

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กานดา พูนลาภทวี. 2539. สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- กัณษมาศ สุทธิเรืองวงศ์. 2539. การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีไฟฟ้าเคมีเพื่อกำจัดสารอินทรีย์และสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์. 2539. การบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มิตรนราการพิมพ์.
- ขนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์. 2539. การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยวิธี การตกตะกอนผลึกทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขา วิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โตมร มีเดช. 2528. สารปรอทรวมและสารปรอทอินทรีย์ในน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะ แวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. 2528. คณะอนุกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาเคมีตาม โครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัย. เคมีเล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์. อ้างถึงใน กัณษมาศ สุทธิเรืองวงศ์. การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีไฟฟ้าเคมีเพื่อกำจัดสารอินทรีย์และสี. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2539. คู่มือวิเคราะห์น้ำทิ้ง. คณะกรรมการจัดทำคู่มือวิเคราะห์น้ำทิ้ง. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทนิตย์ วานิชชีวะ. 2540. การทำปรอทจากอุตสาหกรรมก๊าซธรรมชาติให้บริสุทธิ์และผล กระทบต่อสภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2536. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- เพ็ญศรี ทองนพเนื่อ. 2539. เคมีวิเคราะห์เชิงไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กอง. პროთ. กรุงเทพมหานคร : กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (อัคราณา)
- โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. 2531. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดวิธีการเก็บทำลายฤทธิ์ กำจัด ฟัง ทิ้ง เคลื่อนย้ายและการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (ฉบับที่ 1) พ.ศ. 2531.
- วิทยาศาสตร์, กระทรวง. 2539. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม.
- ศุภชัย ใช้เทียมวงศ์. 2536. เคมีวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภชัย ใช้เทียมวงศ์. 2537. ปฏิบัติการเคมีปริมาณวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2539. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สาโรช บุญยกิจสมบัติ. 2536. การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีทางเคมีในโรงงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ขนาดกลางและเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรพงษ์ สุวจิตตานนท์. 2531. ไฟฟ้าเคมี. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- D' Itri, P. A. and D' Itril, F. M. 1977. *Mercury Contamination*. 311 p., John Wiley & Sone, Inc., New York. อ้างถึงใน มาลี เลาสุทแสน. สารปรอทรวมและสารปรอทอินทรีย์ในดินตะกอนจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
- Fresenius, W., Quentin, K. E. and Schneider, W. 1988. *Water analysis*. Germany : Springer - Verlag Berlin Heidelberg. อ้างถึงใน ขนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์. การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยวิธีการตกตะกอนผลึกทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

- Lambou, V. W. 1972. **Problem of mercury emissions into the environment of the United States.** U. S. Environmental Protection Agency. อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวด. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- Lanouete, K. H. 1977. **Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering. Chemical Engineering.** อ้างถึงใน ขนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์. การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยวิธีการตกตะกอนผลึกทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- Molina, C., Rigal, C., and Lacoste, G. 1991. **Electrotreatment of industrial wastewaters and products : A good way for environmental protection. World Congress of Chemical Engineering, June 16 – 21, pp. 20 – 21. Karlsruhe, Germany.** อ้างถึงใน กัญจมาศ สุทธิเรืองวงศ์. การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีไฟฟ้าเคมีเพื่อกำจัดสารอินทรีย์และสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- Sund, C. 1986. **Physico-Chemical Proceeding Options Hazardous Waste and Hazardous Materials.** Vol 3 : 183-194. อ้างถึงใน ขนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์. การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยวิธีการตกตะกอนผลึกทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

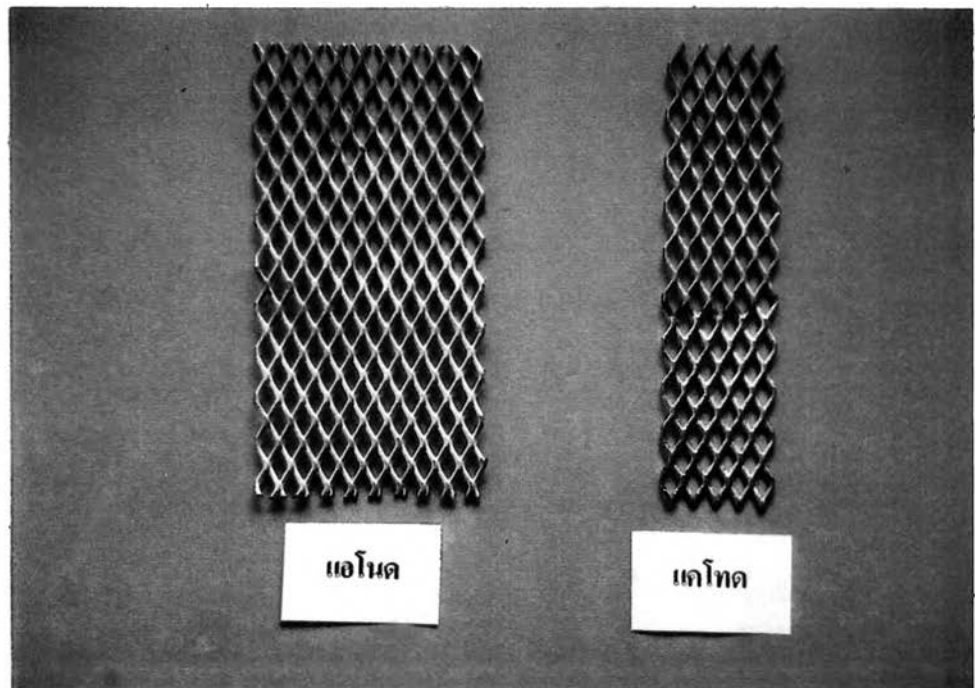
ภาษาอังกฤษ

- Atkinson, G. B., Murphy, J. E. and Eisele, J. A. 1983. **Recovering Mercury from a Flotation Concentrate by Continuous Leaching-Electrolysis. Bumines 8769.**
- Dietz, W. and Kuhn, F. 1989. **Method for the Precipitation of Murcury by Electrolysis. U. S. Patent No. 4,859,295. Aug. 22.**
- Dotson, R. L. and Carr, E. P. 1981. **Method of Purifying Aqueous Solutions of Metal Hydroxides. U. S. Patent No. 4,260,494. Apr. 7.**

- Dyvik, F. and Borge, K. 1987. Method for the Purification of Gases Containing Mercury and Simultaneous Recovery of the Mercury in Metallic Form. **U. S. Patent No. 4,640,751**. Feb. 3.
- Findlay, D. M. and Ronald, A. N. 1979. Treatment of Mercury Contaminated Aqueous Media. **U. S. Patent No. 4,147,626**. Apr. 3
- Flaschka, H. A. 1967. **EDTA Titrations And Introduction to Theory and Practice**. London : Compton Printing Ltd.
- Flynn, C. M., Carnahan, T. G. and Lindstrom, R. E. 1981. Selective Removal of Mercury from Cyanide Solutions. **U. S. Patent No. 4,256,707**. Mar. 17.
- Freeman, H. M. 1989. **Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal**. USA : McGraw - Hill Book : 7.21 - 7.27.
- Gardiner, W. C. and Munoz, F. 1971. Mercury Removal from Waste Effluent via Ion Exchange. **Chemical Engineering** 23 : 57-59.
- Grossman, M. W. and George, W. A. 1989. Recovery of Mercury from Mercury Compounds via Electrolysis Method. **U. S. Patent No. 4,879,010**. Nov. 7.
- Kurikami, T. 1975. Removing Mercury from Concentrated Sulfuric Acid Using Iodides. **U. S. Patent No. 3,875,287**. Apr. 1.
- Moore, S. H., et al. 1994. Process for Removal of Mercury from Hydroxyl-Ammonium Nitrate Solutions. **U. S. Patent No. 5,294,417**. Mar. 15.
- Murphy, J. E., Henry, H. G. and Eisele, J. A. 1987. Recovery Mercury from Concentrates by Cupric Chloride Leaching and Aqueous Electrolysis. **Bumines 9410**.
- Polcaro, A. M., Slavik, E. and Palmas, S. 1995. Mercury Removal from Concentrated Sulfuric Acid. **Annali di Chimica** 85 : 583-599.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย



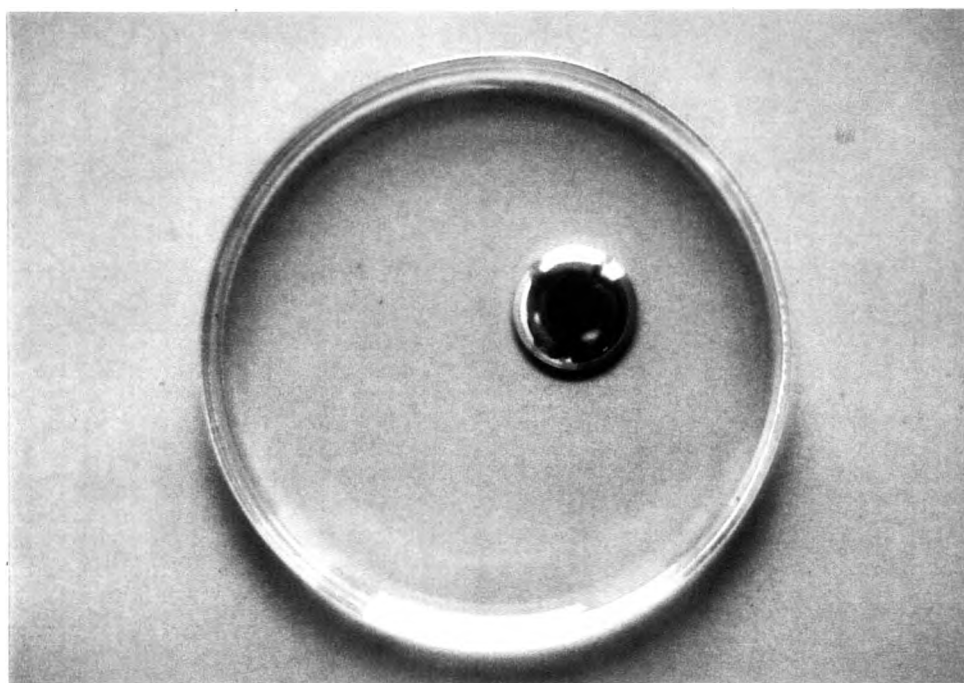
รูปที่ 1 ไททาเนียมเคลือบแพลทินัมที่ใช้เป็นขั้วไฟฟ้า



รูปที่ 2 เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการแยกสลายด้วยไฟฟ้า



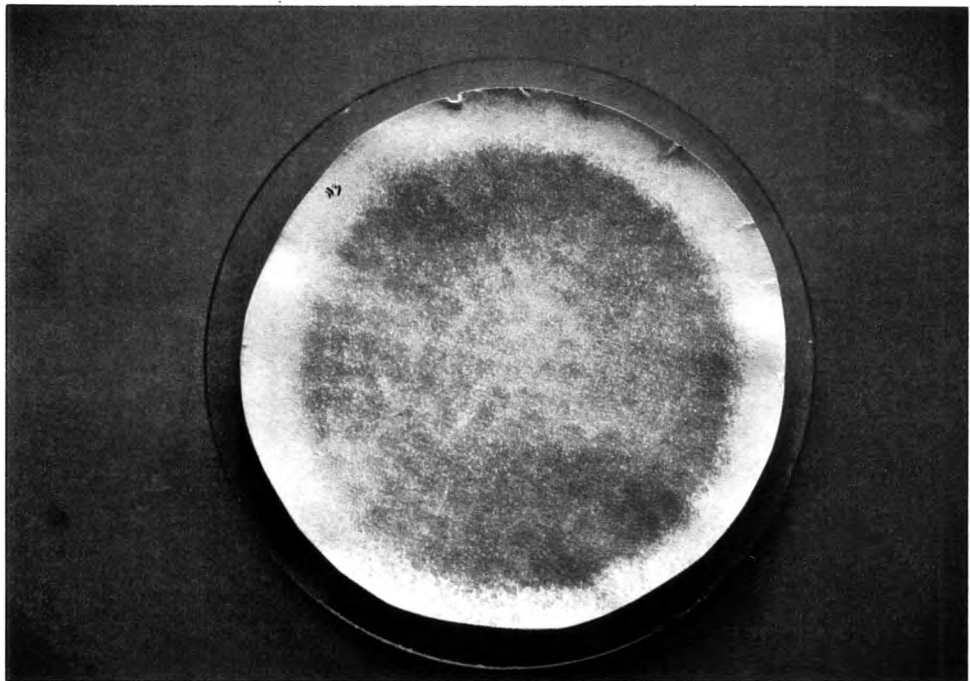
รูปที่ 3 ขณะทำการทดลองแยกสลายด้วยไฟฟ้าโดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็กกวนสารละลาย



รูปที่ 4 โลหะปรอทที่ได้จากการแยกสลายด้วยไฟฟ้า



รูปที่ 5 ขณะทำการทดลองตกตะกอนปรอทโดยใช้เครื่องกวนใบพัดกวนสารละลาย



รูปที่ 6 ตะกอนปรอทซัลไฟด์

ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ปริมาณโลหะในน้ำเสียเริ่มต้น

ชนิดของโลหะ	ปริมาณที่ตรวจพบ (มิลลิกรัม/ลิตร)			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
นิกเกิล	0.52	0.53	0.51	0.52	0.01
ตะกั่ว	0.65	0.68	0.62	0.65	0.03
ทองแดง	1.87	1.89	1.90	1.89	0.02
โคบอลต์	0.45	0.51	0.49	0.48	0.03
แคดเมียม	0.32	0.34	0.34	0.33	0.01
แมงกานีส	0.60	0.57	0.59	0.58	0.02
เหล็ก	0.20	0.22	0.19	0.20	0.02

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของปรอทในสารละลายภายหลังการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่เวลาในการทดลอง 3 ชั่วโมง และความต่างศักย์ต่างๆ ด้วยวิธีการไตเตรตกับอิตีทีเอ

ความต่างศักย์ (โวลต์)	ความเข้มข้นของปรอทในสารละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
0	8,385	8,415	8,415	8,385	51.96
0.5	7,380	7,416	7,416	7,404	20.78
1	6,075	6,120	6,084	6,093	23.81
1.5	450	443	439	444	5.57
2	309	300	315	308	7.55
2.5	240	255	234	243	10.82
3	135	135	141	137	3.46
3.5	247	261	239	249	11.14
4	248	240	255	248	7.51

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของปรอทในสารละลายภายหลังการแยกสลายด้วยไฟฟ้า
ที่ความต่างศักย์ 3 โวลต์ และเวลาในการทดลองต่างๆ ด้วยวิธีการไตเตรตกับอิดีทีทีเอ

เวลาในการ ทดลอง (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของปรอทในสารละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
0	8,385	8,415	8,415	8,385	51.96
1	684	666	675	675	9.00
2	299	317	306	307	9.07
3	140	135	140	138	2.89
4	141	141	135	139	3.46
5	135	142	135	137	4.04

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของปรอทในสารละลายภายหลังการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่
ความต่างศักย์ 3 โวลต์ เวลาในการทดลอง 3 ชั่วโมง และความเข้มข้นของน้ำเสีย
ต่างๆ ซึ่งวิเคราะห์ด้วย AAS

ความเข้มข้นของ น้ำเสียเมื่อเจือจางด้วย น้ำที่กำจัดอ็อกซิเจนแล้ว	ความเข้มข้นของปรอทในสารละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
1:0	142.0	145.5	141.0	142.83	2.36
1:2	136.0	134.0	137.5	135.83	1.76
1:4	75.5	85.0	83.0	81.17	5.01
1:6	61.5	57.5	60.5	59.83	2.08
1:8	57.5	60.0	62.5	60.00	2.50
1:10	55.5	52.0	59.5	55.67	3.75

ตารางที่ 5 น้ำหนักปรอทที่ได้จากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่เวลาในการทดลอง 3 ชั่วโมง
และความต่างศักย์ต่างๆ

ความต่างศักย์ (โวลต์)	น้ำหนักปรอท (กรัม)			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
0.5	0.11	0.10	0.12	0.11	0.01
1	0.20	0.17	0.21	0.19	0.02
1.5	0.95	0.99	0.97	0.97	0.02
2	1.00	1.01	1.00	1.00	0.01
2.5	1.02	1.02	1.01	1.02	0.01
3	1.05	1.04	1.04	1.04	0.01
3.5	1.01	1.00	1.02	1.01	0.01
4	1.01	1.02	1.02	1.02	0.01

ตารางที่ 6 น้ำหนักปรอทที่ได้จากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ 3 โวลต์ และ
เวลาในการทดลองต่างๆ

เวลาในการทดลอง (ชั่วโมง)	น้ำหนักปรอท (กรัม)			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
1	0.96	0.94	0.94	0.95	0.01
2	1.01	1.01	1.00	1.01	0.01
3	1.04	1.05	1.04	1.04	0.01
4	1.04	1.04	1.04	1.04	0
5	1.05	1.04	1.04	1.04	0.01

ตารางที่ 7 น้ำหนักปรอทที่ได้จากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ 3 โวลต์
เวลาในการทดลอง 3 ชั่วโมง และความเข้มข้นของน้ำเสียต่างๆ

ความเข้มข้นของน้ำเสีย เมื่อเจือจางด้วยน้ำที่กำจัดคือนอนแล้ว	น้ำหนักปรอท (กรัม)			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
1:2	0.51	0.51	0.51	0.51	0
1:4	0.25	0.25	0.26	0.25	0.01
1:6	0.16	0.16	0.15	0.16	0.01
1:8	0.12	0.12	0.13	0.12	0.01
1:10	0.09	0.09	0.1	0.09	0.01

ตารางที่ 8 การตกตะกอนปรอทด้วยโซเดียมซัลไฟด์ที่ระดับพีเอชและปริมาณโซเดียมซัลไฟด์
ต่างๆ

ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ (เท่า)	พีเอช		น้ำหนักตะกอน (กรัม)	ความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/ลิตร)
	เริ่มต้น	สุดท้าย		
0.5	5	6.8	0.0029	0.045
	5	6.9	0.0022	0.044
	5	6.9	0.0021	0.047
	ค่าเฉลี่ย	6.9	0.0024	0.045
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.1	0.0004	0.002
ค่าเฉลี่ย	6	7.5	0.0025	0.031
	6	7.8	0.0021	0.033
	6	7.7	0.0028	0.035
	ค่าเฉลี่ย	7.7	0.0025	0.033
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.2	0.0004	0.002
ค่าเฉลี่ย	7	7.7	0.0029	0.038
	7	7.8	0.0023	0.047
	7	7.9	0.0030	0.031
	ค่าเฉลี่ย	7.8	0.0027	0.039
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.1	0.0004	0.008
ค่าเฉลี่ย	8	8.5	0.0039	0.019
	8	8.3	0.0037	0.018
	8	8.6	0.0038	0.027
	ค่าเฉลี่ย	8.5	0.0038	0.021
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.2	0.0001	0.005
ค่าเฉลี่ย	9	9.2	0.0035	0.029
	9	9.4	0.0036	0.021
	9	9.5	0.0037	0.025
	ค่าเฉลี่ย	9.4	0.0036	0.025
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.2	0.0001	0.004

ตารางที่ 8 การตกตะกอนปรอทด้วยโซเดียมซัลไฟด์ที่ระดับพีเอชและปริมาณโซเดียมซัลไฟด์
ต่างๆ (ต่อ)

ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ (เท่า)	พีเอช		น้ำหนักตะกอน (กรัม)	ความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/ลิตร)
	เริ่มต้น	สุดท้าย		
1	5	6.7	0.0169	0.010
	5	6.5	0.0160	0.009
	5	6.2	0.0173	0.010
ค่าเฉลี่ย		6.5	0.0167	0.010
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.3	0.0007	0.001
	6	6.9	0.0194	0.008
	6	7.4	0.0201	0.007
	6	7.4	0.0189	0.008
ค่าเฉลี่ย		7.2	0.0195	0.008
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.3	0.0006	0.001
	7	7.6	0.0213	0.007
	7	7.7	0.0219	0.005
	7	7.8	0.0224	0.007
ค่าเฉลี่ย		7.7	0.0219	0.006
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.1	0.0006	0.001
	8	8.5	0.0358	0.003
	8	8.6	0.0359	0.003
	8	8.9	0.0364	0.003
ค่าเฉลี่ย		8.7	0.0360	0.003
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.2	0.0003	0
	9	9.1	0.0371	0.003
	9	9.3	0.0366	0.003
	9	9.3	0.0363	0.003
ค่าเฉลี่ย		9.2	0.0367	0.003
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.1	0.0004	0

ตารางที่ 8 การตกตะกอนปรอทด้วยโซเดียมซัลไฟด์ที่ระดับพีเอชและปริมาณโซเดียมซัลไฟด์
ต่างๆ (ต่อ)

ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ (เท่า)	พีเอช		น้ำหนักตะกอน (กรัม)	ความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/ลิตร)
	เริ่มต้น	สุดท้าย		
2	5	6.8	0.0229	0.005
	5	6.8	0.0221	0.006
	5	6.7	0.0230	0.007
		6.8	0.0227	0.006
		0.1	0.0005	0.001
ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6	7.3	0.0211	0.007
	6	7.5	0.0221	0.007
	6	7.6	0.0216	0.005
		7.5	0.0216	0.006
		0.2	0.0005	0.001
ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7	7.8	0.0231	0.005
	7	7.6	0.0234	0.005
	7	7.7	0.0219	0.005
		7.7	0.0228	0.005
		0.1	0.0008	0
ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8	8.6	0.0379	0.003
	8	8.5	0.0381	0.003
	8	8.2	0.0373	0.004
		8.4	0.0378	0.003
		0.2	0.0004	0
ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	9	9.3	0.0369	0.004
	9	9.5	0.0361	0.004
	9	9.4	0.0370	0.004
		9.4	0.0367	0.004
		0.1	0.0005	0

ตารางที่ 8 การตกตะกอนปรอทด้วยโซเดียมซัลไฟด์ที่ระดับพีเอชและปริมาณโซเดียมซัลไฟด์
ต่างๆ (ต่อ)

ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ (เท่า)	พีเอช		น้ำหนักตะกอน (กรัม)	ความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/ลิตร)
	เริ่มต้น	สุดท้าย		
3	5	6.4	0.0216	0.006
	5	6.5	0.0227	0.005
	5	6.2	0.0220	0.005
	ค่าเฉลี่ย	6.4	0.0221	0.005
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.2	0.0006	0.001
ค่าเฉลี่ย	6	7.7	0.0199	0.007
	6	7.5	0.0206	0.005
	6	7.8	0.0187	0.006
	ค่าเฉลี่ย	7.7	0.0197	0.006
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.2	0.0010	0.001
ค่าเฉลี่ย	7	7.5	0.0225	0.005
	7	7.6	0.0221	0.006
	7	7.5	0.0216	0.006
	ค่าเฉลี่ย	7.5	0.0221	0.006
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.1	0.0005	0.001
ค่าเฉลี่ย	8	8.4	0.0387	0.003
	8	8.5	0.0365	0.003
	8	8.3	0.0378	0.003
	ค่าเฉลี่ย	8.4	0.0377	0.003
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.1	0.0011	0
ค่าเฉลี่ย	9	9.1	0.0372	0.003
	9	9.2	0.0368	0.003
	9	9.2	0.0376	0.003
	ค่าเฉลี่ย	9.2	0.0372	0.003
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.1	0.0004	0

ตารางที่ 9 การตกตะกอนปรอทด้วยโซเดียมซัลไฟด์ปริมาณต่างๆ โดยไม่ปรับพีเอช

ปริมาณ โซเดียมซัลไฟด์ (เท่า)	น้ำหนักตะกอน (กรัม)	ความเข้มข้นของปรอท (มิลลิกรัม/ลิตร)	
0.5	0.0008	0.48	
	0.0005	0.35	
	0.0007	0.42	
	ค่าเฉลี่ย	0.0007	0.42
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0002	0.07
1	0.0013	0.24	
	0.0008	0.23	
	0.0010	0.27	
	ค่าเฉลี่ย	0.0010	0.25
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0003	0.02
2	0.0009	0.25	
	0.0012	0.20	
	0.0012	0.21	
	ค่าเฉลี่ย	0.0011	0.22
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0002	0.03
	0.0014	0.19	
	0.0012	0.12	
	0.0015	0.15	
	ค่าเฉลี่ย	0.0014	0.15
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0002	0.04

ตารางที่ 10 ปริมาณโลหะในน้ำเสียภายหลังตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า
และระดับพีเอชต่างๆ

ชนิดของโลหะ	พีเอช	ความเข้มข้นในสารละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
นิกเกิล	5	0.25	0.23	0.28	0.25	0.025
	6	0.24	0.21	0.20	0.22	0.021
	7	0.20	0.18	0.23	0.20	0.025
	8	0.18	0.20	0.18	0.19	0.012
	9	0.16	0.17	0.15	0.16	0.010
ตะกั่ว	5	0.58	0.51	0.54	0.54	0.035
	6	0.53	0.51	0.51	0.52	0.012
	7	0.57	0.58	0.49	0.55	0.049
	8	0.52	0.54	0.57	0.54	0.025
	9	0.52	0.43	0.56	0.50	0.067
ทองแดง	5	0.12	0.12	0.12	0.12	0.000
	6	0.11	0.12	0.10	0.11	0.010
	7	0.13	0.11	0.13	0.12	0.012
	8	0.13	0.14	0.13	0.13	0.006
	9	0.12	0.11	0.15	0.13	0.021
โคบอลต์	5	0.46	0.45	0.45	0.45	0.006
	6	0.41	0.44	0.45	0.43	0.021
	7	0.41	0.36	0.46	0.41	0.050
	8	0.43	0.39	0.47	0.43	0.040
	9	0.39	0.33	0.41	0.38	0.042
แคดเมียม	5	0.06	0.07	0.06	0.06	0.006
	6	0.06	0.05	0.06	0.06	0.006
	7	0.06	0.05	0.07	0.06	0.010
	8	0.06	0.06	0.06	0.06	0.000
	9	0.06	0.05	0.06	0.06	0.006

ตารางที่ 10 ปริมาณโลหะในน้ำเสียภายหลังตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า
และระดับพีเอชต่างๆ (ต่อ)

ชนิดของโลหะ	พีเอช	ความเข้มข้นในสารละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
แมงกานีส	5	0.07	0.08	0.08	0.08	0.006
	6	0.03	0.05	0.03	0.04	0.012
	7	0.01	0.02	0.02	0.02	0.006
	8	0.01	0.02	0.01	0.01	0.006
	9	0.004	0.005	0.005	0.005	0.001
เหล็ก	5	0.16	0.18	0.15	0.16	0.015
	6	0.17	0.15	0.14	0.15	0.015
	7	0.14	0.15	0.18	0.16	0.021
	8	0.16	0.14	0.15	0.15	0.010
	9	0.15	0.15	0.14	0.15	0.006

ภาคผนวก ค ปริมาณโลหะมลทินและความบริสุทธิ์ในปรอท

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ต่างๆ ด้วย AAS เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท

ความต่างศักย์ (โวลต์)	น้ำหนัก ปรอท (กรัม)	ปริมาณ นิกเกิล ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ทองแดง ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ โคบอลต์ ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ แคดเมียม ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ แมงกานีส ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ เหล็ก ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ตะกั่ว ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ สารมลทิน ทั้งหมด (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ความบริสุทธิ์ ของปรอท (ร้อยละโดย น้ำหนัก)
1.5	0.9433	0.0003286	0.0002650	0.0000318	0.0000371	0.0000133	0.0002783	0.0001325	0.0010870	99.99891
	0.9658	0.0003287	0.0002847	0.0000310	0.0000388	0.0000129	0.0002847	0.0001294	0.001111	99.99889
	0.9725	0.0003291	0.0002571	0.0000283	0.0000385	0.0000154	0.0002674	0.0001285	0.001064	99.99894
	ค่าเฉลี่ย	0.0003288	0.0002689	0.0000304	0.0000381	0.0000139	0.0002768	0.0001301	0.001087	99.99891
	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.0000003	0.0000142	0.0000018	0.0000009	0.0000013	0.0000087	0.0000021	0.0000235	0.0000252

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ต่างๆ ด้วย AAS เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ความต่างศักย์ (โวลต์)	น้ำหนัก ปรอท (กรัม)	ปริมาณ นิกเกิล ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ทองแดง ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ โคบอลต์ ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ แคดเมียม ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ แมงกานีส ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ เหล็ก ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ตะกั่ว ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ สารมลทิน ทั้งหมด (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ความบริสุทธิ์ ของปรอท (ร้อยละโดย น้ำหนัก)
2	0.9988	0.0005397	0.0003019	0.0000879	0.0000737	0.0000095	0.0002781	0.0000951	0.001386	99.99861
	0.9796	0.0005438	0.0003046	0.0001015	0.0000749	0.0000121	0.0002901	0.0000967	0.001424	99.99858
	1.0015	0.0005471	0.0002980	0.0000928	0.0000831	0.0000122	0.000276	0.0001221	0.001431	99.99857
	ค่าเฉลี่ย	0.0005418	0.0003033	0.0000947	0.0000743	0.0000108	0.0002841	0.0000959	0.001405	99.99860
	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.0000037	0.0000033	0.0000069	0.0000051	0.0000015	0.0000076	0.0000151	0.0000242	0.0000208
2.5	0.9896	0.0005607	0.0003036	0.0001185	0.0000942	0.0000102	0.0003238	0.0000819	0.001493	99.99851
	0.9887	0.0005505	0.0003181	0.0001251	0.0000991	0.0000076	0.0003307	0.0000757	0.001507	99.99849
	1.0119	0.0005462	0.0003015	0.0001203	0.0000889	0.0000099	0.0003112	0.0000742	0.001452	99.99855
	ค่าเฉลี่ย	0.0005525	0.0003077	0.0001213	0.0000941	0.0000092	0.0003219	0.0000773	0.001484	99.99852
	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.0000074	0.000009	0.0000034	0.0000051	0.0000014	0.0000099	0.0000041	0.0000284	0.0000284

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ต่างๆ ด้วย AAS เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ความต่างศักย์ (โวลต์)	น้ำหนัก ปรอท (กรัม)	ปริมาณ นิกเกิล ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ทองแดง ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ โคบอลต์ ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ แคดเมียม ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ แมงกานีส ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ เหล็ก ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ตะกั่ว ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ สารมลทิน ทั้งหมด (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ความบริสุทธิ์ ของปรอท (ร้อยละโดย น้ำหนัก)
3	1.0516	0.0005889	0.000428	0.00015427	0.0001322	0.0000075	0.0003755	0.0001402	0.001827	99.99817
	1.0343	0.0005825	0.0004194	0.0001512	0.0001208	0.0000077	0.0003664	0.0001486	0.001797	99.9982
	1.0235	0.0005986	0.0004118	0.0001457	0.0001273	0.0000099	0.0003589	0.0001428	0.001795	99.99821
	ค่าเฉลี่ย	0.00059	0.0004197	0.0001504	0.0001268	0.0000084	0.0003669	0.0001439	0.001806	99.99819
	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.0000081	0.0000081	0.0000043	0.0000057	0.0000013	0.0000083	0.0000043	0.0000178	0.0000179
3.5	0.9810	0.0006467	0.0007401	0.0001516	0.0001617	0.0000051	0.0003865	0.0002779	0.002369	99.99763
	0.9903	0.0006321	0.0007232	0.0002048	0.0001568	0.0000051	0.0003995	0.0002529	0.002374	99.99763
	1.0115	0.0006448	0.0006967	0.0001952	0.000168	0.0000049	0.0003978	0.0002965	0.002404	99.99761
	ค่าเฉลี่ย	0.0006412	0.0007200	0.0001839	0.0001622	0.000005	0.0003946	0.0002758	0.002382	99.99762
	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.0000079	0.0000219	0.0000284	0.0000056	0.0000001	0.0000071	0.0000219	0.0000189	0.0000117

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่ความต่างศักย์ต่างๆ ด้วย AAS เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

ความต่างศักย์ (โวลต์)	น้ำหนัก ปรอท (กรัม)	ปริมาณ นิกเกิล ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ทองแดง ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ โคบอลต์ ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ แคดเมียม ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ แมงกานีส ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ เหล็ก ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ตะกั่ว ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ สารมลทิน ทั้งหมด (ร้อยละโดย น้ำหนัก)	ปริมาณ ความบริสุทธิ์ ของปรอท (ร้อยละโดย น้ำหนัก)
4	0.9913	0.0008045	0.0009759	0.0001715	0.000227	0.0000025	0.0004161	0.0004287	0.003026	99.99697
	1.0151	0.0007733	0.0009088	0.0001946	0.0002167	0.0000024	0.0003965	0.0004679	0.00296	99.99704
	1.0024	0.0007931	0.0009377	0.0002045	0.0002095	0.0000025	0.000409	0.000424	0.00298	99.99702
	ค่าเฉลี่ย	0.0007903	0.0009408	0.0001902	0.0002177	0.0000025	0.0004072	0.0004402	0.002989	99.99701
	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	0.0000158	0.0000337	0.0000169	0.0000088	0.00000006	0.00000099	0.0000241	0.0000338	0.000036

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในปรอทจากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่เวลาในการทดลองต่างๆ ด้วย AAS เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท

เวลาในการทดลอง (ชั่วโมง)	น้ำหนักปรอท (กรัม)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
1	0.9326	0.0004932	0.0000911	0.0000831	0.000185	0.0000027	0.0002761	0.0001608	0.001292	99.99871
	0.9285	0.0004631	0.0000942	0.0000808	0.0001804	0.0000027	0.0002827	0.0001346	0.001239	99.99876
	0.9415	0.0004461	0.0001035	0.0000903	0.0001753	0.0000026	0.0002921	0.0001062	0.001216	99.99878
	ค่าเฉลี่ย	0.0004675	0.0000963	0.0000847	0.0001802	0.0000027	0.0002836	0.0001339	0.001249	99.99875
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000239	0.0000065	0.000005	0.0000049	0.00000006	0.000008	0.0000273	0.0000389	0.000036
2	0.9672	0.0005972	0.0001996	0.0000775	0.0001583	0.0000026	0.0002676	0.0001292	0.001432	99.99857
	1.0075	0.0005824	0.0002034	0.0000794	0.0001662	0.0000049	0.0002705	0.0001389	0.001446	99.99855
	0.9981	0.0006289	0.0001904	0.0000977	0.0001623	0.000005	0.000253	0.0001313	0.001469	99.99853
	ค่าเฉลี่ย	0.0006028	0.0001978	0.0000849	0.0001623	0.0000042	0.0002637	0.0001331	0.001449	99.99855
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000238	0.0000067	0.0000112	0.0000039	0.0000014	0.0000094	0.0000051	0.0000018	0.0000019

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่เวลาในการทดลองต่างๆ ด้วย AAS เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

เวลาในการทดลอง (ชั่วโมง)	น้ำหนักปรอท (กรัม)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
3	1.0225	0.0005892	0.000423	0.0001589	0.0001614	0.0000049	0.0003667	0.0001711	0.001875	99.99812
	1.0297	0.0006021	0.0004176	0.0001432	0.0001554	0.0000073	0.0003618	0.0001457	0.001833	99.99817
	1.0342	0.0006067	0.0004085	0.0001305	0.0001668	0.0000073	0.0003723	0.000145	0.001837	99.99816
	ค่าเฉลี่ย	0.0005993	0.0004164	0.0001442	0.0001612	0.0000065	0.0003669	0.0001539	0.001848	99.99815
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000091	0.0000073	0.0000142	0.0000057	0.0000014	0.0000053	0.0000149	0.0000231	0.000026
4	1.0578	0.0006369	0.0004554	0.0001382	0.0001658	0.0000047	0.0003805	0.0001182	0.001900	99.99810
	1.0396	0.0006216	0.0004473	0.0001251	0.0001559	0.0000024	0.0003727	0.0001202	0.001845	99.99816
	0.9907	0.0006409	0.0004795	0.0001286	0.0001627	0.0000005	0.0003826	0.0001514	0.001951	99.99805
	ค่าเฉลี่ย	0.0006331	0.0004607	0.0001306	0.0001615	0.0000004	0.0003786	0.0001299	0.001899	99.99810
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000102	0.0000167	0.0000068	0.0000051	0.0000014	0.0000052	0.0000186	0.0000528	0.0000528

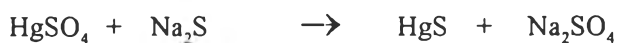
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะมลทินในปรอทจากการแยกสลายด้วยไฟฟ้าที่เวลาในการทดลองต่างๆ ด้วย AAS เพื่อคำนวณความบริสุทธิ์ของปรอท (ต่อ)

เวลาในการทดลอง (ชั่วโมง)	น้ำหนักปรอท (กรัม)	ปริมาณนิกเกิลที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณทองแดงที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณโคบอลต์ที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแคดเมียมที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณแมงกานีสที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณเหล็กที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณสารมลทินทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ปริมาณความบริสุทธิ์ของปรอท (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
5	1.0161	0.0006197	0.0005113	0.0001307	0.000169	0.0000049	0.0003715	0.0001176	0.001925	99.99808
	1.0123	0.0006243	0.0004998	0.0001371	0.0001688	0.0000049	0.0003529	0.0001234	0.001911	99.99809
	1.0223	0.0006294	0.0005007	0.0001321	0.0001697	0.0000048	0.0003699	0.0001223	0.001929	99.99807
	ค่าเฉลี่ย	0.0006245	0.0005039	0.0001333	0.0001692	0.0000049	0.0003648	0.0001211	0.001922	99.99808
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000049	0.0000064	0.0000034	0.0000005	0.00000006	0.0000103	0.0000031	0.0000095	0.0000101
ปรอทมาตรฐานทางทันตกรรม	2.1294	0.0001785	0.0002348	0.0001174	0.0001127	0.0000047	0.0001972	0.0000939	0.000939	99.99906
	2.1708	0.0001797	0.0001843	0.0001059	0.0001059	0.0000046	0.0001981	0.0001382	0.000917	99.99908
	1.9897	0.0001809	0.0002010	0.0001206	0.0001156	0.0000050	0.0002161	0.0001508	0.000990	99.99901
	ค่าเฉลี่ย	0.0001797	0.0002067	0.0001146	0.0001114	0.0000048	0.0002038	0.0001276	0.000949	99.99905
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0000012	0.0000257	0.0000077	0.0000049	0.0000002	0.0000107	0.0000299	0.0000375	0.0000376

ภาคผนวก ง การคำนวณปริมาณโซเดียมซัลไฟด์

สมมติให้ปริมาณปรอทในน้ำเสียเป็น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร

1. ค่าความต้องการทางทฤษฎี



HgSO ₄	1	โมล	ท				
Hg	200.5	กรัม	ทำปฏิกิริยาพอดีกับ	Na ₂ S	1	โมล	
Hg	1	กรัม	ทำปฏิกิริยาพอดีกับ	Na ₂ S	78	กรัม	
					78/200.5		
					= 0.389	กรัม	

2. ปริมาณสารละลายที่ใช้

เตรียมสารละลาย Na ₂ S เข้มข้น 0.1 กรัม/ลิตร	=	3.89	ลิตร
ปริมาณปรอทละลายในน้ำเสีย	=	1,000	มิลลิกรัม/ลิตร
	=	1	กรัม/ลิตร
Hg 1 กรัม ใช้สารละลายโซเดียมซัลไฟด์	=	3.89	ลิตร

ความเข้มข้นของปรอทในน้ำเสียภายหลังการแยกสลายด้วยไฟฟ้า = 142 มิลลิกรัม/ลิตร

จึงใช้สารละลายโซเดียมซัลไฟด์เข้มข้น 0.1 กรัม/ลิตร = 0.55 ลิตร

ในการตกตะกอนใช้น้ำเสียปริมาตร = 100 มิลลิลิตร

ดังนั้นจึงใช้สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ = 55 มิลลิลิตร

ภาคผนวก จ การคำนวณค่าใช้จ่ายในการกำจัดปรอท

การกำจัดปรอทออกจากร่างน้ำเสียโดยการแยกสลายด้วยไฟฟ้าร่วมกับการตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์ มีค่าใช้จ่ายหลายด้าน เช่น ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์ ค่าสารเคมี ค่าไฟฟ้า และค่าบำบัดกากตะกอน เป็นต้น แต่ไม่สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายทั้งหมดได้ โดยเฉพาะเครื่องมือและอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า เครื่องกวนแม่เหล็ก เครื่องกวนใบพัด เครื่องแก้วพีเอชมิเตอร์ ขั้วไฟฟ้า แท่งกวนแม่เหล็ก และกระดวยกรอง เป็นต้น ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า ด้านสารเคมี และด้านบำบัดกากตะกอน ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ ถ้าจะนำไปใช้ปฏิบัติงานจริง ต้องมีการปรับปรุงขนาดของอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำเสียที่ต้องการบำบัด ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียจะแตกต่างกัน

1. การกำจัดปรอทโดยการแยกสลายด้วยไฟฟ้าร่วมกับการตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์

1.1 การคำนวณค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า

คำนวณจากราคาค่าไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกสลายด้วยไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า และเครื่องกวนแม่เหล็ก โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้า (บาท)} &= \text{กำลังไฟฟ้า (KW)} \times \text{เวลาการทำงานของเครื่อง (ชั่วโมง)} \\ &\quad \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)} \end{aligned}$$

- เครื่องปรับแรงดันไฟฟ้า

น้ำเสียปริมาตร 125 มิลลิลิตร ใช้กำลังไฟฟ้า 0.006 กิโลวัตต์ เวลาการทำงานของเครื่อง 3 ชั่วโมง ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยประมาณ 2.2 บาท ดังนั้นค่าไฟฟ้าเท่ากับ 0.04 บาท ถ้าน้ำเสียปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร จะต้องเสียค่าไฟฟ้า 320 บาท

- เครื่องกวนแม่เหล็ก

น้ำเสียปริมาตร 125 มิลลิลิตร ใช้กำลังไฟฟ้า 0.023 กิโลวัตต์ เวลาการทำงานของเครื่อง 3 ชั่วโมง ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยประมาณ 2.2 บาท ดังนั้นค่าไฟฟ้าเท่ากับ 0.15 บาท ถ้าน้ำเสียปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร จะต้องเสียค่าไฟฟ้า 1,200 บาท

การกำจัดปรอทโดยการแยกสลายด้วยไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า 1,520 บาท ต่อ น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

1.2 การคำนวณค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี

คำนวณจากค่าสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมซัลไฟด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ราคา 35 บาทต่อกิโลกรัม โซเดียมซัลไฟด์ ราคา 90 บาทต่อกิโลกรัม (เป็นราคาสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรม)

น้ำเสียปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับให้มีพีเอช 8 ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 155 มิลลิลิตร และโซเดียมซัลไฟด์ 0.1 กรัม/ลิตร ปริมาตร 55 มิลลิลิตร ดังนั้นเสียค่าโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 0.02 บาท และโซเดียมซัลไฟด์ 0.000495 บาท ถ้าน้ำเสียปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร จะต้องเสียค่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ 217 บาท และโซเดียมซัลไฟด์ 4.95 บาท ดังนั้นต้องเสียค่าสารเคมี 221.95 บาท ต่อ น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

การกำจัดปรอทโดยการแยกสลายด้วยไฟฟ้าร่วมกับการตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์จะต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าและด้านสารเคมี 1,741.95 บาท ต่อ น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

1.3 การคำนวณค่าบำบัดกากตะกอนที่ศูนย์บริการกำจัดกากแสมดำ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2540)

ในการทดลองตกตะกอนด้วยสารเคมี ตะกอนที่เกิดขึ้นจะส่งไปกำจัดที่ศูนย์บริการกำจัดกากแสมดำ โดยค่าใช้จ่ายในการบำบัดกากตะกอนมีอัตราดังนี้

ค่าบำบัดกากตะกอนที่ศูนย์กำจัดกากแสมดำ	755	บาท/ตัน
ค่าฝังกลบ	874	บาท/ตัน
ค่าขนถ่ายกาก	300	บาท/ตัน
ค่าขนส่งระหว่างห้องปฏิบัติการกับศูนย์กำจัดกากแสมดำ	2.75	บาท/ตัน/กิโลเมตร
ค่าขนส่งจากศูนย์กำจัดกากแสมดำไปราชบุรี	228	บาท/ตัน

ในกรณีค่าขนส่งตะกอนจะขึ้นอยู่กับระยะทางจากแต่ละห้องปฏิบัติการไปและกลับมา ยังศูนย์กำจัดกากแสมดำ ซึ่งสมมติว่าคำนวณระยะทางได้ประมาณ 30 กิโลเมตร รวมระยะทาง ทั้งไปและกลับเท่ากับ 60 กิโลเมตร

$$\begin{aligned} \text{ค่ากำจัดกากตะกอน} &= \text{ค่าบำบัดกากตะกอนที่ศูนย์กำจัดกากแสมดำ} + \text{ค่าฝังกลบ} \\ &+ \text{ค่าขนถ่ายกาก} + \text{ค่าขนส่งระหว่างห้องปฏิบัติการกับศูนย์} \\ &\text{กำจัดกากแสมดำ} + \text{ค่าขนส่งจากศูนย์กำจัดกากแสมดำไป} \\ &\text{ราชบุรี} \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณ สมมติปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นเท่ากับ 30 กิโลกรัม

$$\begin{aligned} \text{ค่ากำจัดกากตะกอน} &\approx (755 \times 30 \times 10^{-3}) + (874 \times 30 \times 10^{-3}) + (300 \times 30 \times 10^{-3}) \\ &+ (2.75 \times 60 \times 30 \times 10^{-3}) + (228 \times 30 \times 10^{-3}) \\ &= 22.65 + 26.22 + 9 + 4.95 + 6.84 \\ &= 69.66 \quad \text{บาท} \end{aligned}$$

จากการตกตะกอนที่ระดับพีเอช 8 และโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า ได้ตะกอนหนัก 0.036 กรัม ต่อน้ำเสีย 100 มิลลิลิตร ถ้าน้ำเสียปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร จะเกิดตะกอน 0.36 กิโลกรัม ดังนั้นค่ากำจัดกากตะกอนเท่ากับ 0.83 บาท

ดังนั้นการกำจัดปรอทโดยการแยกสลายด้วยไฟฟ้าร่วมกับการตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้า ด้านสารเคมีและค่ากำจัดกากตะกอน 1,742.78 บาท ต่อ น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

2. การกำจัดปรอทโดยการตกตะกอนด้วยโซเดียมซัลไฟด์

2.1 ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี

ความเข้มข้นของปรอทในน้ำเสียเริ่มต้น 8,385 มิลลิกรัม/ลิตร ต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 155 มิลลิลิตร และโซเดียมซัลไฟด์ 0.1 กรัม/ลิตร ปริมาตร 32.62 ลิตร ดังนั้นเสียค่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ 217 บาท และโซเดียมซัลไฟด์ 293.58 บาท ต่อ น้ำเสีย ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร รวมเสียค่าสารเคมีทั้งหมด 510.58 บาท ต่อ น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

1.2 ค่าบำบัดกากตะกอน

ความเข้มข้นของปรอทในน้ำเสียเริ่มต้น 8,385 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้เกิดตะกอน 21.26 กิโลกรัม ค่ากำจัดกากตะกอนเท่ากับ 49.37 บาท

ดังนั้นการกำจัดปรอทในน้ำเสียโดยวิธีการตกตะกอนเพียงอย่างเดียว ต้องเสียค่าใช้จ่าย ด้านสารเคมีและค่าบำบัดกากตะกอน 559.95 บาท ต่อน้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศรุตยา ชีระพงศไพบูลย์ เกิดวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2516 ที่อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2539

