เอกสารอ้างอิง

1. WPCF and ASCE. Wastewater Treatment Plant Design. USA:Lancaster Press Inc..,1977
2. เสริมพล รัตสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2524.
3. จริยา ทองจันทึก. ลักษณะน้ำเสียและค่าสมมูลประชากร ของอาคารอยู่อาศัยในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
4. Metcalf and Eddy,Inc. Wastewater Engineering : Treatment Disposal,Reuse. 2nd ed. New Delhi : Tata McGraw-Hil, 1983.
5. คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เอกสารผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งที่ 2. เล่ม 1. เอกสารโรเนียว ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.
6. คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เอกสารผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งที่ 2. เล่ม 2. เอกสารโรเนียว ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.
7. J.A. Timm. General Chemistry. 4th ed. U.S.A.:McGraw-Hill, 1966.
8. R.B. Fischer. Quantitative Chemical Analysis. 2th ed. Japan:W.B. Saunders Company, 1961.
9. R.A. Day,Jr.,A.L. Underwood. Quantitative Analysis. 4th ed. New Delhi:Prentice-Hall of India Private Limited, 1980.
10. Robert H Perry and Cecil H Chilton. Chemical Engineers' Handbook. 5th ed. New York : McGraw-Hill, 1973.
11. ไมตรี พระประเสริฐ. ลักษณะน้ำทิ้งจากถังหมักแบบไร้ออกซิเจนของโรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวาง การเคหะแห่งชาติ. เอกสารจากการติดต่อส่วนตัว.

12. APHA, AWWA and WPCF. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 13th ed. USA:American Public Health Association, 1973

13. กรรณิการ์ สิริสิงห. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:บริษัทประยูรวงศ์ จำกัด, 2525.

14. ศุภชัย ใช้เทียมวงศ์. ปฏิบัติการเคมีปริมาณวิเคราะห์. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ผ.1 การคำนวณปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผ.1 การคำนวณปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

1. การเตรียมปริมาณฟอสเฟต

ความเข้มข้นของอนุมูลฟอสเฟตที่ต้องการในน้ำเสียสังเคราะห์เป็น 30 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส) หรือในน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตร 1 ลิตรเตรียมปริมาณฟอสเฟต 30 มิลลิกรัมซึ่งคิดในรูปฟอสฟอรัส

ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 1 โมลหรือ 132 กรัม มีอนุมูลฟอสเฟต 31 กรัม(คิดในรูปฟอสฟอรัส) และมีอนุมูลแอมโมเนียม 28 กรัม(คิดในรูปไนโตรเจน)

ปริมาณไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตที่ใช้เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ 1 ลิตร = (132/31) * 0.03 = 0.1277 กรัม

ซึ่งมีปริมาณอนุมูลแอมโมเนียม = (28/31) * 30 = 27.08 มิลลิกรัม (คิดในรูปไนโตรเจน)

สรุปคือไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.1277 กรัม มีอนุมูลฟอสเฟต 30 มิลลิกรัม(คิดในรูปฟอสฟอรัส) และอนุมูลแอมโมเนียม 27.08 มิลลิกรัม (คิดในรูปไนโตรเจน)

2. การเตรียมปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน

จากการเตรียมปริมาณฟอสเฟตในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ทำให้ได้อนุมูลแอมโมเนียมในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วย ซึ่งมีปริมาณอนุมูลแอมโมเนียม 27.08 กรัม(คิดในรูปไนโตรเจน) ในน้ำเสียสังเคราะห์ 1 ลิตร

ความเข้มข้นของอนุมูลแอมโมเนียมที่ต้องการในน้ำเสียสังเคราะห์คือ 300 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน) หรือในน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตร 1 ลิตร เตรียมปริมาณอนุมูลแอมโมเนียม 300 มิลลิกรัม ซึ่งคิดในรูปไนโตรเจน

ดังนั้นในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตร 1 ลิตร ยังต้องการ

ปริมาณอนุมูลแอมโมเนียมอีก = 300 - 27.08 = 272.92 มิลลิกรัม(คิดในรูปไนโตรเจน)ซึ่งเตรียมจากแอมโมเนียมคลอไรด์

แอมโมเนียมคลอไรด์ 1 โมลหรือ 53 กรัม มีอนุมูลแอมโมเนียม 14 กรัม (คิดในรูปไนโตรเจน)

ปริมาณแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ใช้เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ 1 ลิตร

= (53/140) * 272.92 = 1.0332 กรัม

นั่นคือ แอมโมเนียมคลอไรด์ 1.0332 กรัม มีอนุมูลแอมโมเนียม 272.92 มิลลิกรัม(คิดในรูปไนโตรเจน)

3. การเตรียมค่าความเป็นด่าง

ค่าความเป็นด่างในน้ำเสียสังเคราะห์ เตรียมจากโ+เดียมไบคาร์บอเนต แสดงกาคำนวณได้ดังนี้

ค่าความเป็นด่างที่ต้องการ 1500 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซี่ยมคาร์บอเนต)
โซเดียมไบคาร์บอเนต 1โมลมีเนื้อสาร 84 กรัมสมมูล
แคลเซียมคาร์บอเนต 1 โมลมีเนื้อสาร 50 กรัมสมมูล
หรือแคลเซียมคาร์บอเนต 1 กรัม สมมูลกับ โซเดียมไบคาร์บอเนต 1.68 กรัม

ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ 1 ลิตร

= 1.68 * 1.50 = 2.5200 กรัม

สรุปปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ แสดงในตารางที่ ผ 1.1 และเนื่องจากสารเคมีที่นำมาเตรียม ไม่อยู่ในรูปบริสุทธิ์ 100 % จึงต้องคำนวณปรับแก้ปริมาณที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ ตามค่าร้อยละของความบริสุทธิ์ที่ระบุไว้สำหรับสารเคมีชนิดนั้น ดังแสดงในตารางที่ ผ 1.2

ตารางที่ ผ 1.1 ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตร 1 ลิตร
หน่วย : กรัม

ชนิดน้ำเสียสังเคราะห์	ปริมาณสารประกอบที่ใช้		
	$(NH_4)_2HPO_4$	NH_4Cl	$NaHCO_3$
น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง	0.1277	1.0332	2.52
น้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่าง	0.1277	1.0332	-

ตารางที่ ผ 1.2 ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตร 1 ลิตร ที่คำนวณปรับแก้ตามค่าความบริสุทธิ์แล้ว
หน่วย : กรัม

ชนิดน้ำเสียสังเคราะห์	ปริมาณสารประกอบที่ใช้		
	$(NH_4)_2HPO_4$	NH_4Cl	$NaHCO_3$
น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง	0.1290	1.0384	2.5327
น้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่าง	0.1290	1.0384	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ผ.2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้ง และผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ 2.1 ข้อมูลกลุ่มที่ 1 :ข้อมูลลักษณะน้ำใสส่วนบน จากถังหมักแบบไร้ออกซิเจน
โรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวาง การเคหะแห่งชาติ
วิเคราะห์โดยนางไมตรี พระประเสริฐ จำนวน 15 ตัวอย่าง

วันเดือนปี	พีเอช		ซีโอดี		ทีเคเอ็น		แอมโมเนียเอ็น		ฟอสเฟต		ค่าความเป็นด่าง	
	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F
3-1-28	*	*	1155	244	509	410	459	392	65	64	1920	1850
8-2-28	8.10	8.00	904	149	496	356	403	345	0	0	2050	1900
11-3-28	7.80	8.10	791	198	616	280	448	224	3	0	1875	1625
12-3-28	8.10	8.10	448	229	442	424	389	394	45	35	1700	1640
13-3-28	8.10	8.10	527	302	429	416	364	345	52	41	1458	1826
14-3-28	8.10	8.20	938	250	462	408	403	376	76	12	2080	1420
18-3-28	8.10	8.20	819	209	571	417	433	334	68	18	1600	1525
22-3-28	8.00	8.20	1288	182	957	350	396	297	65	4	2300	1540
25-3-28	8.30	*	770	*	392	*	304	*	60	*	1320	*
26-3-28	8.20	8.10	534	197	338	314	289	273	50	28	1510	1360
1-4-28	7.90	*	690	*	359	*	305	*	20	*	1500	*
19-4-28	8.10	*	434	*	298	*	198	*	84	*	1660	*
21-4-28	8.10	*	632	*	421	*	334	*	53	*	1647	*
22-4-28	8.10	*	740	*	398	*	359	*	56	*	1673	*
6-5-28	7.90	*	636	*	271	*	260	*	8	*	1300	*

หมายเหตุ 1. * หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์
2. หน่วยที่ใช้ มก./ล. ยกเว้น ฟอสเฟต :มก./ล.คิดในรูปฟอสฟอรัส
ทีเคเอ็นและแอมโมเนียเอ็น :มก./ล.คิดในรูปไนโตรเจน
ค่าความเป็นด่าง :มก./ล.คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต

ตารางที่ ผ 2.2 ข้อมูลกลุ่มที่ 2 : ข้อมูลลักษณะน้ำใสส่วนบน จากถังหมักแบบไร้ออกซิเจน
โรงบำบัดน้ำเสียห้วยขวาง การเคหะแห่งชาติ
วิเคราะห์โดยนายนิธิวัฒ จำรูญรัตน์ จำนวน 23 ตัวอย่าง

วันเดือนปี	พีเอช		ซีโอดี		บีโอดี	ทีเคเอ็น		แอมโมเนียเอ็น		ฟอสเฟต		ค่าความเป็นด่าง		ทีเอสเอส
	R	F	R	F		R	F	R	F	R	F	R	F	
31-3-29	8.00	8.10	1148	502	*	404	320	290	278	56	56	1450	1235	250
1-4-29	7.70	7.90	465	284	*	2009	1014	305	278	24	18	1425	1128	282
2-4-29	8.00	8.10	500	193	*	930	902	302	289	21	21	1360	1066	328
7-4-29	7.50	7.60	524	167	55	331	319	292	290	58	28	1480	1354	46
9-4-29	7.20	7.40	556	273	60	490	308	307	296	15	12	1420	1350	206
10-4-29	7.20	7.60	467	135	60	343	306	299	293	11	9	1415	1295	194
12-4-29	7.10	7.50	527	229	90	319	299	311	292	30	29	1445	1340	228
15-4-29	7.50	7.70	950	154	*	363	277	303	277	36	28	1520	1330	876
16-4-29	7.10	7.50	906	320	*	314	309	287	235	26	13	1440	1380	324
17-4-29	7.10	7.40	650	224	*	313	299	305	296	43	40	1510	1335	134
18-4-29	7.30	7.50	514	169	*	338	316	291	283	53	44	1395	1250	220
20-4-29	7.10	7.50	448	206	*	346	306	293	287	36	30	1475	1335	118
21-4-29	7.90	7.95	515	206	*	322	230	296	287	44	30	1405	1290	276
22-4-29	7.25	7.50	590	226	*	311	298	296	289	78	44	1395	1335	286
26-4-29	7.25	7.70	539	213	40	349	314	326	307	51	44	1510	1425	122
27-4-29	7.64	7.78	557	195	115	343	309	312	295	53	37	1470	1420	250
1-5-29	7.23	7.50	548	186	80	656	298	316	292	126	105	1460	1350	220
2-5-29	7.40	7.73	479	350	85	325	312	305	297	52	49	1430	1375	88
3-5-29	7.40	7.83	555	202	125	326	300	299	283	52	34	1420	1350	232
4-5-29	7.28	7.60	545	272	*	339	312	314	297	73	49	1385	1295	110
5-5-29	7.09	7.75	1015	213	*	339	*	316	302	39	35	1425	1225	358
7-5-29	7.40	7.79	586	176	*	348	311	316	296	50	41	1470	1350	226
12-5-29	7.10	7.40	578	179	*	326	273	296	266	50	40	1415	1290	174

หมายเหตุ * หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์ ; หน่วยที่ใช้เหมือนในตารางที่ ผ.5.1

ตารางที่ ผ 2.3 ข้อมูลกลุ่มที่ 3 : ข้อมูลรวมของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

วันเดือนปี	พีเอช		ซีโอดี		บีโอดี	ทีเคเอ็น		แอมโมเนียเอ็น		ฟอสเฟต		ค่าความเป็นด่าง		ทีเอสเอส
	R	F	R	F		R	F	R	F	R	F	R	F	
3-1-28	*	*	1155	244	*	509	410	459	392	65	64	1920	1850	*
8-2-28	8.10	8.00	904	149	*	496	356	403	345	0	0	2050	1900	*
11-3-28	7.80	8.10	791	198	*	616	280	448	224	3	0	1875	1625	*
12-3-28	8.10	8.10	448	229	*	442	424	389	394	45	35	1700	1640	*
13-3-28	8.10	8.10	527	302	*	429	416	364	345	52	41	1458	1826	*
14-3-28	8.10	8.20	938	250	*	462	408	403	376	76	12	2080	1420	*
18-3-28	8.10	8.20	819	209	*	571	417	433	334	68	18	1600	1525	*
22-3-28	8.00	8.20	1288	182	*	957	350	396	297	65	4	2300	1540	*
25-3-28	8.30	*	770	*	*	392	*	304	*	60	*	1320	*	*
26-3-28	8.20	8.10	534	197	*	338	314	239	273	50	28	1510	1360	*
1-4-28	7.90	*	690	*	*	359	*	305	*	20	*	1500	*	*
19-4-28	8.10	*	434	*	*	298	*	198	*	84	*	1660	*	*
21-4-28	8.10	*	632	*	*	421	*	334	*	53	*	1647	*	*
22-4-28	8.10	*	740	*	*	398	*	359	*	56	*	1673	*	*
6-5-28	7.90	*	636	*	*	271	*	260	*	8	*	1300	*	*
31-3-29	8.00	8.10	1148	502	*	404	320	290	278	56	56	1450	1235	250
1-4-29	7.70	7.90	465	284	*	2009	1014	305	278	24	18	1425	1128	282
2-4-29	8.00	8.10	500	193	*	930	902	302	289	21	21	1360	1066	328
7-4-29	7.50	7.60	524	167	55	331	319	292	290	58	28	1480	1354	46
9-4-29	7.20	7.40	556	273	60	490	308	307	296	15	12	1420	1350	206
10-4-29	7.20	7.60	467	135	60	343	306	299	293	11	9	1415	1295	194
12-4-29	7.10	7.50	527	229	90	319	299	311	292	30	29	1445	1340	228
15-4-29	7.50	7.70	950	154	*	363	277	303	277	36	28	1520	1330	876

(มีต่อ)

ตารางที่ ผ 2.3 ข้อมูลกลุ่มที่ 3 (ต่อ)

วันเดือนปี	พีเอช		ซีโอดี		บีโอดี	ทีเคเอ็น		แอมโมเนียเอ็น		ฟอสเฟต		ค่าความเป็นด่าง		ทีเอสเอส
	R	F	R	F		R	F	R	F	R	F	R	F	
16-4-29	7.10	7.50	906	320	*	314	309	287	235	26	13	1440	1380	324
17-4-29	7.10	7.40	650	224	*	313	299	305	296	43	40	1510	1335	134
18-4-29	7.30	7.50	514	169	*	338	316	291	283	53	44	1395	1250	220
20-4-29	7.10	7.50	448	206	*	346	306	293	287	36	30	1475	1335	118
21-4-29	7.90	7.95	515	206	*	322	230	296	287	44	30	1405	1290	276
22-4-29	7.25	7.50	590	226	*	311	298	296	289	78	44	1395	1335	286
26-4-29	7.25	7.70	539	213	40	349	314	326	307	51	44	1510	1425	122
27-4-29	7.64	7.78	557	195	115	343	309	312	295	53	37	1470	1420	250
1-5-29	7.23	7.50	548	186	80	656	298	316	292	126	105	1460	1350	220
2-5-29	7.40	7.73	479	350	85	325	312	305	297	52	49	1430	1375	88
3-5-29	7.40	7.83	555	202	125	326	300	299	283	52	34	1420	1350	232
4-5-29	7.28	7.60	545	272	*	339	312	314	297	73	49	1385	1295	110
5-5-29	7.09	7.75	1015	213	*	339	*	316	302	39	35	1425	1225	358
7-5-29	7.40	7.79	586	176	*	348	311	316	296	50	41	1470	1350	226
12-5-29	7.10	7.40	578	179	*	326	273	296	266	50	40	1415	1290	174

หมายเหตุ * หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์ ; หน่วยที่ใช้เหมือนในตารางที่ ผ.5.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ 2.4 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล๊อตของข้อมูลกลุ่มที่ 1 ประเภท 'R' (ยกเว้นค่าพีเอช)

ซีโอดี	ทีเคเอ็น	แอมโมเนียไนโตรเจน	ค่าความเป็นด่าง	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%	ฟอสเฟต	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%
434	271	198	1300	1	6.25	3	1	6.67
448	298	260	1320	2	12.50	8	2	13.33
527	338	289	1458	3	18.75	20	3	20.00
534	359	304	1500	4	25.00	45	4	26.67
632	362	305	1510	5	31.25	50	5	33.33
636	398	334	1600	6	37.50	52	6	40.00
690	421	359	1647	7	43.75	53	7	46.67
740	429	364	1660	8	50.00	56	8	53.33
770	442	389	1673	9	56.25	60	9	60.00
791	462	396	1700	10	62.50	65	10	66.67
819	496	403	1875	11	68.75	65	11	73.33
904	509	403	1920	12	75.00	68	12	80.00
938	571	433	2050	13	81.25	76	13	86.67
1155	616	448	2080	14	87.50	84	14	93.33
1288	957	459	2300	15	93.75			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ 2.5 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล๊อตของข้อมูลกลุ่มที่ 1 ประเภท 'F' (ยกเว้นค่าพีเอช)

ซีโอดี	ทีเคเอ็น	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%	แอมโมเนียไนโตรเจน	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%
135	235	9	1066	1	4.17	230	1	4.35
154	266	12	1126	2	8.33	273	2	8.70
167	277	13	1225	3	12.50	277	3	13.04
169	278	18	1235	4	16.67	298	4	17.39
176	278	21	1250	5	20.83	298	5	21.74
179	283	28	1290	6	25.00	299	6	26.09
186	283	28	1290	7	29.17	299	7	30.43
193	287	29	1295	8	33.33	300	8	34.78
195	287	30	1295	9	37.50	306	9	39.13
202	289	30	1330	10	41.67	306	10	43.48
206	289	34	1335	11	45.83	308	11	47.83
206	290	35	1335	12	50.00	309	12	52.17
213	292	37	1335	13	54.17	309	13	56.52
213	292	40	1340	14	58.33	311	14	60.87
224	293	40	1350	15	62.50	312	15	65.22
226	295	41	1350	16	66.67	312	16	69.57
229	296	44	1350	17	70.83	314	17	73.91
272	296	44	1350	18	75.00	316	18	78.26
273	296	44	1354	19	79.17	319	19	82.61
284	297	49	1375	20	83.33	320	20	86.96
320	297	49	1380	21	87.50	902	21	91.30
350	302	56	1420	22	91.67	1014	22	95.65
502	307	105	1425	23	95.83			

ตารางที่ ฆ 2.6 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล๊อตของข้อมูลกลุ่มที่ 2 ประเภท 'R' (ยกเว้นค่าพีเอช)

ของแข็งแขวนลอย	ซีโอดี	ทีเคเอ็น	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต, %	บีโอดี	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต, %
46	448	311	287	11	1360	1	4.17	40	1	10
88	465	313	290	15	1385	2	8.33	55	2	20
110	467	314	291	21	1395	3	12.50	60	3	30
118	479	319	292	24	1395	4	16.67	60	4	40
122	500	322	293	26	1405	5	20.83	80	5	50
134	514	325	296	30	1415	6	25.00	85	6	60
174	515	326	296	36	1415	7	29.17	90	7	70
194	524	326	296	36	1420	8	33.33	115	8	80
206	527	331	299	39	1420	9	37.50	125	9	90
220	539	338	299	43	1425	10	41.67			
220	545	339	302	44	1425	11	45.83			
226	548	339	303	50	1430	12	50.00			
228	555	343	305	50	1440	13	54.17			
232	556	343	305	51	1445	14	58.33			
250	557	346	305	52	1450	15	62.50			
250	578	348	307	52	1460	16	66.67			
276	586	349	311	53	1470	17	70.83			
282	590	363	312	53	1470	18	75.00			
286	650	404	314	56	1475	19	79.17			
324	906	490	316	58	1480	20	83.33			
328	950	656	316	73	1510	21	87.50			
358	1015	930	316	78	1510	22	91.67			
876	1148	2009	326	126	1520	23	95.83			

ตารางที่ ฝ 2.7 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล๊อตของข้อมูลกลุ่มที่ 2 ประเภท 'F' (ยกเว้นค่าพีเอช)

ซีโอดี	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%	ทีเคเอ็น	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%
135	235	9	1066	1	4.17	230	1	4.35
154	266	12	1126	2	8.33	273	2	8.70
167	277	13	1225	3	12.50	277	3	13.04
169	278	18	1235	4	16.67	298	4	17.39
176	278	21	1250	5	20.83	298	5	21.74
179	283	28	1290	6	25.00	299	6	26.09
186	283	28	1290	7	29.17	299	7	30.43
193	287	29	1295	8	33.33	300	8	34.78
195	287	30	1295	9	37.50	306	9	39.13
202	289	30	1330	10	41.67	306	10	43.48
206	289	34	1335	11	45.83	308	11	47.83
206	290	35	1335	12	50.00	309	12	52.17
213	292	37	1335	13	54.17	309	13	56.52
213	292	40	1340	14	58.33	311	14	60.87
224	293	40	1350	15	62.50	312	15	65.22
226	295	41	1350	16	66.67	312	16	69.57
229	296	44	1350	17	70.83	314	17	73.91
272	296	44	1350	18	75.00	316	18	78.26
273	296	44	1354	19	79.17	319	19	82.61
284	297	49	1375	20	83.33	320	20	86.96
320	297	49	1380	21	87.50	902	21	91.30
350	302	56	1420	22	91.67	1014	22	95.65
502	307	105	1425	23	95.83			

ตารางที่ ฌ 2.8 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล็อตของข้อมูลกลุ่มที่ 3 ประเภท 'R' (ยกเว้นค่าของแข็งแขวนลอย บีโอดี และพีเอช)

ซีโอดี	ทีเคเอ็น	แอมโมเนียไนโตรเจน	ค่าความเป็นด่าง	ลำดับที่	ตำแหน่งพล็อต,%	ฟอสเฟต	ลำดับที่	ตำแหน่งพล็อต,%
434	271	198	1300	1	2.56	3	1	2.63
448	298	260	1320	2	5.13	8	2	5.26
448	311	287	1360	3	7.69	11	3	7.89
465	313	289	1385	4	10.20	15	4	10.53
467	314	290	1395	5	12.82	20	5	13.16
479	319	291	1395	6	15.38	21	6	15.79
500	322	292	1405	7	17.95	24	7	18.42
514	325	293	1415	8	20.51	26	8	21.05
515	326	296	1415	9	23.08	30	9	23.68
524	326	296	1420	10	25.64	36	10	26.30
527	331	296	1420	11	28.21	36	11	28.95
527	338	299	1425	12	30.77	39	12	31.58
534	338	299	1425	13	33.33	43	13	34.21
539	339	302	1430	14	35.90	44	14	36.84
545	339	303	1440	15	38.46	45	15	39.47
548	343	304	1445	16	41.03	50	16	42.11
555	343	305	1450	17	43.59	50	17	44.74
556	346	305	1458	18	46.15	50	18	47.37
557	348	305	1460	19	48.72	51	19	50.00
578	349	305	1470	20	51.28	52	20	52.63
586	359	307	1470	21	53.85	52	21	55.26
590	362	311	1475	22	56.41	52	22	57.89
632	363	312	1480	23	58.97	53	23	60.53

(มีต่อ)

ตารางที่ ผ 2.8 (ต่อ) แสดงการคำนวณตำแหน่งพล๊อตของข้อมูลกลุ่มที่ 3 ประเภท 'R' (ยกเว้นค่าของแซ็งแขวนลอย บิโอดี และพีเอช)

ซีโอดี	ทีเคเอ็น	แอมโมเนียไนโตรเจน	ค่าความเป็นด่าง	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%	ฟอสเฟต	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%
636	398	314	1500	24	61.54	53	24	63.16
650	404	316	1510	25	64.10	53	25	65.70
690	421	316	1510	26	66.67	56	26	68.42
740	429	316	1510	27	69.23	56	27	71.05
770	442	326	1520	28	71.79	58	28	73.68
791	462	334	1600	29	74.36	60	29	76.32
819	490	359	1647	30	76.96	65	30	78.95
904	496	364	1660	31	79.49	65	31	81.58
906	509	389	1673	32	82.05	68	32	84.21
938	571	396	1700	33	84.62	73	33	86.84
950	616	403	1875	34	87.18	76	34	89.47
1015	656	403	1920	35	89.74	78	35	92.11
1148	930	433	2050	36	92.31	84	36	94.74
1155	957	448	2080	37	94.87	126	37	97.37
1288	2009	459	2300	38	97.44			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฝ 2.9 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล๊อตของข้อมูลกลุ่มที่ 3 ค่าของแซ็งแขวนลอยและบีโอดี ประเภท 'R'

ของแซ็งแขวนลอย	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต	บีโอดี	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต
46	1	4.17	40	1	10.00
88	2	8.33	55	2	20.00
110	3	12.50	60	3	30.00
118	4	16.67	60	4	40.00
122	5	20.83	80	5	50.00
134	6	25.00	85	6	60.00
174	7	29.17	90	7	70.00
194	8	33.33	115	8	80.00
206	9	37.50	125	9	90.00
220	10	41.67			
220	11	45.83			
226	12	50.00			
228	13	54.17			
232	14	58.33			
250	15	62.50			
250	16	66.67			
276	17	70.83			
282	18	75.00			
286	19	79.17			
324	20	83.33			
328	21	87.50			
358	22	91.67			
876	23	95.83			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ 2.10 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล๊อตของข้อมูลกลุ่มที่ 3 ประเภท 'F' (ยกเว้นค่าพีเอช)

ซีโอดี	แอมโมเนียไนโตรเจน	ค่าความเป็นด่าง	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%	ทีเคเอ็น	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%	ฟอสเฟต	ลำดับที่	ตำแหน่งพล๊อต,%
135	224	1066	1	3.03	230	1	3.13	4	1	3.23
149	235	1126	2	6.06	273	2	6.25	9	2	6.45
154	266	1225	3	9.09	277	3	9.38	12	3	9.68
167	273	1235	4	12.12	280	4	12.50	12	4	12.90
169	277	1250	5	15.15	298	5	15.63	13	5	16.13
176	278	1290	6	18.18	298	6	18.75	18	6	19.35
179	278	1290	7	21.21	299	7	21.88	18	7	22.58
182	283	1295	8	24.24	299	8	25.00	21	8	25.81
186	283	1295	9	27.27	300	9	28.13	28	9	29.03
193	287	1330	10	30.30	306	10	31.25	28	10	32.26
195	287	1335	11	33.33	306	11	34.38	28	11	35.48
197	289	1335	12	36.36	308	12	37.50	29	12	38.71
198	289	1335	13	39.39	309	13	40.63	30	13	41.94
202	290	1340	14	42.42	309	14	43.75	30	14	45.16
206	292	1350	15	45.45	311	15	46.88	34	15	48.39
206	292	1350	16	48.48	312	16	50.00	35	16	51.61
209	293	1350	17	51.52	312	17	53.13	35	17	54.84
213	295	1350	18	54.55	314	18	56.25	37	18	58.06
213	296	1354	19	57.58	314	19	59.38	40	19	61.29
224	296	1360	20	60.61	316	20	62.50	40	20	64.52
226	296	1375	21	63.64	319	21	65.63	41	21	67.74
229	297	1380	22	66.67	320	22	68.75	41	22	70.97
229	297	1420	23	69.70	350	23	71.88	44	23	74.19

(มีต่อ)

ตารางที่ ผ 2.10 (ต่อ)แสดงการคำนวณตำแหน่งพล็อตของข้อมูลกลุ่มที่ 3 ประเภท 'F' (ยกเว้นค่าพีเอช)

ซีโอดี	แอมโมเนียไนโตรเจน	ค่าความเป็นด่าง	ลำดับที่	ตำแหน่งพล็อต,%	ทีเคเอ็น	ลำดับที่	ตำแหน่งพล็อต,%	ฟอสเฟต	ลำดับที่	ตำแหน่งพล็อต,%
244	297	1420	24	72.73	356	24	75.00	44	24	77.42
250	302	1425	25	75.76	408	25	78.13	44	25	80.65
272	307	1525	26	78.79	410	26	81.25	49	26	83.87
273	334	1540	27	81.82	416	27	84.38	49	27	87.10
284	345	1625	28	84.85	417	28	87.50	56	28	90.32
302	345	1640	29	87.88	424	29	90.63	64	29	93.55
320	376	1826	30	90.91	902	30	93.75	105	30	96.77
350	392	1850	31	93.94	1014	31	96.88			
502	394	1900	32	96.97						

ตารางที่ ผ 2.11 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล็อตของค่าพีเอช ข้อมูลกลุ่มที่ 1

พีเอช ประเภท 'R'	ความถี่	ความถี่สะสม	ตำแหน่งพล็อต,%	พีเอช ประเภท 'F'	ความถี่	ความถี่สะสม	ตำแหน่งพล็อต,%
7.80	1	1	6.67	8.00	1	1	11.11
7.90	2	3	20.00	8.10	4	5	55.56
8.00	1	4	26.67	8.20	3	8	88.89
8.10	8	12	80.00				
8.20	1	13	86.67				
8.30	1	14	93.33				

ตารางที่ ผ. 2.12 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล็อตของค่าพีเอช ข้อมูลกลุ่มที่ 2

พีเอช ประเภท 'R'	ความถี่	ความถี่สะสม	ตำแหน่งพล็อต,%
7.09	1	1	2.63
7.10	5	6	15.79
7.20	2	8	21.05
7.23	1	9	23.68
7.25	2	11	28.95
7.28	1	12	31.58
7.30	1	13	34.21
7.40	3	16	42.11
7.50	2	18	47.37
7.64	1	19	50.00
7.70	1	20	52.63
7.80	1	21	55.26
7.90	3	24	63.16
8.00	3	27	71.05
8.10	8	35	92.11
8.20	1	36	94.74
8.30	1	37	97.37

พีเอช ประเภท 'F'	ความถี่	ความถี่สะสม	ตำแหน่งพล็อต,%
7.40	3	3	9.38
7.50	6	9	28.13
7.60	3	12	37.50
7.70	2	14	43.75
7.73	1	15	46.88
7.75	1	16	50.00
7.78	1	17	53.13
7.79	1	18	56.25
7.83	1	19	59.38
7.90	1	20	62.50
7.95	1	21	65.63
8.00	1	22	68.75
8.10	6	28	87.50
8.20	3	31	96.88

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ 2.13 แสดงการคำนวณตำแหน่งพล็อตของค่าพีเอช ข้อมูลกลุ่มที่ 3

พีเอช ประเภท 'R'	ความถี่	ความถี่สะสม	ตำแหน่งพล็อต,%	พีเอช ประเภท 'F'	ความถี่	ความถี่สะสม	ตำแหน่งพล็อต,%
7.09	1	1	2.63	7.40	3	3	9.38
7.10	5	6	15.79	7.50	6	9	28.13
7.20	2	8	21.05	7.60	3	12	37.50
7.23	1	9	23.68	7.70	2	14	43.75
7.25	2	11	28.95	7.73	1	15	46.88
7.28	1	12	31.58	7.75	1	16	50.00
7.30	1	13	34.21	7.78	1	17	53.13
7.40	3	16	42.11	7.79	1	18	56.25
7.50	2	18	47.37	7.83	1	19	59.38
7.64	1	19	50.00	7.90	1	20	62.50
7.70	1	20	52.63	7.95	1	21	65.63
7.80	1	21	55.26	8.00	1	22	68.75
7.90	3	24	63.16	8.10	6	28	87.50
8.00	3	27	71.05	8.20	3	31	96.88
8.10	8	35	92.11				
8.20	1	36	94.74				
8.30	1	37	97.37				

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ผ.3 การคำนวณปริมาณแมกนีเซียมที่ใช้ในกระบวนการตกตะกอนทางเคมี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณปริมาณแมกนีเซียมที่ใช้ในกระบวนการตกตะกอนทางเคมี

ค่าคงที่การละลายน้ำ(K_{sp})ของแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต
คือ $2.5 * 10^{-13}$ โมลต่อลิตร ที่ 25° เซลเซียส

สมการเคมีแสดงสมดุลทางเคมีของแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต คือ

$$MgNH_4PO_4 \rightleftharpoons [Mg^{+2}] * [NH_4^{+}] * [PO_4^{-3}]$$

ซึ่งเขียนเป็นผลคูณความเข้มข้นของอิออนได้ดังนี้

$$[Mg^{+2}] * [NH_4^{+}] * [PO_4^{-3}] = 2.5 * 10^{-13} \text{ โมล/ลิตร}$$

ปริมาณอนุมูลแอมโมเนียมที่มีในน้ำเสียสังเคราะห์ = 300 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)
ปริมาณอนุมูลฟอสเฟตที่มีในน้ำเสียสังเคราะห์ = 30 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ปริมาณแมกนีเซียมอิออนที่ทำให้ตกตะกอนทางเคมีพอดี

$$[Mg^{+2}] = \left[\frac{2.5 * 10^{-13}}{\left[\frac{300*10^{-3}}{14}\right]\left[\frac{30*10^{-3}}{31}\right]}\right]$$

หรือ$[Mg^{+2}] = 2.90 * 10^{-4}$ มก./ล.(คิดในรูปแมกนีเซียม)
หรือ $= 1.47 * 10^{-3}$ มก./ล.(คิดในรูปแมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค)
หรือ $= 2.45 * 10^{-3}$ มก./ล.(คิดในรูปแมกนีเซียมคลอไรด์)

ปริมาณแมกนีเซียมที่ทำให้เกิดการตกตะกอนทางเคมีอย่างสมบูรณ์ที่สุดเท่ากับจำนวนโมลที่น้อยที่สุด ระหว่างอนุมูลแอมโมเนียมกับอนุมูลฟอสเฟตที่มีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ทดลองซึ่งมีค่าดังนี้

$[NH_4^{+}]$ = 21.42 มิลลิโมล/ลิตร
$[PO_4^{-3}]$ = 0.9677 มิลลิโมล/ลิตร

ดังนั้นปริมาณแมกนีเซียมที่ใช้ในการตกตะกอนทางเคมีอย่างสมบูรณ์

$[Mg^{+2}]$ = 0.9677 มิลลิโมล/ลิตร

หรือ = $23.23 * 10^{-3}$ มก./ล.(คิดในรูปแมกนีเซียม)

หรือ = $96.67 * 10^{-3}$ มก./ล.(คิดในรูปแมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค)

หรือ = $23.22 * 10^{-3}$ มก./ล.(คิดในรูปแมกนีเซียมคลอไรด์)

ปริมาณแมกนีเซียมที่ระบุในการทดลองว่าเป็นค่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎีคือปริมาณแมกนีเซียมที่ทำให้เกิดการตกตะกอนพอดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ผ.4 วิธีการทดลองครั้งที่ 19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการทดลองครั้งที่ 19

วิธีการทดลองนี้ได้ประยุกต์มาจากการทดลองที่ 22 เรื่องการหาปริมาณของฟอสเฟตโดยการติเตรตกับอีดีทีเอ(14) โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. เตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ โดยใช้แมกนีเซียมคลอไรด์ 25 กรัมและแอมโมเนียมคลอไรด์ 50 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 มล. ปรับพีเอชจนเป็นเบสด้วยสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น ทิ้งสารละลายนี้ไว้ 1 คืน แล้วนำมาเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 500 มล.กวนสารละลายนี้ให้ทั่วกันด้วยเครื่องกวนแม่เหล็ก

2. เตรียมสารละลายฟอสเฟตโดยใช้ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตให้มีปริมาณฟอสเฟต 4 กรัมต่อลิตร(คิดในรูปฟอสเฟต)

3. นำสารละลายฟอสเฟตจำนวน 25 มล. เติมกรดเกลือเข้มข้นจำนวน 5 มล.แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 150 มล.

4. เติมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ 25 มล. ลงในสารละลายข้อ 3 พร้อมกับหยดสารละลายเมธิลเรด 2-3 หยด

5. นำบีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายในข้อ 4 มาแช่ในอ่างน้ำแข็ง เพื่อปรับอุณหภูมิของสารละลายให้ลดลง หยดสารละลายแอมโมเนียเข้มข้นลงไปพร้อมกับกวนสารละลายอยู่เสมอจนสารละลายเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีเหลือง และเกิดตะกอนสีขาวของแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟตแขวนลอยอยู่ในสารละลาย

6. เติมสารละลายแอมโมเนียเข้มข้นจำนวน 5 มล. ลงไปในสารละลายในข้อ 5 ทิ้งสารละลายนี้ไว้ 1 คืน

7. นำสารละลายในข้อ 6 มาวิเคราะห์ใน 2 ลักษณะคือ
   7.1 น้ำใสส่วนบน
   7.2 น้ำใสส่วนบนที่ผ่านการกรอง
   นำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนียและฟอสเฟตที่เหลืออยู่

ภาคผนวก ผ.5 ผลการทดลองการตกตะกอนทางเคมีในรูปแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 1

วัน-เดือน-ปี :25 มิถุนายน 2529 (ครั้งที่ 1)

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิคในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :268 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :28 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1490 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.85

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 4 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :$1.47*10^{-3}$ มก./ล.(ทฤษฎี)

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :0.147 มก./ล.(100เท่า)

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :1.47 มก./ล.(1,000เท่า)

จาร์ที่ 4 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :14.7 มก./ล.(10,000เท่า)

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	257	28	1405	8.10
2	250	26	1430	8.10
3	260	28	1440	8.18
4	249	24	1410	8.20

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 1

วัน-เดือน-ปี :29 ตุลาคม 2529 (ครั้งที่ 2)

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิคในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :277 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :30 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1480 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.85

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 4 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :$1.47*10^{-3}$ มก./ล.(ทฤษฎี)

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :0.0147 มก./ล.(10เท่า)

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :0.147 มก./ล.(100เท่า)

จาร์ที่ 4 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :1.47 มก./ล.(1,000เท่า)

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	246	29	1408	7.95
2	256	30	1416	7.99
3	255	25	1372	7.99
4	257	26	1400	8.00

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 2

วัน-เดือน-ปี :4 พฤศจิกายน 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิคในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :267 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :34 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :56 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :6.95

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 4 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :$1.47*10^{-3}$ มก./ล.(ทฤษฎี)

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :0.0147 มก./ล.(10เท่า)

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :0.147 มก./ล.(100เท่า)

จาร์ที่ 4 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค :1.47 มก./ล.(1,000เท่า)

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	253	31	42	6.90
2	246	31	42	6.80
3	254	30	42	6.91
4	255	28	44	6.91

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 3

วัน-เดือน-ปี :7 พฤศจิกายน 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิคในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :269 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :33 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1412 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.85

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 1 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอน : (คิดในรูปแมกนีเซียม)

แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค ความเข้มข้น 28.8 มก./ล.

ปริมาตรที่เติมในจาร์ 17.4 มล.

หรือความเข้มข้นของแมกนีเซียมแอมโมเนียมไฮเดรตเบสิคที่ใช้ในการทดลอง 1 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	245	29	1360	7.90

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 4

วัน-เดือน-ปี :8 พฤศจิกายน 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิคในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :256 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :31 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1416 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.95

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 4 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณแมกนีเซียคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิคที่ใช้ 1 มก./ล.(คิดในรูปแมกนีเซียม)

จาร์ที่ 1 :ปรับพีเอชของน้ำเสียก่อนการทดลองเป็น 2 ด้วยกรดเกลือเข้มข้น

จาร์ที่ 2 :ปรับพีเอชของน้ำเสียก่อนการทดลองเป็น 4.35 ด้วยกรดเกลือเข้มข้น

จาร์ที่ 3 :ปรับพีเอชของน้ำเสียก่อนการทดลองเป็น 9 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

จาร์ที่ 4 :ปรับพีเอชของน้ำเสียก่อนการทดลองเป็น 11 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	241	31	0	2.00
2	253	31	32	4.75
3	239	31	1796	8.94
4	229	31	3348	10.83

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 5

วัน-เดือน-ปี :10 พฤศจิกายน 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเลียลังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิคในรูปผง

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :266 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :37 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :50 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.09

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค 126.4 มก.;$[Mg^{+2}]$ = 50 มก./ล.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค 252.8 มก.;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค 758.3 มก.;$[Mg^{+2}]$ = 300 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	251(242)	33(31)	218(180)	8.10(7.86)
2	259(233)	*(31)	296(180)	8.30(7.99)
3	250(227)	*(31)	340(190)	8.41(8.17)

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1 ; * เกิดผิดพลาดจากความขุ่น ตัวเลขหน้าวงเล็บเป็นค่าจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำที่ปล่อยให้ตกตะกอน 30 นาที และตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำที่ผ่านกระดาษกรอง GF/C ขนาด 0.45 ไมครอน

การทดลองที่ 6

วัน-เดือน-ปี :11 พฤศจิกายน 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิคในรูปผง

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :270 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :38 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1492 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.70

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค 126.4 มก.;$[Mg^{+2}]$ = 50 มก./ล.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค 252.8 มก.;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรตเบสิค 758.3 มก.;$[Mg^{+2}]$ = 300 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	268(237)	37.5(35.0)	1604(1528)	8.14(8.10)
2	259(237)	37.5(27.0)	1656(1568)	8.22(8.20)
3	256(226)	33.5(28.5)	1724(1556)	8.32(8.26)

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

ตัวเลขหน้าวงเล็บเป็นค่าจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำที่ปล่อยให้ตกตะกอน 30 นาที และตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำที่ผ่านกระดาษกรอง GF/C ขนาด 0.45 ไมครอน

การทดลองที่ 7

วัน-เดือน-ปี :18 ธันวาคม 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :259 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :36.0 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1484 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.84

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : $2.45*10^{-3}$ มก./ล.(ทฤษฎี)

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : $2.45*10^{-2}$ มก./ล.(10เท่า)

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.245 มก./ล.(100เท่า)

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	248	35.5	1388	7.97
2	253	36.0	1323	7.98
3	245	36.0	1348	7.96

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 8

วัน-เดือน-ปี :20 ธันวาคม 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :273 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :31.0 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :50 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.09

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : $2.45*10^{-3}$ มก./ล.(ทฤษฎี)

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : $2.45*10^{-2}$ มก./ล.(10เท่า)

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.245 มก./ล.(100เท่า)

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	270	31.0	50	7.11
2	268	31.0	50	7.04
3	264	31.0	50	7.12

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 9

วัน-เดือน-ปี :20 ธันวาคม 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปผง

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :267 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :33.0 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1460 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.87

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.0845 กรัม ; $[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.2538 กรัม ; $[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.4229 กรัม ; $[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	260	32.5	1440	7.90
2	258	33.0	1444	7.90
3	254	33.0	1408	7.90

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 10

วัน-เดือน-ปี :26 ธันวาคม 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปผง

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :269 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :31.5 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :54 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.13

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.0845 กรัม ; $[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.2538 กรัม ; $[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.4229 กรัม ; $[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	264	30.0	54	7.90
2	264	28.0	48	7.09
3	265	28.0	50	7.01

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 11

วัน-เดือน-ปี :27 ธันวาคม 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส ปรับอุณหภูมิของน้ำก่อนการทดลองให้ลดลง

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปผง

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :258 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :31.5 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1416 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.89

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนและอุณหภูมิของน้ำเสียเริ่มทดลองในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.0845 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.;อุณหภูมิ 5.3 °ซ.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.2538 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.;อุณหภูมิ 5.0 °ซ.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.4229 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.;อุณหภูมิ 5.5 °ซ.

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	238	31.5	1280	8.20
2	248	31.5	1288	8.15
3	252	31.5	1240	8.17

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 12

วัน-เดือน-ปี :28 ธันวาคม 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส ปรับอุณหภูมิของน้ำก่อนการทดลองให้ลดลง

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่าง

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปผง

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :276 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :34.5 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :50 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.08

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนและอุณหภูมิของน้ำเสียเริ่มทดลองในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.0845 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.;อุณหภูมิ 4.0 °ซ.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.2538 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.;อุณหภูมิ 3.0 °ซ.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.4229 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.;อุณหภูมิ 4.0 °ซ.

3. หลังการทำจาร์เทส ; ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	265	32.0	34	7.23
2	269	33.0	50	7.18
3	259	32.0	48	7.17

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 13

วัน-เดือน-ปี :30 ธันวาคม 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียจริง ได้จากน้ำใสส่วนบนของถังหมักแบบไร้ออกซิเจน โรงกำจัดน้ำเสียห้วยขวาง การเคหะแห่งชาติ

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปผง

1. ก่อนทำจาร์เทส : ตัวอย่างน้ำมีตะกอนสีดำแขวนลอยอยู่
   ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้
   ซีโอดี :533 มก./ล.
   แอมโมเนียไนโตรเจน :300 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)
   ฟอสเฟต :166 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)
   ค่าความเป็นด่าง: :1392 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)
   พีเอช :7.55
2. การทำจาร์เทส
   จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.
   ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :
   จาร์ที่ : :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.0845 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.
   จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.2538 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.
   จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.4229 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.
3. หลังการทำจาร์เทส : หลังจากทิ้งให้ตกตะกอน 30 นาที
   ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำส่วนบนในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	293	112	1336	7.70
2	288	122	1336	7.70
3	292	100	1300	7.67

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 14

วัน-เดือน-ปี :30 ธันวาคม 2529

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ขนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ของน้ำใสส่วนบน จากถังหมักแบบไร้ออกซิเจน รงกำจัดน้ำเสียห้วยขวาง การเคหะแห่งชาติ

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปผง

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

ซีโอดี :403 มก./ล.

แอมโมเนียไนโตรเจน :295 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :140 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1376 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.78

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.0345 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.2538 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์ : 0.4229 กรัม;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส : หลังจากทิ้งให้ตกตะกอน 30 นาที

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำส่วนบนในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	287	110.0	1348	7.78
2	285	118.0	1328	7.76
3	287	92.0	1324	7.75

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 15

วัน-เดือน-ปี :10 มกราคม 2530

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียจริง ได้จากน้ำใสส่วนบนของถังหมักแบบไร้ออกซิเจน โรงกำจัดน้ำเสียห้วยขวาง การเคหะแห่งชาติ

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส : ตัวอย่างน้ำมีตะกอนสีดำแขวนลอยอยู่
   ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้
   ซีโอดี :364 มก./ล.
   แอมโมเนียไนโตรเจน :289 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)
   ฟอสเฟต :148 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)
   ค่าความเป็นด่าง: :1388 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)
   พีเอช :7.40
2. การทำจาร์เทส
   จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.
   ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 4.2 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.
จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 12.7 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.
จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 21.1 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส : หลังจากทิ้งให้ตกตะกอน 30 นาที
   ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำส่วนบนในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	289	103	1376	7.55
2	283	120	1324	7.51
3	278	131	1304	7.51

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 16

วัน-เดือน-ปี :10 มกราคม 2530

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ของน้ำใสส่วนบน จากถังหมักแบบไร้ออกซิเจนโรงกำจัดน้ำเสียห้วยขวาง การเคหะแห่งชาติ

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปผง

1. ก่อนทำจาร์เทส

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

ซีโอดี :250 มก./ล.

แอมโมเนียไนโตรเจน :284 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :189 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :1388 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.58

2. การทำจาร์เทส

จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 4.2 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 12.7 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 21.1 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส : หลังจากทิ้งให้ตกตะกอน 30 นาที

ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำส่วนบนในแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	277	104.0	1348	7.62
2	273	121.0	1320	7.66
3	277	114.0	1312	7.61

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 17

วัน-เดือน-ปี :15 มกราคม 2530

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียจริง ได้จากน้ำใสส่วนบนของถังหมักแบบไร้ออกซิเจน โรงกำจัดน้ำเสียห้วยขวาง การเคหะแห่งชาติ

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส : ตัวอย่างน้ำมีตะกอนสีดำแขวนลอยอยู่
   ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้
   ซีโอดี :461 มก./ล.
   แอมโมเนียไนโตรเจน :307 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)
   ฟอสเฟต :156 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)
   ค่าความเป็นด่าง: :1508 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)
   พีเอช :7.37
2. การทำจาร์เทส
   จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์ ; ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.
   ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 4.2 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 12.7 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 21.1 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส:นำน้ำตัวอย่างกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ก่อนวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	305	134	1484	7.71
2	290	96	1420	7.60
3	296	82	1452	7.69

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 18

วัน-เดือน-ปี :16 มกราคม 2530

ลักษณะการทดลอง :การทำจาร์เทส

ชนิดตัวอย่างน้ำ :น้ำเสียสังเคราะห์ ที่เตรียมให้มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนและปริมาณฟอสเฟตสูงกว่าค่าตัวแทนลักษณะน้ำทิ้งที่ได้ 100 เท่า

สารเคมีที่ใช้ตกตะกอน :แมกนีเซียมคลอไรด์ในรูปสารละลาย

1. ก่อนทำจาร์เทส ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำเป็นดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน :17976 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ฟอสเฟต :3600 มก./ล.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

ค่าความเป็นด่าง: :6000 มก./ล.(คิดในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

พีเอช :7.10

2. การทำจาร์เทส จำนวนจาร์ที่ทดลอง : 3 จาร์;ปริมาตรของจาร์ : 500 มล.

ปริมาณสารเคมีที่ใช้ตกตะกอนในแต่ละจาร์ :

จาร์ที่ 1 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 4.2 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 20 มก./ล.

จาร์ที่ 2 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 12.7 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 60 มก./ล.

จาร์ที่ 3 :แมกนีเซียมคลอไรด์(20 ก./ล.) = 21.1 มล. ;$[Mg^{+2}]$ = 100 มก./ล.

3. หลังการทำจาร์เทส : พบว่าในจาร์ที่ 2 และ 3 มีตะกอนลักษณะเกล็ดสีขาวเกิดขึ้น ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างน้ำแต่ละจาร์เป็นดังนี้ :

จาร์ที่		แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	ค่าความเป็นด่าง	พีเอช
1	R	17752	3600	6000	7.01
	F	17248	2800	4800	6.93
2	R	16800	3300	6400	7.00
	F	16464	2700	5200	6.91
3	R	16352	2900	5600	6.92
	F	16296	2600	4400	6.88

หมายเหตุ หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนกับข้อ 1

การทดลองที่ 19

วัน-เดือน-ปี :12 กุมภาพันธ์ 2530

ลักษณะการทดลอง :การตกตะกอนทางเคมี โดยใช้สารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์

ประยุกต์การทดลองจากการทดลองที่ 22 คู่มือปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ (14)

1. การเตรียมสารละลายก่อนการทดลอง

สารละลายที่เตรียมใช้ในการทดลองมี 2 ส่วนคือ

1.1 สารละลายฟอสเฟต ความเข้มข้น 4 ก./ล.(คิดในรูปฟอสเฟต)

1.2 สารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์

ความเข้มข้นของอิออนและอนุมูลในสารละลายที่ใช้ทดลอง จากการคำนวณมีดังนี้

สารละลายฟอสเฟต(4 ก./ล.) ใช้ในการทดลอง 25 มล. มีปริมาณฟอสเฟตที่ใช้ในการทดลอง 32.63 มก.(คิดในรูปฟอสฟอรัส)

สารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ เตรียมโดยใช้แมกนีเซียมคลอไรด์ 25 กรัมและแอมโมเนียมคลอไรด์ 50 กรัม ปรับพีเอชเป็นเบสด้วยสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น 10 มล. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 500 มล. คิดเป็นความเข้มข้นของอิออนและอนุมูลในสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ คือ ความเข้มข้นของแมกนีเซียม 5.9026 ก./ล.(คิดในรูปแมกนีเซียม) และความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน 41.14 ก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน) วิธีการเตรียมสารละลายโดยละเอียดแสดงไว้ในหัวข้อ ผ.4

ปริมาตรสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ที่ใช้ในการทดลอง คือ 25 มล. ซึ่งคำนวณเป็นปริมาณแมกนีเซียมที่ใช้ในการทดลองคือ 147.6 มก. (คิดในรูปแมกนีเซียม) และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่ใช้ในการทดลอง(คิดจากแอมโมเนียมคลอไรด์และจากสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น) คือ 1028.5 มก.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ความเข้มข้นของอิออนและอนุมูลในสารละลายที่เตรียมใช้ทดลอง จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการมีดังนี้

ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ 29568 มก./ล.(คิดในรูปไนโตรเจน)

ความเข้มข้นของฟอสเฟตในสารละลายฟอสเฟต 1500 มก./ล. (คิดในรูปฟอสฟอรัส)

2. การทดลองการตกตะกอนทางเคมี

ลักษณะการทดลองคือใช้สารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ และสารละลายฟอสเฟตทำปฏิกิริยากัน ที่อุณหภูมิของสารละลายต่ำ และปรับพีเอชของสารละลายให้เป็นเบส ดังวิธีการทดลองในหัวข้อ ข.4

ในการทดลองอุณหภูมิของสารละลายก่อนปรับพีเอชเป็น 7 °ซ. ส่วนปริมาตรสารละลายแอมโมเนียเข้มข้นที่ใช้ปรับพีเอชในระหว่างการทดลองรวมเป็น 9.8 มล. และปริมาตรของสารละลายสุดท้ายหลังการทดลองรวมเป็น 184.8 มล.

ความเข้มข้นของอิออนและอนุมูลในสารละลายที่ใช้ในการทดลอง จากการคำนวณและจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เป็นดังนี้

ความเข้มข้น (มก./ล.)	จากการคำนวณ	จากการวิเคราะห์
แมกนีเซียม	798	*
แอมโมเนียไนโตรเจน	45230	43660
ฟอสเฟต	176.60	202.92

3. ผลการทดลอง

หลังจากปรับพีเอชด้วยสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น ในการทดลองสุดท้าย พบว่าเกิดตะกอนชุ่นสีขาวของแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต และจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

หลังการทดลอง ซึ่งเตรียมตัวอย่างน้ำดังนี้

1. ตัวอย่างน้ำใสส่วนบน ใช้สัญญลักษณ์ย่อ 'R'

2. ตัวอย่างน้ำใสส่วนบนที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ขนาด 0.45 ไมครอน แล้วนำมาวิเคราะห์ ใช้สัญญลักษณ์ย่อ 'F'

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังการทดลองเป็นดังนี้

ลักษณะน้ำตัวอย่าง	ตัวอย่างน้ำ 'R'	ตัวอย่างน้ำ 'F'
แอมโมเนียไนโตรเจน	5495	3483
ฟอสเฟต	17.0	11.5
พีเอช	8.53	8.68

หน่วย ความเข้มข้นแอมโมเนียไนโตรเจน : มก./ล.คิดในรูปไนโตรเจน
ความเข้มข้นฟอสเฟต : มก./ล.คิดในรูปฟอสฟอรัส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 20

วัน-เดือน-ปี :13 กุมภาพันธ์ 2530

ลักษณะการทดลอง : 1. เตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ แล้วนำมาใช้ทดลองทันที

2. ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับพีเอชให้เป็นเบส

3. วิธีการทดลองและปริมาตรสารละลายที่ใช้ เหมือนการทดลองที่ 19 ในหัวข้อ ย.4 (ยกเว้นไม่ทำวิธีการทดลองข้อ 6)

1. การเตรียมสารละลายก่อนการทดลอง

ทำการทดลอง 3 จาร์โดยเตรียมสารละลายฟอสเฟต ด้วยไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต โดยมีความเข้มข้นในแต่ละจาร์ดังนี้

จาร์ที่	$(NH_4)_2HPO_4$:กรัม	ปริมาตรสุดท้าย :มล.	ความเข้มข้นของฟอสเฟต
1	0.5560	100	4000*
2	0.2130	100	500
3	0.0426	100	100

หน่วย ความเข้มข้นฟอสเฟต :มก./ล.คิดในรูปฟอสฟอรัส ยกเว้น * คิดในรูปฟอสเฟต

ความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตที่เตรียมใช้ในการทดลอง ในแต่ละจาร์ จากการคำนวณและจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เป็นดังนี้

จาร์ที่	จากการคำนวณ	จากการวิเคราะห์
1	1305.3	1240
2	500	330
3	100	92

หน่วย :มก./ล.คิดในรูปฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสเฟตที่ใช้ในการทดลอง คือ 25 มล.

ในขั้นตอนการเตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มอล ปรับพีเอชจนเป็นเบส ปริมาตรที่ใช้ 7 มล.

จากการคำนวณความเข้มข้นอิออนและอนุมูลในสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์มีดังนี้

ความเข้มข้นของแมกนีเซียม 5902.6 มก./ล.คิดในรูปแมกนีเซียม
ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน 26173.1 มก./ล.คิดในรูปไนโตรเจน

และจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์เป็น 22640 มก./ล.คิดในรูปไนโตรเจน

ปริมาตรสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ที่ใช้ในการทดลอง คือ 25 มล.

2. การทดลองการตกตะกอนทางเคมี

วิธีการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 19 ในหัวข้อ 0.4 แต่ยกเว้นไม่ต้องเติมสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น และไม่ทิ้งไว้ 1 คืน (ตามวิธีการทดลองในข้อ 6) ความเข้มข้นของอิออนและอนุมูลในสารละลายที่ใช้ทดลองจากการคำนวณและจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และปริมาตรของสารละลายรวมสุดท้ายหลังการทดลอง เป็นดังนี้

จารที่	ปริมาตรรวม;มล.	แมกนีเซียม	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต
1	205	720	3335.8(2905)	159.2(151.2)
2	185	798	3597.9(3120)	67.6(44.6)
3	186	793	3529.9(3055)	13.4(12.4)

หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนในข้อ 1
ตัวเลขนอกวงเล็บเป็นค่าได้จากการคำนวณ และตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าได้จากการวิเคราะห์

3. ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าเมื่อปรับพีเอชของสารละลายจนเป็นเบสแล้ว เกิดตะกอนชุ่นสีขาวของแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟตทันที ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 6 นอร์มอลที่ใช้ปรับพีเอช และอุณหภูมิของสารละลายขณะเริ่มปรับพีเอชเป็นดังนี้

จาร์ที่	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	อุณหภูมิ (°ซ.)
1	6.5 มล.	6.5
2	10 มล.	5.5
3	11 มล.	5.0

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังการทดลอง ซึ่งเตรียมตัวอย่างน้ำดังนี้

1. ตัวอย่างน้ำใสส่วนบน ใช้สัญญลักษณ์ย่อ 'R'
2. ตัวอย่างน้ำใสส่วนบนที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ขนาด 0.45 ไมครอน แล้วนำมาวิเคราะห์ ใช้สัญญลักษณ์ย่อ 'F'

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังการทดลองเป็นดังนี้

จาร์ที่		แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	พีเอช
1	R	1067	17	9.52
	F	787	8	9.33
2	R	1016	39.5	7.50
	F	902	12.5	7.35
3	R	1231	45	8.72
	F	1216	11	8.54

หน่วยของแต่ลักษณะเคมีเหมือนในข้อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 21

วัน-เดือน-ปี :14 กุมภาพันธ์ 2530

ลักษณะการทดลอง : 1. เตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์แล้วนำมาใช้ทดลองทันที

2. ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับพีเอชให้เป็นเบส

3. วิธีการทดลองและปริมาตรสารละลายที่ใช้ เหมือนการทดลองที่ 19 ในหัวข้อ ผ.4 (ยกเว้นไม่ทำวิธีการทดลองข้อ 6)

1. การเตรียมสารละลายก่อนการทดลอง

เตรียมสารละลายฟอสเฟต โดยใช้ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.6390 กรัมละลายน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาตรครบ 500 มล. ซึ่งมีความเข้มข้นของฟอสเฟตและแอมโมเนียไนโตรเจน จากการคำนวณและจากการวิเคราะห์ เป็นดังนี้

อนุมูลในสารละลายฟอสเฟต	จากการคำนวณ	จากการวิเคราะห์
แอมโมเนียไนโตรเจน	271	225
ฟอสเฟต	300	370

หน่วย ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน : มก./ล.คิดในรูปไนโตรเจน

ความเข้มข้นของฟอสเฟต : มก./ล.คิดในรูปฟอสฟอรัส

ปริมาตรสารละลายแอมโมเนียไนโตรเจนที่ใช้ในการทดลองคือ จาร์ที่ 1 ปริมาตร 17.5 มล. จาร์ที่ 2 ถึง 4 ปริมาตร 50 มล.

เตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ สำหรับการทดลองในแต่ละจาร์ เป็นดังนี้

จาร์ที่	แมกนีเซียมคลอไรด์;มก	แอมโมเนียมคลอไรด์;มก	ปริมาตรสารละลายสุดท้ายที่เตรียม;มล.	ปริมาตรที่ใช้ทดลอง;มล.
1 *	25	50	500	25
2	4.2354	1.1462	100	50
3	0.8470	1.1462	100	50
4	0.4235	1.1462	100	50

* เตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์เหมือนในการทดลองที่ 19 และ 20

ความเข้มข้นของอิออนและอนุมูลในสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ จากการคำนวณและจากการวิเคราะห์เป็นดังนี้

จาร์ที่	แมกนีเซียม	แอมโมเนียไนโตรเจนจากการคำนวณ	แอมโมเนียไนโตรเจนจากการวิเคราะห์
1	5902.6	26173.1	22640
2	5000	3000	2710
3	1000	3000	2590
4	500	3000	2951

หน่วย ความเข้มข้นของแมกนีเซียม :มก./ล.คิดในรูปแมกนีเซียม

ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน :มก./ล.คิดในรูปไนโตรเจน

2. การทดลองการตกตะกอนทางเคมี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 19 ในหัวข้อ ผ.4 แต่ยกเว้นไม่ต้องเติมสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น และไม่ทิ้งไว้ 1 คืน (ตามวิธีการทดลองในข้อ 6) ความเข้มข้นของอิออนและอนุมูลในสารละลายที่ใช้ทดลองจากการคำนวณและจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และปริมาตรของสารละลายรวมสุดท้ายหลังการทดลอง เป็นดังนี้

จารีที่	ปริมาตรรวม;มล.	แมกนีเซียม	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต
1	185	797.6(*)	3536.9(3194.6)	28.40(35.00)
2	510	490.2(*)	294.1(287.74)	29.40(36.27)
3	513	94.5(*)	292.4(274.36)	29.20(36.06)
4	512	48.8(*)	293.0(310.17)	29.20(36.13)

หน่วยของแต่ละลักษณะเคมีเหมือนในข้อ 1

* หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์

ตัวเลขนอกวงเล็บเป็นค่าได้จากการคำนวณ และตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าได้จากการวิเคราะห์

3. ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เมื่อปรับพีเอชของสารละลายจนเป็นเบสแล้ว ในจารีที่ 1 เกิดตะกอนขุ่นสีขาวของแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟตทันที ส่วนในจารีที่ 2 ถึง 4 กวนสารละลายนานประมาณ 2 นาที จึงเกิดตะกอนขุ่นสีขาวของแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 6 นอร์มอลที่ใช้ปรับพีเอช และอุณหภูมิของสารละลายขณะเริ่มปรับพีเอชเป็นดังนี้

จารีที่	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	อุณหภูมิ (°ซ.)
1	10 มล.	7.5
2	10 มล.	10.5
3	13 มล.	8.0
4	12 มล.	8.0

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังการทดลอง ซึ่งเตรียมตัวอย่างน้ำดังนี้

1. ตัวอย่างน้ำใสส่วนบน หลังจากทิ้งให้ตกตะกอนนาน 1 ชั่วโมง ใช้สัญญลักษณ์ย่อ 'R'

2. ตัวอย่างน้ำใสส่วนบนที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ขนาด 0.45 ไมครอน แล้วนำมาวิเคราะห์ ใช้สัญญลักษณ์ย่อ 'F'

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังการทดลองเป็นดังนี้

จาร์ที่		แอมโมเนีย ไนโตรเจน	ฟอสเฟต	พีเอช
1	R	3084	22.5	7.78
	F	2338	4.5	7.56
2	R	236	25.0	8.08
	F	226	17.5	7.83
3	R	112	23.0	11.27
	F	90	19.0	11.04
4	R	127	32.0	10.70
	F	119	29.0	10.32

หน่วยของแต่ลักษณะเคมีเหมือนในข้อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 22

วัน-เดือน-ปี :15 กุมภาพันธ์ 2530

ลักษณะการทดลอง : เตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ โดยการเติมสารละลายฟอสเฟตลงไปพร้อมกัน

1. การเตรียมสารละลายก่อนการทดลอง

เตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์โดยใช้

แมกนีเซียมคลอไรด์ 0.8471 กรัม

แอมโมเนียมคลอไรด์ 2.0064 กรัม

ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.2554 กรัม

ละลายในน้ำกลั่น และทำปริมาตรสุดท้ายให้ครบ 2 ลิตร

ความเข้มข้นของอิออนและอนุมูลในสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ จากการคำนวณและจากการวิเคราะห์ เป็นดังนี้

ลักษณะทางเคมี	จากการคำนวณ	จากการวิเคราะห์
แมกนีเซียม	50	*
แอมโมเนียไนโตรเจน	300	270
ฟอสเฟต	30	30

* หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์

หน่วย ความเข้มข้นของแมกนีเซียม : มก./ล.คิดในรูปแมกนีเซียม

ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน : มก./ล.คิดในรูปไนโตรเจน

ความเข้มข้นของฟอสเฟต : มก./ล.คิดในรูปฟอสฟอรัส

2. การทดลองการตกตะกอนทางเคมี

ทำการทดลอง 3 จาร์ โดยใช้สารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ที่เตรียมไว้ จาร์

ละ 500 มล. ขั้นตอนการทดลองในแต่ละจาร์เป็นดังนี้

จาร์ที่ 1 ปรับพีเอชให้เป็นเบส ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เติมกรดเกลือเข้มข้น 5 มล. และหยดสารละลายเมธิลเรด 2-3 หยด

จาร์ที่ 2 เติมกรดเกลือเข้มข้น 5 มล. และหยดสารละลายเมธิลเรด 2-3 หยด

จาร์ที่ 3 หยดสารละลายเมธิลเรด 2-3 หยด

นำจาร์ทั้ง 3 ไปปรับอุณหภูมิสารละลายให้ต่ำลง แล้วปรับพีเอชของสารละลายให้เป็นเบส สังเกตุได้จากสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

3. ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เมื่อปรับพีเอชของสารละลายจนเป็นเบสแล้ว ไม่เกิดลักษณะตะกอนของแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต

ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มอลที่ใช้ปรับพีเอช และอุณหภูมิของสารละลายขณะเริ่มปรับพีเอชเป็นดังนี้

จาร์ที่	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	อุณหภูมิ (°ซ.)
1	9.5 มล.	7.0
2	9.75 มล.	11.5
3	0 มล.	7.5

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังการทดลองเป็นดังนี้

จาร์ที่	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	พีเอช
1	262	30	6.4
2	266	30	6.6
3	270	30	7.0

หน่วยของแต่ลักษณะเคมีเหมือนในข้อ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองที่ 23

วัน-เดือน-ปี :20 กุมภาพันธ์ 2530

ลักษณะการทดลอง : 1. เตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์แล้วนำมาใช้ทดลองทันที

2. ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับพีเอชให้เป็นเบส

3. นำสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ทำปฏิกิริยากับน้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่างที่อุณหภูมิของสารละลายต่ำ และพีเอชสารละลายเป็นเบส

3. ขั้นตอนการทดลองเหมือนการทดลองที่ 19 ในหัวข้อ ผ.4 (ยกเว้นไม่ทำวิธีการทดลองข้อ 6)

1. การเตรียมสารละลายก่อนการทดลอง

เตรียมสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ โดยใช้แมกนีเซียมคลอไรด์ 4.2354 ,0.8470,0.4235 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาตรครบ 50 มล. สำหรับใช้ในการทดลอง จาร์ที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ

เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่าง โดยใช้

ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 319.5 มก.

แอมโมเนียมคลอไรด์ 2606.7 มก.

ละลายในน้ำกลั่น ทำปริมาตรให้ครบ 250 มล. ซึ่งจากการคำนวณได้ความเข้มข้นของอนุมูลในสารละลาย ดังนี้

แอมโมเนียไนโตรเจน 3000 มก./ล.คิดในรูปไนโตรเจน

ฟอสเฟต 300 มก./ล.คิดในรูปฟอสฟอรัส

2. การทดลองการตกตะกอนทางเคมี

ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. นำน้ำเสียสังเคราะห์ไม่มีค่าความเป็นด่าง ปริมาตร 50 มล. ใส่ลงในจาร์ทั้ง 3

2. เติมกรดเกลือเข้มข้น 5 มล. แล้วเติมน้ำกลั่น 395 มล.

3. นำสารละลายแมกนีเซียมิกเจอร์ ที่เตรียมไว้เติมลงในจาร์แต่ละจาร์ (ปริมาตร 50 มล.)

4. หยดสารละลายเมธิลเรด 2-3 หยด แล้วนำไปปรับอุณหภูมิของสารละลายให้ลดลง ด้วยการนำจาร์ไปแช่ในอ่างน้ำแข็ง กวนสารละลายอยู่เสมอ

5. ปรับพีเอชด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 6 นอร์มอล จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

ปริมาตรรวมสุดท้ายของสารละลายทั้ง 3 จาร์เป็น 500 มล. ความเข้มข้นของอิออนและอนุมูลในสารละลายที่ใช้ทดลอง จากการคำนวณ(C)และจากการวิเคราะห์(A)เป็นดังนี้

จาร์ที่	แมกนีเซียม	แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต
1 C	500	300	30
A	*	274	35
2 C	100	300	30
A	*	274	35
3 C	50	300	30
A	*	274	35

* หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์

หน่วยของแต่ลักษณะเคมีเหมือนในข้อ 1

3. ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เมื่อปรับพีเอชของสารละลายจนเป็นเบสแล้ว ในจาร์ที่ 1 หลังจากกวนสารละลายนาน 5 นาทีเกิดตะกอนชุ่นสีขาวของแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต ส่วนในจาร์ที่ 2 และ 3 ไม่เกิดลักษณะตะกอน

ปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 6 นอร์มอลที่ใช้ปรับพีเอช และอุณหภูมิของสารละลายขณะเริ่มปรับพีเอชเป็นดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จาร์ที่	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์	อุณหภูมิ (°ซ.)
1	9.75 มล.	9
2	10.00 มล.	10
3	10.00 มล.	10

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังการทดลอง ซึ่งเตรียมตัวอย่างน้ำดังนี้

1. ตัวอย่างน้ำใสส่วนบน หลังจากทิ้งให้ตกตะกอนนาน 1 ชั่วโมง ใช้สัญญลักษณ์ย่อ 'R'

2. ตัวอย่างน้ำใสส่วนบนที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ขนาด 0.45 ไมครอน แล้วนำมาวิเคราะห์ ใช้สัญญลักษณ์ย่อ 'F'

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังการทดลองเป็นดังนี้

จาร์ที่		แอมโมเนียไนโตรเจน	ฟอสเฟต	พีเอช
1	R	254	16.0	7.20
	F	244	9.5	7.12
2	R	262	31.0	7.88
	F	251	26.5	7.88
3	R	260	34.0	6.70
	F	256	30.5	6.70

หน่วยของแต่ลักษณะเคมีเหมือนในข้อ 1

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้วิจัย นายนิธิวัฒ จำรูญรัตน์

เกิด วันที่ 2 เมษายน พ.ศ.2505 ที่กรุงเทพมหานคร

การศึกษา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อ พ.ศ.2526

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย