เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2542). **การบำบัดน้ำเสีย.** พิมครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สยามสเตชั่นเนอรี่ซัพพลายส์.

ขนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์. (2538). **การกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยวิธีการตกตะกอนผลึกทางเคมี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์. (2551). **สารพิษที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม.** ค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2553, จาก http://www.en.mahidol.ac.th/forum/viewtopic.php?p=5012&sid=46e4e74ca750a9adca1cfd2f3f275139.

ชัยวัฒน์ หิตาพิสุทธิ์, & ประยงค์ ยะปะตัง. (2539). **การสังเคราะห์และศึกษาโครงสร้างผลึกของสารประกอบเชิงซ้อน ซิลเวอร์แฮไลด์กับซับสติติวเตดไธโอยูเรีย.** ขอนแก่น: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. (2530). **หลักเคมี 2 (ฉบับปรับปรุง).** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ชูศักดิ์ พูนสวัสดิ์. (2553). **สมดุลไอออนในสารละลาย.** ค้นเมื่อ 8 กันยายน 2553, จาก http://chemsci.kku.ac.th/choosak/Acidb03.html.

ณรงค์ เตมีรักษ์. (2533). **การสกัดเงินจากน้ำยาล้างรูปที่ใช้แล้ว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เดชนา ชุตินรา. (2527). **ประโยชน์ของเงิน.** [ม.ป.ท.: ม.ป.พ.].

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2535). **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย.

ประภาณี เกษมศรี ณ อยุธยา และคณะ. (2550). **เคมีทั่วไป.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ แก้วล้อม. (2537). **แนวทางการจัดการน้ำเสียซีโอดีในเขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัชราภรณ์ ทวีสุวรรณพร. (2545). **การกำจัดโลหะหนักออกจากน้ำเสียซีโอดีโดยใช้คีเลติ้งโพลิเมอร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญศรี ทองนพเนื้อ. (2539). **เคมีวิเคราะห์เชิงไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. (2538). **วิศวกรรมการประปา เล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

————. (2542). **เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: แซน. อี 68 คอนซัลติ้งเอ็นจิเนียรส์.

————. (2545). **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

————. (2545). **เคมีของน้ำและน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รานี สุวรรณพฤกษ์. (2540). **เคมีทั่วไป.** กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์.

วัชรีพร พิลาสมบัติ. (2546). **การกำจัดซิลเวอร์ในน้ำเสียจากการล้างฟิล์มเอกซเรย์โดยใช้เบนโทไนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิลาวรรณ์ จันทรประทิน. (2542). **การกำจัดปรอทและแยกโลหะเงินออกจากโลหะเจืออมัลกัม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา. (2543). **อันตรายจากปรอท.** ค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2553, จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_ toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=79.

ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์. (2553). **เมอร์คิวรีไบคลอไรด์.** ค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2553, จาก http://msds.pcd.go.th/searchName.asp?vID=2155.

สมศักดิ์ ศิริไชย, อัญชุลี สุกแสงปัญญา, & นิศากร ทองก้อน. (2550). **เคมี 2 = Chemistry II.** กรุงเทพฯ: เจเอสที พับลิชชิ่ง.

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2545). **ตำราระบบบำบัดมลพิษ.** กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

สุธาทิพย์ ศิริไพศาลพิพัฒน์. (2550). **เคมีโคออร์ดิเนชัน.** กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์.

สุรชัย รักสมบัติ. (2545). **การแยกเงินจากสารละลายที่เหลือจากการแยกเงินด้วยอิเล็คโตรไลซีสโดยใช้อิเล็คโตรไลซีสแบบต่อเนื่อง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรัตน์ เพชรเกษม. (2541). **การศึกษาการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีตกตะกอนด้วยสารเคมี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุรีรัตน์ ถมยาศิริกุล. (2540). **การกำจัดไอออนโลหะหนักจากน้ำเสียซีโอดีด้วยกระบวนการเฟอร์ไรต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารยา รานอก. (2549). **การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียซีโอดีโดยการตกตะกอนทางเคมีและโคแอกกูเลชัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Aktas S. (2010). Silver recovery from spent silver oxide button cells. **Hydrometallurgy,** 104, 106-111.

Ammen, C.W. (1984). **Recovery and Refining of Precious Metal**. New York: Van Nostrand Reinhold.

Asavavisithchai S., Nisaratanaporn E. , & Boonyongmaneerat Y. A Novel. Methode to Produce Silver Foams with Multilevel Porosities. **Chiang Mai J. Sci.**, **36**(3), 296-301.

Aslam, S., & Walker O.L. (1982). Recycling of Mercury and Silver from COD Tests. **Water Pollution Control Federa,** 54, 1148-1151

Hermann Renner. (1993). Silver, Silver Compounds, and Silver Alloys. **Ullmann' Encyclopedia of Industril Chemistry,** 24, 107-162.

Hoffland Environmental. (2006). **Hydroxide precipitation.** Retriever October 19, 2010, from http://www.hoffland.net/src/tks/3.xml.

Lide S.B., Suzuki T., Meguro K., & Tanaka S. (1991). **Precious metal science and technology**. Texas: The international precious metals institute.

Maudos I., Chimenos J.M., Segarra M., & Espiell F. (1994). Kinetic study of silver chloride dissolution in complexating media. **Hydrometallurgy,** 40, 153-167.

Meites Louis. (1963). **Hnadbook of analytical chemistry.** New York: McGraw-Hill.

Pahlman, J.E., Rhoades, C.A., & Chamberlain, P.G. (1987). Dual Leaching Method for Recovring Silver and Manganese from Domestic Manganiferous Sliver Deposits. **U.S.Bureau of mines,** RI, 9126.

Patterson J.W., Allen H.E., & Scala J.T. (1977). Carbonate precipitation of heavy metals pollutants. **T. Wat. Pollut. Control Fed, 25**(2), 2397-2410.

Sandberg, R.G., & Huatt, J.L. (1986). Recovery of Silver Gold and Lead from Complex Sulfide Ore Using Ferric Choride Thiourea and Brine Leach Solution. **U.S.Bureau of mines**, RI, 9022.

Tan, K.G., & Dinardo, O. (1992). Electrolytic Hydrometallurgical Silver Refining. **U.S.Patent**, 5(135), 624.

The Engineering Search Engine. (2004). **Heavy metals removal.** Retriever October 19, 2010, from http://www.globalspec.com/reference/80055/203279/6-5-heavy-metals-removal.

U.S. Environmental Protection Agency. (1980). **Control and treatment technology of metal finishing industry sulfide precipitation**. Washington D.C.: Sage.

Wikipedia. (2010). **Chromium (III) chloride.** Retriever October 19, 2010, from http://en.wikipedia.org/wiki/Chromium(III)_chloride.

Wikipedia. (2010). **Iron (III) chloride**. Retriever October 19, 2010, from http://en.wikipedia.org/wiki/Iron(III)_chloride.

Wikipedia. (2010). **Silver sulfate**. Retriever October 19, 2010, from http://en.wikipedia.org/wiki/Silver_sulfate.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณโลหะหนักที่พบน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนักที่พบในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี (มก./ล.)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
เงิน	414.2	276.4	306.6	332.4
โครเมียม	167.7	167.7	164.1	166.5
ปรอท	1379	1709	875	1321
เหล็ก	349.5	351.9	339.9	347.1

ตารางที่ ก-2 ปริมาณโลหะหนักคงเหลือในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีหลังจากปรับพีเอช ที่ระดับ 5 6 และ 7

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนักคงเหลือในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี (มก./ล.)											
	pH 5				pH 6				pH 7			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
เงิน	177.89	272.83	255.69	235.47	149.69	120.36	237.08	169.04	64.93	135.47	150.76	117.05
โครเมียม	4.05	7.12	5.48	6.55	3.35	3.52	4.71	3.86	2.59	2.60	2.95	2.71
ปรอท	36.54	38.18	35.26	36.66	23.11	18.27	18.34	19.91	14.52	9.37	15.38	13.09
เหล็ก	1.24	0.12	0.89	0.75	0.54	0.49	0.57	0.51	0.85	0.66	0.62	0.51

ตารางที่ ก-3 ปริมาณโลหะหนักคงเหลือในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีหลังจากปรับพีเอช ที่ระดับ 8 9 และ10

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนักคงเหลือในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี (มก./ล.)											
	pH 8				pH 9				pH 10			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
เงิน	43.35	48.02	42.88	44.75	35.03	31.59	34.75	33.79	16.48	6.52	9.89	10.96
โครเมียม	2.45	2.81	2.93	2.75	1.77	2.38	2.38	2.18	4.62	4.67	4.59	4.63
ปรอท	2.16	5.76	4.76	4.23	1.56	1.88	2.00	1.81	0.28	0.27	0.19	0.25
เหล็ก	0.34	0.34	0.47	0.38	0.40	0.23	0.28	0.30	0.56	0.20	0.36	0.37

ตารางที่ ก-4 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนเงินในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่าง ๆ

โซเดียมคลอไรด์ (กรัม)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนเงินในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี (ร้อยละ)						
	พีเอช 1	พีเอช 5	พีเอช 6	พีเอช 7	พีเอช 8	พีเอช 9	พีเอช 10
10	99.73	99.75	99.82	99.81	99.82	99.85	99.89
20	99.62	99.88	99.91	99.90	99.96	99.97	99.96
30	99.28	99.90	99.92	99.92	99.96	99.97	99.96
40	98.89	99.92	99.92	99.93	99.97	99.98	99.97
50	98.51	99.95	99.95	99.95	99.98	99.98	99.98
60	97.84	99.96	99.97	99.96	99.99	99.99	99.99

ตารางที่ ก-5 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนโครเมียมในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (กรัม)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนโครเมียมในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี (ร้อยละ)						
	พีเอช 1	พีเอช 5	พีเอช 6	พีเอช 7	พีเอช 8	พีเอช 9	พีเอช 10
10	0.00	96.01	97.98	98.47	98.24	98.67	97.72
20	0.00	96.30	97.84	98.20	98.69	98.21	97.79
30	0.00	95.99	97.84	98.41	98.62	98.49	97.55
40	0.00	95.84	97.63	98.22	98.23	98.64	97.81
50	0.00	96.22	98.01	98.62	98.62	98.32	97.45
60	0.00	96.04	98.12	98.85	98.77	98.55	97.68

ตารางที่ ก-6 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนปรอทในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่าง ๆ

โซเดียมคลอไรด์ (กรัม)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนปรอทในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี (ร้อยละ)						
	พีเอช 1	พีเอช 5	พีเอช 6	พีเอช 7	พีเอช 8	พีเอช 9	พีเอช 10
10	13.44	97.31	98.62	99.15	99.54	99.91	99.99
20	20.31	97.84	98.61	99.16	99.60	99.93	99.99
30	23.04	97.89	98.64	99.27	99.70	99.97	99.99
40	23.61	98.01	98.65	99.27	99.76	99.96	99.99
50	24.05	98.05	98.70	99.30	99.75	99.96	99.99
60	28.47	98.30	98.98	99.34	99.76	99.96	99.99

ตารางที่ ก-7 ประสิทธิภาพในการตกตะกอนเหล็กในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่พีเอชต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (กรัม)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอนเหล็กในน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี (ร้อยละ)						
	พีเอช 1	พีเอช 5	พีเอช 6	พีเอช 7	พีเอช 8	พีเอช 9	พีเอช 10
10	0.00	99.77	99.85	99.86	99.91	99.90	99.92
20	0.00	99.79	99.83	99.83	99.90	99.90	99.94
30	0.00	99.78	99.86	99.84	99.90	99.90	99.95
40	0.00	99.77	99.83	99.85	99.91	99.91	99.94
50	0.00	99.78	99.82	99.86	99.92	99.91	99.94
60	0.00	99.79	99.84	99.83	99.90	99.89	99.95

ตารางที่ ก-8 การศึกษาปริมาณสารละลายแอมโมเนียในการแยกตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 10 กรัมออกจากปรอท

สารละลายแอมโมเนีย (ml)	ปริมาณซิลเวอร์คลอไรด์ (กรัม)							
	ตะกอนที่พีเอช 1				ตะกอนที่พีเอช 10			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
5	2.46	2.53	2.15	2.38	1.64	1.76	1.53	1.64
10	3.63	3.98	3.76	3.79	2.34	2.46	2.48	2.43
15	5.21	5.53	5.59	5.44	2.53	2.69	2.57	2.60
20	6.48	6.81	6.61	6.63	2.61	2.84	2.65	2.70
25	6.93	6.75	6.92	6.87	2.65	2.59	2.71	2.65
30	6.82	6.87	6.72	6.80	2.59	2.85	2.74	2.73

ตารางที่ ก-9 ปริมาณโลหะหนักที่คงอยู่ในตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์หลังการทำให้บริสุทธิ์

โลหะหนัก	ร้อยละ							
	ตะกอนพีเอช 1				ตะกอนพีเอช 10			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
โครเมียม	12.0×10^{-5}	15.5×10^{-5}	14.5×10^{-5}	14.0×10^{-5}	21.0×10^{-5}	190.0×10^{-5}	195.0×10^{-5}	135.3×10^{-5}
ปรอท	1.62×10^{-5}	1.95×10^{-5}	1.6×10^{-5}	1.72×10^{-5}	1.62×10^{-5}	1.95×10^{-5}	1.6×10^{-5}	1.72×10^{-5}
เหล็ก	6.5×10^{-5}	6.0×10^{-5}	4.5×10^{-5}	5.67×10^{-5}	45.0×10^{-5}	51.5×10^{-5}	36.0×10^{-5}	44.2×10^{-5}
เงิน	99.99980	99.99977	99.99979	99.99979	99.99932	99.99757	99.99767	99.99819

ตารางที่ ก-10 การศึกษาปริมาณสังกะสีในการรีดิวซ์ตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์

	ตะกอนพีเอช 1				ตะกอนพีเอช 10			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
สังกะสี (กรัม)	3.62	3.70	3.327	3.55	3.46	3.57	3.64	3.56

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางที่ ก-11 ปริมาณโลหะหนักต่างๆที่ปนเปื้อนในโลหะเงิน

โลหะหนัก	ปริมาณ (ร้อยละ)							
	ตะกอนพีเอช 1				ตะกอนพีเอช 10			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
สังกะสี	372.0×10^{-5}	380.0×10^{-5}	252.0×10^{-5}	334.7×10^{-5}	325.0×10^{-5}	375.0×10^{-5}	365.0×10^{-5}	355.0×10^{-5}
โครเมียม	7.0×10^{-5}	8.5×10^{-5}	7.0×10^{-5}	7.5×10^{-5}	7.0×10^{-5}	8.5×10^{-5}	7.0×10^{-5}	7.5×10^{-5}
ปรอท	0.9×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.3×10^{-5}	1.0×10^{-5}	0.9×10^{-5}	1.0×10^{-5}	1.3×10^{-5}	1.0×10^{-5}
เหล็ก	4.5×10^{-5}	1.5×10^{-5}	2.5×10^{-5}	2.8×10^{-5}	4.5×10^{-5}	1.5×10^{-5}	2.5×10^{-5}	2.8×10^{-5}
เงิน	99.99616	99.99609	99.99737	99.99654	99.99663	99.99614	99.99624	99.99634

ภาคผนวก ข
การคำนวณปริมาณโลหะหนัก

วิธีการคำนวณหาความบริสุทธิ์ของตะกอน

นำตะกอน 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้น 70.5% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร 25 มิลลิลิตร วางบนเตาให้ความร้อนจนตกตะกอนละลายหมด เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำที่ผ่านการกำจัดไอออนแล้ว 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารมลทิน ได้แก่ โครเมียม ปรอท เหล็ก และสังกะสี วิธีการคำนวณตามสมการดังนี้

$$\text{ปริมาณโลหะมลทินในตะกอน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(A-B) \times 50 \text{ (กรัม)} \times 100}{10^3 \times 10^3 \times \text{น้ำหนักตกตะกอนที่ชั่ง (กรัม)}}$$

เมื่อ

A = ปริมาณความเข้มข้นของโลหะมลทินในสารตัวอย่าง มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

B = ปริมาณความเข้มข้นของโลหะมลทินในแบล็งค์ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

$$\text{ปริมาณโครเมียมในตะกอน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(0.014-0) \times 50 \times 100}{10^3 \times 10^3 \times 1} = 0.00007$$

$$\text{ปริมาณสังกะสีในตะกอน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(0.0744-0) \times 50 \times 100}{10^3 \times 10^3 \times 1} = 0.00372$$

$$\text{ปริมาณปรอทในตะกอน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(0.0017-0) \times 50 \times 100}{10^3 \times 10^3 \times 1} = 0.000009$$

$$\text{ปริมาณเหล็กในตะกอน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(0.009-0) \times 50 \times 100}{10^3 \times 10^3 \times 1} = 0.000045$$

ภาคผนวก ค
การคำนวณค่าใช้จ่าย

1. วิธีการคำนวณค่าใช้จ่ายปริมาณโซเดียมคลอไรด์

ค่าใช้จ่ายในการตกตะกอนโลหะเงินด้วยโซเดียมคลอไรด์

โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัม ต่อ น้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดี 1000 มิลลิลิตร ได้ตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 331.52 มิลลิกรัม

ถ้าต้องการตะกอน 0.332 กรัม ใช้โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัม

โซเดียมคลอไรด์ 450 กรัม ราคา 35 บาท

โซเดียมคลอไรด์ 1 กรัม $= \frac{35 \text{ บาท} \times 1 \text{ กรัม}}{450 \text{ กรัม}} = 0.078$ บาท

โซเดียมคลอไรด์ 10 กรัม = 0.078 บาท x 10 กรัม = 0.78 บาท

ค่าใช้จ่ายโซเดียมคลอไรด์ทั้งหมด 0.78 บาท

2. วิธีการคำนวณค่าใช้จ่ายสารละลายแอมโมเนียม

ค่าใช้จ่ายแยกปรอทออกจากตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์

สารละลายแอมโมเนีย ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ต่อตะกอน 10 กรัม ได้ตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 6.97 กรัม

ถ้าต้องการตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 0.332 กรัม ใช้สารละลายแอมโมเนีย 0.66 มิลลิลิตร

สารละลายแอมโมเนีย 450 มิลลิลิตร ราคา 60 บาท

สารละลายแอมโมเนีย 1 มิลลิลิตร $= \frac{60 \text{ บาท} \times 1 \text{ มิลลิลิตร}}{450 \text{ มิลลิลิตร}} = 0.13$ บาท

สารละลายแอมโมเนีย 0.66 มิลลิลิตร = 0.13 บาท x 0.66 มิลลิลิตร = 0.088 บาท

ค่าใช้จ่ายสารละลายแอมโมเนียทั้งหมด 0.088 บาท

3. วิธีการคำนวณค่าใช้จ่ายสังกะสี

ค่าใช้จ่ายในการรีดิวซ์ตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์

ตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 10 กรัม เติมสังกะสีเฉลี่ย 3.55 กรัม

ถ้าต้องการตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ 0.332 กรัม ใช้ผงสังกะสี 0.12 กรัม

สังกะสี 1 กิโลกรัม ราคา 3500 บาท

สังกะสี 1 กรัม $= \frac{3500 \text{ บาท} \times 1 \text{ กรัม}}{1000 \text{ กรัม}} = 3.5$ บาท

สังกะสี 3.55 กรัม = 3.5 บาท x 0.12 กรัม = 0.41 บาท

ค่าใช้จ่ายสังกะสีทั้งหมด 0.41 บาท

4. รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด

รวมค่าใช้จ่ายในการแยกโลหะเงินออกจากน้ำเสียวิเคราะห์ซีโอดีทั้งหมด

คิดเป็นราคาค่าใช้จ่ายโซเดียมคลอไรด์ทั้งหมด 10.00 บาท

ค่าใช้จ่ายสารละลายแอมโมเนียทั้งหมด 0.088 บาท

ค่าใช้จ่ายสังกะสีทั้งหมด 0.41 บาท

รวมเป็นเงิน 10+0.088+0.41 = 1.27 บาท ต่อโลหะเงิน 10 กรัม

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์

Sarinya Suwankort, Pinthita Mungkarndee. 2010. Recovery of Silver from COD Analysis Wastewater by Selective Precipitation. In the fifth GMSARN international conference 2010 ; 2010 November 17-19. The grand Luang Prabang, Luang Prabang, Lao PDR.

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศริญญา สุวรรณโครธ เกิดวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2528 จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย ปี พ.ศ. 2545 จากโรงเรียนกัลยาณวัตร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม) ปี พ.ศ. 2550 คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ศึกษาต่อระดับปริญญาโท ปี พ.ศ. 2551 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น