รายการอ้างอิง

[1] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา และคณะ. เครื่องมือวิจัยทางวัสดุศาสตร์ : ทฤษฎีและหลักการทำงานเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

[2] H.S. Shin, D.K. Lee, C.Y. Kang, J.W. Choi, H.J. Kim, and S.J. Yoon. Rheology of Slurries and Effect of Polymer Volume Ratio in Aqueous PZT Tape Casting. The Korean Journal of Ceramics. 7(1) (2001) : 16 – 19.

[3] D. Hotza, P. Greil. Review: aqueous tape casting of ceramic powders. Materials Science and Engineering. A202 (1995) : 206 – 217.

[4] A.J. Moulson and J.M. Herbert. Electroceramics: Materials, properties and applications. Chapman & Hall, London, UK, 1990.

[5] H.L. Kwok. Electronic Materials. PWS Publishing Company, Boston, MA, 1997.

[6] W.D. Callister, Jr. Materials Science and Engineering: An Introduction, 5^{th} edition. John Wiley & Sons, Inc., NY. 2000.

[7] APC International, Lid. Piezo Theory [online]. (n.d.). Avaliable from: http://www.americanpiezo.com/piezo theory/index.html, 2006.

[8] เล็ก สีคง. Engineering ceramics. ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2545.

[9] J.S. Reed. Introduction to the principles of Ceramic Processing. New York: State College of Ceramic Alfred University, 1989.

[10] S. Srilomsak. Stabilization of Ceramic Slips I and II. Suranaree J. Sci. Technol. 13(3) (2006) : 259 – 270.

[11] J.M. Cho, F. Dogan. Colloidal processing of lead lanthanum zirconalte titanate ceramics. Journal of Materials Science. 36 (2001) : 2397 – 2403.

[12] X.Y. Wang, S.W. Lu, B.I. Lee, L.A. Mann. Dispersion and aging behavior of $BaTiO_3$ and PZT in water. Materials Research Bulletin. 35 (2000) : 2555 – 2563.

[13] A. Navarro, J.R. Alock, R.W. Whatmore. Aqueous collidal processing and green sheet properties of lead zirconate titanate (PZT) ceramics made by tape casting. Journal of the European Ceramic Society. 24 (2004) : 1073 – 1076.

[14] Z.G. Shen, J.F. Chen, H.K. Zou, and J. Yun. Dispersion of nanosized aqueous suspensions of barium titanate with ammonium polyacrylate. Journal of Colloid and Interface Science. 275 (2004) : 158 – 164.

[15] L. Palmqvist, O. Lyckfeldt, E. Carstrom, P. Davoust, A. Kauppi, K. Holmberg. Dispersion mechanisms in aqueous alumina suspensions at high solids loadings. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. 274 (2006) : 100 – 109.

[16] Q. Tan, Z. Zhang, Z. Tang, S. Luo and K. Fang. Influence of polyelectrolyte dispersant on slip preparation of nano-sized tetragonal polystals zieconia for aqueous-gel-tape-casting process. Materials Chemistry and Physics. 80 (2003) : 615 – 619.

[17] C. Renger, P. Kuschel, A. Kristoffersson, B. Clauss, W. Oppermann and W. Sigmund. Adsorption studies on nano-zirconia in water and a water-1,2-propanediol mixture. Journal of Ceramic Processing Research. 7 (2) (2006) : 106 – 112.

[18] B. I. Lee. Chemical variations in barium titanate powders and dispersants. Journal of Electroceramics. 3 (1) (1999) : 53 – 63.

[19] J. Cesarano III and I. A. Aksay. Processing of highly concentrated aqueous α-alumina suspensions stabilized with polyelectrolytes. J. Am. Ceram. Soc. 71 (12) (1988) : 1062 – 1067.

[20] B. P. Singh, J. Jena, L. Besra and S. Bhattacharjee. Dispersion of nano-silicon carbide (SiC) powder in aqueous suspensions. Journal of Nanoparticle Research. (2006).

[21] J. Cesarano III and I. A. Aksay. Stability of aqueous α-alumina suspensions with poly(methacrylic acid) polyelectrolyte. J. Am. Ceram. Soc. 71 (4) (1988) : 250 – 255.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทำวิจัย

รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัทผู้ขาย และลักษณะเฉพาะของผง PZT แสดงในตาราง ก-1

ตาราง ก-1 APCI Material: Soft PZT 850 (APC International Ltd., USA.)

Component	Weight % / ลักษณะเฉพาะ
Niobium Pentoxide	0 – 20
MgO	0 – 10
PbO	50 – 70
ZrO_2	0 – 20
TiO_2	0 – 15
Strontium Oxide	0 – 5
BaO	0 – 5
Boiling Point at 760 mmHg	NA
Melting Point Vapor Pressure (mmHg)	1350 °c
% Volatiles by Volume	NA
Appearance Odor	NA
Specific Gravity (H_2O = 1)	Yellow or Tan or Red dish Tan, Odorless
Solubility in H_2O (g/l)	7.6-8.1
Evaporation rate	NA
MW	321-332.7
Stability	stable to 500 °c
Incompatibilities	Strong oxidizers, acids, barium produce heat on contact with water or steam. Inter halogen (baromine pentafluoride, chlorine trifluoride)
Hazardous Decomposition Produccts	Elevated temp, fire may produce lead oxide fumes, vapor or dust
Hazardous Polymerization	Will not occur
Relative dielectric constant	K^T = 1750

Component	Weight % / ลักษณะเฉพาะ
✱ Dielectric dissipation factor (dielectric loss %)	$\tan \delta = 1.4$
✱✱ Curie point (°c)	$T_C = 360$
Electromechanical coupling factor (%)	$K_p = 0.63$, $k_{33} = 0.72$, $k_{31} = 0.36$, $k_{15} = 0.68$
Piezoelectric charge constant (10^{-12} C/N or 10^{-12} m/V)	$d_{33} = 400$, $-d_{31} = 175$, $d_{15} = 590$
Piezoelectric voltage constant (10^{-3} Vm/N or 10^{-3} m^2/C)	$g_{33} = 26$, $-g_{31} = 12.4$, $g_{15} = 36$
Young's modulus (10^{10} N/m^2)	$Y^E_{11} = 6.3$, $Y^E_{33} = 5.4$
Frequency constants (Hz.m or m/s)	N_L (longitudinal) = 1500, N_T (thickness) = 2032 N_p (planar) = 1980
Density (g/cm^3)	$\rho = 7.7$
Mechanical quality factor	$Q_m = 80$
All value nominal	Measurements made 24 hours after polarization
Max. volt.	5 – 7 VAC/mil

✱ at 1 kHz, low field

✱✱ max. operating temp. = curie point / 2

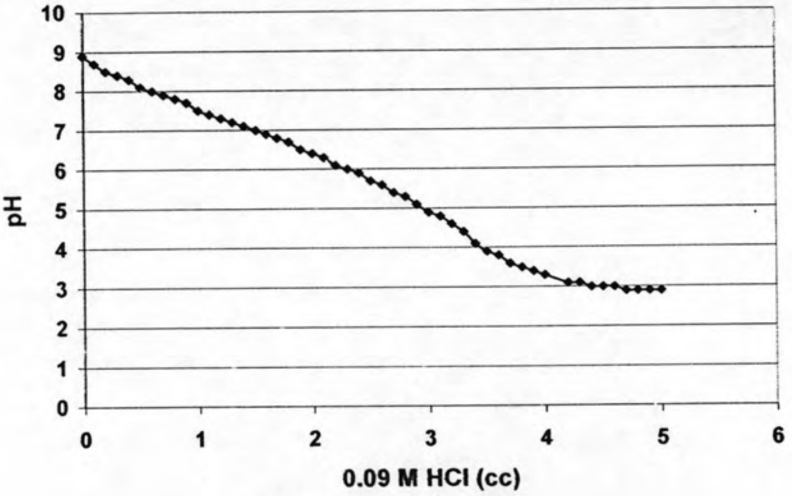
ตาราง ก-2 สมบัติและลักษณะเฉพาะของสารช่วยกระจายตัว polyelectrolyte ชนิด ammonium polyacrylate ที่มีชื่อทางการค้าว่า Dispex A40

สมบัติ	ลักษณะเฉพาะ
pH	8
Specific gravity	1.16 g/cm^3
Chemical type	Aqueous solution of acrylic polymer, Ammonium salt
Dispex A40	Ammonium Polyacrylate (APA), ammonium salt 40%,

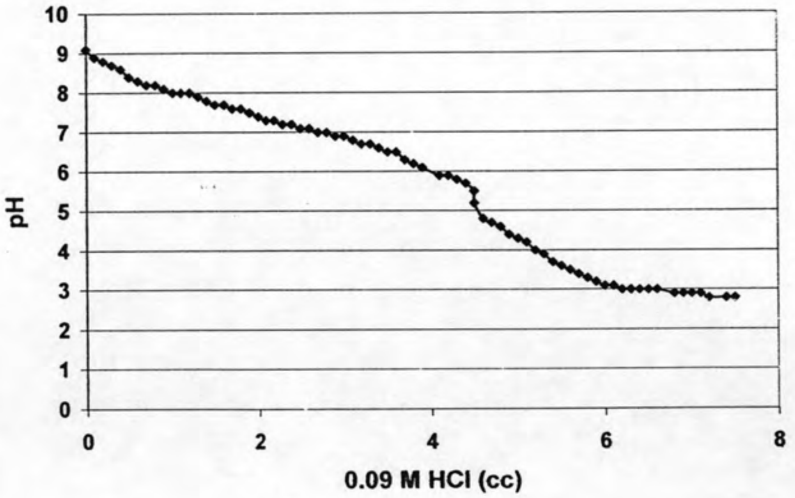
ภาคผนวก ข

กราฟตัวอย่างมาตรฐานสำหรับหาปริมาณการดูดซับของสารช่วยกระจายตัวบนพื้นผิวของอนุภาค PZT

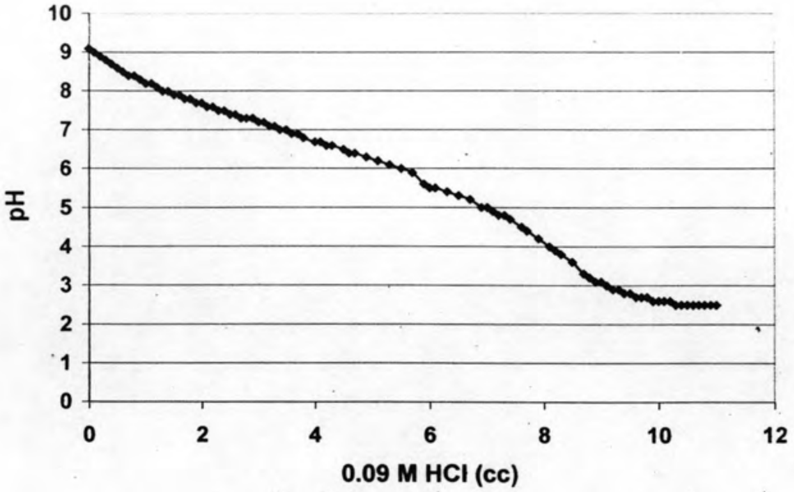
ข-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และปริมาตรสารละลาย HCl ของตัวอย่างมาตรฐานสำหรับศึกษาการดูดซับในสารแขวนลอยที่เป็นเบส



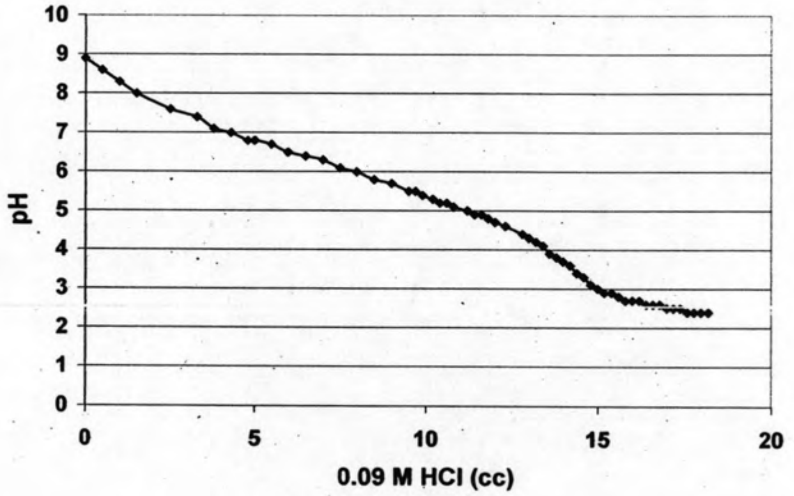
(ก) 0.1 %Dispex A40



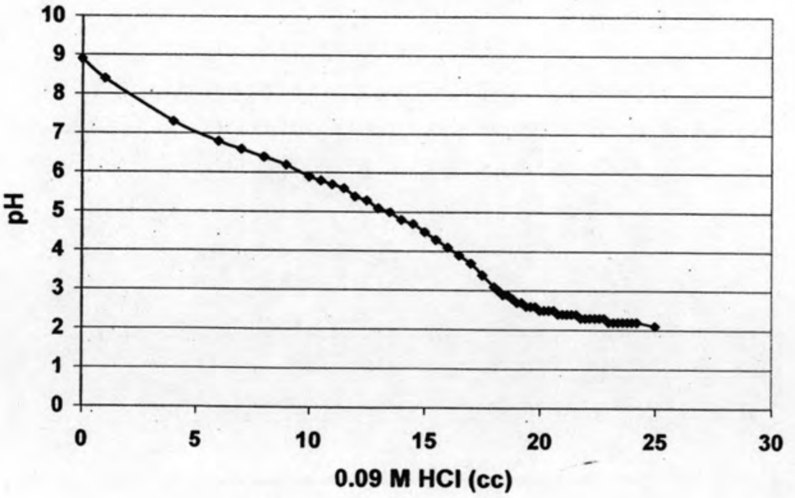
(ข) 0.2 %Dispex A40



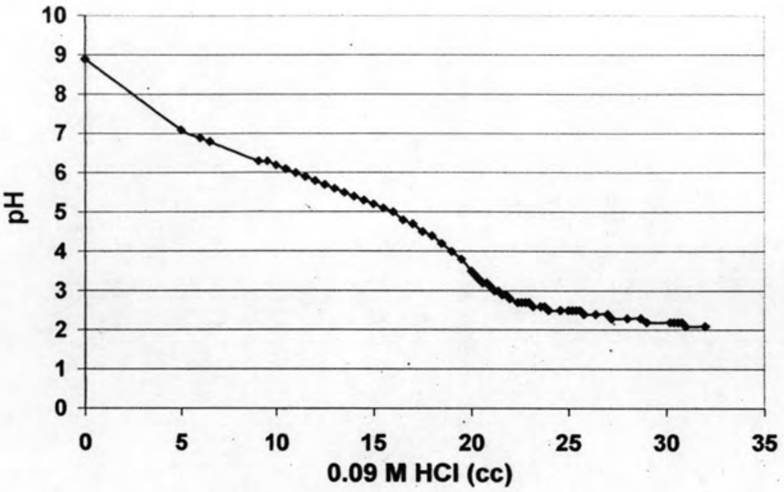
(ค) 0.3 %Dispex A40



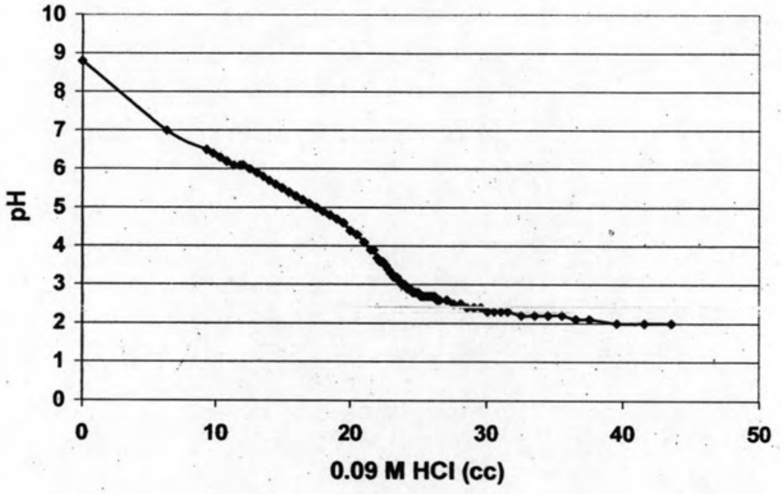
(ง) 0.4 %Dispex A40



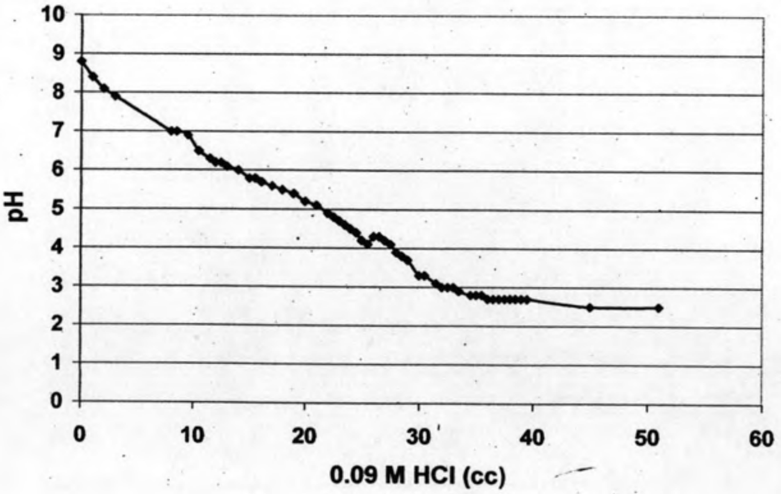
(จ) 0.5 %Dispex A40



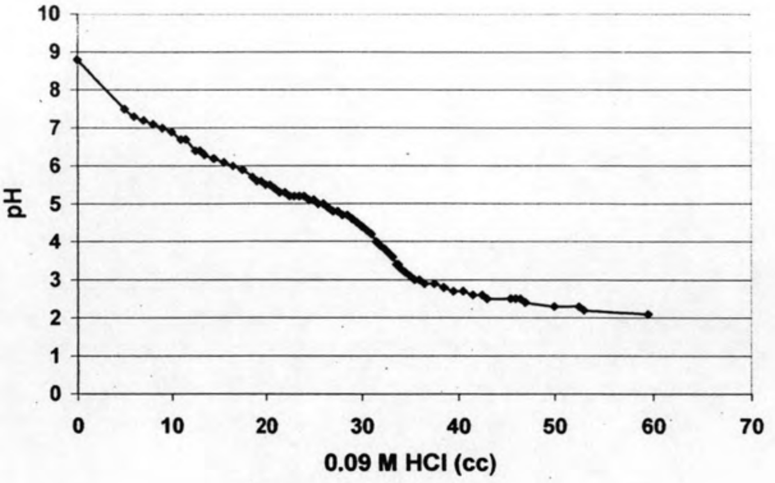
(ฉ) 0.6 %Dispex A40



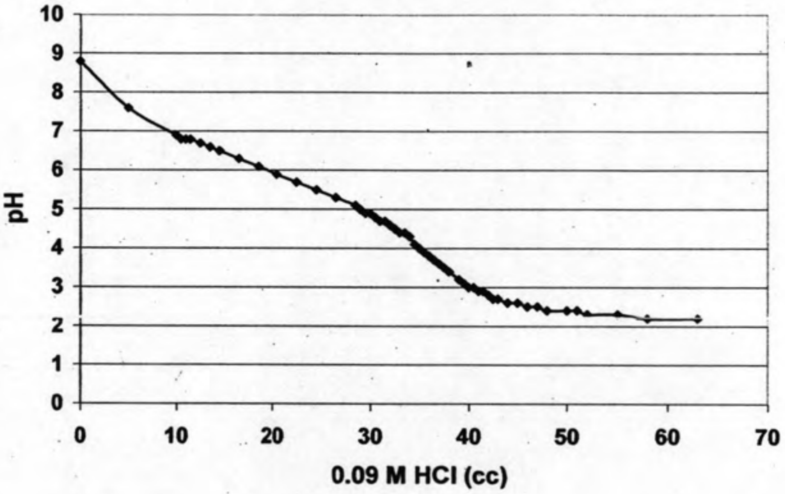
(ช) 0.7 %Dispex A40



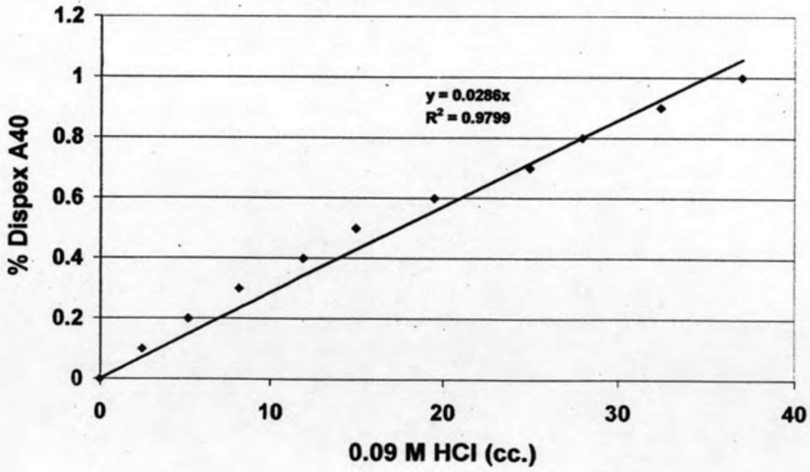
(ซ) 0.8 %Dispex A40



(ฌ) 0.9 %Dispex A40

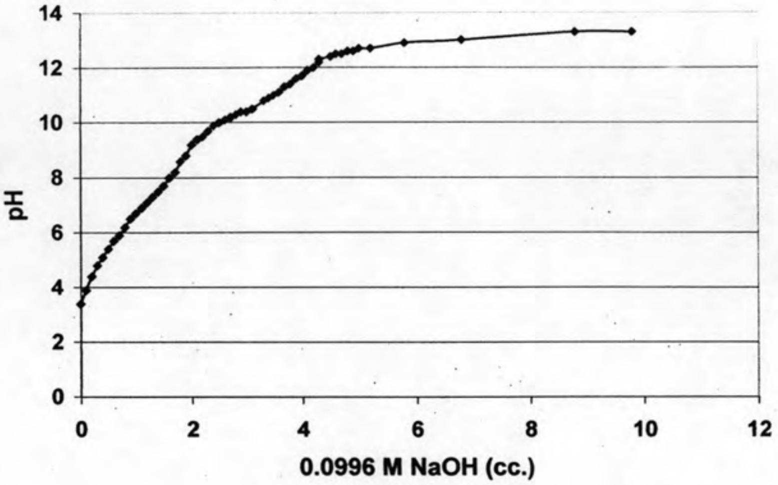


(ญ) 1.0 %Dispex A40

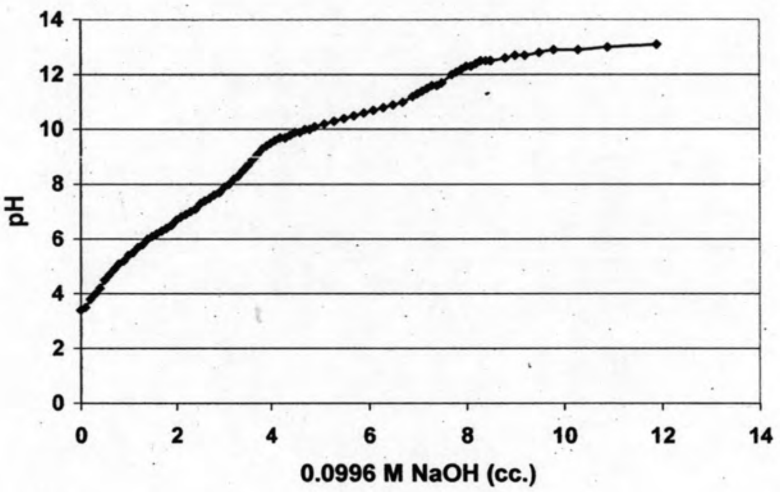


(ฎ) Standard สำหรับสารแขวนลอยที่เป็นเบส

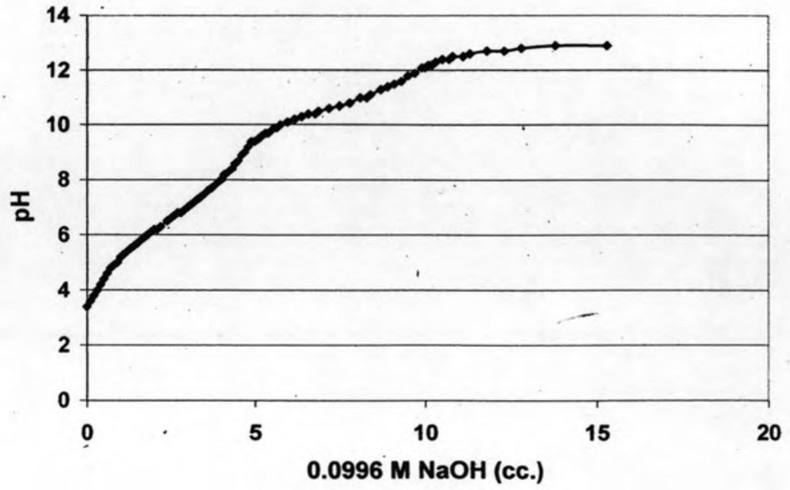
ข-2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และปริมาตรสารละลาย NaOH ของตัวอย่างมาตรฐานสำหรับศึกษาการดูดซับในสารแขวนลอยที่เป็นกรด



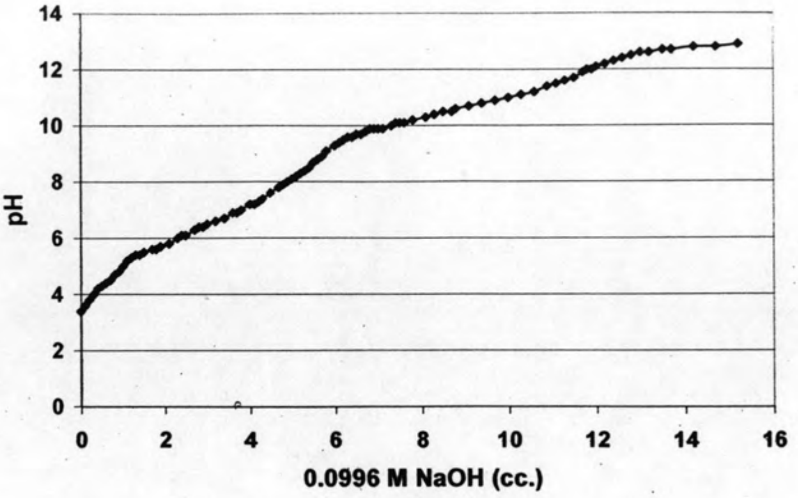
(ก) 0.09 %Dispex A40



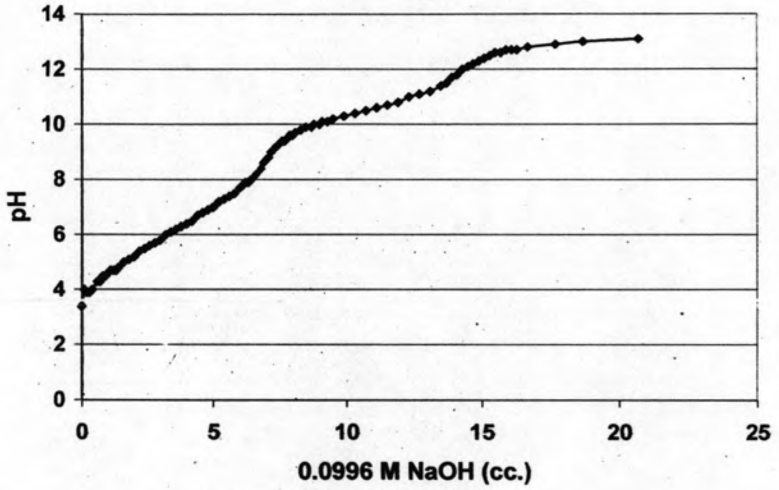
(ข) 0.15 %Dispex A40



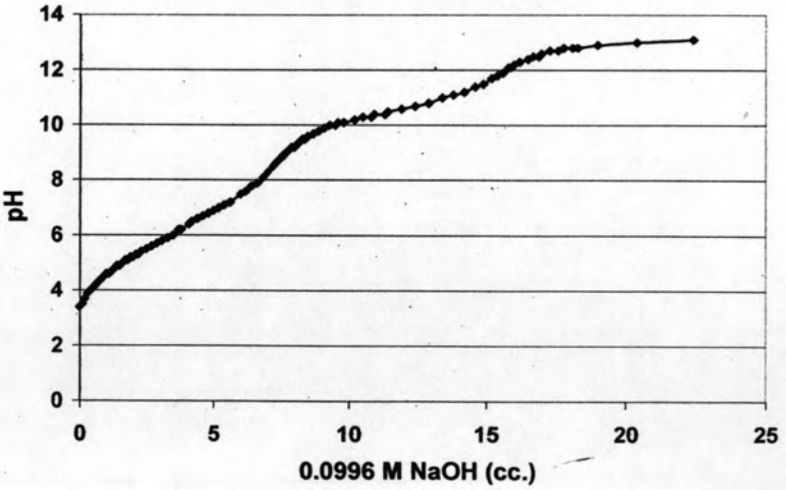
(ค) 0.2 %Dispex A40



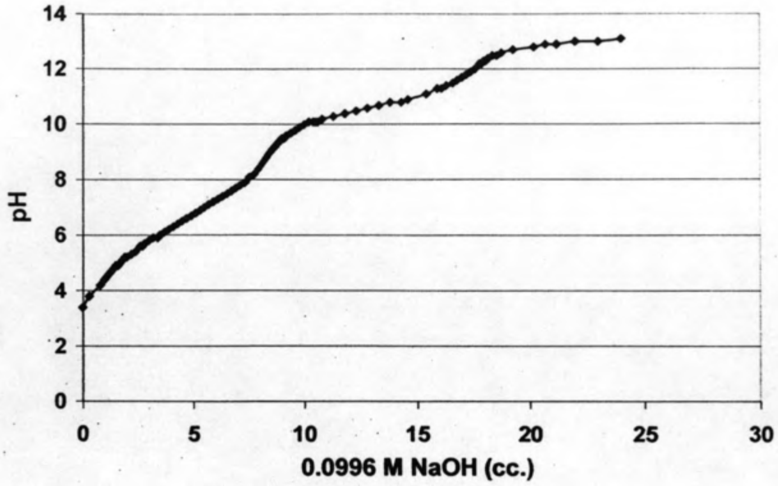
(ง) 0.24 %Dispex A40



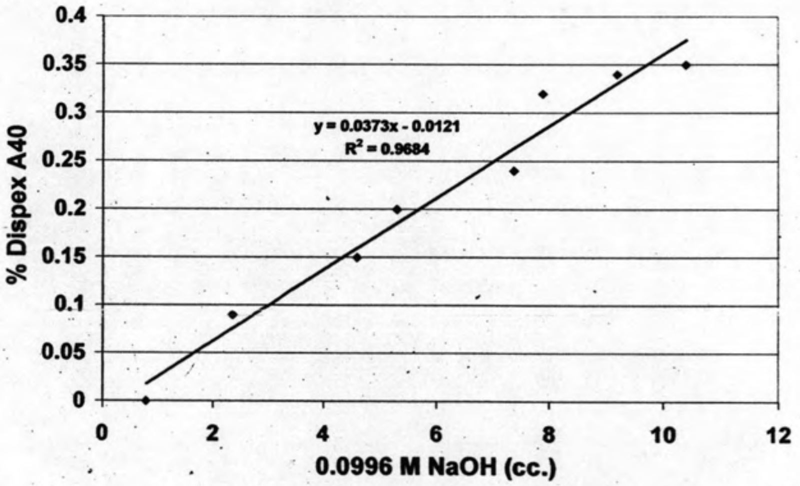
(จ) 0.32 %Dispex A40



(ฉ) 0.34 %Dispex A40



(ช) 0.35 %Dispex A40



(ซ) Standard สำหรับสารแขวนลอยที่เป็นกรด

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาวสาวฤดีรัตน์ สันตะโก เกิดเมื่อวันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2525 สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี เมื่อปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปีการศึกษา 2546 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก ภาควิชาวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547 และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2549