เอกสารอ้างอิง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประปานครหลวง. มาตราฐานน้ำประปาของการประปานครหลวง.

กรรณิการ์ สิริสิงห. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ประยูรวงศ์ จำกัด, 2525.

จิตรา ศิริคุณ, การวิเคราะห์ทางการเงินของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในการก่อสร้างในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ นิธิวัฒ จำรูญรัตน์, เอกสารโครงการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย บริษัท แอลแคนไทย จำกัด, 15 พฤศจิกายน 2530.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค. เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521.

Chen, B.H.H.; P.H., King, and C.W., Randall, Alum Recovery from Representative Water Treatment Plant Sludges. Journal American Water Works Association. (1976): 204-206.

Cornwell, D.A.; G.C., Cline; J.M., Przybyla, and D., Tippin, Demonstration testing of Alum recovery by liquid ion exchange. Journal American Water Works Association. (1981): 326-323.

Cornwell, D.A. and J.A., Susan. Characteristics of Acid-Treated Alum sludges. Journal American Water Works Association. (1979): 604-608.

Environmental Protection Agency. Water Supply Division. Drinking Water Standards and Guidelines. 1974.

Fulton, G.P. Recover Alum to Reduce Waste-Disposal Costs. Journal American Water Works Association. 66 (1974): 312-318.

Masides, J.; J., Soley, and J., Mata-Alvarez. A Feasibility study of Alum Recovery in Wastewater Treatment Plants. Water Research. 22 (1988): 399-405.

Massschelein, W.J.; R., Devleminck, and j., Genot. The Feasibility of Coagulant Recycling by Alkaline Reaction of Aluminium hydroxide Sludges. Water Research. 19 (1985): 1363-1368.

Perales, C.M. Recovery and Reuse of alum used in removing phosphate from secondary treatment effluent. Master's Thesis, Asian Institute of Technology, 1979.

Roberts, J.M. and C.P., Roddy. Recovery and Reuse of Alum Sludge at Tampa. Journal American Water Works Association. 52 (1960): 857-866,

Roberts, J.M. and C.P., Roddy. Recovery and Reuse of Alum Sludge at Tampa. Journal American Water Works Association. 52 (1960): 857-866, quote in Orlando Utilities Comission. The Disposition of Water Plant Sludge. Laboratory Report. Orlando, Fla., 1951.

Slechta, A.F. and Culp, G.C. Water Purification Studies of the South Tahoe Utility Districts. Journal Water Pollution Control Federation. 39 (1967).

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th ed; American Public Health Association, New York: 1985.

Westerhoff, G.P. and D.A., Cornwell. A new Approach to Alum Recovery. Journal American Water Works Association. (1978): 709-714.

Wong, L.K. and Yong, J.Y. Total Waste Recycle Systems for Water Purification Plant Using Alum as Primary Coagulant. International Journal of Resource Recovery. 1 (1978).

World Health Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality. vol.1 Recommendations. 1984.

บรรณานุกรม

Bishop,M.M.; A.T., Rolan; T.L,Bailey, and D.A., Corwell. Testing of Alum Recovery for Solids Reduction and Reuse. Journal American Water Works Association. (1987): 76-83.

Cornwell, D.A. An Overwiew of Liquid Ion Exchnage with Emphasis on Alum Recovery. Journal American Water Works Association. (1979): 741-744.

Cornwell, D.A. and R.M., Lemunyon. Feasibility studies on liquid ion exchange for Alum Recovery From Water Treatment Plant Sludges. Journal American Water Works Association. (1980): 64-68.

Fulton, G.P. Alum Recovery for Filtration Plant Waste Treatment. Water and Westes Engineering. 7 (1970): 78-81.

Fulton, G.P. Alum Recovery for Filtration Plant Waste Treatment. US Patent. 3,959,133 May 25, 1976.

McKetta, J.J.; W.A., Cunningham. Aluminum Sulfate. Encyclopedia of Chemical Processing and Design. 120-130. Marcel Dekker Inc.,1977.

Sludge Disposal Committee. Committee Report : Research needs for Alum Sludge Discharge. Journal American Water Works Association. (1987): 99-104.

Tekippe, R.J. and R.K., Ham,. Coagulation Testing : A comparison of Techniques. Journal American Water Works Association. 62 (1970): 594-602.

Westerhoff, G.P. Alum Recycling. Water and Wastes Engineering. 10 (1973): 28-30.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หาปริมาณอะลูมินัม โดยวิธี Eriochrome cyanine R

ก. สารเคมีที่ใช้

1. Stock Aluminum Solution

ละลาย aluminum potassium sulfate (potassium alum) $AlK(SO_4)_2.12H_2O$ จำนวน 8.792 กรัม โดยใช้น้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 ลบ.ซม. ในขวดวัดปริมาตร

2. สารละลายมาตรฐานอะลูมินัม

เตรียมโดยนำ stock aluminum solution จำนวน 10 ลบ.ซม. เจือจางให้เป็น 1,000 ลบ.ซม. ด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นเป็น 5 พีพีเอ็ม (1.00 ลบ.ซม. = 5.00 ไมโครกรัมอะลูมินัม) ให้เตรียมวันต่อวัน

3. กรดซัลฟูริก 6 นอร์มัล เตรียมโดยใช้ 1+5 กรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 167 ลบ.ซม. นำมาทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร

4. กรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล เตรียมโดยใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้น 28 ลบ.ซม. ทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร โดยใช้น้ำกลั่น จากนั้นจึงนำสารละลายที่ได้มาจำนวน 20 ลบ.ซม. ทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร โดยน้ำกลั่น

5. Ascorbic acid solution

ละลาย ascorbic acid 0.1 กรัม ในน้ำกลั่นและทำให้เป็น 100 ลบ.ซม. ในขวดวัดปริมาตร (เตรียมวันต่อวัน)

6. สารละลายบัฟเฟอร์ ละลาย Sodium acetate, $NaC_2H_3O_2.3H_2O$ จำนวน 136 กรัม ในน้ำกลั่นเติม acetic acid 1 นอร์มัล จำนวน 40 ลบ.ซม. แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 ลบ.ซม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. Stock dye solution

ละลาย Eriochrome Cyanine R จำนวน 150 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 50 ลบ.ซม. ปรับพีเอชจากประมาณ 9.0 ให้เป็น 2.9 โดยใช้ 1+1 acetic acid (ประมาณ 2 ลบ.ซม.) แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 ลบ.ซม.

Stock dye solution มีความเสถียรมากสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี

8. Working dye solution

นำ stock dye solution มาจำนวน 10 ลบ.ซม. เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 ลบ.ซม. ในขวดวัดปริมาตร สารละลายนี้สามารถเก็บไว้ได้อย่างน้อย 6 เดือน

9. Methyl orange indicator solution

ละลายผง methyl orange 0.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เป็น 100 ลบ.ซม.

10. EDTA (sodium salt of ethylenediamine tetraacetic acid dihydrate), 0.01 โมลาร์, โดยละลาย EDTA 3.7 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร

11. Sodium hydroxide, NaOH, 1 นอร์มัล เตรียมโดยละลาย NaOH 40 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร

12. Sodium hydroxide, NaOH, 0.1 นอร์มัล ละลาย NaOH 4.0 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร

ข. <u>วิธีการวิเคราะห์</u>

<u>การเตรียมกราฟมาตรฐาน</u>

1. เตรียมอนุกรมของสารละลายมาตรฐานอะลูมินัมจาก 0-7 ไมโครกรัม (0-280 ไมโครกรัมต่อลิตร) โดยใช้ตัวอย่างน้ำขนาด 25 ลบ.ซม. โดยการหาปริมาณที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานอะลูมินัมใส่ลงไปในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 ลบ.ซม. แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปจนได้ปริมาตรประมาณ 25 ลบ.ซม.

2. ใส่กรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล จำนวน 1 ลบ.ซม. ในแต่ละขวดของสารละลายมาตรฐาน เขย่าให้เข้ากัน

3. ใส่ ascorbic acid 1 ลบ.ซม. และเขย่า

4. ใส่สารละลายบัฟเฟอร์ 10 ลบ.ซม. และเขย่า

5. ใส่ working dye reagent จำนวน 5 ลบ.ซม. โดยใช้ volumetric pipette แล้วเขย่าปรับปริมาตรให้เป็น 50 ลบ.ซม. ด้วยน้ำกลั่น เขย่าและตั้งไว้ประมาณ 5-10 นาที (สีจะเริ่มซีดลงหลังจาก 15 นาที)

6. นำไปวัดค่า absorbance โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร ปรับเครื่องให้มีค่า absorbance เป็นศูนย์ด้วยสารละลายมาตรฐานซึ่งไม่มีอะลูมินัม

7. นำค่าที่ได้มาพล็อตกราฟระหว่างค่าไมโครกรัมกับค่า absorbance

<u>การวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหาปริมาณอะลูมินัม</u>

1. นำตัวอย่างน้ำจำนวน 25 ลบ.ซม. หรือส่วนที่เจือจางเป็น 25 ลบ.ซม. ใส่ลงในขวดรูปชมพู่

2. เติม methyl orange indicator 2-3 หยด และไตเตรทกับกรดซัลฟูริก 0.02 นอร์มัล จนกระทั่งสีของน้ำตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีชมพู (faint pink) บันทึกผลไว้

3. นำตัวอย่างน้ำที่ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 อีก 2 ตัวอย่าง ใส่กรดซัลฟูริค 0.02 นอร์มัล ในปริมาณที่เท่ากันกับที่ไตเตรทไว้ในข้อ 2 และใส่เพิ่มเข้าไปอีก 1 ลบ.ซม. นำมาหนึ่งตัวอย่างใส่ EDTA 1 ลบ.ซม. ซึ่งตัวอย่างนี้จะใช้เป็น blank ต่อไป จากนั้นจึงใส่ ascorbic acid 1 ลบ.ซม. ทั้งใน blank และตัวอย่าง ตามด้วยการใส่สารละลายบัฟเฟอร์ 10 ลบ.ซม. และ working dye reagent 5 ลบ.ซม. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งไว้ประมาณ 5-10 นาที

4. นำไปวัดค่า absorbance โดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร ใช้ EDTA blank ในการปรับค่า absorbance ให้เป็นศูนย์ อ่านค่า absorbance ของตัวอย่างและคำนวณหาความเข้มข้นของอะลูมินัมจากกราฟมาตรฐาน

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบของผลการทดลอง

ในภาคผนวก ข นี้ ประกอบด้วยผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยวิธีการใช้กรดซัลฟูริก และโดยวิธีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ของตัวอย่างที่ 1-12 และข้อมูลแสดงในตาราง ผ.1-ผ.24 ทั้งนี้ ได้แสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณของตัวอย่างที่ 1 ในการทดลองแต่ละชุดไว้ด้วย

ตาราง ผ.1 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 1

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	19.5985	0.6232	0.1	3.20	0.015	0.144	10.42
2	19.4326	0.6180	0.5	2.19	0.045	0.142	31.69
3	19.4768	0.6194	0.7	1.99	0.062	0.143	43.36
4	19.2332	0.6116	1.0	1.80	0.090	0.141	63.83
5	18.7185	0.5952	5.0	1.21	0.110	0.137	80.29
6	19.3674	0.6159	10.0	1.00	0.120	0.142	84.51
7	18.5836	0.5910	15.0	0.88	0.122	0.136	89.70
8	19.1510	0.6090	20.0	0.77	0.127	0.140	90.71
9	18.8245	0.5986	30.0	0.75	0.125	0.138	90.58
10	18.9375	0.6022	40.00	0.58	0.125	0.139	89.93

ตัวอย่างการคำนวณ (ข้อมูลจากตาราง ผ.1)

No 1. Total solids : ตัวอย่างที่ 1 มี Total solids = 3.18 %

จะได้ว่าตัวอย่าง 19.5985 กรัม มี Total Solids = 0.6232 กรัม

recovered Al : วัดจากสารละลายนำกลับโดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ด้วยวิธี Eriochrome Cyanine R

Total Al : ในตัวอย่างที่ 1 มีอะลูมินัม = 23.05 % ใน TS

จะได้ว่าใน Total solids 0.6232 กรัม จะมี Al = 0.144 กรัม

% rec from TS : คิดจาก $\frac{\text{recovered Al (g)} \times 100}{\text{Total Al (g)}}$

$$= \frac{0.015 \times 100}{0.144} = 10.42$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.2 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 2

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	16.0839	1.0647	0.1	3.49	0.022	0.268	8.21
2	15.7302	1.0413	0.5	2.50	0.085	0.262	32.44
3	16.6370	1.1074	0.7	2.29	0.113	0.277	40.79
4	15.9630	1.0567	1.0	2.08	0.125	0.266	46.99
5	16.2336	1.0747	5.0	1.59	0.187	0.271	69.00
6	16.1610	1.0698	10.0	1.46	0.207	0.269	76.95
7	16.4316	1.0878	15.0	1.40	0.213	0.274	77.74
8	16.1038	1.0661	20.0	1.34	0.227	0.268	84.70
9	16.6371	1.1014	30.0	1.27	0.250	0.277	90.25
10	15.9759	1.0576	40.0	1.22	0.242	0.266	90.98

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.3 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 3

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	3.4029	0.3308	0.1	3.13	0.027	0.127	21.26
2	2.9797	0.2896	0.5	2.31	0.062	0.111	55.86
3	3.3313	0.3238	0.7	2.21	0.067	0.124	54.03
4	3.3754	0.3281	1.0	2.07	0.082	0.126	65.08
5	3.5804	0.3480	5.0	1.60	0.115	0.134	85.82
6	3.3833	0.3288	10.0	1.43	0.113	0.126	89.68
7	3.3044	0.3212	15.0	1.33	0.110	0.123	89.43
8	3.4046	0.3309	20.0	1.24	0.118	0.127	92.91
9	2.9633	0.2880	30.0	1.12	0.122	0.132	92.42
10	3.7516	0.3647	40.0	1.05	0.130	0.140	92.86

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.4 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 4

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	3.1122	0.3000	0.1	2.91	0.025	0.140	17.86
2	3.3521	0.3231	0.5	2.74	0.037	0.150	24.67
3	4.1453	0.3996	0.7	2.29	0.070	0.186	37.63
4	3.2667	0.3149	1.0	2.12	0.080	0.147	54.42
5	3.3463	0.3226	5.0	1.75	0.087	0.150	58.00
6	5.1895	0.5003	10.0	1.64	0.142	0.233	60.94
7	4.9819	0.4802	15.0	1.58	0.137	0.224	61.16
8	4.2157	0.4064	20.0	1.53	0.123	0.190	64.70
9	3.4322	0.3309	30.0	1.47	0.137	0.154	88.90
10	3.1038	0.2992	40.0	1.42	0.125	0.140	89.28

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.5 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 5

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	3.3424	0.2737	0.1	2.76	0.013	0.092	14.13
2	3.5457	0.2904	0.5	2.18	0.032	0.097	32.99
3	3.5920	0.2942	0.7	2.09	0.045	0.099	45.45
4	3.1169	0.2553	1.0	2.00	0.047	0.086	54.65
5	3.5695	0.2923	5.0	1.64	0.059	0.098	60.20
6	3.6111	0.2957	10.0	1.51	0.070	0.099	70.71
7	3.5271	0.2889	15.0	1.44	0.069	0.097	71.13
8	3.5096	0.2874	20.0	1.39	0.070	0.096	72.92
9	3.4174	0.2799	30.0	1.30	0.072	0.094	76.60
10	3.1337	0.2567	40.0	1.26	0.065	0.086	75.60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.6 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 6

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	4.9471	0.4650	0.1	2.90	0.027	0.176	15.34
2	5.3468	0.5026	0.5	2.42	0.077	0.190	40.53
3	5.1220	0.4815	0.7	2.32	0.102	0.182	56.04
4	5.1743	0.4864	1.0	2.17	0.110	0.184	59.78
5	5.3681	0.5046	5.0	1.81	0.128	0.191	67.02
6	5.2931	0.4976	10.0	1.69	0.130	0.188	69.15
7	4.7763	0.4490	15.0	1.62	0.123	0.170	72.35
8	5.0049	0.4905	20.0	1.56	0.143	0.186	76.88
9	4.6959	0.4414	30.0	1.50	0.133	0.167	79.64
10	4.9172	0.4622	40.0	1.40	0.140	0.175	80.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.7 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 7

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	3.2612	0.3026	0.1	2.46	0.007	0.090	7.78
2	3.3650	0.3123	0.5	2.26	0.021	0.093	22.58
3	3.4481	0.3200	0.7	2.19	0.073	0.095	76.84
4	3.4282	0.3181	1.0	2.09	0.078	0.095	82.10
5	2.8199	0.2617	5.0	1.80	0.065	0.078	83.33
6	3.3060	0.3068	10.0	1.69	0.082	0.091	90.11
7	3.1640	0.2936	15.0	1.65	0.080	0.088	90.91
8	3.2013	0.2971	20.0	1.60	0.081	0.089	91.01
9	3.4464	0.3198	30.0	1.54	0.087	0.095	91.58
10	3.1684	0.2940	40.0	1.47	0.081	0.088	92.04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.8 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 8

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	19.3708	0.5695	1	1.90	0.192	0.369	52.03
2	19.0420	0.5598	5	1.55	0.208	0.363	57.30
3	19.1035	0.5616	10	1.44	0.233	0.364	64.01
4	18.6439	0.5481	15	1.37	0.242	0.355	68.17
5	19.0450	0.5599	20	1.31	0.259	0.363	71.35
6	19.0562	0.5602	25	1.20	0.267	0.363	73.55
7	19.0314	0.5595	30	1.12	0.269	0.362	74.31
8	19.0723	0.5607	40	1.00	0.272	0.363	74.93

ตัวอย่างการคำนวณ

No 1. Total solids : ตัวอย่างที่ 8 มี Total solids = 2.94 %

จะได้ว่าตัวอย่าง 19.3708 กรัม มี Total Solids = 0.5695 กรัม

recovered Al : วัดจากสารละลายนำกลับโดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ด้วยวิธี Eriochrome Cyanine R

Total Al : ในตัวอย่างที่ 8 มีอะลูมินัม = 64.79 % ใน TS

จะได้ว่าใน Total solids 0.5695 กรัม จะมี Al = 0.369 กรัม

% rec from TS : คิดจาก $\frac{\text{recovered Al (g)} \times 100}{\text{Total Al (g)}}$

$$= \frac{0.192 \times 100}{0.369} = 52.03$$

ตาราง ผ.9 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 9

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	8.1379	0.4671	1	1.86	0.138	0.260	53.00
2	8.3114	0.4770	5	1.51	0.162	0.265	61.13
3	8.5991	0.4936	10	1.42	0.179	0.274	65.33
4	8.2327	0.4726	15	1.35	0.184	0.263	69.96
5	7.9296	0.4551	20	1.29	0.181	0.253	71.54
6	8.1564	0.4682	25	1.19	0.189	0.260	72.69
7	8.2642	0.4744	30	1.10	0.195	0.264	73.11
8	8.5271	0.4894	40	0.95	0.196	0.272	73.86

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.10 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 10

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	8.0699	0.8917	1	1.96	0.270	0.581	46.47
2	7.7384	0.8551	5	1.60	0.326	0.557	58.53
3	7.8005	0.8620	10	1.40	0.352	0.562	62.63
4	8.0504	0.8896	15	1.38	0.351	0.580	60.52
5	7.6592	0.8463	20	1.25	0.406	0.552	73.55
6	8.0324	0.8876	25	1.15	0.428	0.578	74.05
7	8.0156	0.8857	30	1.10	0.433	0.577	75.04
8	7.9875	0.8826	40	0.90	0.434	0.575	75.48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.11 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 11

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	7.9564	1.1521	1	2.00	0.301	0.622	48.39
2	8.5050	1.2315	5	1.85	0.357	0.665	53.68
3	8.3365	1.2071	10	1.52	0.404	0.651	62.06
4	7.7078	1.1161	15	1.41	0.382	0.602	63.46
5	7.7539	1.1228	20	1.30	0.402	0.606	66.34
6	7.8972	1.1435	25	1.24	0.419	0.617	67.91
7	8.2514	1.1948	30	1.15	0.450	0.645	69.77
8	8.3543	1.2097	40	1.05	0.465	0.653	71.21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.12 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้กรดซัลฟูริก ของตัวอย่างที่ 12

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	H_2SO_4 (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	6.6476	0.4534	1	1.98	0.106	0.212	50.00
2	6.0589	0.4132	5	1.70	0.106	0.193	55.21
3	6.1621	0.4202	10	1.50	0.112	0.196	57.14
4	9.3081	0.6348	15	1.35	0.192	0.296	64.86
5	5.8448	0.3986	20	1.27	0.121	0.186	65.05
6	6.4258	0.4382	25	1.18	0.136	0.204	66.67
7	6.8316	0.4659	30	1.11	0.152	0.217	70.05
8	6.5895	0.4494	40	0.98	0.149	0.210	70.95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.13 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 1

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH(ml) (6M)	pH	recovered Al $X10^{-3}$ (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	25.7931	0.8202	0.2	9.41	5.333	0.1891	2.82
2	26.1780	0.8325	0.5	10.04	16.500	0.1919	8.60
3	26.0498	0.8284	1.0	10.91	41.50	0.1909	21.71
4	26.4830	0.8421	3.0	12.17	87.50	0.1941	45.08
5	26.0040	0.8269	5.0	12.39	94.50	0.1906	49.58
6	25.7454	0.8187	10.0	12.64	100.5	0.1887	53.26
7	25.9920	0.8265	15.0	12.74	105.0	0.1905	55.12
8	25.8688	0.8226	20.0	12.81	112.5	0.1896	59.33
9	26.0177	0.8274	25.0	12.85	118.5	0.1907	62.14
10	26.4350	0.8406	30.0	12.88	189.0	0.1938	65.01

ตัวอย่างการคำนวณ

No 1. Total solids : ตัวอย่างที่ 1 มี Total solids = 3.18 %

จะได้ว่าตัวอย่าง 25.7931 กรัม มี Total Solids = 0.8202 กรัม

recovered Al : วัดจากสารละลายนำกลับโดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ด้วยวิธี Eriochrome Cyanine R

Total Al : ในตัวอย่างที่ 1 มีอะลูมินัม = 23.05 % ใน TS

จะได้ว่าใน Total solids 0.8202 กรัม จะมี Al = 0.1891 กรัม

% rec from TS : คิดจาก $\frac{\text{recovered Al (g)} \times 100}{\text{Total Al (g)}}$

$$= \frac{5.333 \times 10^{-3} \times 100}{0.1891} = 2.82$$

ตาราง ผ.14 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 2

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH(ml) (6M)	pH	recovered Al $X10^{-3}$ (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	7.5220	0.7311	0.2	9.65	3.99	0.2810	1.42
2	7.1215	0.6922	0.5	10.41	6.15	0.2661	2.31
3	7.1824	0.6981	1.0	11.20	33.0	0.2684	12.29
4	7.0209	0.6824	3.0	12.25	78.5	0.2623	29.93
5	6.8888	0.6696	5.0	12.48	97.5	0.2574	37.88
6	6.8960	0.6703	10.0	12.67	114.0	0.2576	44.25
7	6.9963	0.6800	15.0	12.75	121.5	0.2614	46.48
8	7.1165	0.2917	20.0	12.80	132.0	0.2659	49.64
9	6.8201	0.6629	25.0	12.85	135.0	0.2548	52.98
10	7.5371	0.7326	30.0	12.88	147.0	0.2816	52.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.15 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 3

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH(ml) (6M)	pH	recovered Al $X10^{-3}$ (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	6.7115	0.4443	0.2	8.01	0.27	0.1260	0.31
2	6.6804	0.4422	0.5	8.52	0.72	0.1255	0.57
3	7.0212	0.4648	1.0	9.73	6.18	0.1319	4.68
4	7.4387	0.4924	3.0	10.13	24.3	0.1397	17.39
5	7.3862	0.4890	5.0	12.15	58.5	0.1387	42.18
6	6.8723	0.4549	10.0	12.38	61.5	0.1291	47.64
7	7.6457	0.5061	15.0	12.48	72.0	0.1436	50.14
8	7.2027	0.4768	20.0	12.54	70.5	0.1353	52.11
9	6.9549	0.4604	25.0	12.60	70.5	0.1306	53.98
10	7.4573	0.4937	30.0	12.69	78.0	0.1401	55.67

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.16 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 4

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH(ml) (6M)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	7.2843	0.7022	0.2	8.20	0.002	0.3275	0.61
2	7.4615	0.7193	0.5	9.80	0.016	0.3356	4.77
3	7.4826	0.7213	1.0	10.16	0.051	0.3365	15.20
4	6.7701	0.6526	3.0	10.34	0.062	0.3044	20.37
5	7.6191	0.7345	5.0	12.55	0.149	0.3426	43.50
6	7.2393	0.6979	10.0	12.99	0.180	0.3256	55.28
7	7.6414	0.7366	15.0	13.10	0.204	0.3436	59.37
8	6.7411	0.6498	20.0	13.30	0.182	0.3031	60.05
9	6.8171	0.6572	25.0	13.45	0.191	0.3066	62.30
10	7.4836	0.7214	30.0	13.48	0.212	0.3365	63.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.17 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 5

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH(ml) (6M)	pH	recovered Al $X10^{-3}$ (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	5.4980	0.4503	0.2	9.81	11.1	0.1508	7.37
2	5.1001	0.4177	0.5	10.94	23.4	0.1399	16.73
3	5.2945	0.4336	1.0	11.49	35.5	0.1452	24.45
4	5.1857	0.4247	3.0	12.38	58.0	0.1412	40.79
5	5.4586	0.4470	5.0	12.50	66.0	0.1497	44.09
6	5.2076	0.4265	10.0	12.62	81.0	0.1428	56.72
7	5.3536	0.4384	15.0	12.67	85.5	0.1468	58.24
8	5.0632	0.4147	20.0	12.69	90.0	0.1389	64.79
9	4.9817	0.4080	25.0	12.70	90.0	0.1366	65.88
10	5.4695	0.4479	30.0	12.71	99.0	0.1500	66.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.18 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 6

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH(ml) (6M)	pH	recovered Al $X10^{-3}$ (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	7.5679	0.7114	0.2	9.46	9.20	0.2694	3.41
2	7.3855	0.6942	0.5	10.20	20.8	0.2629	7.91
3	7.6776	0.7217	1.0	11.10	36.5	0.2733	13.35
4	7.3903	0.6947	3.0	12.14	74.0	0.2631	28.13
5	7.5530	0.7100	5.0	12.40	105.0	0.2689	39.05
6	7.0384	0.6616	10.0	12.63	124.5	0.2505	49.70
7	7.1412	0.6713	15.0	12.74	142.5	0.2542	56.05
8	7.4427	0.6996	20.0	12.81	160.5	0.2649	60.59
9	7.4049	0.6961	25.0	12.87	162.7	0.2636	61.72
10	7.4159	0.6971	30.0	12.90	165.8	0.2640	62.80

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.19 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 7

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH(ml) (6M)	pH	recovered Al $X10^{-3}$ (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	7.0378	0.6531	0.2	8.04	0.70	0.1948	0.36
2	7.0782	0.6568	0.5	9.08	9.20	0.1959	4.70
3	7.1729	0.6656	1.0	9.66	13.80	0.1985	6.95
4	7.2395	0.6718	3.0	10.35	82.5	0.2004	41.17
5	7.7133	0.7158	5.0	11.00	117.0	0.2135	54.80
6	7.2579	0.6735	10.0	12.41	106.5	0.2009	53.01
7	7.1010	0.6590	15.0	12.54	109.5	0.1966	55.70
8	7.3700	0.6839	20.0	12.65	108.0	0.2040	52.94
9	6.6702	0.6190	25.0	12.67	112.5	0.1846	60.94
10	7.4160	0.6882	30.0	12.71	129.0	0.2053	62.83

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.20 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 8

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH 6M (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	16.1688	0.4754	1	11.60	0.052	0.308	16.88
2	15.9950	0.4702	5	12.58	0.099	0.305	32.46
3	16.1474	0.4747	10	12.86	0.129	0.308	41.88
4	16.4465	0.4835	15	12.98	0.144	0.313	46.01
5	16.1064	0.4800	20	13.08	0.166	0.311	53.38

ตาราง ผ.21 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 9

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH 6M (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	10.8407	0.6222	1	11.53	0.054	0.346	15.61
2	10.9179	0.6267	5	12.59	0.115	0.348	33.04
3	11.1443	0.6397	10	12.85	0.138	0.356	38.64
4	11.0189	0.6325	15	12.97	0.172	0.352	48.86
5	10.8208	0.6211	20	13.07	0.179	0.345	51.88

ตัวอย่างการคำนวณ

No 1. ในตาราง ผ.20

Total solids : ตัวอย่างที่ 8 มี Total solids = 2.94 %

จะได้ว่าตัวอย่าง 16.1688 กรัม มี Total Solids = 0.4754 กรัม

recovered Al : วัดจากสารละลายนำกลับโดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ด้วยวิธี Eriochrome Cyanine R

Total Al : ในตัวอย่างที่ 8 มีอะลูมินัม = 64.79 % ใน TS

จะได้ว่าใน Total solids 0.4754 กรัม จะมี Al = 0.308 กรัม

% rec from TS : คิดจาก $\frac{\text{recovered Al (g)} \times 100}{\text{Total Al (g)}}$

$$= \frac{0.052 \times 100}{0.308} = 16.88$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ผ.22 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 10

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH 6M (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	6.5095	0.7193	1	11.22	0.069	0.469	14.71
2	6.3523	0.7019	5	12.55	0.140	0.458	30.57
3	6.3884	0.7059	10	12.86	0.172	0.460	37.39
4	6.2620	0.6920	15	12.99	0.198	0.451	43.90
5	5.5605	0.6144	20	13.03	0.195	0.400	48.75

ตาราง ผ.23 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 11

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH 6M (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	6.2000	0.8978	1	11.59	0.070	0.484	14.46
2	6.0145	0.8709	5	12.58	0.146	0.470	31.06
3	6.5438	0.9475	10	12.83	0.196	0.511	38.37
4	6.0600	0.8775	15	12.94	0.224	0.474	47.26
5	5.9914	0.8676	20	13.02	0.235	0.468	50.21

ตาราง ผ.24 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ของตัวอย่างที่ 12

No.	Sample wt. (g)	Total solids (g)	NaOH 6M (ml)	pH	recovered Al (g)	Total Al (g)	% rec from TS
1	11.3126	0.7715	1	11.61	0.059	0.360	16.39
2	11.2997	0.7706	5	12.59	0.112	0.360	31.11
3	11.3948	0.7771	10	12.84	0.138	0.363	38.02
4	10.6853	0.7287	15	12.96	0.145	0.340	42.65
5	11.4525	0.7811	20	13.03	0.166	0.365	45.47

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

1) มาตรฐานน้ำประปาของการประปานครหลวง

ลำดับที่	ชนิด	ที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่ม ppm
1	สารที่เป็นพิษ ถ้ามีเกินจำนวนทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ คือ	
	ตะกั่ว Lead	0.05
	เซเลเนียม Selenium	0.01
	โครเมียม Chromium	0.05
	ไซยาไนด์ Cyanide	0.01-0.2
	อาซีนิค Arsenic	0.01-0.05
2	สารบางจำพวกที่เกี่ยวกับสุขภาพ ถ้ามีมากเกินจำนวนที่กำหนดอาจทำให้เกิดโรคได้ คือ	
	ฟลูออไรด์ Fluoride	1.2 (acceptable)
	ไนเตรต Nitrate	1.5
3	สารบางจำพวกที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของน้ำดื่ม สารพวกนี้ถ้ามีมากเกินกำหนดทำให้น้ำไม่น่าดื่ม	
	กลิ่นและรส Odor and taste	ไม่เป็นที่รังเกียจ
	สี Color	20 Unit
	ความขุ่น Turbidity	5 Unit
	ความเป็นกรดหรือด่าง pH Value	6.8-8.2
	สารทั้งหมด Total solids	1000
	ความกระด้าง Total hardness	300
	เหล็ก Iron	0.5
	แมงกานีส Manganese	0.30
	ทองแดง Copper	1.0-3.0
	สังกะสี Zinc	15
	แมกนีเซียม Magnesium	125
	ซัลเฟต Sulfate as Na_2SO_4	250

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับที่	ชนิด	ที่ยอมให้มีได้ในน้ำดื่ม ppm
	คลอไรด์ Chloride	250
	ฟีนอล Phenol	0.001-0.002
4	สารบางจำพวกถ้ามีอยู่ในน้ำมากเกินไป-แสดงว่าน้ำนั้นไม่สะอาดพอ มีสิ่งสกปรกปะปนอยู่ด้วย	
	ออกซิเจนคอนซูมด์ Oxygen Consumed	2
	แอมโมเนียอิสระ Free ammonia	0.2
	อัลบูมินอยด์ แอมโมเนีย Albumenoid ammonia	0.1
	ไนไตรต์ Nitrite (ในรูป Nitrogen)	ต้องไม่มีอยู่เลยหรือ
5	แบคทีเรียที่อาจจะทำให้เกิดโรคต่อมนุษย์ได้ ยอมให้มีดังนี้	น้อยมาก (0.001)
	น้ำที่สะอาดมาก มีโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) น้อยกว่า 1 ในน้ำ 100 มิลลิลิตร หรือไม่มีเลย	
	น้ำที่สะอาด มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 1-2.2 ในน้ำ ในน้ำ 100 มิลลิลิตร	
	น้ำที่สงสัยว่าสะอาดหรือไม่ มีโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 3-10 ในน้ำ 100 มิลลิลิตร	
	น้ำที่ไม่สะอาด มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากกว่า 10 ในน้ำ 100 มิลลิลิตร	
	สำหรับน้ำประปาจะต้องมีโคลิฟอร์มแบคทีเรีย น้อยกว่า (หรือต้องไม่มีเลย) 2.2 M.P.N.	

หมายเหตุ แพลทตินั่มโคบอลท์สเกล (Platinum Cobalt Scale สำหรับสี
เทอบิดิตี้ ยูนิต (Turbidity units) สำหรับความขุ่น
ppm = parts per million (1 ส่วนในล้านส่วน) หรือจำนวนมิลลิกรัมในน้ำ 1 ลิตร หรือจำนวนกรัมในน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร
M.P.N. = Most Probable Number

2) **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : น้ำบริโภคของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521.**

1. น้ำที่จะถือว่าเป็นน้ำบริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ต้องมีคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังแสดงในสดมภ์ที่ 2 ของตารางที่ 1 ในสดมภ์ที่ 2 ของตารางที่ 2 และในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

2. หากมีคุณลักษณะที่แตกต่างไปจากที่ระบุไว้ในข้อ 1 ไม่ถือว่าเป็นน้ำบริโภคตามมาตรฐานฉบับนี้

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางกายภาพ

1	2	3
รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด (maximum acceptable concentration)	เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุด (maximum allowable concentration)
สี (colour) หน่วยปลาตินัม-โคบอลต์	5	15
รส (taste)	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
กลิ่น (odour)	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
ความขุ่น (tirbidity) หน่วยซิลิกา	5	20
ความเป็นกรด-ด่าง (pH range)	6.5 ถึง 8.5	ไม่เกิน 9.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทางเคมี

1	2	3*
รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุด มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
ปริมาณสารทั้งหมด (total solids)	500	1,500
เหล็ก (Fe)	0.5	1.0
มังกานีส (Mn)	0.3	0.5
เหล็กและมังกานีส	0.5	1.0
ทองแดง (Cu)	1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	5.0	15
คัลเซียม (Ca)	75**	200
มักเนเซียม (Mg)	50	150
ซัลเฟต (SO_4)	200	250***
คลอไรด์ (Cl)	250	600
ฟลูออไรด์ (F)	0.7	1.0
ไนเตรต (NO_3)	45	45
อัลคิลเบนซิลซัลโฟเนต (alkyl benzyl sulfornates, ABS)	0.5	1.0
ฟีโนลิกซับสแตนซ์ (Phenolic substances, as phenol)	0.001	0.002

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ * เกณฑ์ที่อนุโลมให้สูงสุดตามสดมภ์ที่ 3 นั้น เป็นเกณฑ์ที่อนุญาตให้สำหรับน้ำประปาหรือน้ำบาดาลที่มีความจำเป็นต้องใช้บริโภคเป็นการชั่วคราว และน้ำที่มีคุณลักษณะอยู่ในระหว่างเกณฑ์ของสดมภ์ที่ 2 กับสดมภ์ที่ 3 นั้น ไม่ใช่น้ำที่ให้เครื่องหมายมาตรฐานได้

** หากคัลเซียมมีปริมาณสูงกว่าที่กำหนด และมักเนเซียม มีปริมาณต่ำกว่าที่กำหนดในมาตรฐานให้พิจารณาคัลเซียมและมักเซียมในเทอมของความกระด้างทั้งหมด (total hardness) ถ้าความกระด้างทั้งหมดเมื่อคำนวณเป็นคัลเซียมคาร์บอเนต มีปริมาณต่ำกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ถือว่าน้ำนั้นเป็นไปตามมาตรฐาน

การแบ่งระดับความกระด้างของน้ำดังต่อไปนี้

0	ถึง	75	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	เรียก น้ำอ่อน
75	ถึง	150	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	เรียก น้ำกระด้างปานกลาง
150	ถึง	300	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร	เรียก น้ำกระด้าง
300			มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรขึ้นไป	เรียก น้ำกระด้างมาก

*** หากซัลเฟตมีปริมาณถึง 250 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร มักเนเซียมต้องมีปริมาณไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 สารเป็นพิษ

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
ปรอท (Hg)	0.001
ตะกั่ว (Pb)	0.05
อาร์เซนิก (As)	0.05
เซเลเนียม (Se)	0.01
โครเมียม (Cr hexavalent)	0.05
ไซอะไนด์ (CN)	0.2
คัดเมียม (Cd)	0.01
บาเรียม (Ba)	1.0

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด
แสตนดาร์ดเพลตเคาน์ โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	500
เอ็มพีเอ็น โคลิฟอร์มออร์แกนิสซัมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	น้อยกว่า 2.2
อี. โคไล (E. coli)	ไม่มี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) มาตรฐานน้ำดื่ม (Drinking Water Standard and Guidelines, Water Supply Division, EPA 1974)

Bacteriological Characteristics

When 10-ml portions of water are tested by the fermentation tube technique, not more than 10 percent in any month shall show the presence of the coliform group. If portions tested are 100 ml. not more than 60 percent shall be positive. When the membranc filter technique is used, the arithmetic mean coliform density of all standard samples examined per month shall not exceed 1/100 ml.

Physical Characteristics

	Approval Limit
Turbidity	1 unit
Color	15 units
Odor	3 threshold odor number

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Chemical Characteristics in Milligrams per Liter

	Approval Limits	
	Esthetics	Health
Arsenic (As)		0.1
Barium (Ba)		1.0
Cadmium (Cd)		0.01
Chloride (Cl)	250.0	
Chromium (Cr)		0.05
Copper (Cu)	1.0	
Carbon Chloroform Extract (CCE)		0.7
Cyanide (CN)		0.2
Fluoride (F)		(Table 5.3)
Iron (Fe)	0.3	
Lead (Pb)		0.05
Manganese (Mn)	0.05	
Mercury (Hg)		0.002
Methylene blue active substances	0.5	
Nitrate Nitrogen (NO, as N)		10.0
Selenium (Se)		0.01
Silver (Ag)		0.05
Sulfate (SO_4)	250.0	
Total dissoived solids	(no limits designated)	
Zinc (Zn)	5.0	

Pesticides in Milligrams per Liter

	Approval Limit Health
Aldrin	(pending)
DDT	(pending)
Dieldrin	(pending)
Chlordane	0.003
Endrin	0.0002
Heptachlor	0.0001
Heptachlor epoxide	0.0001
Lindane	0.004
Methoxychlor	0.1
Toxaphene	0.005
Organophosphorus insecticides	
Azodrin	0.003
Dichlorvos	0.01
Dimethoate	0.002
Ethion	0.02
Chlorophenoxy herbicides	
2,4-D	0.1
2,4,5-T (2,4,5-TP and Silvex)	0.01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) Guidelines for Drinking-Water Quality, WHO, 1984.

Tabel 1. Microbiological and biological quality

Organism	Unit	Guideline value	Remarks
I. Microbiological quality			
A. Piped water supplies	-		
A.1 Treated water entering the distribution system			
faecal coliforms	number/100 ml	0	turbidity < 1 NTU: for disin-
coliform organsims	number/100 ml	0	fection with chlorine, pH preferably < 8.0: free chlorine residual 0.2-0.5 mg/litre following 30 minutes (minimum) contract
A.2 Untreated water entering the distribution system			
faecal coliforms	number/100 ml	0	
coliform organisms	number/100 ml	0	in 98% of samples examined throughout the year-in the case of large supplies when sufficient samples are examined
coliform organisms	number/100 ml	3	in an occasional sample but not in consecutive samples
A.3 Water in the distribution system			
faecal coliforms	number/100 ml	0	
coliform organisms	number/100 ml	0	in 95% of samples examined throughout the year-in the case of large supplies when sufficient samples are examined

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Organism	Unit	Guideline value	Remarks
coliform organisms	number/100 ml	0	in an occasional sample but not in consecutive samples
B. Unpiped water supplies			
faecal coliforms	number/100 ml	0	
coliform organisms	number/100 ml	10	should not occur repeatedly: if occurrence is frequent and if sanitary protection cannot be improved, an alternative source must be found if possible
C. Bottle drinking-water			
faecal coliforms	number/100 ml	0	source should be free from faecal contamination
coliform organisms	number/100 ml	0	
D. Emergency water supplies			
faecal coliforms	number/100 ml	0	advise public to boil water in case of failure to meet guide-line values
coliform organisms	number/100 ml	0	
Enteroviruses	- no guideline value set		
II. Biological quality			
protozoa (pathogenic)	- no guideline value set		
helminths (pathogenic)	- no guideline value set		
free-living organisms (algae, others)	- no guideline value set		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 2. Inorganic constituents of health Significance

Constituent	Unit	Guideline value	Remarks
arsenic	mg/l	0.05	
asbestos	-	no guideline value set	
barium	-	no guideline value set	
beryllium	-	no guideline value set	
cadmium	mg/l	0.005	
chromium	mg/l	0.05	
cyanide	mg/l	0.1	
fluoride	mg/l	1.5	natural or deliberately added. local or climatic conditions may necessitate adaptation
hardness	-	no health-related guideline value set	
lead	mg/l	0.05	
mercury	mg/l	0.001	
nickel	-	no guideline value set	
nitrate	mg/l(N)	10	
nitrite	-	no guideline value set	
selenium	mg/l	0.01	
silver	-	no guideline value set	
Sodium	-	no guideline value set	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 3. Organic constituents of health significance

Constituent	Unit	Guideline value	Remarks
aldrin and dieldrin	ug/l	0.03	
benzene	ug/l	10[a]	
benzo[a]pyrene	ug/l	0.01[a]	
carbon tetrachloride	ug/l	3[a]	tentative guideline value[b]
chlordane	ug/l	0.3	
chlorobenzenes	ug/l	no helth-related guideline value set	odour threshold concentration between 0.1 and 3 ug/l
chloroform	ug/l	30[a]	disinfection efficiency must not be compromised when controling chloroform content
chlorophenols	ug/l	nohelth-related guideline value set	odour threshold concentration 0.1 ug/l
2.4.D	ug/l	100[a]	
DDT	ug/l	1	
1.2-dichloroethane	ug/l	10[a]	
1.1-dichloroethene[d]	ug/l	0.3[a]	
heptachlor and hepatachlor epoxide	ug/l	0.1	
hexachlorobenzene	ug/l	0.01[a]	
gamma-HCH (lindane)	ug/l	3	
methoxychlor	ug/l	30	
pentachlorophenol	ug/l	10	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 3 (Continued)

Constituent	Unit	Guideline value	Remarks
tetrachloroethene[d]	ug/l	10[a]	tentative guideline value[b]
trichloroethene[d]	ug/l	30[a]	tentative guideline value[b]
2,4,6-trichlorophenol	ug/l	10[a,c]	odour threshold concentration, 0.1 ug/l
trihalomethanes		no guideline value set	see chloroform

[a] These guideline values were computed from a conservative hypothetical mathematical model which cannot be experimentally verified and values should therefore be interpreted differently Uncertainties involved may amount to two orders of magnitude (i.e., from 0.1 to 10 times the number).

[b] When the available carcinogenicity data did not support a guideline value, but the compounds were judged to be of importance in drinking-water and guidance was considered essential a tentative guideline value was set on the basis of the avilable health-related data.

[c] May be detectable by taste and odour at lower concentrations.

[d] These compounds were previously known as 1.1 dichloroethylene, and trichloroethylene, respectively.

Constituent or characteristic	Unit	Guideline value	Remarks
aluminium	mg/l	0.2	
chloride	mg/l	250	
chlorobenzenes and chlorophenols	-	no guideline value set	these compounds may affect taste and odour
colour	true colour units (TCU)	15	
copper	mg/l	10	
detergents	-	no guideline value set	these should not be any foaming or taste and odour problems
hardness	mg/l (as $CaCO_3$)	500	
hydrogen sulfide	-	not detectable by consumers	
iron	mg/l	0.3	
manganese	mg/l	0.1	
oxygen-dissolved	-	no guideline value set	
pH	-	6.5-8.5	
sodium	mg/l	200	
solids-total dissolved	mg/l	1000	
sulfate	mg/l	400	
tasted and odour	-	inoffensive to most consumers	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 4 (Continued)

Constituent or characteristic	Unit	Guideline value	Remarks
temperature	-	no guideline value set	
tubidity	nephelometric trubidity units (NTU)	5	preferably <1 for disinfection efficiency
Zinc	mg/l	5.0	

Table 5. Radioactive constituents

Constituent	Unit	Guideline value	Remarks
gross alpha activity	Bq/l	0.1	(a) If the levels are exceeded more detailed radionuclide analysis may be necessary. (b) Higher levels do not necessarily imply that the water is unsuitable for human consumption.
gross beta activity	Bq/l	1	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางประนอม ชำนาญ เกิดวันที่ 14 ธันวาคม 2503 ที่จังหวัดนครนายก สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2526 ปัจจุบันรับราชการที่ กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย