



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- บริษัทกระจกไทยอาซาฮีมหาชนจำกัด. แผ่นซีดีรอม GGBS. Apple by Slag Company LTD. ประกฤต เลิศจรัสอร่ามดี การกำจัดตะกั่วและปรอทในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยการใช้ขี้เถ้า ฟางข้าว และขุยมะพร้าว ภาควิชาสหสาขา สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดวิธีการเก็บ ทำลายฤทธิ์ กำจัดฝังทิ้ง เคลื่อนย้ายและการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว ฉบับที่ 6 กรุงเทพมหานคร, กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2540.
- ปรีชา ไกรสิริเดช. การศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของเม็ดดินผสมทรายเผา หินปูนเผา แก้ว ตะกรันเตาถลุง และตะกรันเตาหลอมเพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุผิวทาง. วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.
- มันสิน ต้วนกุลเวศม์. วิศวกรรมการประปา เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- ยงยุทธ แสนสุพรรณ. ไอโซเทิร์มการดูดซับของแก๊สไฮโดรคาร์บอนเข้มข้นด้วยซีโอไลต์. วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- อริชัย นพแก้ว. การใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดซับโลหะหนักในน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านบ่อเก็บกัก. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- อัญชลี เจตน์สัมฤทธิ์. การกำจัดตะกั่วโดยการตกผลึกในกระบวนการฟลูอิดไดซ์เบด. วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2535.

ภาษาอังกฤษ

- Anderson, M. A. and Rubin, A. J., Adsorption of Inorganics Solid-Liquid Interfaces. : Ann Arbor Science., 1981.
- Clayton, D. George and Clayton, E. F. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. 3rd Edition. Canada: John Wiley and Sons., 1981.
- Dimetrova, S. V. and Mehandgiev, D. R., Lead removal from aqueous solution by granulated blast-furnace slag. Wat. Res. Vol. 32 No. 11 (1998): 3289-3292.

- Hochella, M. F. and White, A. F. Mineral-Water Interface Geochemistry. : Reviews in Mineralogy Vol.23. Michigan: BookCrafters. Inc., 1990.
- Khaodhiar, S., Azizian, M. F., OSATHAPHAN K. and Nelson, P. O., Copper, Chromium, and Arsenic Adsorption and Equilibrium modeling in an iron-oxide-coated sand, Background electrolyte system. Water, Air, and Soil Pollution. Vol. 119 (1999) : 105-120.
- Law, E. A. Aquatic Pollution. 3rd Edition. New York: John Wiley & Sons.,1981.
- Lopez, F. A., Perez, C., Sainz, F. and Alonso, M. Adsorption of Pb²⁺ On Blast Furnace Sludge. J. Chem. Tech. Biotechnol. Vol. 62 (1995): 200 – 206.
- Lopez-Delegado, A., Perez, C. and Lopez, F. A. Sorption of heavy metals on blast furnace sludge. Wat. Res. Vol. 32 No. 4 (1998): 989-996.
- Macintyre, J. E. DICTIONARY OF INORGANIC COMPOUNDS. Vol. 3. 1st Edition. London : Chapman & Hall Inc., 1992.
- Neal, R. H., Sposito, G., Holtzclaw, K. M., and Traina, S.J. Selenite Adsorption on Alluvial Soils: I. Soil Composition and pH Effects. J. Science Society of America. Vol.51 (1987): 1161 – 1169.
- Neal, R. H., Sposito, G., Holtzclaw, K. M., and Traina, S.J. Selenite Adsorption on Alluvial Soils: II. Solution Composition Effects. J. Science Society of America. Vol.52 (1988): 390 – 397.
- Novak, J. W., Jr., Burr, R. R. and Bednarik, R. Mechanisms of metal ion adsorption on activated alumina. Metals Speciation, Separation and Recovery. 475-487. U.S.A: Lewis Publishers Inc., 1987.
- Patterson, J. W., Industrial Wastewater Treatment Technology. 2nd Edition. Boston: Butter Worth Publishers., 1985.
- Paul, N. C. Handbook of water and wastewater treatment technology.New York: Dekker., 1995.
- Pengchu Zhang and Sparks, D. L. Kinetics of selenate and selenite adsorption /desorption at the goethite/water interface. Environmental Science & Technology. Vol. 24 No. 12 (1990): 1848-1856.
- Scott, M. J. and Morgan, J. J. Reactions at Oxide Surface. 2. Oxidation of Se (IV) by Synthetic Birnessite. Environmental Science & Technology. Vol. 30 No. 6

(1996): 1990 – 1996.

Seader, J. D., and Ernest, J. H., Separation Process Principals. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1998.

Snoeyink, V.L. and Jenkins D. Water chemistry: John Wiley & Sons Inc., 1980.

Srivastava, S. K., Gupta, V. K., and Mohan, D. Removal of lead and chromium by activated slag-a blast furnace waste. Journal of environmental engineering (1997): 461-468.

Stocchi, E. Industrial chemistry volume I. England: Ellis Horwood limited., 1990.

Stumm, W. Chemistry of the Solid – Water Interface. New York : John Wiley & Sons Inc., 1992.

Wen-Hui Kuan, Shang-lien Lo and Wang, M. K. Removal of Se (IV) and Se (VI) from water by aluminum-oxide-coated sand. Wat. Res. Vol. 32 No. 3 (1997): 915 - 923.

www.inter-market.net.

www.cornucopia-of-colors.com/history.html.

www.minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mos/1996/selemiun.txt.

www.mtsc.unt.edu/faculty/reidy/metals/metal_profile.htm.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตาราง ก1 แสดงข้อมูลของตะกั่ว

Slag	10 มิลลิกรัมต่อลิตร			7 มิลลิกรัมต่อลิตร			5 มิลลิกรัมต่อลิตร		
	pH	[C] _f	eff	pH	[C] _f	eff	pH	[C] _f	eff
0.5 g	5.03	7.26	27.4	5.03	4.98	28.857	5.15	2.31	53.8
	6	6.8	32	5.81	3.91	44.143	6	2.03	59.4
	7.06	6.5	35	7.05	3.3	52.857	7.75	0.9	82
	7.76	5.54	44.6	7.92	1.03	85.286	8.1	0.54	89.2
	8.1	4.51	54.9						
1 g	5	5.6	44	5.11	3.9	44.286	5.07	1.49	70.2
	5.98	4.9	51	5.88	2.61	62.714	5.73	1.3	74
	7	4.01	59.9	7	1.7	75.714	7.3	0.73	85.4
	8	1.89	81.1	8.11	0.34	95.143	7.9	0.33	93.4
1.5 g	5.2	4.52	54.8	5.25	2.99	57.286	5.18	1.08	78.4
	5.6	4.16	58.4	5.7	2.4	65.714	5.9	0.89	82.2
	6	3.7	63	7.08	0.83	88.143	7.2	0.35	93
	6.52	3.11	68.9	8.55	0.15	97.857	8.1	0.21	95.8
	7	2.45	75.5				8.78	0.09	98.2
	8	1.01	89.9						
	9	0.1	99						
2 g	5.11	3.8	62	4.8	2.5	64.286	5.18	0.88	82.4
	5.52	3.65	63.5	5.61	1.82	74	5.56	0.76	84.8
	6	2.9	71	7.17	0.51	92.714	7.27	0.22	95.6
	7	1.56	84.4	7.88	0.1	98.571	7.92	0.16	96.8
	7.21	0.97	90.3						
	8	0.78	92.2						
2.5 g	5.05	3.2	68	5.16	2.07	70.429	5.08	0.69	86.2
	5.9	2.4	76	6.1	1.23	82.429	6.01	0.54	89.2
	6.34	1.78	82.2	7.25	0.15	97.857	6.38	0.33	93.4
	7.25	0.91	90.9	8.02	0.07	99	7.22	0.12	97.6
	8.12	0.5	95				7.9	0.03	99.4

ตาราง ก1 แสดงข้อมูลของตะกั่ว (ต่อ)

	2 มิลลิกรัมต่อลิตร			1 มิลลิกรัมต่อลิตร		
	pH	[C] _f	eff	pH	[C] _f	eff
0.5 g	5.1	0.85	57.5	5.03	0.4	60
	5.94	0.66	67	5.81	0.3	70
	7.25	0.34	83	7.28	0.15	85
	8.1	0.11	94.5	7.92	0.003	99.7
1 g	5.1	0.5	75	5.11	0.08	92
	5.77	0.35	82.5	5.88	0.12	88
	7.54	0.15	92.5	7	0.06	94
	8.7	0.07	96.5	8.11	0	100
				8.94	0	100
1.5 g	5.35	0.36	82	5.35	0.07	93
	5.82	0.11	94.5	5.7	0.03	97
	7.31	0.09	95.5	7.08	0.005	99.5
	8.58	0.04	98	8.55	0.002	99.8
2 g	5.25	0.25	87.5	5.31	0.07	93
	5.8	0.15	92.5	5.61	0.05	95
	7.27	0.08	96	7.17	0.01	99
	7.9	0	100	7.88	0.0001	99.99
2.5 g	5.12	0.22	89	5.14	0.08	92
	6.07	0.1	95	6.02	0.025	97.5
	7.21	0	100	7.18	0	100
	8.11	0	100	8.24	0	100

ตาราง ก2 แสดงการคำนวณค่าไอโซเทิร์มความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ของตะกั่ว

pH	initial []	slag	final [],C	Pb was adsorb	Pb was adsorbed/Wt.of slag, X	EFF %	1/x	1/c	log X	logc
5	10	2.5	3.20	0.340	0.136	68.0	7.3529	0.3125	-0.8660	0.5050
	10	2.0	3.80	0.310	0.155	62.0	6.4516	0.2631	-0.8096	0.5797
	10	1.5	4.52	0.274	0.182	54.8	5.4744	0.2212	-0.7383	0.6551
	10	1.0	5.60	0.220	0.220	44.0	4.5454	0.1785	-0.6575	0.7481
	10	0.5	7.26	0.137	0.274	27.4	3.6496	0.1377	-0.5622	0.8609
6	10	2.5	2.40	0.380	0.152	76.0	6.5789	0.4166	-0.8181	0.3802
	10	2.0	2.90	0.355	0.177	71.0	5.6338	0.3448	-0.7508	0.4624
	10	1.5	3.70	0.315	0.210	63.0	4.7619	0.2703	-0.6777	0.5682
	10	1.0	4.90	0.255	0.255	51.0	3.9215	0.2040	-0.5934	0.6921
	10	0.5	6.80	0.160	0.320	32.0	3.1250	0.1470	-0.4948	0.8325
7	10	2.5	1.15	0.442	0.177	88.5	5.6490	0.8703	-0.7519	0.0603
	10	2.0	1.56	0.422	0.211	84.4	4.7393	0.6410	-0.6757	0.1931
	10	1.5	2.50	0.375	0.250	75.0	4.0000	0.4000	-0.6020	0.3979
	10	1.0	4.01	0.299	0.299	59.9	3.3389	0.2493	-0.5236	0.6031
	10	0.5	6.50	0.175	0.350	35.0	2.8571	0.1538	-0.4559	0.8129
8	10	2.5	0.59	0.470	0.188	94.1	5.3134	1.6949	-0.7253	-0.2291
	10	2.0	0.78	0.461	0.230	92.2	4.3383	1.2820	-0.6373	-0.1079
	10	1.5	1.01	0.449	0.299	89.9	3.3370	0.9900	-0.5233	0.0043
	10	1.0	1.89	0.405	0.405	81.1	2.4661	0.5291	-0.3920	0.2764
	10	0.5	4.51	0.274	0.549	54.9	1.8215	0.2217	-0.2604	0.6541

ตาราง ก3 แสดงการคำนวณค่าไอโซเทิร์มความเข้มข้น 7 มิลลิกรัมต่อลิตร ของตะกั่ว

pH	initial []	slag	final [],C	Pb was adsorb	Pb was adsorbed/Wt.of slag, X	EFF %	1/x	1/c	log X	logc
5	7	2.5	2.00	0.2500	0.1000	80.0	10.0000	0.5000	-1.0000	0.3010
	7	2.0	2.33	0.2335	0.1168	76.7	8.5653	0.4292	-0.9327	0.3673
	7	1.5	2.99	0.2005	0.1336	70.1	7.4813	0.3344	-0.8740	0.4756
	7	1.0	3.90	0.1550	0.1550	61.0	6.4516	0.2564	-0.8097	0.5910
	7	0.5	4.98	0.1010	0.2020	50.2	4.9505	0.2008	-0.6946	0.6972
6	7	2.5	1.23	0.2885	0.1154	87.7	8.6655	0.8130	-0.9378	0.0899
	7	2.0	1.48	0.2761	0.1380	85.2	7.2431	0.6768	-0.8599	0.1695
	7	1.5	2.07	0.2467	0.1644	79.3	6.0802	0.4840	-0.7839	0.3151
	7	1.0	2.60	0.2199	0.2199	73.9	4.5472	0.3843	-0.6577	0.4152
	7	0.5	3.91	0.1545	0.3090	60.9	3.2362	0.2557	-0.5100	0.5922
7	7	2.5	0.38	0.331	0.1324	96.2	7.5529	2.6315	-0.8781	-0.4202
	7	2.0	0.51	0.3245	0.1622	94.9	6.1633	1.9607	-0.7898	-0.2924
	7	1.5	0.83	0.3085	0.2057	91.7	4.8622	1.2048	-0.6868	-0.0809
	7	1.0	1.70	0.2650	0.2650	83.0	3.7736	0.5882	-0.5768	0.2304
	7	0.5	3.30	0.185	0.3700	67.0	2.7027	0.3030	-0.4318	0.5185
8	7	2.5	0.07	0.3465	0.1386	99.3	7.2150	14.2857	-0.8582	-1.1549
	7	2.0	0.10	0.3450	0.1725	99.0	5.7971	10.0000	-0.7632	-1.0000
	7	1.5	0.15	0.3425	0.2283	98.5	4.3795	6.6667	-0.6414	-0.8239
	7	1.0	0.34	0.3330	0.3330	96.6	3.0030	2.9412	-0.4776	-0.4685
	7	0.5	1.03	0.2985	0.5970	89.7	1.6750	0.9708	-0.224	0.0128

ตาราง ก4 แสดงการคำนวณค่าไอโซเทิร์มความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ของตะกั่ว

pH	initial []	slag	final [],C	Pb was adsorb	Pb was adsorbed/Wt.of slag, X	EFF %	1/x	1/c	log X	logc
5	5	2.5	0.690	0.2155	0.0862	93.1	11.6001	1.4493	-1.0644	-0.1611
	5	2.0	0.880	0.2060	0.1030	91.2	9.7087	1.1363	-0.9871	-0.0555
	5	1.5	1.080	0.1960	0.1307	89.2	7.6530	0.9259	-0.8838	0.0334
	5	1.0	1.490	0.1755	0.1755	85.1	5.6980	0.6711	-0.7557	0.1732
	5	0.5	2.310	0.1345	0.2690	76.9	3.7174	0.4329	-0.5702	0.3636
6	5	2.5	0.540	0.2230	0.0892	94.6	11.2107	1.8518	-1.0496	-0.2676
	5	2.0	0.621	0.2189	0.1094	93.8	9.1345	1.6103	-0.9607	-0.2069
	5	1.5	0.853	0.2072	0.1381	91.4	7.2381	1.1692	-0.8597	-0.0679
	10	1.0	1.162	0.1919	0.1918	88.4	5.2116	0.8602	-0.7169	0.0653
	10	0.5	2.030	0.1485	0.2970	79.7	3.3670	0.4926	-0.5272	0.3075
7	10	2.5	0.175	0.24125	0.0965	98.2	10.3627	5.7143	-1.01548	-0.7569
	10	2.0	0.245	0.2377	0.1188	97.5	8.4120	4.0833	-0.9249	-0.6110
	10	1.5	0.380	0.2310	0.1540	96.2	6.4935	2.6316	-0.8125	-0.4202
	10	1.0	0.650	0.2175	0.2175	93.5	4.5977	1.5384	-0.6625	-0.1871
	10	0.5	1.658	0.1671	0.3342	83.4	2.9922	0.6031	-0.4759	0.2196
8	10	2.5	0.120	0.2440	0.0976	98.8	10.2459	8.3333	-1.0105	-0.9208
	10	2.0	0.160	0.2420	0.1210	98.4	8.2644	6.25	-0.9172	-0.79588
	10	1.5	0.210	0.2395	0.1596	97.9	6.2630	4.7619	-0.7968	-0.6778
	10	1.0	0.330	0.2335	0.2335	96.7	4.2826	3.0303	-0.6317	-0.4814
	10	0.5	0.540	0.2230	0.4460	94.6	2.2421	1.8518	-0.3506	-0.2676

ตาราง ก5 แสดงข้อมูลของซีเลเนียม

	10 มิลลิกรัมต่อลิตร			7 มิลลิกรัมต่อลิตร			5 มิลลิกรัมต่อลิตร			2 มิลลิกรัมต่อลิตร		
	pH	[C]f	Eff %	pH	[C]f	Eff %	pH	[C]f	Eff %	pH	[C]f	Eff %
0.5 g	2.4	0.01	99.9	3.8	0	100	3.7	0	100	3.74	8E-04	99.97
	3.8	1.58	85.2	4.9	2.94	62.8	4.4	0.96	82.6	4.07	0.002	99.93
	5.9	8.38	21.7	6.8	6.54	17.2	6.6	4.11	25.2	6.1	2.124	26.77
	7.5	9.38	12.3	7.7	7.4	6.31	7.82	5.08	7.64	7.7	2.416	16.69
	8.1	10.1	5.61	8.4	7.7	2.54	8.4	5.15	6.36	8.4	2.416	16.69
1.0 g	2.4	0	100	3.4	0	100	3.6	0	100	3.68	7E-04	99.98
	3.7	0.13	98.7	4.2	0	100	4.05	0	100	4.1	0.002	99.94
	6.5	6.49	31	6.6	6.13	22.4	6.5	4.21	23.5	6.3	2.073	28.52
	8.7	7.66	18.5	9	6.99	11.5	8.4	4.98	9.42	8.1	2.321	19.95
	8.9	8.39	10.8	9.2	7.02	11.2	8.8	5.11	7.13	8.6	2.417	16.65
1.5 g	2.3	0	100	3.08	0	100	3.6	0	100	3.6	4E-04	99.99
	3.5	0.04	99.7	4.02	0	100	4	0	100	3.9	0.001	99.96
	4.2	0.96	92	6.4	3.74	42.4	6.5	3.47	42.8	6	1.7	41.38
	5.25	3.14	73.6	7.9	5.72	12	7.6	4.75	21.7	7.7	2.1	27.59
	6	4.65	60.9	8.6	5.92	8.93	8.7	5.28	13	8.6	2.348	19.04
	7.6	8.21	30.9									
	9	10.1	14.9									
2.0 g	2.3	0	100	3.5	0	100	2.97	0	100	3.4	4E-04	99.99
	3.7	0.03	99.6	3.8	0	100	3.8	0	100	3.8	8E-04	99.97
	6	3.41	63.4	5.85	1.32	81.9	6.7	3.51	42.1	4.2	0.101	96.52
	7.95	7.54	19.1	8.2	6.02	17.6	7.9	4.65	23.3	6.6	1.501	48.25
	8.6	8.5	8.88	8.7	6.38	12.6	8.6	5.01	17.4	8.4	1.9	34.48
2.5 g	2.4	0	100	3.65	0	100	3.6	0	100	3.6	3E-04	99.99
	3.8	0.03	99.7	4.1	0	100	4.12	0	100	4	4E-04	99.99
	4.4	0.96	90.6	4.98	0.79	89.2	5.22	1.34	73.2	6.1	1.08	62.76
	5.4	2.26	77.9	6.4	2.3	68.5	6.7	2.71	45.9	7.6	1.548	46.63
	7.37	5.41	47	7.8	5.45	25.4	8.4	3.79	24.2	8.4	1.775	38.81

ตาราง ก9 แสดงการคำนวณค่าไอโซเทิร์มความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ของซีเลเนียม

pH	initial [],ppm	Slag, g	final [],ppm	Se was adsorbed	Se was adsorbed/Wt.of slag, x	Eff %	1/x	1/c	log X	logc
4	2.9	2.5	0.0004	0.1450	0.05799	99.98621	17.2438	2500	-1.2366	3.39794
	2.9	2	0.0008	0.1450	0.07248	99.97241	13.7969	1250	-1.1398	3.09691
	2.9	1.5	0.0011	0.1449	0.09663	99.96207	10.3488	909.091	-1.0149	2.95861
	2.9	1	0.0016	0.1449	0.14492	99.94483	6.90036	625	-0.8389	2.79588
	2.9	0.5	0.0021	0.1449	0.28979	99.92759	3.45077	476.19	-0.5379	2.67778
5	2.9	2.5	0.51496	0.1193	0.04770	82.24276	20.964	1.9419	-1.3215	0.28823
	2.9	2	0.56747	0.1166	0.05831	80.43207	17.1488	1.76221	-1.2342	0.24606
	2.9	1.5	0.89438	0.1003	0.06685	69.15931	14.958	1.11809	-1.1749	0.04848
	2.9	1	0.84836	0.1026	0.10258	70.74621	9.7483	1.17874	-0.9889	0.07142
	2.9	0.5	0.97483	0.0963	0.19252	66.38517	5.19435	1.02582	-0.7155	0.01107
6	2.9	2.5	1.0801	0.0910	0.03640	62.75517	27.474	0.92584	-1.4389	-0.0335
	2.9	2	1.1508	0.0875	0.04373	60.31724	22.8676	0.86896	-1.3592	-0.061
	2.9	1.5	1.7001	0.0600	0.04000	41.37586	25.0021	0.5882	-1.398	-0.2305
	2.9	1	2.03148	0.0434	0.04343	29.94897	23.0277	0.49225	-1.3623	-0.3078
	2.9	0.5	2.1238	0.0388	0.07762	26.76552	12.8833	0.47085	-1.11	-0.3271
7.6	2.9	2.5	1.5476	0.0676	0.02705	46.63448	36.9713	0.64616	-1.5679	-0.1897
	2.9	2	1.72258	0.0589	0.02944	40.60069	33.9726	0.58052	-1.5311	-0.2362
	2.9	1.5	2.1	0.0400	0.02667	27.58621	37.5	0.47619	-1.574	-0.3222
	2.9	1	2.35059	0.0275	0.02747	18.94517	36.4027	0.42543	-1.5611	-0.3712
	2.9	0.5	2.4161	0.0242	0.04839	16.68621	20.6654	0.41389	-1.3152	-0.3831

ตาราง ก8 แสดงการคำนวณค่าไอโซเทิร์มความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ของซีเลเนียม

pH	initial [],ppm	Slag, g	final [],ppm	Se was adsorbed	Se was adsorbed/Wt.of slag, x	Eff %	1/x	1/c	log X	logc
4	10.2	2.5	0.0006	0.5100	0.20399	99.99412	4.90225	1666.67	-0.6904	3.22185
	9.3244	2	0.0012	0.4662	0.23308	99.98713	4.29037	833.333	-0.6325	2.92082
	11.89	1.5	0.00137	0.5944	0.39629	99.98848	2.52342	729.927	-0.402	2.86328
	9.4	1	0.0014	0.4699	0.46993	99.98511	2.12798	714.286	-0.328	2.85387
	10.7	0.5	0.005	0.5348	1.06950	99.95327	0.93502	200	0.02918	2.30103
5	5	2.5	1.342	0.1829	0.07316	73.16000	13.6687	0.74516	-1.1357	-0.1278
	6.07	2	1.456482	0.2307	0.11534	76.00524	8.67017	0.68659	-0.938	-0.1633
	6.07	1.5	1.39794	0.2336	0.15574	76.96969	6.42115	0.71534	-0.8076	-0.1455
	5.5	1	1.80574	0.1847	0.18471	67.16836	5.4138	0.55379	-0.7335	-0.2567
	5.5	0.5	1.820027	0.1840	0.36800	66.90860	2.71741	0.54944	-0.4342	-0.2601
6.6	10.2	2.5	2.70708	0.3746	0.14986	73.46000	6.67297	0.3694	-0.8243	-0.4325
	9.3244	2	3.5136	0.2905	0.14527	62.31822	6.88373	0.28461	-0.8378	-0.5458
	11.89	1.5	3.4743	0.4208	0.28052	70.77965	3.56477	0.28783	-0.552	-0.5409
	9.4	1	4.2101	0.2595	0.25950	55.21170	3.85364	0.23752	-0.5859	-0.6243
	10.7	0.5	4.1145	0.3293	0.65855	61.54673	1.51849	0.24304	-0.1814	-0.6143
7.6	10.2	2.5	3.67154	0.3264	0.13057	64.00451	7.65877	0.27237	-0.8842	-0.5648
	9.3244	2	4.356845	0.2484	0.12419	53.27480	8.05225	0.22952	-0.9059	-0.6392
	11.89	1.5	4.75	0.3570	0.23800	60.05046	4.20168	0.21053	-0.6234	-0.6767
	9.4	1	4.84419	0.2278	0.22779	48.46606	4.39	0.20643	-0.6425	-0.6852
	10.7	0.5	5.08	0.2810	0.56200	52.52336	1.77936	0.19685	-0.2503	-0.7059

ตาราง ก7 แสดงการคำนวณค่าไอโซเทิร์มความเข้มข้น 7 มิลลิกรัมต่อลิตร ของซีเลเนียม

pH	initial [],ppm	Slag, g	final [],ppm	Se was adsorbed	Se was adsorbed/Wt.of slag, x	Eff %	1/x	1/c	log X	logc
4	7.3	2.5	0.0018	0.3649	0.14596	99.97534	6.851	555.556	-0.8358	2.74473
	7.3	2	0.002	0.3649	0.18245	99.97260	5.48095	500	-0.7389	2.69897
	6.4984	1.5	0.00238	0.3248	0.21653	99.96338	4.61821	420.168	-0.6645	2.62342
	7.9	1	0.0028	0.3949	0.39486	99.96456	2.53254	357.143	-0.4036	2.55284
	7.9	0.5	0.0039	0.3948	0.78961	99.95063	1.26645	256.41	-0.1026	2.40894
5	7.3	2.5	0.7891	0.3255	0.13022	89.19041	7.67943	1.26727	-0.8853	0.10287
	7.3	2	0.77243	0.3264	0.16319	89.41877	6.12785	1.29462	-0.7873	0.11214
	6.4984	1.5	1.55416	0.2472	0.16481	76.08396	6.06767	0.64343	-0.783	-0.1915
	7.9	1	2.04476	0.2928	0.29276	74.11696	3.41574	0.48905	-0.5335	-0.3106
	7.9	0.5	2.935	0.2483	0.49650	62.84810	2.0141	0.34072	-0.3041	-0.4676
6	7.3	2.5	1.0823	0.3109	0.12435	85.17397	8.04156	0.92396	-0.9053	-0.0343
	7.3	2	1.3178	0.2991	0.14956	81.94795	6.6865	0.75884	-0.8252	-0.1198
	6.4984	1.5	3.11576	0.1691	0.11275	52.05343	8.86881	0.32095	-0.9479	-0.4936
	7.9	1	4.59723	0.1651	0.16514	41.80722	6.05552	0.21752	-0.7822	-0.6625
	7.9	0.5	5.0221	0.1439	0.28779	36.42911	3.47476	0.19912	-0.5409	-0.7009
7.6	7.3	2.5	4.9953	0.1152	0.04609	31.57123	21.6948	0.20019	-1.3364	-0.6986
	7.3	2	4.8175	0.1241	0.06206	34.00685	16.1128	0.20758	-1.2072	-0.6828
	6.4984	1.5	5.32384	0.0587	0.03915	18.07460	25.5415	0.18783	-1.4072	-0.7262
	7.9	1	6.48663	0.0707	0.07067	17.89076	14.1506	0.15416	-1.1508	-0.812
	7.9	0.5	6.9012	0.0499	0.09988	12.64304	10.012	0.1449	-1.0005	-0.8389

ตาราง ก6 แสดงการคำนวณค่าไอโซเทิร์มความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ของซีเลเนียม

pH	initial [],ppm	Slag, g	final [],ppm	Se was adsorbed	Se was adsorbed/Wt.of slag, x	Eff %	1/x	1/c	log X	logc
4	10.2	2.5	0.00088	0.5100	0.20398	99.99137	4.90238	1136.36	-0.6904	3.05552
	9.3244	2	0.001	0.4662	0.23309	99.98928	4.29028	1000	-0.6325	3
	11.89	1.5	0.0017	0.5944	0.39628	99.98570	2.52349	588.235	-0.402	2.76955
	9.4	1	0.002	0.4699	0.46990	99.97872	2.12811	500	-0.328	2.69897
	10.7	0.5	0.0057	0.5347	1.06943	99.94673	0.93508	175.439	0.02915	2.24413
5	10.2	2.5	1.73852	0.4231	0.16923	82.95569	5.90913	0.5752	-0.7715	-0.2402
	9.3244	2	1.9425	0.3691	0.18455	79.16756	5.41866	0.5148	-0.7339	-0.2884
	11.89	1.5	2.6227	0.4634	0.30891	77.94197	3.23719	0.38129	-0.5102	-0.4187
	9.4	1	3.078089	0.3161	0.31610	67.25437	3.1636	0.32488	-0.5002	-0.4883
	10.7	0.5	5.4656	0.2617	0.52344	48.91963	1.91044	0.18296	-0.2811	-0.7376
6	10.2	2.5	3.2184	0.3491	0.13963	68.44706	7.16168	0.31071	-0.855	-0.5076
	9.3244	2	3.4112	0.2957	0.14783	63.41641	6.76453	0.29315	-0.8302	-0.5329
	11.89	1.5	6.0457	0.2922	0.19481	49.15307	5.13321	0.16541	-0.7104	-0.7814
	9.4	1	6.218	0.1591	0.15910	33.85106	6.28536	0.16082	-0.7983	-0.7937
	10.7	0.5	8.3767	0.1162	0.23233	21.71308	4.30422	0.11938	-0.6339	-0.9231
7.6	10.2	2.5	5.7783	0.2211	0.08843	43.35000	11.3079	0.17306	-1.0534	-0.7618
	9.3244	2	6.802	0.1261	0.06306	27.05161	15.8579	0.14702	-1.2002	-0.8326
	11.89	1.5	8.214	0.1838	0.12253	30.91674	8.16104	0.12174	-0.9117	-0.9146
	9.4	1	7.074	0.1163	0.11630	24.74468	8.59845	0.14136	-0.9344	-0.8497
	10.7	0.5	9.3799	0.0660	0.13201	12.33738	7.57518	0.10661	-0.8794	-0.9722

ตารางที่ ก10 แสดงค่าพารามิเตอร์ไอโซเทิร์มต่างๆและ R^2 ของตะกั่ว

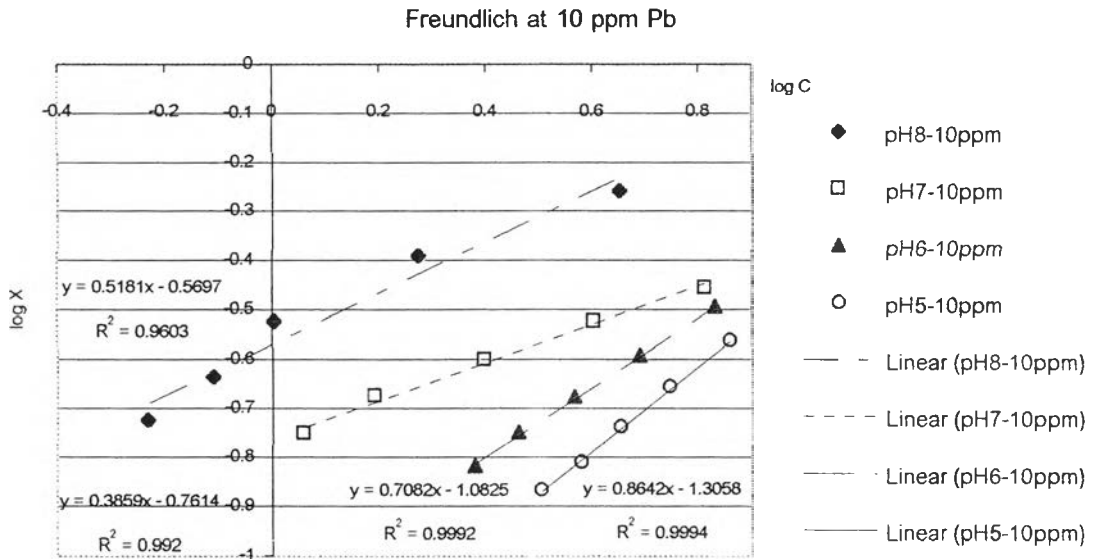
ความเข้มข้น (mg/l)	พีไอเอช	สมการฟลอยด์ลิช			สมการแลงเมียร์		
		K (mg/g)	1/n	R^2	Xm (mg/g)	b (l/mg)	R^2
10	8	0.269	0.518	0.9603	0.831	0.504	0.9911
10	7	0.173	0.386	0.992	0.423	0.624	0.9946
10	6	0.083	0.708	0.9992	0.768	0.103	0.9993
10	5	0.049	0.864	0.9994	1.379	0.033	0.9985
7	8	0.463	0.416	0.9965	0.565	4.552	0.9895
7	7	0.219	0.444	0.92	0.443	1.141	0.9899
7	6	0.096	0.845	0.9876	1.017	0.103	0.9827
7	5	0.063	0.698	0.9812	0.449	0.147	0.9806
5	8	0.772	1	0.9892	3.075	0.265	0.9911
5	7	0.251	0.554	0.9946	0.361	2.007	0.9926
5	6	0.161	0.893	0.994	1.954	0.091	0.9918
5	5	0.12	0.955	0.9979	2.524	0.05	0.9953

ตารางที่ ก11 แสดงค่าพารามิเตอร์ไอโซเทิร์มต่างๆและ R^2 ของซีลีเนียม

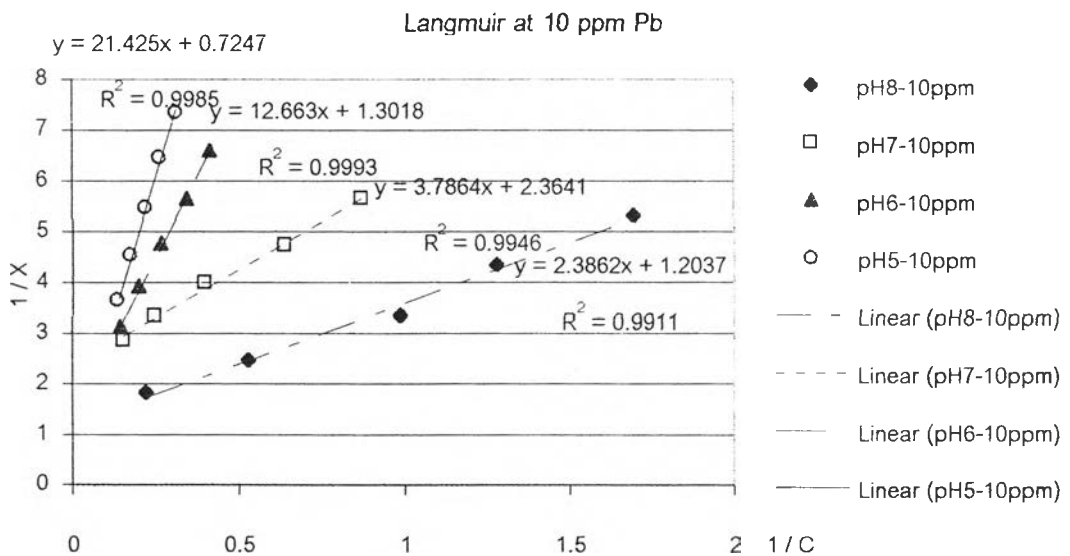
ความเข้มข้น (mg/l)	พีไอเอช	สมการฟลอยด์ลิช			สมการแลงเมียร์		
		K	1/n	R^2	Xm (mg/g)	b (l/mg)	R^2
10	7.6	0.0114	-1.0923	0.4442	-2.318	-0.0055	0.3325
10	6	0.082	-0.4531	0.7922	0.295	0.2805	0.7723
10	5	0.1018	-0.9957	0.9623	-3.764	-0.025	0.9642
10	4	0.4645	-0.8111	0.973	2.528	0.2337	0.9588
7	7.6	0.2351	-0.041	0.8633	-0.1139	-0.5979	0.4449
7	6	0.12	-0.3007	0.3405	0.1925	1.75794	0.2262
7	5	0.164	-0.8374	0.8143	0.6654	0.3408	0.7358
7	4	173220.8	-2.2211	0.9788	-0.268	-197.407	0.9759
5	7.6	0.0061	-1.1992	0.4909	-0.1191	-0.052	0.5656
5	6.6	0.01	-1.5768	0.4519	0.2948	0.0437	0.5729
5	5	0.034	-3.4562	0.7054	-3.7636	-0.0073	0.6681
5	4	41.7157	-0.8075	0.9275	1.4405	121.7894	0.9321
2	7.6	0.0114	-0.6567	0.2557	0.013	0.4935	0.2232
2	6	0.082	-0.5894	0.3929	0.0876	0.7069	0.3878
2	5	0.1018	-1.5467	0.6464	-0.226	-0.3448	0.7397
2	4	0.4645	-0.9095	0.8528	0.1318	10.9849	0.0271

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข1 รูปแสดงไอโซเทิร์มและข้อมูลการคำนวณของตะกั่ว

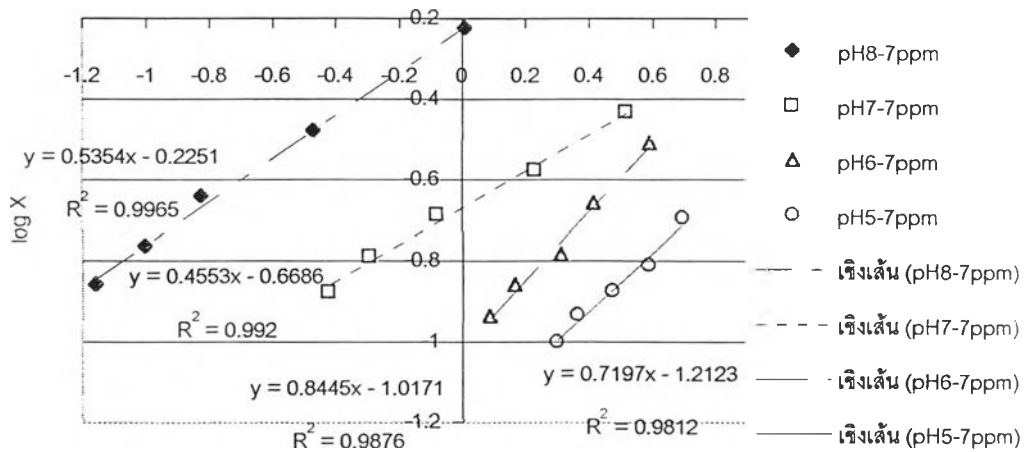


Freundlich	pH8-10ppm	Freundlich	pH7-10ppm	Freundlich	pH6-10ppm	Freundlich	pH5-10ppm
$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$	
1/n =	0.5181	1/n =	0.3859	1/n =	0.7082	1/n =	0.8642
log K =	-0.5697	log Xm =	-0.7614	log Xm =	-1.0825	log Xm =	-1.3058
K =	0.26933947	Xm =	0.17322078	Xm =	0.082699	Xm =	0.04945384



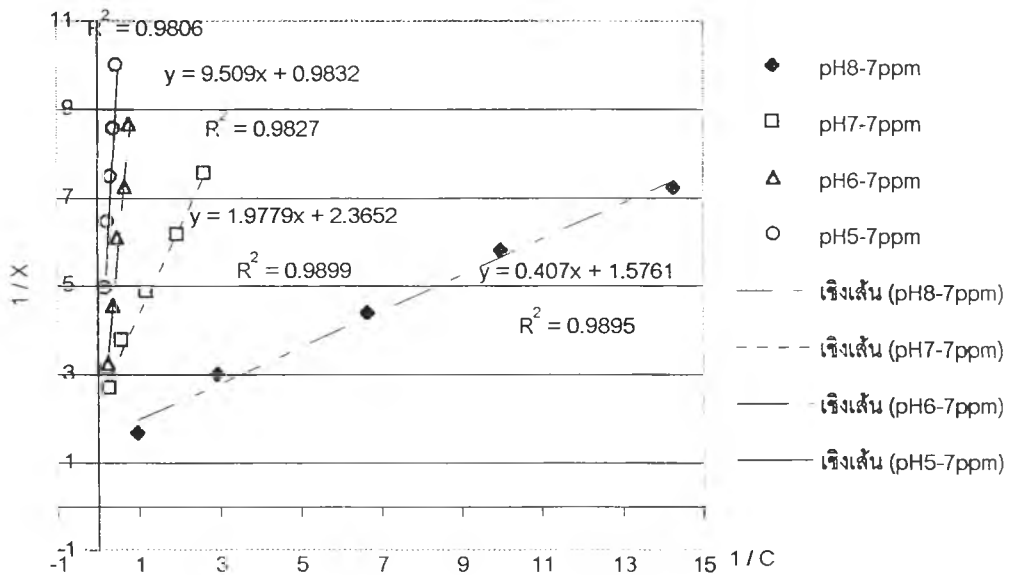
Langmuir	pH8-10ppm	Langmuir	pH7-10ppm	Langmuir	pH6-10ppm	Langmuir	pH5-10ppm
$1/X = 1/bXm (1/C) + 1/Xm$		$1/X = 1/bXm (1/C) + 1/Xm$		$1/X = 1/bXm (1/C) + 1/Xm$		$1/X = 1/bXm (1/C) + 1/Xm$	
Xm =	0.83077179	Xm =	0.42299395	Xm =	0.7681672	Xm =	1.37988133
1/b =	1.98238764	1/b =	1.6016243	1/b =	9.7273007	1/b =	29.5639575
b =	0.50444221	b =	0.62436615	b =	0.1028034	b =	0.03382497

Freundlich at 7 ppm Pb



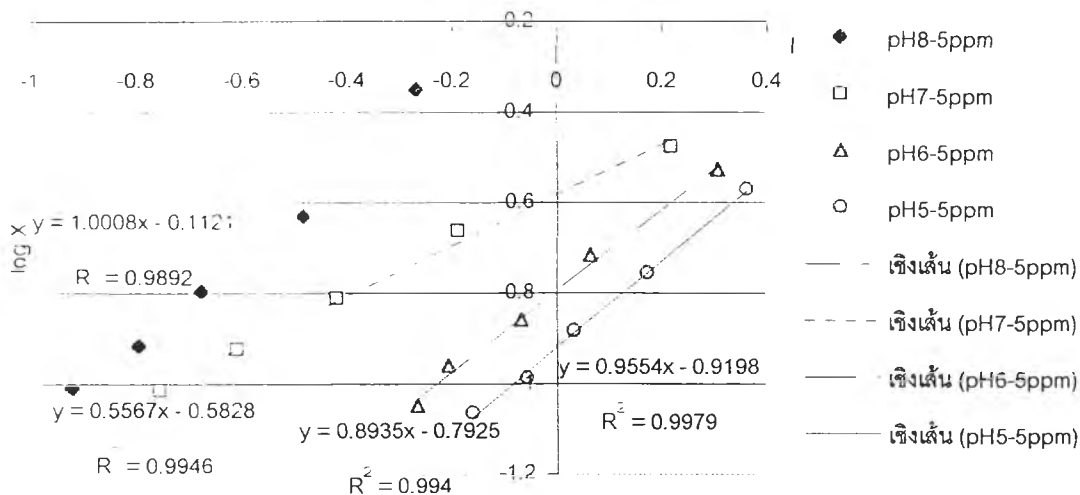
Freundlich	pH8-7ppm	Freundlich	pH7-7ppm	Freundlich	pH6-7ppm	Freundlich	pH5-7ppm
$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$
1/n =	0.4163	1/n =	0.4438	1/n =	0.8445	1/n =	0.6985
log K =	-0.3347	log K =	-0.6603	log K =	-1.0171	log K =	-1.1989
K =	0.462701	K =	0.218625	K =	0.096139	K =	0.063256

Langmuir at 7 ppm Pb



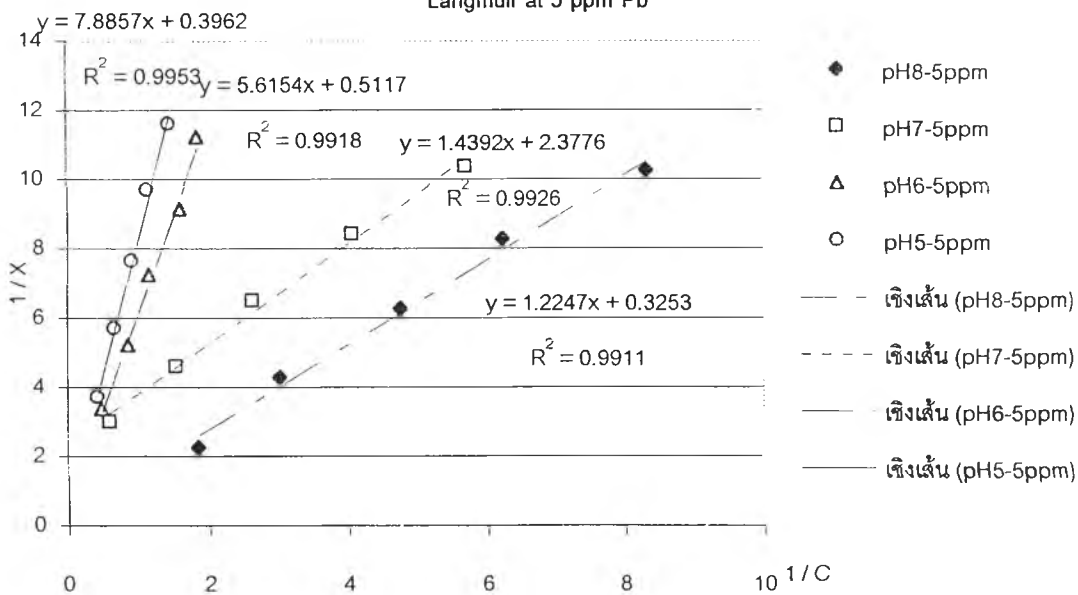
Langmuir	pH8-7ppm	Langmuir	pH7-7ppm	Langmuir	pH6-7ppm	Langmuir	pH5-7ppm
$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$
1/x _m =	1.7711	1/x _m =	2.2564	1/x _m =	0.9832	1/x _m =	2.228
X _m =	0.564621	X _m =	0.443184	X _m =	1.017087	X _m =	0.448833
1/b =	0.219694	1/b =	0.876618	1/b =	9.671481	1/b =	6.776481
b =	4.551786	b =	1.140748	b =	0.103397	b =	0.147569

Freundlich at 5 ppm Pb

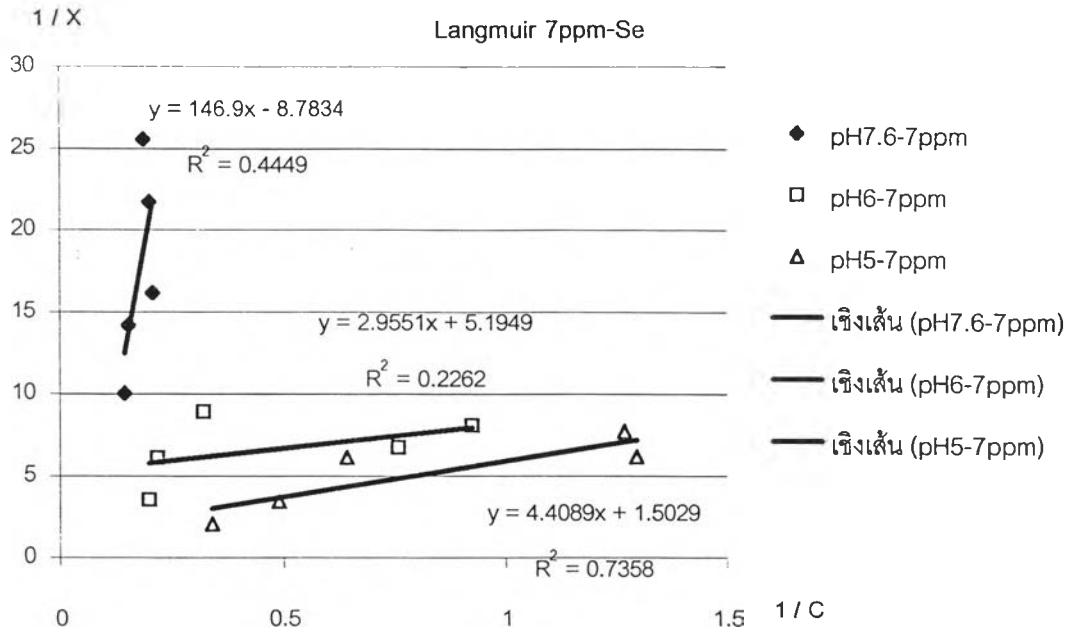


Freundlich	pH8-5ppm	Freundlich	pH7-5ppm	Freundlich	pH6-5ppm	Freundlich	pH5-5ppm
$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$	$\log X = \log K + 1/n \log C$
1/n =	1.0008	1/n =	0.554	1/n =	0.8935	1/n =	0.9554
log K =	-0.1121	log K =	-0.5992	log K =	-0.7925	log K =	-0.9198
K =	0.77250269	K =	0.251651776	K =	0.161250103	K =	0.120281823

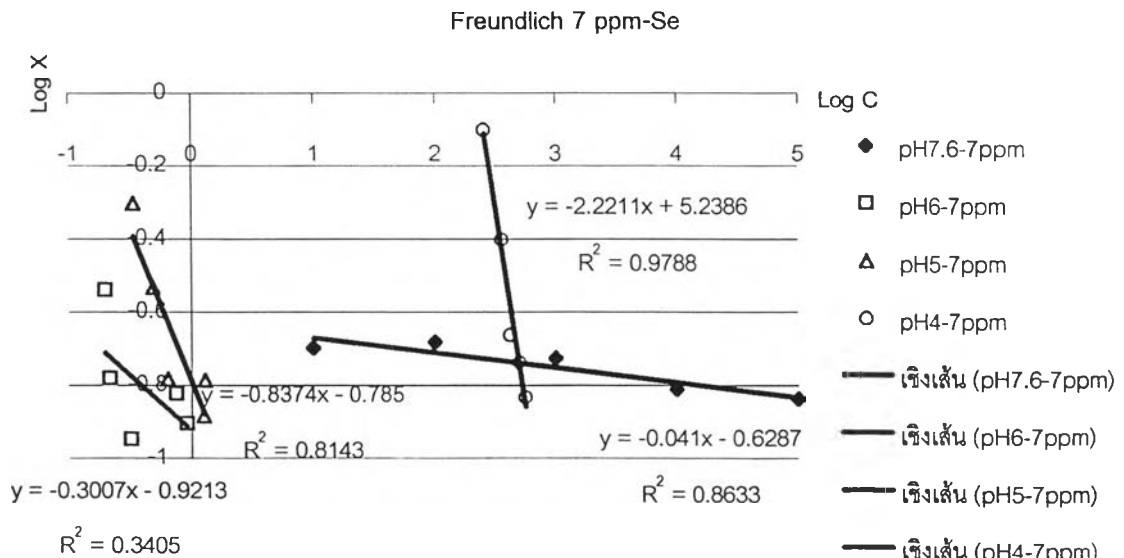
Langmuir at 5 ppm Pb



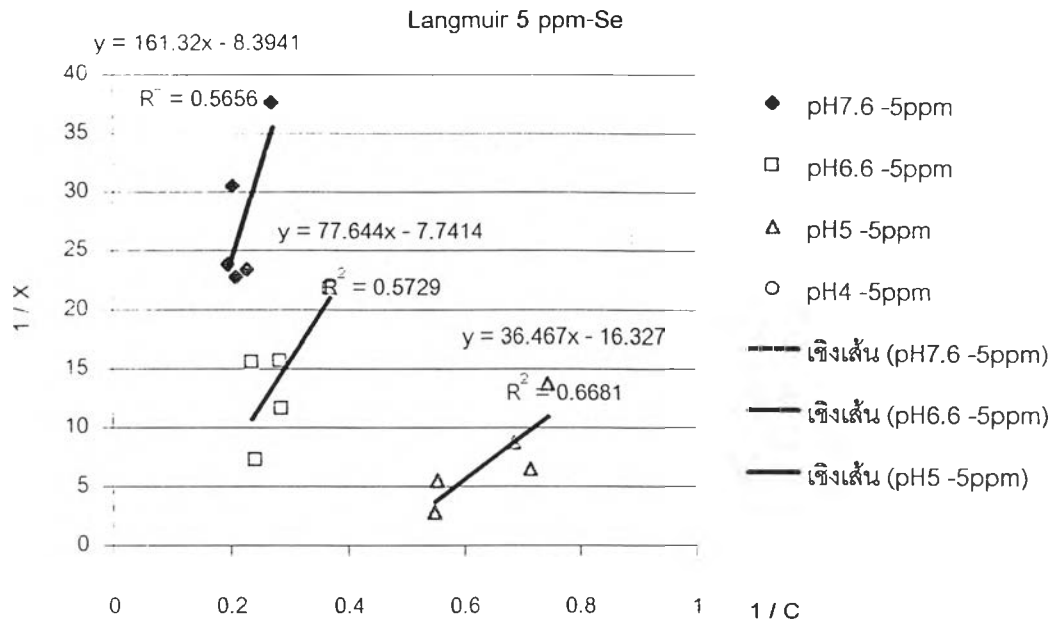
Langmuir	pH8-5ppm	Langmuir	pH7-5ppm	Langmuir	pH6-5ppm	Langmuir	pH5-5ppm
$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_r$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_r$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_r$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_r$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$
$X_m =$	3.07503075	$X_m =$	0.361559043	$X_m =$	1.95427008	$X_m =$	2.523977789
1/b =	3.76599016	1/b =	0.498083737	1/b =	10.97400821	1/b =	19.90333165
b =	0.26553442	b =	2.007694541	b =	0.091124408	b =	0.050242845



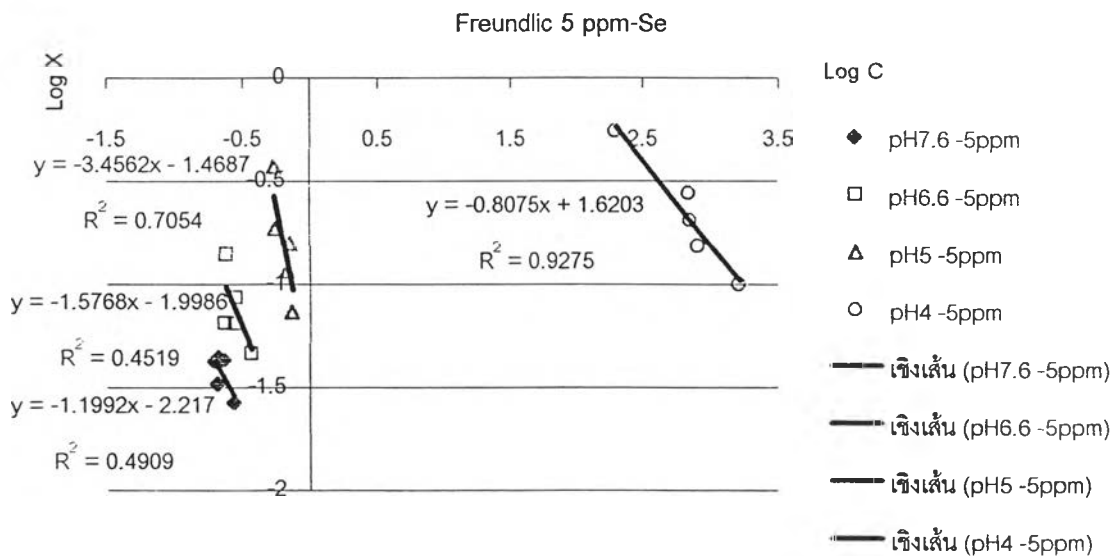
Langmuir	pH7.6-7ppm	Langmuir	pH6-7ppm	Langmuir	pH5-7ppm
$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$		$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$		$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	
$1/X_m =$	-8.7834	$1/X_m =$	5.1949	$1/X_m =$	1.5029
$X_m =$	-0.113851128	$X_m =$	0.19249649	$X_m =$	0.66538026
$1/b =$	-16.72473074	$1/b =$	0.56884637	$1/b =$	2.93359505



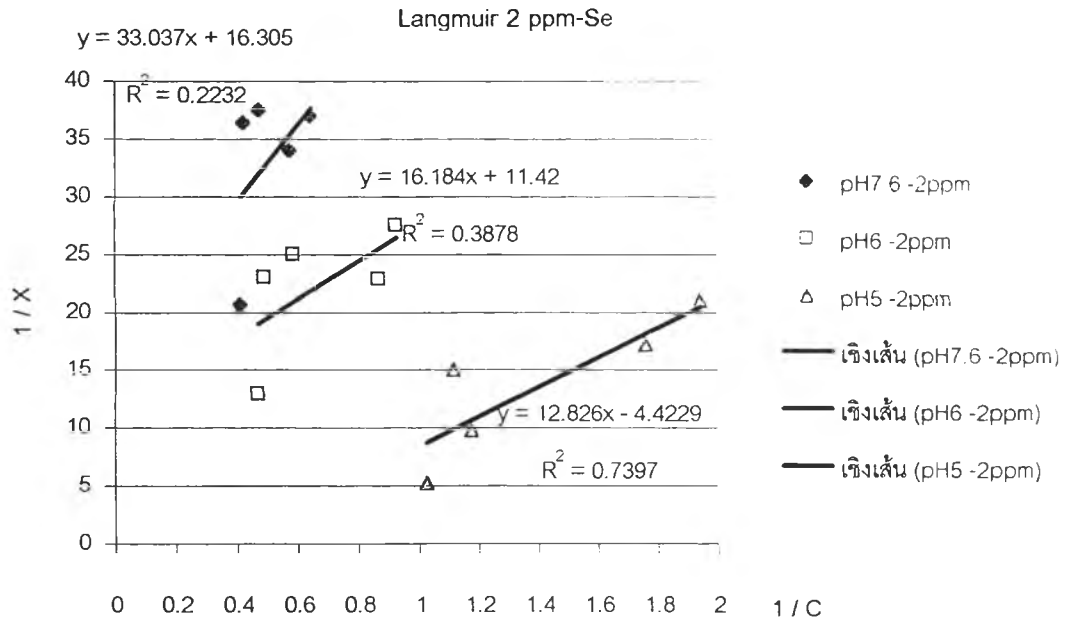
Freundlich	pH7.6-7ppm	Freundlich	pH6-7ppm	Freundlich	pH5-7ppm	Freundlich	pH4-7ppm
$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$	
$1/n =$	-0.041	$1/n =$	-0.3007	$1/n =$	-0.8374	$1/n =$	-2.2211
$\log K =$	-0.6287	$\log K =$	-0.9213	$\log K =$	-0.785	$\log K =$	5.2386
$K =$	0.235125645	$K =$	0.1198671	$K =$	0.16405898	$K =$	173220.784



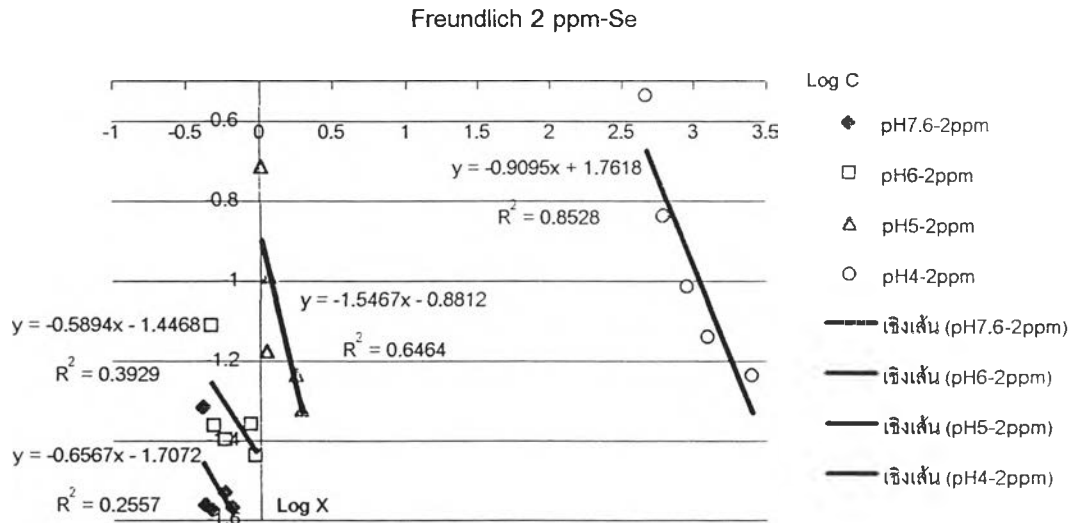
Langmuir	pH7.6-5ppm	Langmuir	pH6.6-5ppm	Langmuir	pH5-5ppm
$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$		$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$		$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	
$1/X_m =$	-8.3941	$1/X_m =$	3.3919	$1/X_m =$	-0.2657
$X_m =$	-0.11913129	$X_m =$	0.294820012	$X_m =$	-3.76364321
$1/b =$	-19.2182604	$1/b =$	22.89100504	$1/b =$	-137.248777



Freundlich	pH7.6-5ppm	Freundlich	pH6.6-5ppm	Freundlich	pH5-5ppm	Freundlich	pH4-5ppm
$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$	
$1/n =$	-1.1992	$1/n =$	-1.5768	$1/n =$	-3.4562	$1/n =$	-0.8075
$\log K =$	-2.217	$\log K =$	-1.9986	$\log K =$	-1.4687	$\log K =$	1.6203
$K =$	0.006067363	$K =$	0.010032288	$K =$	0.033985996	$K =$	41.7157446



Langmuir	pH7.6-2ppm	Langmuir	pH6-2ppm	Langmuir	pH5-2ppm	Langmuir	pH4-2ppm
$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$		$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$		$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$		$1/X = 1/bX_m (1/C) + 1/X_m$	
$1/X_m =$	16.305	$1/X_m =$	11.42	$1/X_m =$	-4.4229	$1/X_m =$	7.5862
$X_m =$	0.06133088	$X_m =$	0.087565674	$X_m =$	-0.226096	$X_m =$	0.131818302
$1/b =$	0.493525598	$1/b =$	0.706945648	$1/b =$	-0.344838609	$1/b =$	0.591470451



Freundlich	pH7.6-2ppm	Freundlich	pH6-2ppm	Freundlich	pH5-2ppm	Freundlich	pH4-2ppm
$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$		$\log X = \log K + 1/n \log C$	
$1/n =$	-0.6567	$1/n =$	-0.5894	$1/n =$	-1.5467	$1/n =$	-0.9095
$\log K =$	-1.942	$\log K =$	-1.0863	$\log K =$	-0.9921	$\log K =$	-0.333
$K =$	0.011428783	$K =$	0.081978506	$K =$	0.101835688	$K =$	0.464515275



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว วรรณชนิ ศรีโพธิ์งาม เกิดวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2542