รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัณฑมาศ สุทธิเรืองวงศ์. การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีไฟฟ้าเคมีเพื่อกำจัดสารอินทรีย์และสี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

การไฟฟ้านครหลวง, อัตราค่าไฟฟ้าจำแนกตามกิจการไฟฟ้าออนไลน์. แหล่งที่มา : http://www.pea.co.th/peas1/ratesom.html. [2549, ก.ค.]

กรมควบคุมมลพิษ. มาตรฐานน้ำทิ้งออนไลน์. แหล่งที่มา:http://www.pcd.go.th/?1.02411305 [2547,ส.ค.]

ชุติพงษ์ วิวัฒน์ภูวพงศ์ และ ปรียนันท์ เพชรสุวรรณ. การสลายพันธะระหว่างไอออนโลหะกับไซยาไนด์ไอออนในสารประกอบไซยาไนด์เชิงซ้อนด้วยแสงอุลตราไวโอเลต. งานวิจัยสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2542.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. การกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้า เล่มที่ 1 สรุปรวม : รายงานวิจัยขั้นสมบูรณ์. ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล. สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

บัณฑิต ชูเชิดวัฒนศักดิ์. ผลของอีดีทีเอต่อการออกซิเดชันของไซยาไนด์ด้วยกระบวนการใช้ไฟฟ้าและรังสีอัลตราไวโอเลต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ปริเมษ เจริญนพคุณ. การกำจัดไนเตรทในน้ำทิ้งชุมชนด้วยวิธีไฟฟ้าเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2545.

เพ็ญศรี ทองนพเนื้อ. เคมีวิเคราะห์เชิงไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์. วิศวกรรมประปา เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

วรรษวรรณ เที่ยงวรรณกานต์. การกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟโดยการใช้กระบวนการรวมตะกอนด้วยไฟฟ้าและการตกตะกอนทางเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

วลัยรัตน์ จันทรวงศ์. การบำบัดน้ำเสียของโรงงานชุบโลหะ. วารสารพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 9 (เมษายน 2542) : 4-8.

สวีณา เกตุสุวรรณ. การลดค่าซีโอดีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยกระบวนการตกตะกอนทางเคมีด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์,เฟอร์ริกซัลเฟตและแคลเซียมไฮดรอกไซด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

สุชาดา ไชยสวัสดิ์, โสภิตา บุญอเนกทรัพย์, สรเสกข์ กุลมัย, ชาญชัย จิตติพันธ์พรณี และ จิระพันธ์ เนื่องจากนิด. การศึกษาคุณสมบัติน้ำทิ้งในงานชุบโลหะ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2542.

ภาษาอังกฤษ

Augugliaro, V., Loddo, V., Marcý, G., Palmisano, L. and Lopez-Munozy, M.J. Photocatalytic Oxidation of Cyanides in Aqueous Titanium Dioxide Suspensions. Journal of Catalyst. 166 (1997) : 272 – 283.

Augugliaro, V., Blanco Gálvez , J., Cáceres Vázquez, J.,. Garc´ýa López, E., Loddo ,V., López Muñoz , M.J.,. Malato Rodrýguez, S., Marcy, G.,. Palmisano, L.,. Schiavello, M.and Soria Ruiz, J. Photocatalytic oxidation of cyanide in aqueous TiO_2 suspensions irradiated by sunlight in mild and strong oxidant conditions. Catalysis Today 54 (1999) : 245 – 253.

Baran, W., Makowski, A.and Wardas, W. The separation of catalyst after photocatalytic reactions conducted in the presence of $TiO_2/FeCl_3$/UV. Chemosphere 59 (2005) : 853–859

Benefield, L.D.,Judkins, J.F., and Weand, B. L. Process chemistry for water and wastewater treatment. NJ : Prentice-Hall., 1982.

Botz, M.M. Overview of Cyanide Treatment Methods. Mining Environmental Management. UK : Mining Journal Ltd., 2001.

Chamberlain, N.S. and Synder, H.B. Technology of treating plating wastes. Proc. Tenth Purdue Industrial Conference. 227 (1965).

Chiang, K. , Amal, R. and Tran, T. Photocatalytic oxidation of cyanide: kinetic and mechanistic studies. Journal of Molecular Catalysis A : Chemical 193 (2003) : 285 – 297.

COSMO CHEMICAL CO., LTD. TiO_2 information [Online]. Available from : http://www.titanium.co.kr/English/tio2/asp [2005, August 9]

Dabrowski, B., Zaleska, A., Janczarek, M., Hupka, J.and Miller, J.D. Photo-oxidation of dissolved cyanide using TiO2 catalyst. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 151 (2002) : 201–205

Fernandez-Ibaneza, P., Blancoa, J., Malatoa, S.and Nieves , F.J. Application of the colloidal stability of TiO_2 particles for recovery and reuse in solar photocatalysis. Water Research 37 (2003) : 3180 – 3188.

Frank, S.N., and Bard., A.J. Heterogeneous Photocatalytic Oxidation of Cyanide Ion in Aqueous Solutions at TiO_2 Powder. Journal of the American Chemical Society 99 (1977) : 303 – 304

Fujishima,A., Rao, T.N.and Tryk, D.A. Titanium dioxide photocatalysis. Nal of Photochemistry and Photobiology C : Photochemistry Reviews 1 (2000) : 1 - 21.

Holt, P., Barton, G. and Mitchell, C. Electrocoagulation as a Wastewater Treatment. The Third Australian Engineering Research Event., 1999.

Iangphasuk, M. The potential for photocatalytic oxidation of dyes in textile wastewater. Ph.D Thesis. School of Environment, Resources and Development. Faculty of Science. Asian Institute of Technology, 1997.

Kagaya, S., Shimizu, K., Arai, R. and Hasegawa, K. Separation of Titanium Dioxide photocatalyst in its aqueous suspension by coagulation with basic aluminium chloride. Water Research 33 (1999) : 1753 - 1755.

Kobya, M., Can, O.T., and Bayramoglu, M. Treatment of textile wastewater by electrocoagulation using iron and aluminium electrodes. Journal of Harzadous Material B 100 (2003) : 163 – 178.

Larue, O., Vorobiev, E., Vu, C. and Durand, B. Electrocoagulation and coagulation by iron of latex particles in aqueous suspensions. Separation and Purification Technology 31 (2003) : 177 – 192.

Mange,F.,Couchot, P., Foissy, A. and Pierre, A., Effect of Sodium and Calcium Ions on the Aggregration of Titanium Dioxide at High pH in Aqueous Dispersions. Journal of Colloid Interface Science 159 (1993) : 58-67.

Mollah, M.Y.A., Robert, S., Parga, J.R. and Cocke,D.L. Electrocoagulation (EC)-science and application. Journal of Harzadous Material B 84 (2001) : 29 – 41.

Parga, J.R., Shukla, S.S., and Carrillo-Pedroza, F.R. Destruction of cyanide waste solutions using chlorine dioxide , ozone and titania sol. Waste Management. 23 (2003) : 183 – 191

Rader, W.S., Solujic, L., Milosavljevic, E.B., Hendrix, J.L., and Nelson, J.H. Photocatalytic detoxification of cyanide and metal cyano-species from precious-metal mill effluents. Environmental Pollution 90 (1995) : 331 – 334.

Tanaka, K., Hisanaga,T., and Rivera, A. Effect of crystal form of TiO_2 on the photocatalytic degradation of pollutants. Photocataiytic Treatment of Water and Air. edited by Ollis, D. and Al-Ekabi, H. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 1993.

Thomas, O., Photochemical purification of water and air. WILEY-VCH, 2003

United State Environmental Protection Agency. EPA Handbook : Advance photochemical oxidation processes. Washington : Center for Environmental Research information National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development., 1998.

Walter, D. and Chihpin, H. Electrocoagulation for removal of silica nano-particles from chemical-mechanical-planalization wastewater. Colloid and Surface A 254 (2005) : 81 – 89.

Watts, R.J., Kong, S. and Lee, W. Sedimentation and reuse of Titanium Dioxide : Application to suspened-photocatalyst reactors. Journal of Environmental Engineering 121 (1995) : 730 – 735.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลองรวมตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ทางเคมี

ตาราง ก1 ข้อมูลการหาค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์

รอบที่ 1

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	PACl (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1005	10.00	1.00	4.10	0.0919	8.53
2	0.1011	10.50	1.00	4.43	0.0760	24.82
3	0.1005	11.00	1.00	10.08	0.0761	24.24
4	0.1002	11.50	1.00	11.48	0.0859	14.26
5	0.1003	12.00	1.00	11.90	0.0005	99.50
6	0.1002	12.50	1.00	12.10	0.0034	96.61

รอบที่ 2

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	PACl (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1010	10.00	1.00	4.05	0.0761	24.65
2	0.1013	10.50	1.00	4.11	0.0806	20.43
3	0.1012	11.00	1.00	10.19	0.0791	21.84
4	0.1008	11.50	1.00	11.36	0.0993	14.20
5	0.1012	12.00	1.00	11.51	0.0015	98.51
6	0.1009	12.50	1.00	12.10	0.0030	97.04

รอบที่ 3

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	PACl (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1012	10.00	1.00	3.99	0.0903	10.77
2	0.1012	10.50	1.00	4.12	0.0924	8.70
3	0.1003	11.00	1.00	10.21	0.0980	12.29
4	0.1008	11.50	1.00	11.40	0.0991	14.32
5	0.1012	12.00	1.00	11.54	0.0033	96.72
6	0.1006	12.50	1.00	11.88	0.0044	95.65

ตาราง ก2 ข้อมูลการหาปริมาณโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์

รอบที่ 1

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	PACl (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1002	12.00	0.25	11.92	0.0179	82.14
2	0.1001	12.00	0.50	11.81	0.0135	86.51
3	0.1017	12.00	0.75	11.74	0.0055	94.59
4	0.1012	12.00	1.00	11.52	0.0057	94.37
5	0.1014	12.00	1.50	11.97	0.0003	99.70
6	0.1011	12.00	2.00	11.90	0.0010	99.01

รอบที่ 2

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	PACl (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1011	12.00	0.25	11.95	0.0139	86.27
2	0.1004	12.00	0.50	11.92	0.0101	89.93
3	0.1006	12.00	0.75	11.96	0.0053	94.73
4	0.1010	12.00	1.00	11.98	0.0048	95.25
5	0.1005	12.00	1.50	11.97	0.0001	99.90
6	0.1006	12.00	2.00	11.81	0.0013	98.75

รอบที่ 3

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	PACl (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1000	12.00	0.25	11.93	0.0159	84.14
2	0.1000	12.00	0.50	11.86	0.0124	87.58
3	0.1000	12.00	0.75	11.88	0.0053	94.71
4	0.1000	12.00	1.00	11.75	0.0050	95.04
5	0.1000	12.00	1.50	11.93	0.0003	99.74
6	0.1000	12.00	2.00	11.80	0.0012	98.81

ตาราง ก3 ข้อมูลค่าเฉลี่ยพีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสมในการตกตะกอนไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	PACl (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%	SD
1	0.1009	10.00	1.00	4.05	0.0861	14.66	8.74
2	0.1012	10.50	1.00	4.22	0.0830	17.98	8.34
3	0.1007	11.00	1.00	10.16	0.0844	16.15	6.32
4	0.1002	11.50	1.00	11.48	0.0859	14.26	0.06
5	0.1009	12.00	1.00	11.65	0.0018	98.24	1.41
6	0.1006	12.50	1.00	12.03	0.0036	96.43	0.71

ตาราง ก4 ข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	PACl (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%	SD
1	0.1004	12.00	0.25	11.93	0.0159	84.19	2.07
2	0.1002	12.00	0.50	11.86	0.0120	88.01	1.75
3	0.1008	12.00	0.75	11.86	0.0054	94.68	0.08
4	0.1007	12.00	1.00	11.75	0.0052	94.89	0.46
5	0.1006	12.00	1.50	11.96	0.0002	99.78	0.11
6	0.1006	12.00	2.00	11.84	0.0011	98.86	0.14

ตาราง ก5 ข้อมูลการหาค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยแคลเซียมคลอไรด์

รอบที่ 1

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$CaCl_2$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.0999	10.00	0.50	9.56	0.0044	95.57
2	0.1003	10.50	0.50	10.35	0.0086	91.43
3	0.1002	11.00	0.50	10.94	0.0034	96.57
4	0.1006	11.50	0.50	11.63	0.0020	97.96
5	0.1000	12.00	0.50	12.03	0.0028	97.16
6	0.0997	12.50	0.50	12.46	0.0008	99.20

รอบที่ 2

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$CaCl_2$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1008	10.00	0.50	9.55	0.0044	95.63
2	0.1002	10.50	0.50	10.34	0.0036	96.41
3	0.1010	11.00	0.50	11.02	0.0037	96.34
4	0.1001	11.50	0.50	11.55	0.0037	96.30
5	0.1001	12.00	0.50	12.05	0.0038	96.20
6	0.1004	12.50	0.50	12.20	0.0029	97.11

รอบที่ 3

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$CaCl_2$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1005	10.00	0.50	9.54	0.0051	94.93
2	0.1011	10.50	0.50	10.38	0.0053	94.76
3	0.1005	11.00	0.50	10.98	0.0047	95.32
4	0.1002	11.50	0.50	11.43	0.0048	95.21
5	0.1003	12.00	0.50	11.90	0.0052	94.82
6	0.1002	12.50	0.50	12.10	0.0038	96.21

ตาราง ก6 ข้อมูลการหาปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยแคลเซียมคลอไรด์

รอบที่ 1

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$CaCl_2$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1006	12.50	0.10	12.47	0.0020	97.96
2	0.1010	12.50	0.25	12.47	0.0015	98.49
3	0.1010	12.50	0.50	12.47	0.0019	98.17
4	0.1003	12.50	0.75	12.47	0.0030	97.03
5	0.1009	12.50	1.00	12.48	0.0003	99.67
6	0.1004	12.50	1.51	12.47	0.0006	99.41

รอบที่ 2

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$CaCl_2$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1007	12.50	0.10	12.48	0.0027	97.31
2	0.1009	12.50	0.25	12.48	0.0020	97.97
3	0.1007	12.50	0.50	12.46	0.0019	98.10
4	0.1002	12.50	0.76	12.48	0.0027	97.30
5	0.1003	12.50	1.02	12.46	0.0013	98.75
6	0.1004	12.50	1.51	12.47	0.0016	98.42

รอบที่ 3

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$CaCl_2$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1002	12.50	0.10	12.56	0.0030	97.03
2	0.1006	12.50	0.25	12.55	0.0038	96.26
3	0.0994	12.50	0.50	12.54	0.0029	97.07
4	0.1001	12.50	0.75	12.55	0.0017	98.35
5	0.1000	12.50	1.00	12.49	0.0007	99.34
6	0.0999	12.50	1.50	12.50	0.0020	98.02

ตาราง ก7 ข้อมูลค่าเฉลี่ยพีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสมในการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยแคลเซียมคลอไรด์

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$CaCl_2$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%	SD
1	0.1004	10.00	0.50	9.55	0.0046	95.38	0.39
2	0.1005	10.50	0.50	10.36	0.0058	94.20	2.53
3	0.1006	11.00	0.50	10.98	0.0039	96.08	0.66
4	0.1003	11.50	0.50	11.54	0.0035	96.49	1.39
5	0.1001	12.00	0.50	11.99	0.0039	96.06	1.18
6	0.1001	12.50	0.50	12.25	0.0025	97.50	1.54

ตาราง ก8 ข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$CaCl_2$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%	SD
1	0.1005	12.50	0.10	12.50	0.0026	97.44	0.48
2	0.1008	12.50	0.25	12.50	0.0024	97.57	1.17
3	0.1004	12.50	0.50	12.49	0.0022	97.78	0.61
4	0.1002	12.50	0.75	12.50	0.0024	97.56	0.70
5	0.1004	12.50	1.00	12.48	0.0007	99.25	0.47
6	0.1002	12.50	1.50	12.48	0.0014	98.62	0.72

ตาราง ก9 ข้อมูลหาค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต

รอบที่ 1

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอชเริ่มต้น	$FeSO_4$ (กรัม)	พีเอชหลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1006	10.00	1.00	4.37	0.0217	78.45
2	0.1004	10.50	1.00	4.41	0.0143	85.72
3	0.0999	11.00	1.00	4.52	0.0076	92.39
4	0.1004	11.50	1.00	5.97	0.0138	86.24
5	0.1000	12.00	1.00	12.01	0.0026	97.42
6	0.1005	12.50	1.00	12.15	0.0032	96.84

รอบที่ 2

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอชเริ่มต้น	$FeSO_4$ (กรัม)	พีเอชหลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1006	10.00	1.00	4.51	0.0085	91.59
2	0.1000	10.50	1.00	4.60	0.0054	94.58
3	0.1003	11.00	1.00	5.02	0.0036	96.44
4	0.1001	11.50	1.00	5.64	0.0073	92.74
5	0.1000	12.00	1.00	10.76	0.0015	98.48
6	0.1001	12.50	1.00	12.37	0.0018	98.22

รอบที่ 3

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอชเริ่มต้น	$FeSO_4$ (กรัม)	พีเอชหลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1000	10.00	1.00	4.43	0.0205	79.51
2	0.1000	10.50	1.00	4.52	0.0146	85.39
3	0.1000	11.00	1.00	5.46	0.0073	92.66
4	0.1000	11.50	1.00	5.87	0.0127	87.31
5	0.1000	12.00	1.00	10.50	0.0032	96.83
6	0.1000	12.50	1.00	12.22	0.0101	89.89

ตาราง ก10 ข้อมูลการหาปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต

รอบที่ 1

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$FeSO_4$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1003	12.00	1.00	12.02	0.0141	85.97
2	0.1004	12.00	2.00	11.72	0.0020	97.96
3	0.1001	12.00	3.00	7.53	0.0067	93.27
4	0.0999	12.00	4.00	6.12	0.0106	89.42
5	0.0998	12.00	5.00	5.95	0.0149	85.10
6	0.0996	12.00	6.00	5.64	0.0137	86.20

รอบที่ 2

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$FeSO_4$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1005	12.00	1.50	12.18	0.0042	95.86
2	0.1001	12.00	1.50	12.18	0.0056	94.39
3	0.0999	12.00	2.00	12.13	0.0056	94.38
4	0.1002	12.00	2.00	12.13	0.0056	94.39
5	0.0996	11.99	2.50	12.00	0.0073	92.63
6	0.1004	12.00	2.50	12.03	0.0070	93.02

รอบที่ 3

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอช เริ่มต้น	$FeSO_4$ (กรัม)	พีเอช หลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%
1	0.1005	12.00	1.50	12.18	0.0059	94.08
2	0.1001	12.00	1.50	12.18	0.0056	94.45
3	0.0999	12.00	2.00	12.13	0.0060	93.98
4	0.1002	12.00	2.00	12.13	0.0065	93.54
5	0.0996	11.99	2.50	12.00	0.0073	92.70
6	0.1004	12.00	2.50	12.05	0.0072	92.82

ตาราง ก11 ข้อมูลค่าเฉลี่ยพีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสมในการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต

ลำดับที่	TiO_2 เริ่มต้น (กรัม/ลิตร)	พีเอชเริ่มต้น	$FeSO_4$ (กรัม)	พีเอชหลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%	SD
1	0.1004	10.00	1.00	4.44	0.0169	83.19	7.30
2	0.1005	10.50	1.00	4.51	0.0115	88.56	5.21
3	0.1006	11.00	1.00	5.00	0.0062	93.83	2.26
4	0.1003	11.50	1.00	5.83	0.0113	88.76	3.48
5	0.1001	12.00	1.00	11.09	0.0024	97.58	0.84
6	0.1001	12.50	1.00	12.25	0.0050	94.98	4.47

ตาราง ก12 ข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณเฟอร์รัสซัลเฟตที่เหมาะสมในการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์

ลำดับที่	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	พีเอชเริ่มต้น	$FeSO_4$ (กรัม)	พีเอชหลัง	TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	ประสิทธิภาพในการตกตะกอน%	SD
1	0.1003	12.00	1.00	12.02	0.0141	91.97	5.27
2	0.1003	12.00	1.50	12.18	0.0053	95.60	2.04
3	0.1001	12.00	2.00	12.13	0.0059	93.87	0.56
4	0.1000	12.00	2.50	12.02	0.0072	92.45	2.66
5	0.1001	12.00	3.00	7.53	0.0067	90.15	4.37
6	0.0998	12.00	5.00	5.95	0.0149	90.68	3.88

ภาคผนวก ข

ผลการทดลองรวมตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ทางไฟฟ้า

ตาราง ข1 ข้อมูลการรวมตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยไฟฟ้าเมื่อปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้า

พารามิเตอร์	กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)						
	0.01	0.05	0.10	0.25	0.50	1.00	1.50
ค่าพีเอชเฉลี่ย	11.00	10.73	9.81	9.30	9.66	9.43	9.35
อุณหภูมิเฉลี่ย	25.50	25.70	25.75	26.70	29.23	32.73	36.47
ความนำไฟฟ้าเฉลี่ย (mS/cm)	13.54	13.96	13.53	13.25	13.31	13.69	13.98
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 1	0.0325	0.0351	0.0191	0.0026	0.0019	0.0020	0.0037
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 2	0.0337	0.0384	0.0143	0.0021	0.0017	0.0021	0.0031
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 3	0.0305	0.0416	0.0167	0.0030	0.0021	0.0010	0.0052
ค่าเฉลี่ย TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	0.0322	0.0384	0.0167	0.0026	0.0019	0.0017	0.0039
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 1	67.53	64.86	80.90	97.90	97.90	98.00	96.30
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 2	66.37	58.36	85.70	97.00	98.30	97.90	96.91
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 3	69.50	61.65	83.30	97.45	98.10	99.00	94.80
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%)	67.77	61.65	83.30	97.45	98.10	98.30	96.13
SD	1.58	3.25	2.40	0.45	0.20	0.61	1.09

ตาราง ข2 ข้อมูลการรวมตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยไฟฟ้าเมื่อปรับเปลี่ยนเวลาเก็บกัก

พารามิเตอร์	เวลาเก็บกัก (ชั่วโมง)			
	0.5	1.0	1.50	2.0
ค่าพีเอชเฉลี่ย	9.67	9.35	9.50	9.58
อุณหภูมิเฉลี่ย	30.13	30.83	39.03	45.80
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 1	0.0030	0.0032	0.0031	0.0017
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 2	0.0025	0.0034	0.0023	0.0020
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 3	0.0020	0.0026	0.0016	0.0019
ค่าเฉลี่ย TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	0.0025	0.0025	0.0024	0.0019
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 1	97.00	96.81	96.89	98.30
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 2	97.50	97.50	97.65	98.00
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 3	98.00	97.41	98.40	98.15
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%)	97.50	97.50	97.65	98.15
SD	0.50	0.38	0.75	0.15

ตาราง ข3 ข้อมูลการรวมตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยไฟฟ้าเมื่อปรับเปลี่ยนพีเอชเริ่มต้น

พารามิเตอร์	พีเอช			
	10	11	12	13
ค่าพีเอชเฉลี่ย	8.45	9.43	11.59	12.73
อุณหภูมิเฉลี่ย	25.97	32.73	30.05	25.70
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 1	0.0085	0.0021	0.0320	0.0325
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 2	0.0134	0.0017	0.0363	0.0337
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 3	0.0143	0.0020	0.0351	0.0305
ค่าเฉลี่ย TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	0.0121	0.0019	0.0345	0.0322
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 1	91.48	97.90	68.00	67.53
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 2	86.57	98.30	63.84	66.37
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 3	85.70	98.00	64.86	69.50
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%)	87.93	98.07	65.53	67.77
SD	3.12	0.21	2.17	1.58

ตาราง ข4 ข้อมูลการรวมตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยไฟฟ้าเมื่อปรับเปลี่ยนขนาดขั้วไฟฟ้า

พารามิเตอร์	ขนาดขั้วไฟฟ้า (ตร. ซม.)			
	5x6.5	6x6.5	8x6.5	10x6.5
ค่าพีเอชเฉลี่ย	9.33	9.38	9.35	10.37
อุณหภูมิเฉลี่ย	29.87	30.13	29.47	30.20
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 1	0.0271	0.0021	0.0021	0.0009
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 2	0.0162	0.0017	0.0017	0.0006
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 3	0.0196	0.0030	0.0024	0.0005
ค่าเฉลี่ย TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	0.0210	0.0023	0.0021	0.0007
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 1	72.98	97.90	97.90	99.10
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 2	83.83	98.30	98.30	99.40
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 3	80.52	97.00	97.60	99.50
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%)	79.03	97.73	97.93	99.33
SD	5.56	0.67	0.35	0.21

ตาราง ข5 ข้อมูลการรวมตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยไฟฟ้าเมื่อปรับเปลี่ยนความนำไฟฟ้า

พารามิเตอร์	ปริมาณโซเดียมซัลเฟต(กรัม)			
	0.25	0.50	1.00	12.00
ค่าพีเอชเฉลี่ย	11.00	11.01	10.99	11.02
อุณหภูมิเฉลี่ย	26.45	26.40	25.25	25.40
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 1	0.0273	0.0114	0.0024	0.0021
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 2	0.0451	0.0106	0.0020	0.0019
TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร) รอบที่ 3	0.0629	0.0121	0.0022	0.0017
ค่าเฉลี่ย TiO_2 ที่เหลือ (กรัม/ลิตร)	0.0451	0.0114	0.0022	0.0019
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 1	56.79	89.39	97.60	98.10
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 2	54.92	88.64	98.00	97.90
ประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%) รอบที่ 3	52.88	87.90	97.80	98.30
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการตกตะกอน (%)	54.90	88.65	97.80	98.10
SD	1.96	0.74	0.20	0.20

ภาคผนวก ค

ผลการทดลองบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ไซยาไนด์ด้วยไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนด้วยวิธีต่าง ๆ

ตาราง ค1 ความเข้มข้นไซยาไนด์จากกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตโดยใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการตกตะกอนด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาไนด์, มิลลิโมลาร์															
	รอบที่ 1				รอบที่ 2				รอบที่ 3				รอบที่ 4			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย
0	4.10	4.24	4.11	4.15	4.52	4.56	4.30	4.46	4.05	4.44	4.29	4.26	4.11	4.21	4.39	4.24
60	3.23	2.90	3.17	3.10	4.12	3.66	3.50	3.76	3.37	4.04	3.82	3.74	3.41	3.68	3.87	3.65
120	2.46	2.22	2.60	2.43	2.87	2.46	2.23	2.52	2.90	3.41	2.95	3.09	2.07	3.11	2.68	2.62
180	1.70	1.98	2.24	1.97	2.88	1.98	1.32	2.06	2.41	2.77	2.60	2.59	1.10	2.47	2.29	1.95
240	1.04	1.59	1.64	1.42	1.80	1.32	1.18	1.43	1.84	2.15	1.72	1.90	0.59	1.80	1.46	1.28
300	0.46	0.58	0.89	0.64	0.34	0.68	0.52	0.51	1.34	1.65	0.84	1.28	0.44	1.49	1.26	1.06
360	0.17	0.13	0.16	0.15	0.17	0.39	0.39	0.32	0.57	1.12	0.52	0.73	0.46	1.00	0.93	0.80
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.20	0.18	0.13	0.51	0.17	0.27	0.15	0.35	0.49	0.33

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาไนด์, มิลลิโมลาร์											
	รอบที่ 5				รอบที่ 6				รอบที่ 7			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย
0	4.50	4.36	4.01	4.29	3.75	4.24	4.20	4.06	4.32	4.38	3.90	4.20
60	3.70	3.81	3.72	3.74	3.63	3.84	3.36	3.61	3.75	3.48	3.41	3.55
120	2.03	3.26	3.15	2.82	3.05	3.28	2.85	3.06	3.56	3.24	3.01	3.27
180	1.81	2.65	2.69	2.38	2.61	2.82	2.25	2.56	3.21	2.87	2.65	2.91
240	0.84	2.10	2.34	1.76	2.06	2.36	1.76	2.06	2.32	2.47	1.94	2.25
300	0.79	1.60	1.73	1.37	1.18	1.89	1.29	1.45	1.89	2.13	1.18	1.73
360	0.87	1.20	1.11	0.99	1.10	1.48	1.12	1.23	1.22	2.07	1.29	1.53
420	0.45	0.84	0.46	0.58	0.55	0.97	0.80	0.77	0.86	1.60	0.87	1.11

ตาราง ค2 ประสิทธิภาพการกำจัดไซยาไนด์โดยกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเมื่อใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการตกตะกอนด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์

เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพในการกำจัดไซยาไนด์ (%)																			
	รอบที่ 1					รอบที่ 2					รอบที่ 3					รอบที่ 4				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD
0	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-
60	21.17	31.57	22.67	25.21	5.62	8.94	19.77	18.63	15.75	5.95	16.72	9.02	10.93	12.10	4.01	17.02	12.67	11.94	13.82	2.74
120	39.84	47.70	36.72	41.49	5.66	36.61	46.03	48.16	43.53	6.15	28.31	23.15	31.24	27.50	4.10	49.63	26.16	38.90	38.14	11.75
180	58.47	53.25	45.53	52.42	6.51	36.21	56.67	69.21	53.78	16.66	40.37	37.70	39.38	39.11	1.35	73.11	41.34	47.95	53.88	16.76
240	74.73	62.44	60.05	65.70	7.88	60.20	70.97	72.63	67.87	6.75	54.50	51.57	59.83	55.27	4.19	85.59	57.27	66.84	69.73	14.41
300	88.72	86.23	78.42	84.47	5.37	92.43	85.05	87.89	88.46	3.72	66.84	62.73	80.41	69.97	9.26	89.39	64.67	71.29	74.94	12.80
360	95.89	97.00	96.19	96.37	0.57	96.20	91.36	90.95	92.86	2.92	85.92	74.80	87.97	82.74	7.09	88.78	76.24	78.82	81.18	6.62
420	100.00	100.00	99.98	99.99	0.01	100.00	92.67	95.28	95.99	3.71	96.70	88.46	95.94	93.58	4.56	96.40	91.74	88.84	92.24	3.82

เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพในการกำจัดไซยาไนด์ (%)														
	รอบที่ 5					รอบที่ 6					รอบที่ 7				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD
0	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-
60	17.83	12.60	7.21	12.75	5.31	3.02	9.45	20.11	11.15	8.63	13.03	20.53	12.70	15.53	4.43
120	54.83	25.19	21.44	34.38	18.29	18.58	22.79	32.10	24.70	6.92	17.49	26.05	22.80	22.11	4.32
180	59.84	39.33	32.91	44.50	14.06	30.33	33.62	46.53	37.06	8.56	25.67	34.58	32.02	30.73	4.59
240	81.34	51.96	41.62	59.01	20.60	45.06	44.46	58.20	49.38	7.76	46.22	43.55	50.21	46.53	3.35
300	82.51	63.39	56.92	68.06	13.31	68.53	55.53	69.22	64.24	7.71	56.30	51.50	69.66	58.77	9.41
360	85.21	72.47	72.33	76.88	7.40	70.74	65.12	73.30	69.66	4.19	71.72	52.64	66.84	63.58	9.91
420	90.11	80.81	88.61	86.49	4.99	85.31	77.16	80.95	80.97	4.08	80.13	63.47	77.72	73.59	9.00

ตาราง ค3 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไซยาเนตที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการตกตะกอนด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาเนต, มิลลิโมลาร์						
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	รอบที่ 6	รอบที่ 7
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	0.287	0.319	0.218	0.307	0.390	0.330	0.330
120	0.624	0.613	0.553	0.770	0.620	0.821	0.742
180	0.740	0.887	0.764	0.920	0.872	1.063	1.063
240	0.898	1.110	0.980	1.290	1.150	1.370	1.259
300	1.240	1.268	1.132	1.504	1.338	1.586	1.586
360	1.350	1.420	1.028	1.494	1.475	1.680	1.650
420	1.424	1.523	0.930	1.512	1.811	1.790	1.700

ตาราง ค4 ความเข้มข้นไซยาไนด์จากกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตโดยใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการตกตะกอนด้วยแคลเซียมคลอไรด์

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาไนด์, มิลลิโมลาร์											
	รอบที่ 1				รอบที่ 2				รอบที่ 3			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย
0	4.16	3.63	3.46	3.75	4.20	3.43	3.82	3.82	3.61	3.77	3.85	3.74
60	2.99	2.89	2.67	2.85	3.74	3.07	3.40	3.40	3.18	3.27	3.33	3.26
120	1.57	1.27	1.19	1.34	3.28	2.81	3.07	3.05	2.81	2.88	2.98	2.89
180	1.07	0.80	0.79	0.89	2.82	2.41	2.76	2.66	2.49	2.71	2.64	2.62
240	0.60	0.41	0.40	0.47	2.40	2.10	2.29	2.26	2.08	2.32	2.24	2.22
300	0.29	0.18	0.26	0.24	1.94	1.60	1.92	1.82	1.82	1.94	1.99	1.92
360	0.08	0.07	0.13	0.09	1.27	1.19	1.42	1.29	1.50	1.68	1.64	1.61
420	0.02	0.00	0.03	0.02	0.90	0.98	1.02	0.97	1.12	1.00	1.25	1.13

ตาราง ค5 ประสิทธิภาพการกำจัดไซยาไนด์โดยกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเมื่อใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการตกตะกอนด้วยแคลเซียมคลอไรด์

เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพในการกำจัดไซยาไนด์ (%)														
	รอบที่ 1					รอบที่ 2					รอบที่ 3				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD
0	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-
60	28.13	20.26	22.82	23.74	4.02	10.97	10.57	10.79	10.77	0.20	11.82	13.13	13.32	12.75	0.82
120	62.40	64.90	65.75	64.35	1.74	21.94	18.13	19.55	19.87	1.93	22.18	23.50	22.48	22.72	0.69
180	74.28	77.82	77.29	76.46	1.91	32.89	29.90	27.76	30.18	2.58	30.91	27.96	31.35	30.07	1.84
240	85.51	88.57	88.38	87.49	1.71	42.94	38.70	40.10	40.58	2.16	42.30	38.38	41.68	40.79	2.11
300	93.06	94.97	92.60	93.54	1.26	53.85	53.29	49.55	52.23	2.34	49.47	48.55	48.35	48.79	0.59
360	98.19	97.98	96.18	97.45	1.10	69.65	65.41	62.72	65.93	3.49	58.50	55.40	57.40	57.10	1.57
420	99.55	99.94	99.11	99.53	0.41	78.55	71.53	73.17	74.42	3.67	68.89	73.37	67.38	69.88	3.12

ตาราง ค6 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไซยาเนตที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการตกตะกอนด้วยแคลเซียมคลอไรด์

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาเนต, มิลลิโมลาร์		
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
0	0.00	0.00	0.00
60	0.26	0.32	0.32
120	0.70	0.64	0.60
180	0.98	0.99	0.77
240	1.25	1.15	1.03
300	1.58	1.43	1.16
360	1.74	1.54	1.36
420	1.82	1.68	1.42

ตาราง ค7 ความเข้มข้นไซยาไนด์จากกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตโดยใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนด้วยไฟฟ้า

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาไนด์, มิลลิโมลาร์											
	รอบที่ 1				รอบที่ 2				รอบที่ 3			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย
0	3.10	4.43	3.92	3.82	3.42	4.18	4.00	3.87	3.42	3.59	4.30	3.77
60	2.75	3.45	3.28	3.16	2.79	3.31	3.51	3.21	2.62	3.07	3.63	3.10
120	2.12	2.79	2.53	2.48	2.40	2.74	2.77	2.64	2.20	2.38	2.88	2.49
180	1.09	1.76	1.64	1.49	0.92	1.46	1.72	1.37	1.76	1.76	2.13	1.89
240	0.64	0.94	0.95	0.84	0.89	0.71	1.45	1.02	1.19	1.30	1.53	1.34
300	0.16	0.22	0.47	0.28	0.33	0.27	0.42	0.34	0.53	0.74	0.77	0.68
360	0.13	0.08	0.12	0.11	0.13	0.09	0.39	0.20	0.48	0.41	0.58	0.49
420	0.04	0.01	0.06	0.03	0.09	0.03	0.10	0.07	0.21	0.20	0.22	0.21

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาไนด์, มิลลิโมลาร์											
	รอบที่ 4				รอบที่ 5				รอบที่ 6			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย
0	3.43	4.33	4.20	3.98	3.92	4.34	4.29	4.18	3.74	3.81	3.75	3.77
60	3.01	3.87	3.78	3.55	3.52	3.99	3.89	3.80	3.44	3.60	3.55	3.53
120	2.62	3.40	3.31	3.11	3.15	3.35	3.46	3.32	3.07	3.24	3.10	3.14
180	1.96	2.69	2.70	2.45	2.32	2.97	2.99	2.76	2.55	2.91	2.74	2.73
240	1.75	2.12	2.23	2.03	2.25	2.55	2.67	2.49	2.46	2.55	2.40	2.47
300	1.37	1.55	1.72	1.54	1.85	2.30	2.31	2.15	1.86	2.15	2.00	2.00
360	0.84	0.82	0.79	0.82	1.57	1.95	1.92	1.81	1.79	1.95	1.83	1.86
420	0.32	0.39	0.39	0.37	1.29	1.63	1.62	1.51	1.69	1.67	1.50	1.62

ตาราง ค8 ประสิทธิภาพการกำจัดไซยาไนด์โดยกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเมื่อใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนด้วยไฟฟ้า

เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพในการกำจัดไซยาไนด์ (%)											
	รอบที่ 1				รอบที่ 2				รอบที่ 3			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	11.30	22.10	16.47	17.25	18.35	20.78	12.10	17.07	23.55	14.59	15.59	17.68
120	31.77	36.96	35.37	35.01	29.89	34.40	30.73	31.80	35.69	33.85	32.99	34.08
180	64.98	60.35	58.17	60.85	73.05	65.07	56.93	64.62	48.50	51.05	50.34	50.01
240	79.36	78.80	75.82	77.93	74.04	83.04	63.71	73.73	65.24	63.89	64.50	64.53
300	94.93	95.15	87.95	92.63	90.42	93.62	89.42	91.23	84.47	79.40	82.06	81.95
360	95.77	98.18	96.94	97.10	96.15	97.90	90.17	94.72	86.08	88.71	86.44	87.05
420	98.81	99.73	98.57	99.08	97.50	99.27	97.57	98.16	93.86	94.43	94.94	94.45

เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพในการกำจัดไซยาไนด์ (%)											
	รอบที่ 4				รอบที่ 5				รอบที่ 6			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	12.10	10.61	9.98	10.82	10.10	8.12	9.34	9.15	8.13	5.56	5.24	6.30
120	23.49	21.60	21.11	21.97	19.65	22.78	19.39	20.64	17.88	14.90	17.35	16.70
180	42.89	37.83	35.58	38.49	40.77	31.50	30.44	34.03	31.73	23.75	26.79	27.40
240	48.93	51.16	46.94	49.04	42.50	41.14	37.88	40.45	34.34	33.18	35.84	34.45
300	60.13	64.33	58.99	61.25	52.84	47.02	46.24	48.57	50.37	43.50	46.61	46.80
360	75.49	81.13	81.13	79.51	59.82	55.19	55.32	56.68	52.14	48.82	51.16	50.69
420	90.67	90.96	90.70	90.79	67.07	62.46	62.14	63.79	54.87	56.15	60.10	57.04

ตาราง ค9 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไซยาเนตที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนด้วยไฟฟ้า

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาเนต, มิลลิโมลาร์					
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	รอบที่ 6
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.64	0.54	0.41	0.13	0.33	0.27
120	1.05	1.00	0.86	0.25	0.61	0.47
180	1.23	1.53	1.15	0.30	0.78	0.70
240	1.55	1.75	1.45	0.39	0.99	0.94
300	1.98	1.81	1.64	0.44	1.10	1.11
360	2.84	1.82	1.73	0.40	1.30	1.26
420	2.86	1.82	1.83	0.42	1.38	1.41

ตาราง ค10 ความเข้มข้นไซยาไนด์จากกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตโดยใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการกรอง

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาไนด์, มิลลิโมลาร์																			
	รอบที่ 1				รอบที่ 2				รอบที่ 3				รอบที่ 4				รอบที่ 5			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย
0	4.46	4.65	4.53	4.56	4.23	4.40	4.29	4.32	4.01	4.17	4.07	4.09	4.27	4.44	4.33	4.35	3.67	3.82	3.72	3.74
60	3.04	3.24	3.15	3.17	3.38	3.52	3.43	3.45	3.31	3.45	3.36	3.38	3.54	3.69	3.60	3.62	2.92	3.04	2.97	2.98
120	2.22	2.36	2.30	2.31	2.44	2.55	2.48	2.49	2.57	2.68	2.61	2.63	2.71	2.82	2.75	2.77	2.19	2.28	2.22	2.23
180	1.35	1.43	1.40	1.40	1.67	1.73	1.69	1.70	1.70	1.77	1.72	1.73	1.98	2.07	2.01	2.02	1.65	1.72	1.68	1.69
240	0.62	0.66	0.64	0.65	0.94	0.98	0.96	0.96	0.96	1.00	0.98	0.96	1.23	1.28	1.25	1.26	1.14	1.18	1.15	1.16
300	0.17	0.18	0.17	0.17	0.41	0.43	0.42	0.42	0.41	0.43	0.42	0.42	0.53	0.55	0.54	0.54	0.63	0.65	0.64	0.64
360	0.05	0.05	0.05	0.05	0.12	0.12	0.12	0.12	0.16	0.17	0.17	0.17	0.35	0.36	0.35	0.36	0.30	0.31	0.30	0.30
420	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.08	0.08	0.08	0.15	0.16	0.16	0.16	0.14	0.15	0.15	0.15

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาไนด์, มิลลิโมลาร์															
	รอบที่ 6				รอบที่ 7				รอบที่ 8				รอบที่ 9			
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย
0	3.83	3.78	3.68	3.70	3.97	4.13	4.02	4.05	3.71	3.87	3.77	3.79	3.78	3.94	3.84	3.86
60	3.01	3.13	3.05	3.07	3.31	3.44	3.36	3.38	3.36	3.50	3.42	3.43	3.40	3.54	3.45	3.47
120	2.29	2.38	2.32	2.33	2.56	2.67	2.60	2.61	2.57	2.68	2.61	2.63	2.77	2.89	2.81	2.83
180	1.68	1.74	1.70	1.71	1.86	1.93	1.88	1.89	1.90	1.98	1.93	1.94	1.99	2.08	2.02	2.04
240	1.07	1.11	1.08	1.09	1.22	1.27	1.24	1.25	1.37	1.42	1.39	1.39	1.53	1.59	1.55	1.56
300	0.61	0.64	0.62	0.62	0.73	0.76	0.74	0.74	0.93	0.97	0.94	0.95	1.15	1.19	1.16	1.17
360	0.32	0.33	0.32	0.33	0.40	0.41	0.40	0.41	0.54	0.56	0.55	0.55	0.71	0.74	0.72	0.72
420	0.10	0.11	0.11	0.11	0.22	0.23	0.23	0.23	0.39	0.41	0.39	0.40	0.60	0.62	0.60	0.61

ตาราง ค11 ประสิทธิภาพการกำจัดไซยาไนด์โดยกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเมื่อใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการกรอง

เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพในการกำจัดไซยาไนด์ (%)																								
	รอบที่ 1					รอบที่ 2					รอบที่ 3					รอบที่ 4					รอบที่ 5				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD
0	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-
60	29.80	31.03	30.40	30.41	0.61	19.61	20.42	20.00	20.01	0.40	17.02	17.72	17.36	17.37	0.35	16.59	17.27	16.92	16.93	0.34	19.88	20.70	20.26	20.29	0.41
120	48.21	50.20	49.17	49.19	0.99	41.35	43.05	42.17	42.19	0.85	35.06	36.50	35.76	35.77	0.72	35.73	37.21	36.45	36.46	0.74	39.52	41.15	40.31	40.32	0.81
180	67.80	70.59	69.15	69.18	1.40	59.42	61.87	60.60	60.63	1.23	58.46	58.79	57.59	57.61	1.16	52.43	54.59	53.47	53.50	1.08	53.80	56.02	54.88	54.90	1.11
240	84.09	87.56	85.77	85.80	1.73	76.16	79.30	77.68	77.71	1.57	74.46	77.53	75.95	75.98	1.54	69.75	72.62	71.14	71.17	1.44	67.62	70.41	68.97	69.00	1.39
300	94.29	98.16	96.17	96.21	1.94	88.49	92.14	90.26	90.30	1.82	87.88	91.48	89.62	89.65	1.81	85.88	89.42	87.59	87.63	1.77	81.19	84.54	82.81	82.85	1.67
360	96.94	100.94	98.88	98.92	2.00	95.30	99.23	97.21	97.25	1.97	93.97	97.85	95.85	95.89	1.94	89.99	93.70	91.79	91.82	1.86	90.06	93.78	91.86	91.90	1.86
420	97.74	101.77	99.69	99.73	2.02	97.27	101.28	99.22	99.26	2.01	96.05	100.01	97.96	98.01	1.98	94.46	98.35	96.35	96.39	1.95	94.17	98.05	96.05	96.09	1.94

เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพในการกำจัดไซยาไนด์ (%)																			
	รอบที่ 6					รอบที่ 7					รอบที่ 8					รอบที่ 9				
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	เฉลี่ย	SD
0	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-
60	16.79	17.48	17.12	17.13	0.35	16.25	16.92	16.57	16.58	0.34	9.19	9.57	9.38	9.38	0.19	10.00	10.41	10.20	10.20	0.21
120	36.24	37.73	36.96	36.98	0.75	34.69	36.12	35.38	35.39	0.72	30.09	31.33	30.69	30.70	0.62	26.19	27.27	26.71	26.72	0.54
180	52.74	54.91	53.79	53.81	1.09	52.13	54.28	53.17	53.19	1.07	47.90	49.86	48.86	48.88	0.99	46.35	48.26	47.27	47.29	0.96
240	69.18	72.03	70.56	70.59	1.43	87.83	70.63	69.19	69.21	1.40	61.92	64.48	63.16	63.19	1.28	58.34	60.74	59.50	59.53	1.20
300	81.49	84.85	83.12	83.15	1.68	79.98	83.28	81.58	81.62	1.65	73.43	76.46	74.90	74.93	1.51	68.30	71.12	69.66	69.69	1.41
360	89.37	93.06	91.16	91.20	1.84	88.16	91.80	89.92	89.96	1.82	83.89	87.14	85.36	85.39	1.73	79.68	82.97	81.28	81.31	1.64
420	95.17	99.09	97.07	97.11	1.96	92.46	96.27	94.31	94.35	1.91	87.73	91.35	89.49	89.52	1.81	82.59	85.99	84.24	84.28	1.70

ตาราง ค12 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไซยาเนตที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการกรอง

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นไซยาเนต, มิลลิโมลาร์								
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	รอบที่ 6	รอบที่ 7	รอบที่ 8	รอบที่ 9
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.42	0.63	0.53	0.67	0.58	0.65	0.63	0.61	0.64
120	1.30	1.21	0.81	1.30	1.00	1.21	0.91	0.97	1.07
180	1.74	1.71	1.21	1.84	1.45	1.54	1.44	1.40	1.34
240	2.00	2.14	1.54	2.20	1.75	1.97	1.88	1.65	1.74
300	2.17	2.29	1.79	2.40	1.96	2.20	2.22	1.93	1.93
360	2.26	2.30	2.17	2.42	2.06	2.43	2.33	2.21	2.22
420	2.34	2.36	2.20	2.54	2.13	2.56	2.41	2.45	2.34

ภาคผนวก ง

ค่าความเข้มข้นคลอไรด์ไอออนที่ตรวจวัดได้ในการทดลองบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ไซยาไนด์ด้วยไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนด้วยวิธีต่างๆ

ตาราง ง1 ข้อมูลการวัดค่าคลอไรด์ไอออนจากกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตโดยใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นคลอไรด์ไอออน, มิลลิโมลาร์						
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	รอบที่ 6	รอบที่ 7
0	0.781	1.054	1.177	1.430	1.620	1.857	2.118
60	0.778	1.042	1.193	1.435	1.618	1.850	2.129
120	0.782	1.055	1.201	1.454	1.664	1.910	2.173
180	0.812	1.064	1.198	1.491	1.717	1.930	2.291
240	0.783	1.056	1.225	1.512	1.805	1.900	2.289
300	0.799	1.077	1.237	1.476	1.804	1.941	2.286
360	0.784	1.057	1.249	1.538	1.860	2.050	2.275
420	0.785	1.041	1.261	1.526	1.859	2.010	2.271

ตาราง ง2 ข้อมูลการวัดค่าคลอไรด์ไอออนจากกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต โดยใช้ไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนด้วยแคลเซียมคลอไรด์

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นคลอไรด์ไอออน, มิลลิโมลาร์		
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
0	0.600	1.555	1.681
60	0.602	1.558	1.686
120	0.605	1.561	1.697
180	0.610	1.564	1.713
240	0.608	1.567	1.735
300	0.612	1.570	1.762
360	0.624	1.573	1.794
420	0.615	1.576	1.832

ตาราง ง3 ข้อมูลการวัดค่าคลอไรด์ไอออนจากกระบวนการออกซิเดชันด้วยรังสีอัลตรา ไวโอเลตโดยใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนไฟฟ้า

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นคลอไรด์ไอออน, มิลลิโมลาร์					
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	รอบที่ 6
0	1.001	1.270	1.244	1.421	2.169	2.465
60	1.082	1.290	1.262	1.409	2.163	2.439
120	1.049	1.310	1.280	1.397	2.157	2.392
180	1.073	1.320	1.298	1.385	2.151	2.371
240	1.097	1.340	1.316	1.373	2.145	2.461
300	1.121	1.360	1.334	1.361	2.139	2.472
360	1.145	1.380	1.352	1.349	2.133	2.493
420	1.169	1.400	1.370	1.337	2.127	2.485

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนด้วยวิธีต่าง ๆ จากเครื่องXRF

ตาราง จ1 ผลการวิเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์ใหม่ด้วยเครื่องXRF

สารประกอบ	ร้อยละ
TiO_2	99.580
Fe_2SO_3	0.004
CuO	0.013
ZnO	0.005
Br	0.000
Al_2O_3	0.037
SiO_2	0.012
SO_3	0.111
Cl	0.130
CaO	0.107

ตาราง จ2 ผลการวิเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ได้จากการรวมตะกอนไฟฟ้าด้วยเครื่องXRF

สารประกอบ	ร้อยละ
TiO_2	90.120
Fe_2SO_3	0.037
CuO	0.016
ZnO	0.016
Br	0.008
Al_2O_3	3.000
SiO_2	0.044
SO_3	0.420
Cl	6.220
CaO	0.120

ตาราง จ3 ผลการวิเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ตกตะกอนด้วยแคลเซียมคลอไรด์จากเครื่องXRF

สารประกอบ	ร้อยละ
TiO_2	96.020
Fe_2SO_3	0.015
CuO	0.012
ZnO	0.004
Br	0.003
Al_2O_3	0.063
SiO_2	0.103
SO_3	0.129
Cl	2.180
CaO	1.470

ตาราง จ4 ผลการวิเคราะห์ไททาเนียมไดออกไซด์ที่ตกตะกอนด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์จากเครื่องXRF

สารประกอบ	ร้อยละ
TiO_2	94.860
Fe_2SO_3	0.010
CuO	0.012
ZnO	0.005
Br	0.002
Al_2O_3	0.510
SiO_2	0.122
SO_3	0.152
Cl	4.240
CaO	0.087

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดการคำนวณค่าใช้จ่ายในการตกตะกอน

1. **ค่าใช้จ่ายในการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์**

สำหรับความเข้มข้นไททาเนียมไดออกไซด์ 0.1 กรัมต่อลิตรและโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ราคา 60 บาท/กิโลกรัม พีเอชของน้ำเสียเท่ากับ 12

- จากสภาวะเหมาะสมใช้โพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ 1.5 กรัมต่อลิตร

  ดังนั้นคิดเป็นค่าโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ 90 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

- กรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ในการละลายฟล็อคราคา 21 บาท/ลิตร

  น้ำเสีย 1 ลิตร ใช้กรดไฮโดรคลอริค 1 มิลลิลิตร

  ดังนั้นคิดเป็นค่ากรดไฮโดรคลอริค 21 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

  สรุป ค่าใช้จ่ายเท่ากับ 111 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

2. **ค่าใช้จ่ายในการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยแคลเซียมคลอไรด์**

สำหรับความเข้มข้นไททาเนียมไดออกไซด์ 0.1 กรัมต่อลิตรและแคลเซียมคลอไรด์ราคา 50 บาท/กิโลกรัม พีเอชของน้ำเสียเท่ากับ 12.5

- จากสภาวะเหมาะสมใช้แคลเซียมคลอไรด์ 1.0 กรัมต่อลิตร

  ดังนั้นคิดเป็นค่าโพลีอลูมิเนียมคลอไรด์ 50 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

- กรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ในการละลายฟล็อคราคา 21 บาท/ลิตร

  น้ำเสีย 1 ลิตร ใช้กรดไฮโดรคลอริค 1 มิลลิลิตร

  ดังนั้นคิดเป็นค่ากรดไฮโดรคลอริค 21 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

สรุป ค่าใช้จ่ายเท่ากับ 71 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

3. **ค่าใช้จ่ายในการตกตะกอนไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยไฟฟ้า**

สำหรับความเข้มข้นไททาเนียมไดออกไซด์ 0.1 กรัมต่อลิตรและราคาอลูมิเนียมแผ่น 51 บาท/กิโลกรัม พีเอชของน้ำเสียเท่ากับ 12

- จากสภาวะเหมาะสมใช้กระแสไฟฟ้า 0.5 แอมแปร์ เวลาเก็บกักครึ่งชั่วโมง ความต่างศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ย 31.43 โวลต์

  คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ 7.86 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

  ค่าไฟฟ้าสำหรับกิจการขนาดเล็กยูนิตละ 2.978 บาท

  ดังนั้นคิดเป็นค่าไฟฟ้าเท่ากับ 23.41 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

- อัตราการสลายของขั้วอลูมิเนียม 0.0997 กรัม/พื้นที่หน้าตัด 6x6.5 ตารางเซนติเมตร

  คิดเป็นค่าอลูมิเนียม 5.08 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

- กรดไฮโดรคลอริคที่ใช้ในการละลายฟล็อคราคา 21 บาท/ลิตร

  น้ำเสีย 1 ลิตร ใช้กรดไฮโดรคลอริค 2 มิลลิลิตร

  ดังนั้นคิดเป็นค่ากรดไฮโดรคลอริค 42 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

สรุป ค่าใช้จ่ายเท่ากับ 70.49 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

4. **ค่าใช้จ่ายในการกรองไททาเนียมไดออกไซด์**

สำหรับความเข้มข้นไททาเนียมไดออกไซด์ 0.1 กรัมต่อลิตรและกระดาษกรอง GF/C ราคา 10 บาท/แผ่น พีเอชของน้ำเสียเท่ากับ 12

- การใช้ 1 ครั้งต่อน้ำเสีย 1 ลิตร

ดังนั้น คิดเป็นค่ากระดาษกรอง 10.000 บาท/น้ำเสีย 1 ลูกบาศก์เมตร

หมายเหตุ ราคาสารเคมีและกระดาษกรองจาก S.M. Chemical Supplies Co., Ltd.

ภาคผนวก ช

รายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

D.C. Power Supply

CE Permit No: 8861

FEATURES :

* 0.01% High Regulation
* Constant Voltage and Constant Current Operation
* Internal Select for Continuous or Dynamic Load
* Low Ripple and Noise
* Overload and Reverse Polarity Protection
* 3 1/2 Digits 0.5" LED Display

GPR-(I SERIES (DIGITAL TYPE)

SPECIFICATIONS		
CONSTANT VOLTAGE OPERATION	Regulation	Line regulation ≤0.01% + 3mV Load regulation ≤ 0.01% + 3mV (<10A) ≤0.02% + 3mV (≥10A)
	Ripple & Noise	≤ 1mVrms 5Hz ~ 1MHz
	Recovery Time	≤ 100μS (50% Load change, Minimum load 0.5A)
	Output Range	0 to rating voltage continuously adjustable
CONSTANT CURRENT OPERATION	Regulation	Line regulation≤ 0.2% + 3mA Load regulation≤0.2% + 3mA
	Ripple Current	≤ 3mArms (≤20A) ≤ 10mArms (≤ 30A), ≤ 32mArms (≤ 50A)
	Output Range	0 to rating amperes continuously adjustable
METER	Digital	3 1/2 Digits 0.5" LED display Accuracy ≤ (0.5% of rdg + 2 digits)
INSULATION	Chassis and Terminal Chassis and AC Cord	100MΩ or above (DC 500V) 100MΩ or above (DC 500V)
POWER SOURCE		AC 380V/220V/230V/240V ± 10%, 50/60Hz
ACCESSORIES		Power cord x 1, Instruction manual x 1 Test lead GTL-105 x 1 (≤ 3A) or GTL-104 x 1 (≤ 10A) or Not Available>10A
DIMENSIONS		223(W) x 143(H) x 430(D) mm

	Model	Output Volts (V)	Output Amps (A)	Weight (kg)
Digital	GPR-4420ID	0 ~ 0	0 ~ 20	15.5
	GPR-1820ID	0 ~ 18	0 ~ 20	15.5
	GPR-3320ID	0 ~ 31	0 ~ 20	15.5
	GPR-4405	0 ~ 40	0 ~ 5	15.5
	GPR-7205	0 ~ 72	0 ~ 5	15.5
	GPR-11H30D	0 ~ 110	0 ~ 3	13.5
	GPR-3601H	0 ~ 360	0 ~ 1	13.5

CE APPROVED : GPR-1820ID, GPR-3320ID, GPR-7230D, GPR-11H30D

ภาคผนวก ซ

รายละเอียดของหลอดยูวี

PHILIPS

CLEO Compact 15W FAM

General

PRODUCT DATA	
Order code	716460 27
Full product code	871150071646027
Full product name	CLEO Compact 15W FAM
Order product name	CLEO Compact 15W FAM/10X25BOX
Packing type	Foam
Pieces per pack	1
Packing configuration	10X25BOX
Packs per outerbox	250
Bar code on pack - EAN1	871150071646O
Bar code on intermediate packing - EAN2	871150071647 7
Bar code on outerbox - EAN3	871150071648 4
Logistic code(s) - 12NC	9280 012 00903
ILCOS code	-
Net weight per piece	29.000 (GR)
Successor order code	-
Rated Lamp Wattage[W]	15W
Cap-Base	G5
Bulb finish	- [-]
Packing Type	FAM (Foam)
Packing Configuration	10X25BOX
Cap-Base Information	Aluminium Cap
Bulb	T16
Main Application	Suntanning
Additional Information	-
Useful Life[hr]	300
Product Nett Weight[gr]	29
Technical Lamp Power[W]	15
Lamp Voltage[V]	46
Lamp Current[A]	0.35
Colour Code	09
Colour Designation (text)	-
UV Effective Power ≤320nm[mW]	4.36
UV Effective Power >320nm[mW]	1.8
UV-B/UV-A (IEC)[%]	1.0
UV-A Power (IEC)[W]	2.3

ภาคผนวก ฌ

รายละเอียดของไททาเนียมไดออกไซด์

degussa.
creating essentials

Product Information

AEROXIDE® TiO_2 P 25

Hydrophilic Fumed Titanium Dioxide

AEROXIDE® TiO_2 P 25 is a highly dispersed titanium dioxide manufactured according to the AEROSIL®– process.

Applications and Properties

Applications

- Catalyst carrier
- Active component for photocatalytic reactions
- Heat stabilizer for silicone rubber

Properties

- Process related high purity
- Heat stabilizing properties for silicone– elastomers through its effect on redox reactions

  Thereby:
  - Improvement of ageing properties at high temperature (> 200°C)
  - Positive impact on flammability protection

Physico-chemical Data

Properties	*Unit*	*Typical Value*
Specific surface area (BET)	m²/g	50 ± 15
Average primary particle size	nm	21
Tapped density[a] (approx. value) acc. to DIN EN ISO 787/11, August 1983	g/l	approx. 130
Moisture[a] 2 hours at 105 °C	wt.%	≤ 1.5
Ignition loss, 2 hours at 1000 °C, based on material dried for 2 hours at 105 °C	wt.%	≤ 2.0
pH in 4% dispersion		3.5 - 4.5
Titanium dioxide based on ignited material	wt.%	≥ 99.50
Al_2O_3-content based on ignited material	wt.%	≤ 0.300
SiO_2-content based on ignited material	wt.%	≤ 0.200
Fe_2O_3-content based on ignited material	wt.%	≤ 0.010
HCl-content based on ignited material	wt.%	≤ 0.300
Sieve residue (by Mocker, 45 µm), acc. to DIN EN ISO 787/18, April 1994	wt.%	≤ 0.050

[a] as plant

The data represent typical values and not production parameters.

AEROSIL®

degussa.
creating essentials

Safety and Handling

With each (sample-) delivery of our products we will send a Material Safety Data Sheet. Of course you can also ask at any time for a MSDS or any other information regarding product safety.

Packing and Storage

AEROXIDE® TiO_2 P 25 is supplied in multiple layer 10 kg bags. We recommend to store the product in closed containers under dry conditions and to protect the material from volatile substances. AEROXIDE® TiO_2 P 25 should be used within 2 years after production.

Registration

	CAS-No.	EINECS	TSCA (USA) AICS (Australia) CEPA (Canada)	MITI (Japan)	ECL (Korea)	NEPA (China)
AEROXIDE® TiO_2 P 25	13463-67-7	236-675-5	Registered	1-558	Registered	Registered

For further information please contact:

Commercial Contact

	NAFTA	Asia (not Japan/Japan)	Japan
Degussa AG Business Line Aerosil Weissfrauenstrasse 9 D-60287 Frankfurt am Main, Germany Phone: +49-69/218-2522 Fax: +49-69/218-2533 E-Mail: aerosil@degussa.com http://www.aerosil.com	Degussa Corporation Business Line Aerosil 379 Interpace Parkway P.O. Box 677 Parsippany, NJ 07054-0677 Phone: +1 (800) AEROSIL Phone: +1 (973) 541-8510 Fax: +1 (973) 541-8501	Aerosil Asia Marketing Office c/o NIPPON AEROSIL CO., LTD. P.O. Box 7015 Shinjuku Mono Ith 12F 3-1, Nishi-Shinjuku 2-chome Shinjuku-ku, Tokyo 163-0912 Japan Phone: +81-3-3343-3786 Fax: +81-3-3343-3781	NIPPON AEROSIL CO., LTD. Sales & Marketing Division P.O. Box 7015 Shinjuku Mono Ith 12F 3-1, Nishi-Shinjuku 2-chome Shinjuku-ku, Tokyo 163-0912 Japan Phone: +81-3-3343-3761 Fax: +81-3-3343-3772

Technical Contact

	NAFTA	Asia (not Japan/Japan)	Japan
Degussa AG Technical Service Aerosil Rodenbacher Chaussee 4 P.O. Box 1345 D-63403 Hanau-Wolfgang, Germany Phone: +49-6181/59-2086 Fax: +49-6181/59-4169	Degussa Corporation Technical Service Aerosil 2 Turner Place Piscataway, NJ 08855-0365 Phone: +1 (800) SILICAS Phone: +1 (732) 981-5000 Fax: +1 (732) 981-5375	Degussa AG Technical Service Aerosil Rodenbacher Chaussee 4 P.O. Box 1345 D-63403 Hanau-Wolfgang, Germany Phone: +49-6181/59-2086 Fax: +49-6181/59-4169	NIPPON AEROSIL CO., LTD. Applied Technology Section 3 Mita-cho Yokkaichi Mie 510-0841 Japan Phone: +81-593-45-5374 Fax: +81-593-46-4657

Or your local Degussa Representative

Our information in this document is based on our best knowledge. We disclaim any warranty and liability whatsoever as to accuracy and completeness of such information as well as to the potential infringement of any proprietary rights. We reserve the right to effect technical alterations. Any user of our products shall bear the full risk connected to their use including but not limited to their properties and fitness for any purpose.

AEROSIL®
Innovative Oxides

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุภาวดี อ้อยเป็น เกิดเมื่อวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2520 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) จากภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2542 เข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกรแหล่งน้ำที่บริษัท ชิกมา ไฮโดร คอนซัลแตนท์ จำกัดในปี 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2546