั่นแบบที่ 1 และ 2 ที่เป็นเช่นนี้เพราะปรอทในขวดก้นกลมได้รับความร้อนโดยตรงจากอุปกรณ์ให้ความร้อนชนิดเตาหลุม และเนื่องจากน้ำใน condenser มีอุณหภูมิต่ำจากการใช้น้ำเย็นเป็นตัวหล่อเย็น จึงมีผลทำให้การควบแน่นของไอปรอทเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และพบว่าสามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากการมีคราบสีดำปนออกมาพร้อมปรอทได้โดยถูกดักไว้ที่ Frationaling Column

ภาคผนวก ค ความสัมพันธ์ของปริมาณโลหะที่ถูกชะออกจากปรอทภายหลังการล้างด้วยสารละลายกรดไนตริกเจือจาง

ตารางแสดงปริมาณเหล็กที่ละลายปนออกมากับสารละลายกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

สารละลายกรดที่ใช้ล้าง	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/ลิตร)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1% HNO_3	0.033	0.042	0.043	0.037	0.0388	0.0046
2% HNO_3	0.062	0.065	0.059	0.045	0.0578	0.0088
3% HNO_3	0.071	0.071	0.077	0.058	0.0692	0.0080
4% HNO_3	0.078	0.072	0.100	0.151	0.1003	0.0359
5% HNO_3	0.078	0.098	0.077	0.090	0.0858	0.0101
6% HNO_3	0.099	0.119	0.223	0.092	0.1332	0.0609

ขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดปริมาณเหล็ก (detection limit) = 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร

ตารางแสดงปริมาณปรอทที่ละลายปนออกมากับสารละลายกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

สารละลายกรดที่ใช้ล้าง	ปริมาณปรอทที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/ลิตร)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1% HNO_3	83.15	80.10	81.26	79.35	80.96	1.6551
2% HNO_3	96.20	95.35	94.18	90.23	93.99	1.6399
3% HNO_3	111.20	115.30	120.11	110.89	114.38	4.3194
4% HNO_3	174.35	180.51	181.25	165.21	175.33	7.4219
5% HNO_3	536.75	541.75	539.52	502.69	530.18	18.4388
6% HNO_3	2467.0	2481.73	2490.65	2096.54	2383.98	191.8746

ขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดปริมาณปรอท (detection limit) = 0.05 ไมโครกรัม/ลิตร

ตารางแสดงปริมาณโคบอลต์ที่ละลายบ่นออกมากับสารละลายกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

สารละลายกรดที่ใช้ล้าง	ปริมาณโคบอลต์ที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/ลิตร)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1% HNO_3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.0020	-
2% HNO_3	N.D.	0.0038	N.D.	N.D.	0.0024	-
3% HNO_3	N.D.	0.0038	0.01	N.D.	0.0045	0.0038
4% HNO_3	0.003	0.01	0.0038	0.0038	0.0051	0.0033
5% HNO_3	N.D.	0.0075	0.0075	0.006	0.0070	0.0036
6% HNO_3	0.003	0.011	0.01	0.0112	0.0088	0.0039

ขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดปริมาณโคบอลต์ (detection limit) = 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร

ตารางแสดงปริมาณแมงกานีสที่ละลายปนออกมากับสารละลายกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

สารละลายกรดที่ใช้ล้าง	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/ลิตร)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1% HNO_3	0.003	N.D.	0.0025	N.D.	0.0019	-
2% HNO_3	N.D.	N.D.	0.0025	N.D.	0.0016	-
3% HNO_3	N.D.	0.0012	0.0012	N.D.	0.0011	-
4% HNO_3	0.002	0.0025	N.D.	0.0038	0.0023	0.0019
5% HNO_3	N.D.	0.005	0.005	0.0045	0.0039	0.0003
6% HNO_3	0.005	0.005	0.005	0.011	0.0065	0.0030

ขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดปริมาณแมงกานีส (detection limit) = 0.001 มิลลิกรัม/ลิตร

ตารางแสดงปริมาณทองแดงที่ละลายปนออกมากับสารละลายกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

สารละลายกรดที่ใช้ล้าง	ปริมาณทองแดงที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/ลิตร)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1% HNO_3	0.003	0.003	0.0054	N.D.	0.0031	0.0014
2% HNO_3	0.004	0.0018	0.0021	0.002	0.0022	0.0013
3% HNO_3	0.003	0.0039	0.0075	0.003	0.0044	0.0021
4% HNO_3	0.003	0.0084	0.0049	0.006	0.0056	0.0023
5% HNO_3	0.004	0.005	0.007	0.008	0.0060	0.0018
6% HNO_3	0.006	0.006	0.0124	0.009	0.0084	0.0030

ขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดปริมาณทองแดง (detection limit) = 0.001 มิลลิกรัม/ลิตร

ตารางแสดงปริมาณนิกเกิลที่ละลายปนออกมากับสารละลายกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

สารละลายกรดที่ใช้ล้าง	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/ลิตร)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1% HNO_3	0.003	N.D.	N.D.	N.D.	0.0025	-
2% HNO_3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.0020	-
3% HNO_3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.0020	-
4% HNO_3	0.004	N.D.	N.D.	0.005	0.0035	-
5% HNO_3	N.D.	0.0175	0.0112	0.005	0.0090	0.0063
6% HNO_3	0.003	N.D.	0.064	0.0625	0.0432	0.0348

ขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดปริมาณนิกเกิล (detection limit) = 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร

ตารางแสดงปริมาณตะกั่วที่ละลายปนออกมากับสารละลายกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

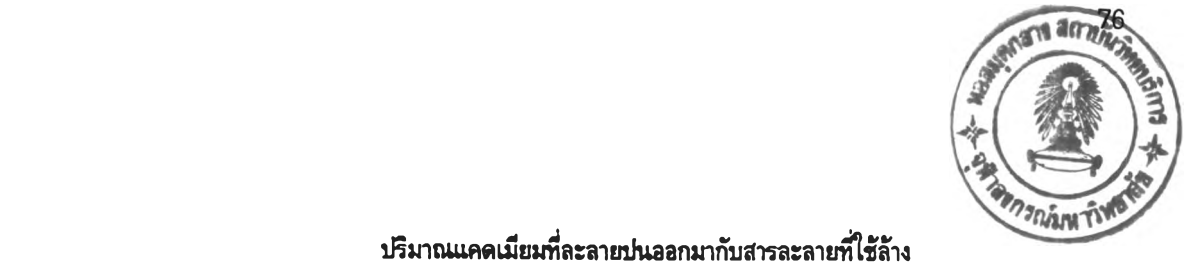
สารละลายกรดที่ใช้ล้าง	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/ลิตร)					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1% HNO_3	0.07	N.D	N.D.	N.D.	0.036	-
2% HNO_3	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	0.029	-
3% HNO_3	0.05	N.D.	N.D.	0.04	0.035	-
4% HNO_3	0.07	N.D.	N.D.	N.D.	0.036	-
5% HNO_3	0.07	N.D.	N.D.	0.03	0.038	0.0218
6% HNO_3	0.07	0.062	0.1	0.038	0.068	0.0257

ขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดปริมาณตะกั่ว (detection limit) = 0.025 มิลลิกรัม/ลิตร

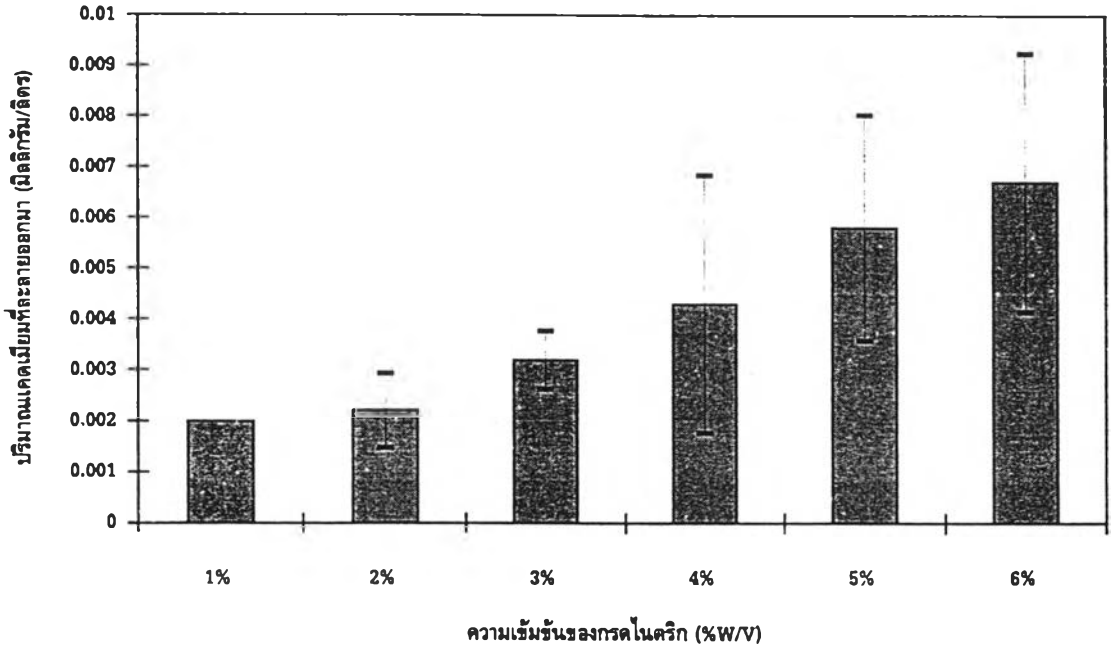
ตารางแสดงปริมาณแคดเมียมที่ละลายปนออกมากับสารละลายกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

สารละลายกรดที่ใช้ล้าง	ปริมาณแคดเมียมที่ตรวจพบ					
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1% HNO_3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.0020	-
2% HNO_3	0.003	0.0013	0.0025	N.D.	0.0022	0.0007
3% HNO_3	0.003	0.0038	0.0025	0.0035	0.0032	0.0005
4% HNO_3	N.D.	0.005	0.0075	0.0025	0.0043	0.0025
5% HNO_3	0.003	0.008	0.005	0.007	0.0058	0.0022
6% HNO_3	0.003	0.0075	0.0075	0.0088	0.0067	0.0025

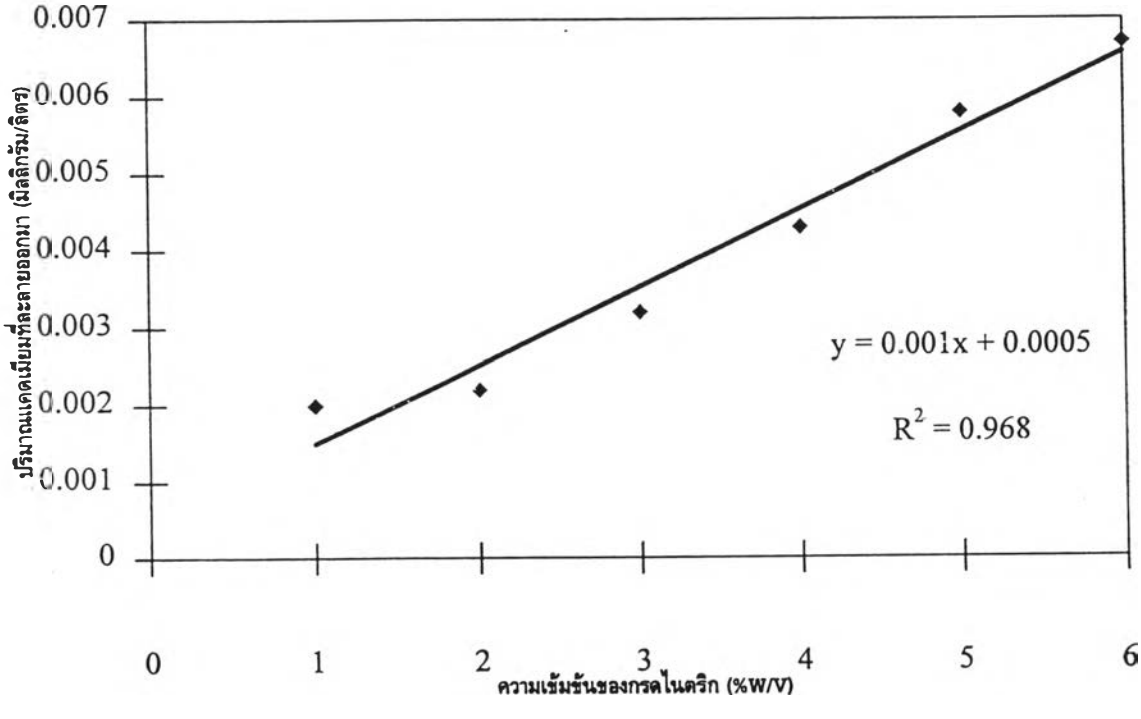
ขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัดปริมาณแคดเมียม (detection limit) = 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร



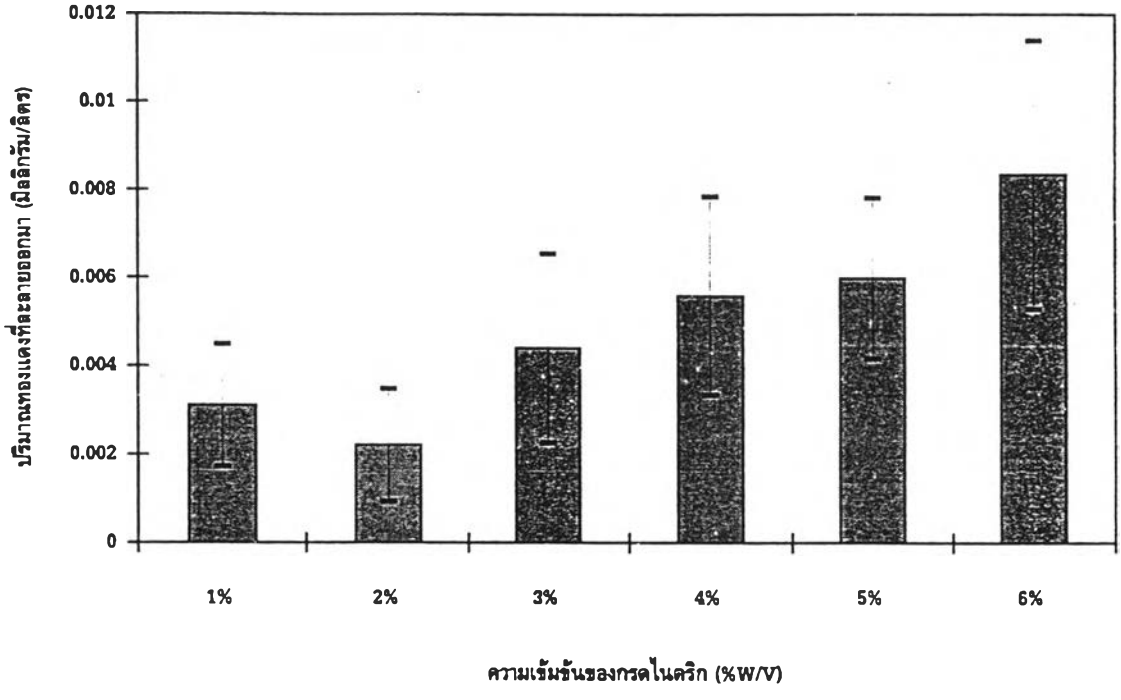
ปริมาณแคดเมียมที่ละลายปนออกมากับสารละลายที่ใช้ล้าง



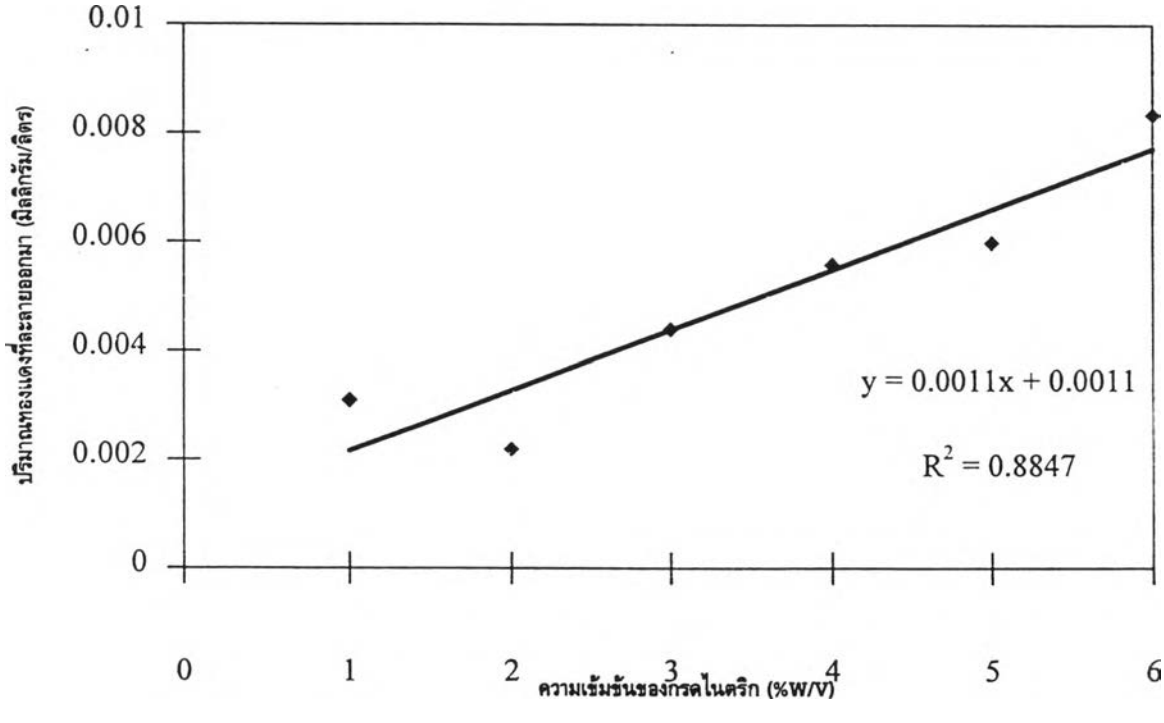
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคดเมียมที่ละลายกับความเข้มข้นของกรดไนตริกที่ใช้ล้าง

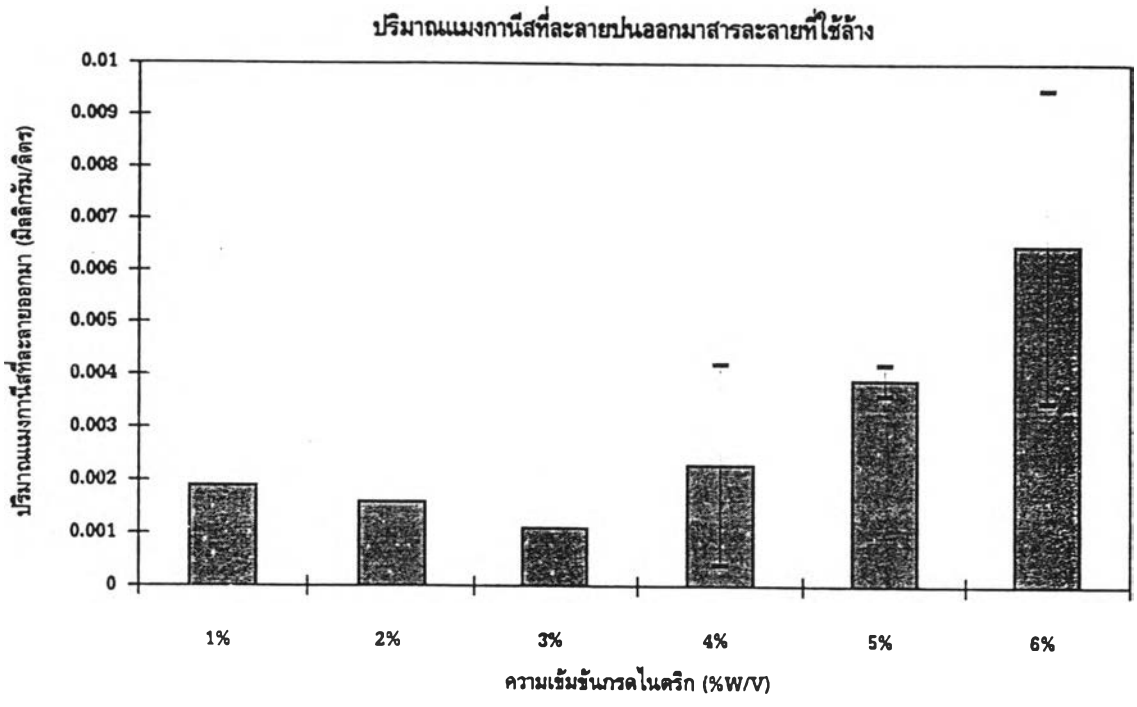


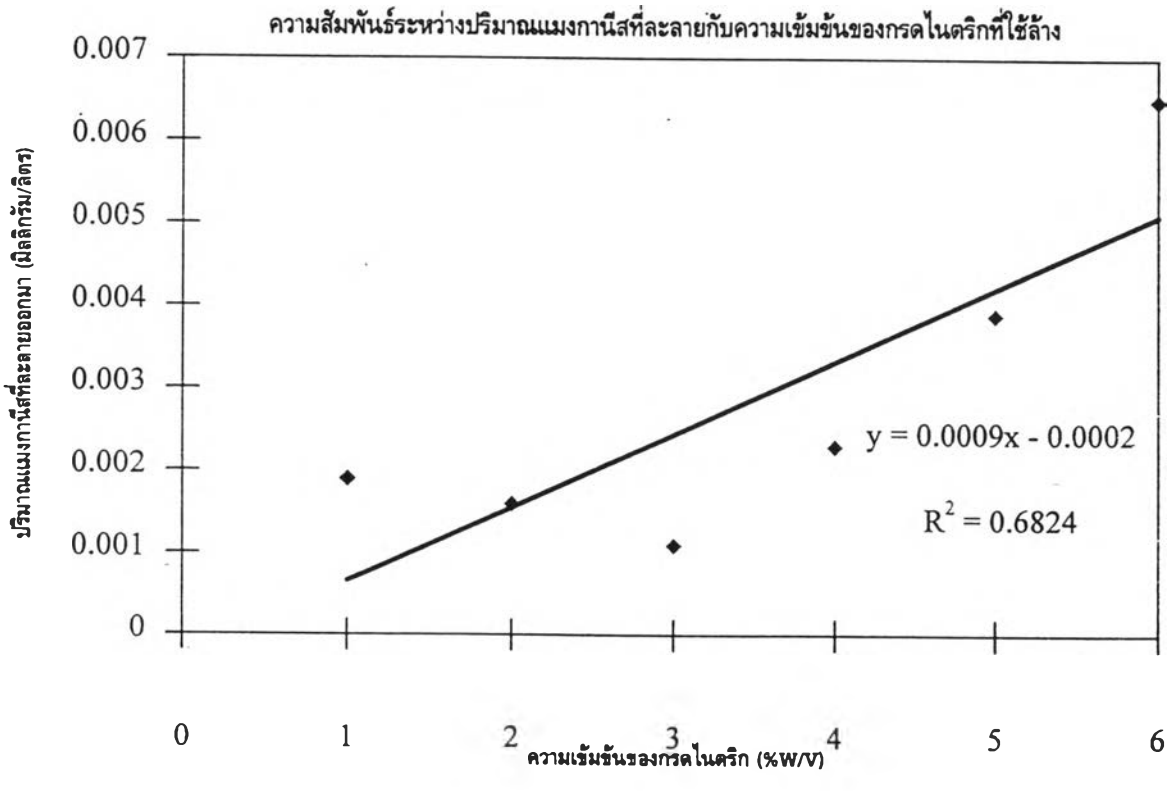
ปริมาณทองแดงที่ละลายปนออกมากับสารละลายที่ใช้ล้าง



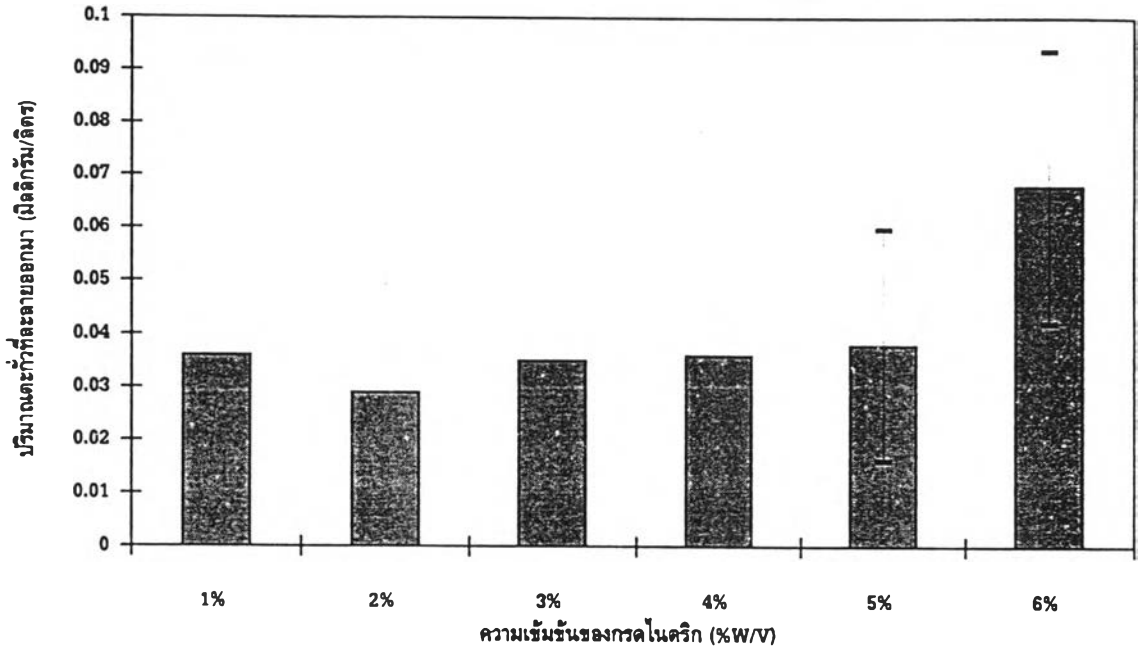
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทองแดงที่ละลายกับความเข้มข้นของกรดไนตริกที่ใช้ล้าง



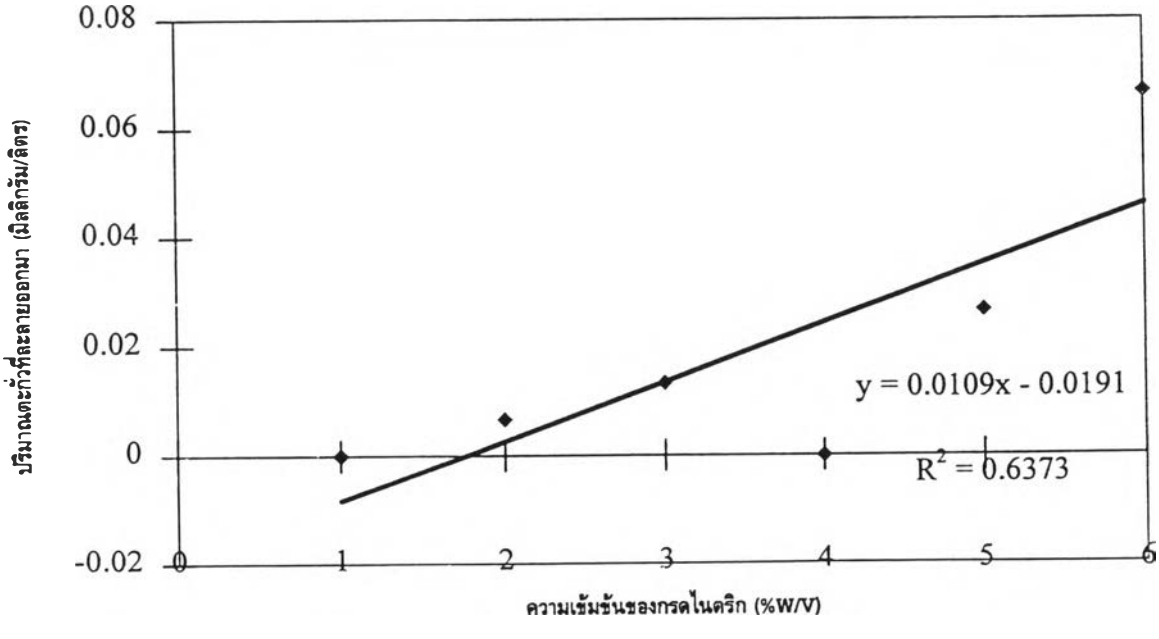

ปริมาณแมงกานีสที่ละลายปนออกมาสารละลายที่ใช้ล้าง
ปริมาณแมงกานีสที่ละลายออกมา (มิลลิกรัม/ลิตร)
0.01
0.009
0.008
0.007
0.006
0.005
0.004
0.003
0.002
0.001
0
1%
2%
3%
4%
5%
6%
ความเข้มข้นกรดไนตริก (%W/V)


ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมงกานีสที่ละลายกับความเข้มข้นของกรดไนตริกที่ใช้ล้าง
ปริมาณแมงกานีสที่ละลายออกมา (มิลลิกรัม/ลิตร)
0.007
0.006
0.005
0.004
0.003
0.002
0.001
0
y = 0.0009x - 0.0002
R2 = 0.6824
0
1
2
3
4
5
6
ความเข้มข้นของกรดไนตริก (%W/V)

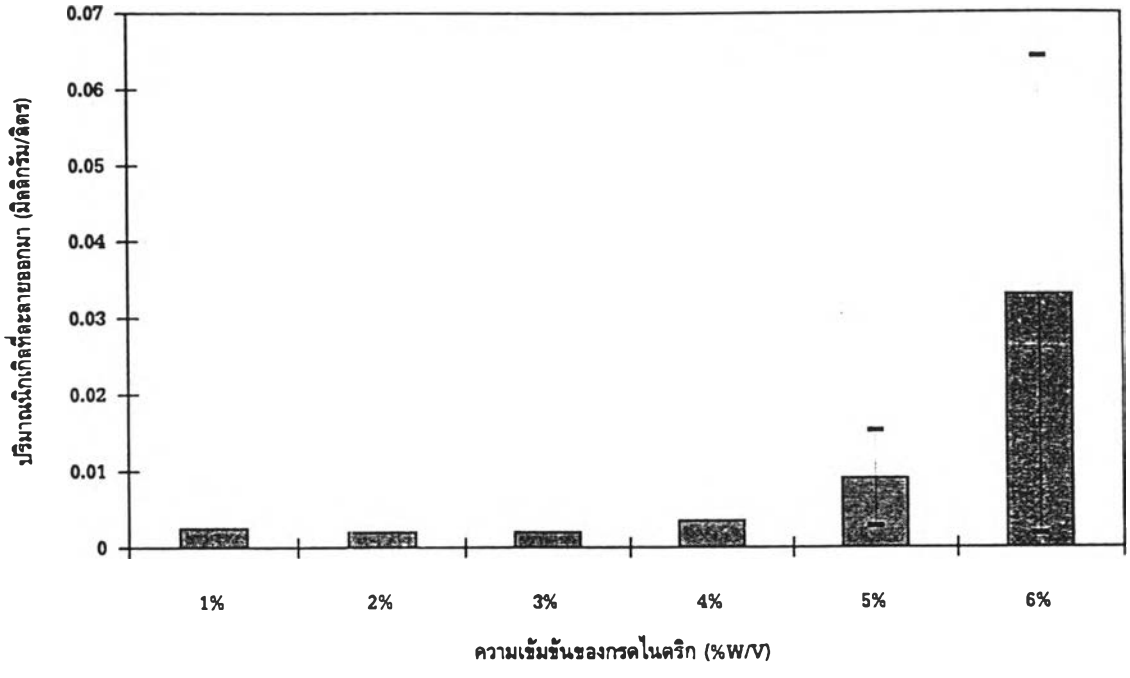
ปริมาณตะกั่วที่ละลายปนออกมากับสารละลายที่ใช้ล้าง



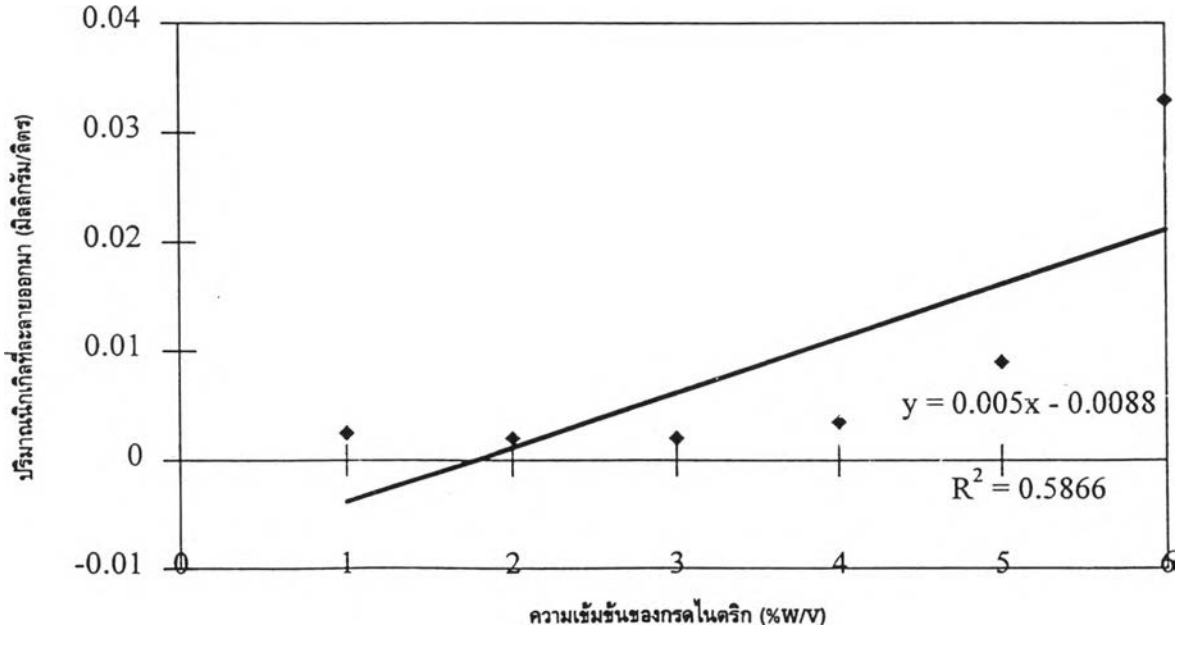
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วที่ละลายกับความเข้มข้นของกรดไนตริกที่ใช้ล้าง



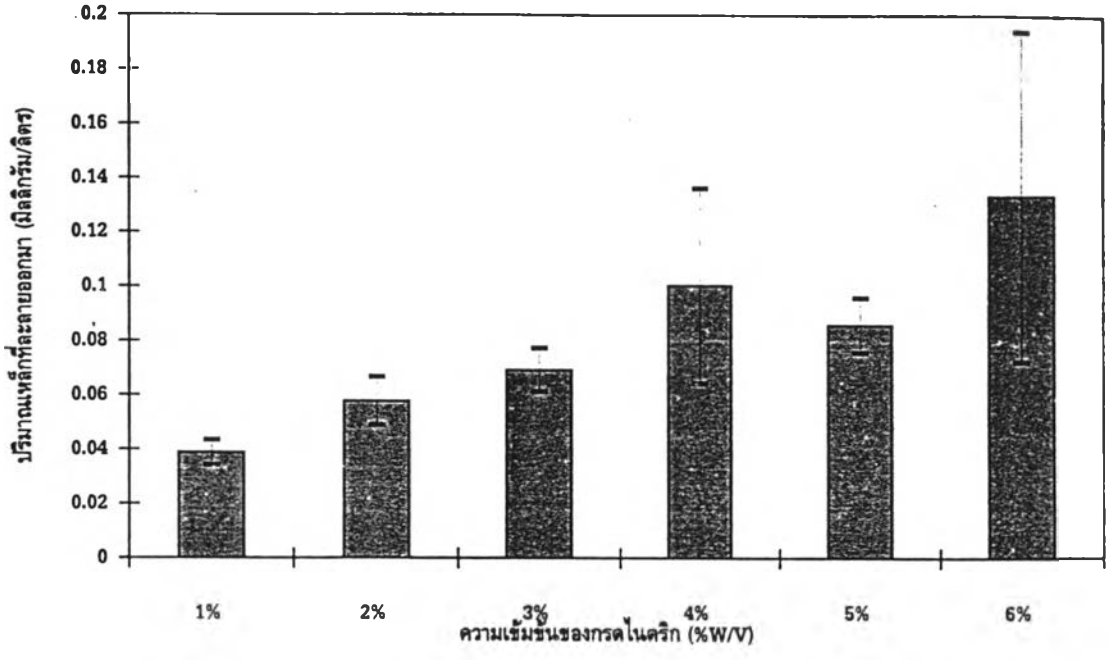
ปริมาณนิกเกิลที่ละลายปนออกมากับสารละลายที่ใช้ล้าง



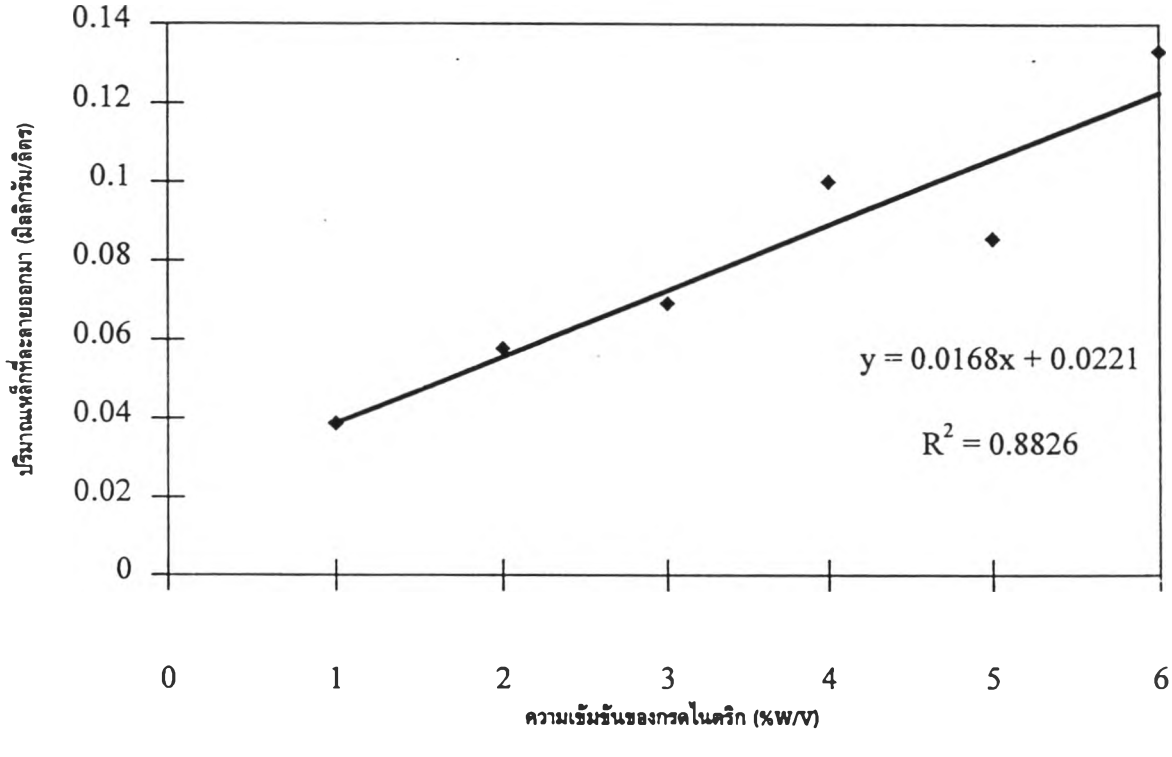
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณนิกเกิลที่ละลายกับความเข้มข้นของกรดไนตริกที่ใช้ล้าง



ปริมาณเหล็กที่ละลายปนออกมากับสารละลายที่ใช้ล้าง



ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กที่ละลายกับความเข้มข้นของกรดไนตริกที่ใช้ล้าง



ภาคผนวก ง ปริมาณโลหะมลทินและความบริสุทธิ์ในปรอทจากกระบวนการทำให้บริสุทธิ์

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการล้างกรดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท

ชนิดของปรอท	น้ำหนักปรอทที่ชั่ง (กรัม)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ปรอทตั้งต้น	1.7631	0.0006897	0.0000340	0.0000170	0.0004537	0.000006	0.000011	0.0000113	0.0012229	99.99878
	1.7852	0.0006126	0.0000336	0.0000280	0.0005041	0.000006	0.000011	0.0000112	0.0012064	99.99879
	1.8645	0.0006622	0.0001073	0.0000107	0.0004291	0.000005	0.000011	0.0000107	0.0012361	99.99876
	ค่าเฉลี่ย	0.0006548	0.0000583	0.0000186	0.0004623	0.0000056	0.0000111	0.0000111	0.0012218	99.99878
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000391	0.0000424	0.0000087	0.0000383	0.0000002	0.0000003	0.0000003	0.0000149	0.000015
ปรอทที่ผ่านการล้างสารละลายเซอร์แฟคแตนท์	1.9851000	0.0006262	0.0000453	0.0000101	0.0003526	0.0000050	0.0000101	0.0000101	0.0010594	99.99894
	1.8077000	0.0006219	0.0000609	0.0000166	0.0003872	0.0000055	0.0000111	0.0000111	0.0011142	99.99889
	1.9653000	0.0006987	0.0000611	0.0000000	0.0003562	0.0000051	0.0000102	0.0000102	0.0011414	99.99886
	ค่าเฉลี่ย	0.0006489	0.0000557	0.0000089	0.0003653	0.0000052	0.0000104	0.0000104	0.0011050	99.99889
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000432	0.0000090	0.0000084	0.0000190	0.0000003	0.0000005	0.0000005	0.0000417	0.0000417

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการล้างกรดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ชนิดของปรอท	น้ำหนักปรอทที่ชั่ง (กรัม)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ปรอทที่ผ่าน 1% ไนตริก	2.2070	0.00626	0.000095	0.0004078	0.0000181	0.0000045	0.0000091	0.0000091	0.0011699	99.99883
	2.0306	0.0005919	0.0000591	0.000394	0.0000295	0.0000049	0.0000098	0.0000098	0.0010991	99.99890
	2.0335	0.000698	0.0000246	0.0002459	0.0000295	0.0000049	0.0000098	0.0000098	0.0010233	99.99898
	ค่าเฉลี่ย	0.0006389	0.0000596	0.0003492	0.0000257	0.0000048	0.0000096	0.0000096	0.0010974	99.99890
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000545	0.0000353	0.0000898	0.0000066	0.0000002	0.0000005	0.0000005	0.0000733	0.0000734
ปรอทที่ผ่าน 2% ไนตริก	2.0325	0.0006101	0.0000344	0.0003444	0.0000098	0.0000049	0.0000098	0.0000098	0.0010233	99.99898
	2.1046	0.0005698	0.0000523	0.0003801	0.0000143	0.0000048	0.0000095	0.0000095	0.0010402	99.99896
	2.1019	0.0006173	0.0000285	0.0004282	0.0000143	0.0000048	0.0000095	0.0000095	0.0011121	99.99889
	ค่าเฉลี่ย	0.0005991	0.0000384	0.0003842	0.0000128	0.0000048	0.0000096	0.0000096	0.0010586	99.99894
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.000256	0.0000124	0.0000421	0.0000026	0.0000001	0.0000002	0.0000002	0.0000472	0.0000471

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการล้างกรดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ชนิดของปรอท	น้ำหนักปรอทที่ชั่ง (กรัม)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ปรอทที่ผ่าน 3 % ไนตริก	2.0284	0.0004296	0.0000569	0.0002958	0.0000148	0.0000049	0.0000099	0.0000099	0.0008217	99.99918
	2.1480	0.0004583	0.0000239	0.0002793	0.000233	0.0000047	0.0000093	0.0000093	0.0008081	99.99919
	2.0192	0.0005002	0.0000348	0.0003467	0.0000149	0.0000050	0.0000099	0.0000099	0.0009214	99.99908
	ค่าเฉลี่ย	0.0004627	0.0000385	0.0003073	0.0000177	0.0000048	0.0000097	0.0000097	0.0008504	99.99915
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000355	0.0000168	0.0000351	0.0000049	0.0000002	0.0000003	0.0000003	0.0000618	0.0000618
ปรอทที่ผ่าน 4 % ไนตริก	2.1076	0.00004168	0.0000244	0.0002847	0.0000332	0.0000047	0.0000095	0.0000095	0.0007828	99.99923
	2.0921	0.0004688	0.0000291	0.0002868	0.0000287	0.0000048	0.0000096	0.0000096	0.0008373	99.99916
	2.0139	0.0004688	0.0000048	0.0001986	0.0000298	0.0000050	0.0000099	0.0000099	0.0007268	99.99927
	ค่าเฉลี่ย	0.0004515	0.0000194	0.0002567	0.0000306	0.0000048	0.0000097	0.0000097	0.0007823	99.99922
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.00003300	0.0000129	0.0000503	0.0000023	0.0000001	0.0000002	0.0000002	0.0000552	0.0000552

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการล้างกรดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ชนิดของปรอท	น้ำหนักปรอทที่ชั่ง (กรัม)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ปรอทที่ผ่าน 5 % ไนตริก	2.0488	0.0003970	0.0000327	0.0002440	0.0000244	0.0000049	0.0000098	0.0000098	0.0007225	99.99928
	2.4054	0.0003613	0.0000444	0.0002494	0.0000125	0.0000042	0.0000083	0.0000083	0.0006884	99.99931
	2.0771	0.0003823	0.0000239	0.0002407	0.0000289	0.0000048	0.0000096	0.0000096	0.0006760	99.99932
	ค่าเฉลี่ย	0.0003802	0.0000257	0.0002447	0.0000219	0.0000046	0.0000092	0.0000092	0.0006956	99.99930
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000179	0.0000230	0.0000044	0.0000085	0.0000004	0.0000008	0.0000008	0.0000241	0.0000240
ปรอทที่ผ่าน 6 % ไนตริก	2.1433	0.0003946	0.0000327	0.0003266	0.0000327	0.0000047	0.0000093	0.0000093	0.0008099	99.9991901
	2.0287	0.0002493	0.0000444	0.0003943	0.0000296	0.0000049	0.0000099	0.0000099	0.0007422	99.9992578
	2.0755	0.0002903	0.0000000	0.0003373	0.0000241	0.0000048	0.0000096	0.0000096	0.0006758	99.9993242
	ค่าเฉลี่ย	0.0003114	0.0000257	0.0003527	0.0000288	0.0000048	0.0000096	0.0000096	0.0007426	99.9992574
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000749	0.0000230	0.0000364	0.0000044	0.0000001	0.0000003	0.0000003	0.0000670	0.0000671

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการกลั่นด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ชนิดของปรอท	น้ำหนักปรอทที่ชั่ง (กรัม)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ปรอทที่ผ่านการกลั่น 1 ครั้ง	2.0348	0.000261	0.000049	0.000030	0.000189	0.000005	0.0000010	0.000010	0.000553	99.99945
	2.0100	0.000318	0.000090	0.000030	0.000320	0.000005	0.000010	0.000010	0.000762	99.99924
	2.0549	0.000321	0.000034	0.000015	0.00030	0.000005	0.0000010	0.000010	0.000689	99.99931
	ค่าเฉลี่ย	0.00030	0.000058	0.000025	0.000261	0.000005	0.0000010	0.000010	0.000668	99.99933
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.000034	0.000029	0.000009	0.000062	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.000106	0.000106
ปรอทที่ผ่านการกลั่น 2 ครั้ง	2.4998	0.000052	0.000016	0.000020	0.000040	0.000004	0.000008	0.0000080	0.000148	99.99985
	2.0331	0.000162	0.000074	0.000025	0.000098	0.000005	0.000010	0.0000098	0.000384	99.99962
	3.2648	0.000104	0.000040	0.000018	0.000061	0.000003	0.000006	0.0000061	0.000239	99.99976
	ค่าเฉลี่ย	0.000106	0.000043	0.000021	0.000067	0.000004	0.000008	0.0000080	0.000257	99.99974
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.000055	0.000029	0.000003	0.000030	0.0000009	0.0000019	0.0000019	0.000119	0.000119

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการกลั่นด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ชนิดของปรอท	น้ำหนักปรอทที่ชั่ง (กรัม)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ปรอทที่ผ่านการกลั่น 3 ครั้ง	2.0647	0.000107	0.000082	0.000024	0.000019	0.000005	0.000010	0.000010	0.000257	99.99974
	2.0096	0.000090	0.000055	0.000015	0.000025	0.000005	0.000010	0.000010	0.000209	99.99979
	2.0250	0.000079	0.000099	0.000025	0.000020	0.000005	0.000010	0.000010	0.000247	99.99975
	ค่าเฉลี่ย	0.000092	0.000079	0.000021	0.000021	0.000005	0.000010	0.000010	0.000238	99.99976
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000139	0.000022	0.0000055	0.0000031	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.000025	0.000025
สิ่งตกค้างจากการกลั่น 1 ครั้ง	2.0100	0.003657	0.000100	0.000100	0.003231	0.000498	0.000100	0.000066	0.007751	99.99225
	2.0430	0.003035	0.000098	0.000098	0.003216	0.000489	0.000098	0.000065	0.007099	99.99290
	2.0171	0.003775	0.000027	0.000025	0.003245	0.000496	0.000062	0.000066	0.007696	99.99230
	ค่าเฉลี่ย	0.003489	0.000075	0.000074	0.003231	0.000494	0.000086	0.000066	0.007515	99.99248
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.000398	0.0000076	0.0000076	0.0000148	0.0000042	0.000021	0.000001	0.000077	0.000077

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการกลั่นด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ชนิดของปรอท	น้ำหนักปรอทที่ชั่ง (กรัม)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
สิ่งตกค้างจากการกลั่น 2 ครั้ง	2.0465	0.001877	0.000298	0.000086	0.001491	0.000009	0.000011	0.000010	0.003781	99.99622
	2.0202	0.001561	0.000155	0.000048	0.002011	0.000009	0.000014	0.000010	0.003808	99.99619
	2.0285	0.002388	0.000011	0.000011	0.002333	0.000008	0.000016	0.000011	0.004757	99.99524
	ค่าเฉลี่ย	0.001942	0.000151	0.000044	0.001945	0.000009	0.000014	0.000011	0.004115	99.99588
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.000417	0.000149	0.000043	0.000425	0.0000001	0.0000028	0.0000001	0.000556	0.000556
สิ่งตกค้างจากการกลั่น 3 ครั้ง	2.0500	0.000010	0.000020	0.000015	0.000206	0.000004	0.000007	0.000008	0.000260	99.99974
	2.2914	0.000872	0.000181	0.000015	0.000735	0.000003	0.000006	0.000007	0.001892	99.99811
	2.0172	0.000238	0.000005	0.000015	0.000415	0.000004	0.000007	0.000008	0.000692	99.99931
	ค่าเฉลี่ย	0.000370	0.000069	0.000015	0.000452	0.000004	0.000006	0.000008	0.000948	99.99905
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.000451	0.0000076	0.0000000	0.000266	0.0000003	0.0000004	0.0000005	0.0002416	0.0002416

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการกลั่นด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ชนิดของปรอท	น้ำหนักปรอทที่ชั่ง (กรัม)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่คาดว่ามี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ปรอทมาตรฐานทางทันตกรรม	2.0286	0.000483	0.000039	0.0000345	0.000408	0.000005	0.000010	0.000015	0.001305	99.99870
	2.1001	0.000629	0.000043	0.0000333	0.000454	0.000005	0.000010	0.000014	0.001487	99.99852
	2.1815	0.000628	0.000041	0.0000367	0.000504	0.000005	0.000009	0.000014	0.001568	99.99843
	ค่าเฉลี่ย	0.000580	0.000041	0.0000348	0.000455	0.000005	0.000010	0.000014	0.001453	99.99855
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.000084	0.000002	0.0000017	0.000048	0.0000002	0.0000003	0.0000005	0.000135	0.00135

ภาคผนวก จ ปริมาณปรอทในอากาศและปรอทในปัสสาวะ

ปริมาณปรอทในอากาศ(มก./ลบม.) \ เดือนที่เก็บ		ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ห้องกลั่น	ครั้งที่ 1	0.009	0.0071	0.0134	0.0951	0.1235	0.1553	0.0445	0.0543	0.0474	0.0254
	ครั้งที่ 2	0.007	0.0059	0.0093	0.0959	0.1985	0.0918	0.0751	0.0731	0.0355	0.0262
	ครั้งที่ 3	0.014	0.0155	0.0115	0.2017	0.1106	0.1180	0.0469	0.0055	0.0254	0.0281
เฉลี่ย		0.0100	0.0095	0.0114	0.1309	0.1442	0.1217	0.0555	0.0443	0.0361	0.0366
ห้อง AAS	ครั้งที่ 1	0.0335	0.0345	0.0566	0.0125	0.0383	0.0301	0.0311	0.0455	0.0334	0.0342
	ครั้งที่ 2	0.0077	0.0658	0.0310	0.0944	0.0157	0.0765	0.0452	0.0541	0.0767	0.0395
	ครั้งที่ 3	0.1058	0.0368	0.0519	0.0770	0.0657	0.0771	0.0683	0.0717	0.0369	0.0342
เฉลี่ย		0.0490	0.0457	0.0465	0.0613	0.0391	0.0612	0.0482	0.0571	0.0490	0.034
ห้องSide	ครั้งที่ 1	0.0391	0.0367	0.0951	0.0177	0.0249	0.0445	0.0118	0.0038	0.0442	0.051
	ครั้งที่ 2	0.0115	0.0014	0.0088	0.0093	0.0876	0.0248	0.0417	0.0543	0.0387	0.0299
	ครั้งที่ 3	0.0304	0.0420	0.0322	0.0348	0.0786	0.0255	0.0608	0.0202	0.0617	0.0218
เฉลี่ย		0.027	0.0267	0.0287	0.0206	0.0637	0.0316	0 0381	0.0261	0.0482	0.0256
ห้องอ้างอิง	ครั้งที่ 1	0.0113	0.0147	0.0245	0.0054	0.0115	0.0049	0.0147	0.0567	0.0100	0.0102
	ครั้งที่ 2	0.0034	0.0108	0.0052	0.0487	0.0024	0.0230	0.0344	0.0095	0.0254	0.0146
	ครั้งที่ 3	0.0126	0.0054	0.0018	0.0095	0.0122	0.0186	0.0706	0.021	0.0057	0.0721
เฉลี่ย		0.0091	0.0103	0.0105	0.0212	0.0087	0.0155	0.0399	0.0291	0.0137	0.0123

ค่ามาตรฐานปริมาณปรอทในอากาศ = 0.05 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ปรอทในปัสสาวะ (ไมโครกรัม/ลิตร) / เดือนที่เก็บ		ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ตัวอย่างที่ 1	ครั้งที่ 1	128.44	160.99	155.40	250.81	307.42	320.08	308.44	289.56	302.72	305.41
	ครั้งที่ 2	135.49	151.47	155.77	230.45	305.59	325.49	301.45	301.44	278.74	298.51
	ครั้งที่ 3	112.09	161.39	183.99	291.73	303.77	314.74	325.37	266.26	260.68	285.36
เฉลี่ย		125.34	157.95	165.05	257.65	305.81	320.10	311.75	285.75	280.71	296.46
ตัวอย่างที่ 2	ครั้งที่ 1	122.34	-	120.57	192.75	181.42	159.76	130.76	128.49	181.08	184.21
	ครั้งที่ 2	129.45	-	143.88	177.79	192.44	144.41	171.45	145.87	184.49	170.26
	ครั้งที่ 3	101.72	-	133.27	171.77	158.61	148.08	177.08	102.08	137.91	198.44
เฉลี่ย		121.17	-	132.57	180.77	177.49	150.75	159.76	125.48	134.74	184.30
ตัวอย่างที่ 3	ครั้งที่ 1	106.55	-	101.59	101.85	177.94	137.45	121.49	131.21	105.14	113.84
	ครั้งที่ 2	120.04	-	120.43	131.77	171.21	151.44	130.48	140.58	112.76	106.97
	ครั้งที่ 3	89.07	-	124.69	130.52	154.33	147.32	154.51	120.34	118.34	123.64
เฉลี่ย		105.22	-	115.57	121.38	167.89	145.40	135.49	130.71	112.08	114.82
ตัวอย่างที่ 4	ครั้งที่ 1	98.42	101.12	105.11	107.76	101.34	151.21	109.43	125.84	108.37	126.74
	ครั้งที่ 2	92.33	105.19	107.58	102.59	103.03	142.42	120.48	131.49	160.05	105.29
	ครั้งที่ 3	93.54	113.26	102.20	92.81	102.93	142.01	121.25	113.95	135.84	116.28
เฉลี่ย		94.76	105.81	104.96	101.05	102.43	145.21	117.05	123.76	114.75	116.10
ตัวอย่างที่ 5	ครั้งที่ 1	-	108.57	117.94	109.67	107.55	102.45	118.42	128.41	102.52	124.53
	ครั้งที่ 2	-	105.43	109.21	100.65	110.15	109.58	114.67	120.55	110.44	120.77
	ครั้งที่ 3	-	101.36	131.06	104.03	97.64	101.42	120.23	138.08	100.39	105.32
เฉลี่ย		-	105.12	119.40	104.78	105.11	107.48	117.77	129.01	104.45	116.87

ปรอทในปัสสาวะ (ไมโครกรัม/ลิตร) / เดือนที่เก็บ		ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
ผู้อางอิง 1	ครั้งที่ 1	125.02	121.01	121.32	128.55	136.94	121.11	130.22	136.94	129.87	121.11
	ครั้งที่ 2	129.37	118.29	136.94	125.44	128.21	136.87	135.47	120.99	126.39	136.94
	ครั้งที่ 3	130.48	121.11	130.45	121.32	121.11	136.94	139.44	121.32	128.09	128.55
เฉลี่ย		128.29	120.14	129.57	125.10	128.75	131.64	135.04	126.42	128.12	128.87
ผู้อางอิง 2	ครั้งที่ 1	115.89	119.45	116.94	116.14	106.94	120.39	118.55	130.44	108.87	118.55
	ครั้งที่ 2	110.68	116.28	128.55	131.32	110.89	121.11	118.98	106.94	121.32	101.11
	ครั้งที่ 3	105.11	116.94	119.11	101.11	108.27	100.68	121.32	116.28	126.39	110.49
เฉลี่ย		110.56	117.56	121.53	116.19	108.7	114.06	119.62	117.89	118.86	105.05
ผู้อางอิง 3	ครั้งที่ 1	143.34	142.39	121.32	128.55	136.94	121.11	138.44	125.98	136.94	141.11
	ครั้งที่ 2	140.22	136.94	139.58	121.32	137.10	129.39	128.55	136.94	139.54	121.32
	ครั้งที่ 3	151.11	139.54	121.11	136.94	121.32	136.94	150.24	121.11	128.55	136.94
เฉลี่ย		144.89	139.62	127.34	128.93	131.79	129.15	139.07	128.01	135.01	133.12
ผู้อางอิง 4	ครั้งที่ 1	140.21	121.22	136.94	135.02	121.11	136.72	141.08	130.44	123.38	126.11
	ครั้งที่ 2	136.17	135.98	135.27	130.22	129.10	140.28	133.37	132.87	120.17	110.19
	ครั้งที่ 3	139.89	128.55	130.55	139.47	110.11	127.33	129.45	121.04	126.58	126.48
เฉลี่ย		138.76	128.58	134.25	134.90	120.11	134.78	134.63	128.12	123.38	120.93

ค่ามาตรฐานปริมาณปรอทในปัสสาวะในรูปปรอททั้งหมด (Totel Mercury) = 300 ไมโครกรัม/ลิตร

ภาคผนวก ฉ การคำนวนค่าใช้จ่ายในกระบวนการทำปรอทให้บริสุทธิ์

ต้นทุนเริ่มต้นคำนวนจาก

ราคาค่าทำห้องกลั่นล้างปรอท และ ราคาตู้กำจัดไอปรอท	165,330 บาท
ราคาเครื่องควบคุมอุณหภูมิ	30,000 บาท
ราคาชุดเครื่องกลั่นปรอท	180,739 บาท
ราคาหน้ากากกันไอปรอท	6,634 บาท
รวมเงิน	382,703 บาท

ต้นทุนต่อหน่วย (ปรอท 500 กรัมต่อวัน) คำนวนจากราคาค่าไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ผลิตปรอท โดยใช้สูตรคำนวนดังนี้

ค่าไฟฟ้า(บาท) = กำลังไฟฟ้า(KW) x เวลาการทำงานของเครื่อง (ชั่วโมง) x ค่าไฟฟ้าต่อยูนิต

ค่าไฟฟ้าจากอุปกรณ์ต่างๆแสดงดังตารางข้างล่างนี้

อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (KW)	เวลาการทำงานของเครื่อง (ชั่วโมง)	ค่าไฟฟ้าต่อยูนิต	ค่าไฟฟ้า (บาท)
1. ตู้ดูดควันและเครื่องกำจัดไอปรอท	2.25	24	2	108.00
2. ปั๊มสำหรับทำสุญญากาศ	0.30	12	2	7.20
3.เครื่องให้ความร้อนแก่ปรอท	0.37	9	2	6.66
4.เครื่องทำน้ำหล่อเย็นอุปกรณ์ควบแน่น	0.35	12	2	8.40
5. เครื่องควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง	0.65	12	2	31.20
			รวมเงิน	161.46

ผลประโยชน์ต่อหน่วย (ปรอทมาตรฐานทางทันตกรรม 500 กรัมต่อวัน) = 550 บาท

ผลประโยชน์ต่อหน่วย - ต้นทุนต่อหน่วย (ต่อวัน) = 550 - 161.46 บาท

= 388.54 บาท

คิดในเวลา 1 ปีมีวันทำงาน 256 วัน (ไม่รวมวันเสาร์ - อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์)
จะสามารถผลิตปรอทได้ 128 กิโลกรัม ซึ่งมีมูลค่า = 128 กิโลกรัม x 1,100 บาทต่อกิโลกรัม
= 140,800 บาท

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนันทนิตย์ วานิชาชีวะ เกิดที่กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2514 ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2536 จากนั้นเข้าทำงานที่บริษัทสิทธิพรแอสโซซิเอท จำกัด ในตำแหน่งนักเคมีและเทคนิคเคิลเซอร์วิส และในปี พ.ศ. 2538 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย