ผลของแอนไอออนในน้ำต่อการสังเคราะห์และการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก

น.ส.ชัญญานุช จันทเตมีย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Effects of anions in water on synthesis and dilution of peracetic acid

Miss Chanyanuch Chantatemee

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Chemical Engineering
Department of Chemical Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของแอนไอออนในน้ำต่อการสังเคราะห์และการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก
โดย	น.ส.ชัญญานุช จันทเตมีย์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ธราธร มงคลศรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.เหมือนเดือน พิศาลพงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธราธร มงคลศรี)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เมริกา ฉันทานุมัติอาภรณ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สร้อยพัทธา สร้อยสุวรรณ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชัญญานุช จันทเตมีย์ : ผลของแอนไอออนในน้ำต่อการสังเคราะห์และการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก. (Effects of anions in water on synthesis and dilution of peracetic acid) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ธราธร มงคลศรี

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของแอนไอออนที่มีต่อเสถียรภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์, การเตรียมกรดเปอร์อะซีติก และการเจือจางสารละลายกรดเปอร์อะซีติก แอนไอออนที่ทำการศึกษาได้แก่ คลอไรด์, ซัลเฟต, ไบคาร์บอเนต, คาร์บอเนต, ไฮดรอกไซด์ และไนไตรท์ (ใช้เกลือโซเดียมทั้งหมด) ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายเจือจางเปรียบเทียบ การผสมกรดอะซีติก, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และ น้ำกลั่น/น้ำที่มีแอนไอออนเจือปนอยู่ กระทำในขวดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง การทดลองกระทำที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบการดำเนินไปของปฏิกิริยาด้วยเทคนิคการไทเทรต ระบุปริมาณกรดทั้งหมดและกรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้นด้วยการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ด้วยเครื่อง Auto titrator ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์วัดด้วยการไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตสามารถเร่งการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง ในขณะที่ไฮดรอกไซด์ทำให้เกิดการสลายตัวทันทีและรุนแรงหลังการผสม ผลของแอนไอออนเหล่านี้ยังคงปรากฏอยู่ในระหว่างการเตรียม/การเจือจางสารละลายกรดเปอร์อะซีติก คลอไรด์และไนไตรท์สามารถเร่งการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้เมื่อมีกรดร่วมอยู่ (กล่าวคือในระหว่างการเตรียม/การเจือจางกรดเปอร์อะซีติก) ในขณะที่ซัลเฟตไม่ส่งผลใด ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2564 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6370063521 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEYWORD:

Chanyanuch Chantatemee : Effects of anions in water on synthesis and dilution of peracetic acid. Advisor: Assoc. Prof. THARATHON MONGKHONSI, Ph.D.

This research investigated effects of anions on the stability of hydrogen peroxide, peracetic acid preparation, and dilution of peracetic acid mixture. The anions investigated were chloride, sulfate, bicarbonate, carbonate, hydroxide, and nitrite (all were sodium salts). Distilled water was used as reference diluent. The mixings of acetic acid, hydrogen peroxide, and distilled water/salt solutions were carried out in HDPE bottles. The experiments were carried out at room temperature. The progress of reaction was monitored by titration method. Total acid and peracetic acid formation were determined by titration using NaOH solution with an auto titrator. Hydrogen peroxide concentration was determined using titration with $KMnO_4$ solution. Experimental results show that bicarbonate and carbonate can rapidly accelerate the decomposition of hydrogen peroxide within a few hours while hydroxide causes the decomposition immediately and severely after the mixing. The effects of these anions still exist during the preparation/dilution of peracetic acid. Chloride and nitrite ion can accelerate the decomposition of hydrogen peroxide in the presence of an acid i.e. during peracetic acid preparation and dilution while sulfate shows no effect.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Chemical Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุนในด้านการศึกษา กิจกรรมต่างๆ และให้คำแนะนำในการดำเนินชีวิต อีกทั้งกำลังใจที่มีให้กับข้าพเจ้าเสมอมา วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับการช่วยเหลือ และคำแนะนำ รวมถึงแนวทางการแก้ปัญหาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ธราธร มงคลศรี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้า ตลอดจนให้ความรู้ในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากด้านวิชาการ และต้องขอขอบคุณ บริษัท เบ็ทเทอร์ฟาร์มา จำกัด ที่สนับสนุนเงินในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร.เหมือนเดือน พิศาลพงศ์ เป็นประธานในการสอบ อาจารย์ ดร.เมริกา ฉันทานุมัติอาภรณ์ เป็นกรรมการในการสอบ และรองศาสตราจารย์ ดร.สร้อยพัทธา สร้อยสุวรรณ เป็นกรรมการภายนอก ที่ได้ให้คำแนะนำ และคำชี้แนะเกี่ยวกับแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณนายววรณดา อินทรปัญญา และนายณพวัสส์ ธัมพิพิธ ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี ที่ให้คำแนะนำการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ และช่วยเหลือจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี ตลอดจนดูแลความปลอดภัยภายในพื้นที่ห้องปฏิบัติการ

สุดท้ายข้าพเจ้าขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ที่คอยเป็นกำลังใจ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ที่ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินการต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ชัญญานุช จันทเตมีย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญรูปภาพ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.4 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ที่จะนำเสนอ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 6

2.2 กรดอะซีติก (CH_3COOH) 7

2.3 กรดเปอร์อะซีติก (CH_3CO_3H) 9

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

2.5 สรุปการทบทวนวรรณกรรม 12

บทที่ 3 วิธีการทดลอง 13

3.1 การเตรียมและการหาความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) 13

3.2 การหาความเข้มข้นสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 14

3.3 การเตรียมและการหาความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 การเตรียมและการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Auto Titrator 16
3.5 การหาปริมาณกรดอะซีติก กรดเปอร์อะซีติก และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ตัวอย่างการคำนวณรายงานไว้ในภาคผนวก จ) 17
3.6 การเตรียมสารละลาย 19
บทที่ 4 ผลการทดลอง 22
4.1 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 22
4.2 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 25
4.3 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก 41
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ 56
5.1 สรุปผลการทดลอง 56
5.2 ข้อเสนอแนะ 57
ภาคผนวก 59
ภาคผนวก ก การคำนวณค่าความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) 60
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณหาความเข้มข้นสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 61
ภาคผนวก ค คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 62
ภาคผนวก ง การหาจุดสมมูลจากกราฟการไทเทรต 63
ภาคผนวก จ ตัวอย่างการคำนวณหาค่าปริมาณรวมของกรดอะซีติก กรดอะซีติกที่ใช้ทำปฏิกิริยา กรดอะซีติกที่เหลือ ปริมาณรวมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ทำปฏิกิริยา และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลือ 66
ภาคผนวก ฉ การคำนวณการชั่งแอนไอออนที่ใช้ในการศึกษาเพื่อให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ 68
ภาคผนวก ช การคำนวณการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกจาก 15%w/w เป็น 5%w/w 71
ภาคผนวก ซ ข้อมูลดิบการไทเทรตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 72
ภาคผนวก ฌ ข้อมูลดิบการไทเทรตด้วยเครื่อง Autor Titrator ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w 77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ญ ข้อมูลดิบการไทเทรตด้วยเครื่อง Autor Titrator ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w เพื่อใช้เจือจาง 210

ภาคผนวก ฎ ข้อมูลดิบการไทเทรตด้วยเครื่อง Autor Titrator ในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w 223

ภาคผนวก ฏ ข้อมูลดิบการไทเทรตด้วยเครื่อง Autor Titrator ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w เพื่อนำผลไปเปรียบเทียบกับกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w 304

บรรณานุกรม 313

ประวัติผู้เขียน 316

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 3.1 เครื่อง Auto titrator ที่ใช้ในการไทเทรต (Metrohm 785 DMP Titrano)..... 16

รูปที่ 3.2 กราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมและค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมและอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml)..... 17

รูปที่ 4.1 แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หลังจากเจือจางด้วยน้ำที่มีแอนไอออนต่างกัน 6 ชนิด เทียบกับน้ำกลั่น..... 24

รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในการผลิต PAA 5%w/w โดยใช้น้ำกลั่น ... 27

รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในการผลิต PAA 15%w/w โดยใช้น้ำกลั่น . 28

รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมซัลเฟต..... 30

รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมไนไตรท์ 32

รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมคลอไรด์..... 34

รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์..... 36

รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต 37

รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต 38

รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ PAA เมื่อใช้น้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ กัน 39

รูปที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Total H_2O_2 เมื่อใช้น้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ กัน 40

รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในการผลิต PAA 15%w/w..... 42

รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA 15%w/w ด้วยน้ำกลั่น. 44

รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA 15%w/w ด้วยโซเดียมซัลเฟต..... 46

รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA ด้วยโซเดียมไนไตรท์.... 47

รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจางกรด PAA 15%w/w ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์..... 49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA 15%w/w ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต 50

รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA 15%w/w ด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 51

รูปที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA %w/w ด้วยโซเดียมคลอไรด์..... 53

รูปที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA 15%w/w ให้เหลือความเข้มข้น 5%w/w ด้วยน้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ กัน 54

รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวม เมื่อใช้น้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ กันในการเจือจาง..... 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (%w/w) ที่ได้จากการไทเทรตด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 24

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.2 27

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.3 28

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.4 30

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.5 32

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.6 34

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.7 36

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.8 37

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.9 38

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.10 39

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.11 40

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.12 42

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.13 44

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.14 46

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.15 47

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.16 49

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.17 50

ตารางที่ 4.18 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.18 51

ตารางที่ 4.19 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.19 53

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.20 54

ตารางที่ 4.21 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.21 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ และขอบเขตของงานวิจัย รวมถึงเนื้อหาโดยรวมของวิทยานิพนธ์

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กรดเปอร์อะซีติก (Peracetic acid : $H_3CC(O)OOH$) เป็นสารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่ไม่เสถียร มีสถานะเป็นของเหลว ไม่มีสี แต่มีกลิ่นฉุน และมีฤทธิ์กัดกร่อนสูง อีกทั้งเป็นสารเคมีประเภทสารออกซิไดซ์ ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมนำมาทำความสะอาดและใช้เป็นสารฆ่าเชื้อ โดยสามารถสัมผัสกับอาหารได้โดยตรง ไม่ทิ้งสารตกค้างที่มีผลต่ออาหาร นอกจากนี้ยังสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (เช่น Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli เป็นต้น) [1] เชื้อราและยีสต์ และเชื้อไวรัสได้อีกด้วย โดยกรดเปอร์อะซีติกนั้นเตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide : H_2O_2) กับกรดอะซีติกเข้มข้น (Acetic acid glacial : $H_3CC(O)OH$) ดังสมการ 1.1

$$H_3CC(O)OH + H_2O_2 \leftrightarrow H_3CC(O)OOH) + H_2O \qquad (1.1)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แต่เนื่องจากความไม่เสถียรของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้เป็นสารตั้งต้น ซึ่งในทางปฏิบัติไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะอยู่ในรูปของสารละลายร่วมกับน้ำ ดังนั้นจึงเป็นเหตุให้ในการสังเคราะห์กรดเปอร์อะซีติกจึงมีน้ำร่วมอยู่ด้วยเสมอ โดยปริมาณน้ำนี้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้เป็นสารตั้งต้นและที่เติมเข้าไปปรับความเข้มข้นที่สภาวะสมดุล โดยเมื่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวจะได้ออกซิเจนและน้ำ ดังสมการ 1.2

$$2H_2O_2 \leftrightarrow O_2 + 2H_2O \qquad (1.2)$$

โดยปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน เมื่อสลายตัวจะมีความร้อนออกมาประมาณ 2,885 kJ/kg [2] ในขณะที่ความร้อนในการทำให้น้ำที่มีสถานะของเหลวเดือดกลายเป็นไอน้ำนั้นจะต้องใช้ความร้อนประมาณ 2,257 kJ/kg [3] ดังนั้นถ้าหากสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มี

ความเข้มข้นมากพอ ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวนี้มากเพียงพอที่จะทำให้น้ำในปฏิกิริยานั้นเดือดกลายเป็นไอได้ ทำให้ความดันในภาชนะที่บรรจุเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว จนอาจนำไปสู่การเกิดอันตรายต่างๆได้ เช่น การระเบิดของภาชนะที่บรรจุ เพลิงไหม้จากการรั่วไหล และการปนเปื้อนจากสารที่เป็นเบสจนนำไปสู่การระเบิด เป็นต้น นอกจากนี้ปฏิกิริยาการเกิดกรดเปอร์อะซีติกเป็นปฏิกิริยาที่ถูกคุมด้วยสมดุลเคมี ตามสมการที่ 1.1 ดังนั้นการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นำไปสู่การสลายตัวของกรดเปอร์อะซีติกเช่นกัน เพราะปฏิกิริยาจะดำเนินย้อนกลับไปเป็นสารตั้งต้นเพื่อรักษาสมดุลเคมี โดยสาเหตุที่ทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวมีหลายปัจจัย ดังนี้ อุณหภูมิ, ความเข้มข้น, สารปนเปื้อน, สารประกอบไอออนิกที่ละลายน้ำได้ และสารเพิ่มความความเสถียร โดยในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง pH สูง (>7) และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่ำเป็นสภาวะที่ส่งผลเสียต่อเสถียรภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ นอกจากนี้อัตราการสลายตัวจะถูกเร่งให้สลายตัวเมื่อถูกแสงแดด และสารปนเปื้อน เช่น แคทไอออนของโลหะ (เช่น เหล็ก, สังกะสี, ทองแดง, อะลูมิเนียม)

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาผลของแอนไอออนที่มีอยู่ในน้ำ โดยน้ำมีความสำคัญในกระบวนการผลิตกรดเปอร์อะซีติกเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้น้ำในการปรับความเข้มข้นของสารตั้งต้นนั่นคือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพื่อให้สุดท้ายได้องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้นตามที่ต้องการ นอกจากกระบวนการผลิตแล้วน้ำยังมีความสำคัญในด้านการนำไปใช้งานสำหรับผู้ที่ซื้อกรดเปอร์อะซีติกไปใช้ โดยก่อนใช้อาจต้องทำการเจือจางกรดเปอร์อะซิติกให้มีความเข้มข้นที่ต่ำลงก่อนเพื่อให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้ ดังนั้นจะเห็นว่าน้ำมีความสำคัญทั้งด้านกระบวนการผลิตและด้านการนำไปใช้งาน ซึ่งน้ำในแต่ละพื้นที่มีคุณสมบัติและมีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาชนิดของแอนไอออนในน้ำที่จะส่งผลต่อการสังเคราะห์และการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก โดยจะศึกษาผลของแอนไอออนการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ศึกษาผลของแอนไอออนในการสังเคราะห์กรดเปอร์อะซีติก และศึกษาผลของแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก โดยแอนไอออนในน้ำที่ทำการศึกษาจะใช้ความเข้มข้น 0.1 N เนื่องจากในแหล่งน้ำแต่ละแห่งไม่ควรมีการปนเปื้อนของแอนไอออนเกินค่านี้ โดยทำการศึกษา 6 ชนิด ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ ($NaCl$), โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4), โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$), โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3), โซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) และโซเดียมไนไตรท์ ($NaNO_2$) ซึ่งคลอไรด์และซัลเฟตจะพบมากในแหล่งน้ำที่เป็นน้ำกร่อยไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตมักจะพบในแหล่งน้ำธรรมชาติที่ไหลผ่านแหล่งที่มีหินปูน นำมาใช้เนื่องจากมีสภาพเป็นเบสอ่อนซึ่งจะเพิ่มค่า pH ของน้ำ ส่วนไฮดรอกไซด์ซึ่งมีสภาพเป็นเบสแก่นำมาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบผลที่เกิดระหว่างเบสแก่กับเบสอ่อน ส่วนไนไตรท์ซึ่งมาจากปุ๋ยเคมีที่สามารถถูกออกซิไดซ์ได้ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ดังนั้นการศึกษาผลกระทบของแอนไอออนในน้ำที่เกิดขึ้น จะเป็นการช่วยลดขั้นตอนและลดต้นทุนในการกำจัดสารปนเปื้อนต่าง ๆ ใน

แหล่งน้ำได้อีกด้วย และที่สำคัญลดความเป็นอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของการทำงานวิจัยมี 3 ข้อ ดังนี้

(1) ศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออน (คลอไรด์, ซัลเฟต, ไบคาร์บอเนต, คาร์บอเนต, ไฮดรอกไซด์ และไนไตรท์) ในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

(2) ศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออน (คลอไรด์, ซัลเฟต, ไบคาร์บอเนต, คาร์บอเนต, ไฮดรอกไซด์ และไนไตรท์) ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก

(3) ศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออน (คลอไรด์, ซัลเฟต, ไบคาร์บอเนต, คาร์บอเนต, ไฮดรอกไซด์ และไนไตรท์) ในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของการทำงานวิจัยมี 13 ข้อ ดังนี้

(1) ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 50%w/w (Food grade) ในการศึกษาการสลายตัว

(2) ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 50%w/w มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 35%w/w และใช้กรดอะซีติกความเข้มข้น 99.8%w/w (AR grade) ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติกความเข้มข้น 5%w/w

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(3) ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 50%w/w และใช้กรดอะซีติก (CH_3COOH) ความเข้มข้น 99.8%w/w (AR grade) ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติกความเข้มข้น 15%w/w และนำมาเจือจางให้เหลือความเข้มข้น 1 ใน 3 ด้วยน้ำที่มีแอนไอออนต่างชนิดกัน

(4) ผลิตกรดเปอร์อะซีติก (PAA) ที่ความเข้มข้น 5%w/w และ 15%w/w โดยมีความเข้มข้นขององค์ประกอบอื่น ๆ ที่สภาวะสมดุลอยู่ในช่วงดังต่อไปนี้

(i) กรดเปอร์อะซีติกความเข้มข้น 5%w/w

- Hydrogen peroxide	≥20.0	%w/w
- Acetic acid (%w/w)	≥11.0	%w/w
- Peracetic acid (%w/w)	≥5.0	%w/w

(ii) กรดเปอร์อะซีติกความเข้มข้น 15%w/w

- Hydrogen peroxide ≥9.0 %w/w
- Acetic acid (%w/w) ≥35.0 %w/w
- Peracetic acid (%w/w) ≥15.0 %w/w

(5) แอนไอออนน้ำได้ที่นำมาทดสอบ ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl), โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4), โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$), โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3), โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโซเดียมไนไตรท์ ($NaNO_2$)

(6) ความเข้มข้นของแอนไอออนในน้ำที่นำมาทดสอบอิงจากจำนวนกรัมสมมูลของสารในสารละลาย 1 ลิตร (Normality) มีค่าเท่ากับ 0.1 N

(7) ทำการทดลองการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การผลิตกรดเปอร์อะซีติก และการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกที่อุณหภูมิห้อง

(8) การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะหยุดทำการเก็บผลการทดลองเมื่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีการสลายตัวเกิน 50% ถ้าหากมีการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไม่ถึง 50% จะหยุดเก็บผลการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน

(9) การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w จะทำการทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน

(10) การผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w เพื่อนำมาเจือจาง จะทำการทดลองเป็นระยะเวลา 14 วัน เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่ปฏิกิริยาเข้าสู่สมดุล

(11) การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกจะทำการเจือจางและติดตามผลการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเป็นระยะเวลา 14 วัน

(12) วิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในปฏิกิริยาด้วยเครื่อง Auto Titrator Metrohm 785 DMP Titrino โดยการไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

(13) วิเคราะห์หาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาโดยการไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนส ($KMnO_4$)

1.4 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ที่จะนำเสนอ

วิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของงานวิจัย รวมถึงขอบเขตและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงทฤษฎีและข้อมูลจากเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

บทที่ 3 วิธีการทดลอง กล่าวถึงวิธีการทำการทดลองตั้งแต่การเตรียมสาร วิธีการเก็บผลการทดลอง และวิธีที่ใช้วิเคราะห์ผลการทดลอง

บทที่ 4 อภิปรายผลการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก และผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกให้มีความเข้มข้นต่ำลง

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองในบทที่ 4

ภาคผนวก แสดงข้อมูลดิบ ตัวอย่างการคำนวณ และกราฟหรือตารางการไททเรตที่ได้จากเครื่อง Auto Titrator ซึ่งละไว้ในเนื้อหาหลัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย รวมถึงงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก

2.1 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide : H_2O_2) เป็นสารประกอบเปอร์ออกไซด์ (หนึ่งโมเลกุลมีไฮโดรเจนและออกซิเจนอย่างละสองอะตอม โดยออกซิเจนสองอะตอมเชื่อมกันด้วยพันธะเดี่ยว) มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสีที่อุณหภูมิห้อง มีความหนืดสูงกว่าน้ำเล็กน้อย มีรสขม มีจุดเดือดที่ 150.2 °C และจุดหลอมเหลวที่ -0.43 °C

โดยปกติไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะสลายตัวไปเองอย่างช้า ๆ ได้น้ำและแก๊สออกซิเจนเป็นสารผลิตภัณฑ์ โดยการมีแสงสว่างและความร้อนจะช่วยเร่งการสลายตัวเร็วให้เกิดไวขึ้น นอกจากนี้หากมีส่วนผสมของโลหะ โดยเฉพาะเหล็ก แมงกานีส ทองแดง จะทำให้เกิดการสลายตัวเร็วยิ่งขึ้น [4] วิธีการเก็บรักษาคือให้เก็บไว้ในที่มืด ในภาชนะทึบแสง และในที่เย็น นอกจากนี้อาจเติมสารบางชนิดลงไปเล็กน้อย เช่น แอลกอฮอล์ เพื่อป้องกันไม่ให้สลายตัวเร็วเกินไป [5] ปฏิกิริยาการสลายตัวเป็นไปตามสมการที่ 2.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$2H_2O_2(aq) \longrightarrow 2H_2\,(g) + O_2\,(g) \qquad (2.1)$$

โดยทั่วไปไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะอยู่ในรูปของสารละลายที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 3-90% มักใช้เป็นสารฟอกสีในอาหาร, สารทำความสะอาด, ทำน้ำยาบ้วนปาก, น้ำยาฆ่าเชื้อ และใช้ฆ่าเชื้อโรคบนผิวหนัง โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลชีพหลายชนิด เช่น ไวรัส, แบคทีเรีย, ยีสต์, และสปอร์แบคทีเรีย นอกจากนี้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 90% สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงขับเคลื่อนจรวด และจัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 [6] โดยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไม่ติดไฟ แต่ช่วยให้สารอื่นติดไฟได้ง่าย ห้ามสัมผัสกับสารที่ติดไฟได้ง่ายหรือสารรีดิวซ์ เมื่อถูกความร้อนหรือโลหะเสี่ยงต่อการเกิดไฟไหม้และระเบิด

เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีฤทธิ์กัดกร่อน การหายใจเอาสารชนิดนี้เข้าไป อาจทำให้เกิดอาการเจ็บคอ ไอ หายใจผิดปกติ เมื่อรับประทานเข้าไปจะเกิดอาการปวดท้อง ท้องร่วง และ

อาเจียนได้ เมื่อสัมผัสถูกดวงตาจะก่อให้เกิดอาการระคายเคือง ตาแดง สายตาอาจพร่ามัวได้ และเมื่อสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้เกิดจุดด่างขาวบนผิวหนัง เกิดผื่นแดงหรือผิวหนังไหม้ นอกจากนี้การ ล้างแผลด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ยังทำให้แผลสมานได้ช้าและเกิดแผลเป็นอีกด้วย [7]

2.2 กรดอะซีติก (CH_3COOH)

กรดอะซีติก (Acetic acid : CH_3COOH) หรือกรดน้ำส้ม เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบได้ในธรรมชาติ มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเป็นเอกลักษณ์ มีรสเปรี้ยวระเหยง่าย ละลายได้ในน้ำ แอลกอฮอล์ และกลีเซอรีน มีความเสถียร มีจุดเดือดที่ 118 °C และ จุดหลอมเหลวที่ 16 °C เมื่อแข็งตัวจะมีลักษณะเป็นผลึกใส โดยผลึกของกรดอะซีติกจะมีความบริสุทธิ์สูงมาก ซึ่งเรียกว่าหัวน้ำส้มหรือกรดกลาเซียอะซีติก (Glacial Acid) ที่ได้จากการสกัดทางเคมี

การผลิตกรดอะซีติกสามารถทำได้จากการหมักตามธรรมชาติ หรือการสังเคราะห์ โดยการหมักตามธรรมชาติเป็นการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ เช่น แป้งมัน, ข้าว, ข้าวโพดน้ำผลไม้, สับปะรด, แอปเปิ้ล, กากน้ำตาล และน้ำตาล เป็นต้น ซึ่งการหมักจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การหมักน้ำตาลที่มีอยู่ในวัตถุดิบให้เปลี่ยนเป็นแอลกอฮอลล์ (Alcohol fermentation) ทำปฏิกิริยาภายใต้อุณหภูมิ 30 °C ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน โดยจะมีการใช้ยีสต์ชนิด Saccharomyces Cerevisiae เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ต้องทำการหมักนาน 72-80 ชั่วโมง จะได้แอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา หลักจากนั้นการหมักแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซีติกจะเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง โดยการใส่แบคทีเรียแอซีโตแบคเตอร์เข้าไปเร่งปฏิริยาระหว่างแอลกอฮอล์ที่หมักได้กับออกซิเจนที่อุณหภูมิ 15-34 °C ก็จะได้กรดอะซิติกกับน้ำออกมาดังสมการ 2.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$2C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O \qquad (2.2)$$

ส่วนการสังเคราะห์สามารถสกัดได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการเมทานอลคาร์บอนิเลชั่น (Methanol Carbonylation) ได้กรดอะซีติกซึ่งนำไปใช้ในอุตสาหกรรม เอทิลีนออกซิเดชั่น (Ethylene Oxidation) และอะซีทัลดีไฮด์ออกซิเดชั่น (Acetaldehyde Oxidation) จะได้กรดอะซีติกที่สามารถนำมารับประทานได้ การผลิตกรดอะซีติกทั้ง 3 วิธีนี้จะเป็นการผลิตกรดอะซีติกด้วยขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สารตั้งต้นเป็นแอลกอฮอล์

กรดอะซีติกสามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ทั้งด้านอาหาร การแพทย์ อุตสาหกรรม และการเกษตร ดังนี้

- ด้านอาหาร นอกจากการใช้เพื่อปรุงรสอาหาร กรดอะซีติกยังช่วยในการถนอมอาหารและป้องกันการเน่าเสียจากจุลินทรีย์บางชนิดได้ด้วย โดยใช้ในรูปของน้ำส้มสายชูแท้ที่มีกรดอะซีติกเข้มข้น 5-10% หรือสารละลายกรดอะซีติกเข้มข้น 25-80% ใส่ในอาหารเพื่อเข้าไปปรับสภาวะความเป็นกรด-ด่างของอาหารให้ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้อาหารเก็บไว้ได้นาน เช่น น้ำสลัด, ผักดอง และผลไม้บางชนิด เป็นต้น และเกลือของกรดอะซิติก เช่น โซเดียมอะซิเตต หรือแคลเซียลอะซิเตต นำมาใส่ในขนมปังหรือขนมปังอบเพื่อป้องกันขนมเสียจากเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในขนมปัง

- ด้านการแพทย์ นำมาใช้เป็นตัวทำละลายเพื่อเตรียมสารหรือผสมกับสารอื่นในการผลิตยาบางชนิด เช่น ยาแอสไพริน เป็นต้น และมีการนำมาผลิตยาหยอดหูสำหรับรักษาโรคหูอักเสบ โดยที่กรดอะซีติกที่ผสมอยู่ในยารักษาหูจะเข้าไปยับยั้งการเจริญเติบโตของของเชื้อราและเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคหูอักเสบ

- ด้านอุตสาหกรรม ในอุตสาหกรรมจะใช้กรดอะซีติกที่สังเคราะห์ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกรดอะซีติกที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ มีการเจือปนของโลหะหนัก โดยกรดอะซีติกแบบนี้จะมีราคาถูกจึงเป็นที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรม เช่น การผลิตพลาสติก, การผลิตสีย้อมผ้า, การผลิตเส้นใยโพลิเมอร์, ผลิตกาว, อุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ และใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง เป็นต้น

- ด้านการเกษตร ได้มีการนำกรดอะซีติกมาผสมในยาฆ่าแมลง ยากำจัดเชื้อราและเชื้อจุลินทรีย์ในผักผลไม้หรือนำมาผสมในน้ำหมักชีวภาพ เพื่อช่วยในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อราที่สร้างความเสียหายให้กับผักผลไม้ [8]

นอกจากนี้ยังมีอันตรายที่เกิดจากกรดอะซีติกด้วยโดยกรดอะซีติกเป็นสารที่ลุกติดไฟได้ สามารถเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรงได้ เป็นอันตรายเมื่อทำปฏิกิริยากับโลหะชนิดต่างๆ ในสภาพที่เป็นไอระเหยหรือแก๊ส เมื่อสัมผัสกับอากาศก่อให้เกิดการระเบิดได้ [9] อันตรายจาการสัมผัสทำให้เกิดการระคายเคืองผิวหนังเนื่องจากกรดอะซีติกมีความเป็นกรดเมื่อสัมผัสกับผิวหนังจะทำให้ผิวหนังเกิดการระคายเคือง คัน แสบ และเป็นรอยแดง ซึ่งถ้าสัมผัสกับกรดอะซีติกชนิดที่มีความเข้นข้นสูงอาจทำให้ผิวหนังเป็นแผล ดังนั้นหากสัมผัสกับกรดอะซีติกควรรีบล้างออกด้วยน้ำทันที หากสูดดมเข้าไปจะทำให้หายใจติดขัด หายใจไม่ออก หรือเยื่อจมูกเกิดอาการอักเสบ หากเข้าตาอาจก่อให้เกิดต้อในตา และอาจทำให้ถึงขั้นตาบอด และถ้าหากบริโภคกรดอะซีติกที่มีความเข้มข้นสูงกว่ามาตรฐานจะทำให้ระบบทางเดินอาหารอักเสบและเป็นแผลได้ [10]

2.3 กรดเปอร์อะซีติก (CH_3CO_3H)

กรดเปอร์อะซีติกเป็นกรดอินทรีย์ที่ไม่เสถียร มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน มีฤทธิ์กัดกร่อนสูงถึง 5% มีคุณสมบัติในการทำลายเชื้อ (Disinfection; Antimicrobial) สูง เนื่องจากมีออกซิเจน 3 อะตอมในโครงสร้าง ทำให้มีความสามารถในการออกซิไดซ์สูง เป็นสารที่ไม่มีการตกค้าง จึงนิยมนำมาใช้ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อสำหรับอุตสาหากรรมอาหาร เช่น ผัก, อาหารทะเล, ภาชนะบรรจุ, อุปกรณ์ผลิตอาหาร และพื้นทางเดินในกระบวนการผลิต สามารถออกฤทธิ์ได้ทั้งเชื้อแบคทีเรีย, ไวรัส, และเชื้อรา มีจุดเดือดที่ 107 ℃ และจุดหลอมเหลวที่ -44 ℃ [11] โดยกรดเปอร์อะซีติกมีกลไกลการทำลายเชื้อเหมือนกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แต่แตกต่างกันตรงที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถถูกทำลายได้ด้วยเอนไซม์ของแบคทีเรีย ในขณะที่เปอร์อะซีติกจะไม่ถูกทำลาย [12] เปอร์อะซีติกสามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดอะซีติกเข้มข้น ดังสมการ 2.3

$$H_3CC(O)OH + H_2O_2 \leftrightarrow H_3CC(O)OOH + H_2O \qquad (2.3)$$

ในปี 1985 หน่วยงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อมในสหรัฐอเมริกาได้จดทะเบียนกรดเปอร์อะซีติกเป็นน้ำยาต้านจุลชีพ สำหรับใช้ในที่ร่ม เพื่อทำความสะอาดพื้น ซึ่งในปัจจุบันมีการลงทะเบียนใช้งานในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมอาหาร, โรงงานผลิตเครื่องดื่ม, โรงบ่มไวน์และเบียร์, สิ่งอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์เรือนกระจก, โรงงานแปรรูปนมและชีส, โรงงานแปรรูปอาหารและพาสเจอร์ไรส์, เครื่องกรองน้ำและยาฆ่าเชื้อ (กรดเปอร์อะซีติกสามารถนำมาใช้สำหรับการฆ่าเชื้อโรควัสดุทางการแพทย์), ใช้เป็นสารฟอกขาวโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผลิตเยื่อกระดาษคราฟท์ และใช้เป็นระบบระบายความร้อนฆ่าเชื้อน้ำหล่อเย็นที่ป้องกันไม่ให้เกิดฟิล์มชีวภาพและมีประสิทธิภาพในการควบคุมแบคทีเรีย Legionella ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากกรดเปอร์อะซีติกเป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรง เมื่อนำมาใช้งานอาจเกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรงต่อผิวหนัง ดวงตา เมื่อเกิดการสัมผัสต้องรีบล้างน้ำออกในปริมาณมาก และระบบทางเดินหายใจ เมื่อสูดดมอาจทำให้เกิดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ โดยอาการที่เกิดจากการได้รับสารนี้คือ รู้สึกแสบร้อน ไอ หายใจถี่และมีเสียง หลอดลมตอนบนอักเสบ ปวดหัว คลื่นไส้ และอาเจียน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

H. Ulrich และ M. Janik [13] ได้ศึกษาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในกระบวนการทำสารฟอกขาว คณะผู้วิจัยพบว่าโดยทั่วไปการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในกระบวนการทำสารฟอกขาวมักเกิดจากการสลายตัวของโลหะทรานสิชัน แต่ยังมีสิ่งอื่นอีกที่ทำให้เกิดการสลายตัวอีกนั่นคือ อุณหภูมิ (thermal decomposition) และ pH (alkaline decomposition) ศึกษาโดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพราะสารทั้ง 3 ชนิดส่งผลต่อค่า pH โดยใช้สารเคมีระดับ AR Grade เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบของโลหะ วิเคราะห์ผลโดยใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 20 g/L ผสมกับสารละลายทั้ง 3 ชนิด 20 g/L ที่มีความเข้มข้น 0.5 M ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 50 °C และ 90 °C ใช้เวลา 60 นาที จากผลการทดลองพบว่าปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป โดยที่เวลาเท่ากัน อุณหภูมิเท่ากัน สารละลายที่ทำให้เหลือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้อยที่สุดคือ สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ส่วนสารละลายที่ทำให้เหลือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากที่สุดนั่นคือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และที่อุณหภูมิสูงกว่าทำให้เกิดการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ไวกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

K.B. Keating และ A.G. Rozner [14] ได้ศึกษาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เมื่อถูกบรรจุอยู่ในเครื่องแก้ว โดยนำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30%w/w มาเจือจางให้เหลือความเข้มข้น 0.3%w/w ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากไอออนและสารอินทรีย์ แล้วใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพพื้นผิว (passivation) ด้วยกรดซัลฟิวริก ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น หลังจากนั้นนำขวดรูปชมพู่ไปอบที่อุณหภูมิ 110 °C นาน 3 ชั่วโมง โดยใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงไป 500 ml และนำไปแช่ใน water bath เพื่อสังเกตการสลายตัวที่อุณหภูมิ 26 °C 37 °C และ 54 °C หลังจากได้อุณหภูมิตามที่ต้องการได้ทำการดูดตัวอย่างมา 10 ml และเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 20%w/v นำมาไทเทรตกับสารละลายเปอร์แมงกาเนสความเข็มข้น 0.07 N จนกระทั่งได้สีชมพู และนำผลการทดลองมาเขียนกราฟระหว่าง $\log c_0/c$ กับเวลา โดย c_0 คือความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เริ่มต้น จากการทดลองพบว่าผิวของเครื่องแก้วสามารถทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวอย่างช้า ๆ โดยอุณหภูมิสูงกว่าจะทำให้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าที่อุณภูมิต่ำ ณ เวลาเท่ากัน

J. Inczedy และ L. Erdey [15] ได้ศึกษากลไกลการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในสารละลายเบส (per-hydroxyl aion) โดย per-hydroxyl anion จะจับกับโมเลกุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เกิดการสลายตัวเป็นโมเลกุล O_2 H_2O และ hydroxide ion (OH^-) โดย hydroxide ion สามารถไปจับกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อีกโมเลกุล กลายเป็น per-hydroxyl anion ได้อีก ทำให้ปฏิกิริยาการสลายตัวดำเนินต่อไปได้เรื่อย ๆ

W.D. Nicoll และ A.F. Smith [16] ได้ศึกษาเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับโซดาไฟ แล้วใช้น้ำปราศจากไอออน และน้ำกลั่น (ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำกลั่นนี้พบว่ามี Cu^{2+} อยู่ในน้ำ อาจเป็นไปได้ว่าในต่างประเทศมีการใช้ท่อทองแดงเป็นท่อประปาในบ้าน) และน้ำประปาในการเจือจาง โดยนำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 35%w/w มาทดสอบ โดยผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ น้ำ และโซดาไฟ นำผลที่ได้มาเขียนกราฟดูการสลายตัว โดยเขียนกราฟระหว่างเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลังผสม 1 ชั่วโมง กับค่า pH โดยผลที่ได้จากการผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ น้ำปราศจากไอออนและโซดาไฟ พบว่าไฮดรอกไซด์ไอออนเป็นตัวที่เริ่มก่อให้เกิดการสลายตัว หลังจากนั้นทำเปลี่ยนจากใช้น้ำปราศจากไอออนมาใช้น้ำกลั่น ซึ่งผลจากการเปลี่ยนปรากฏว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัวอย่างต่อเนื่องเมื่อ pH เพิ่มขึ้น และได้ส่งน้ำกลั่นไปวิเคราะห์ และพบว่ามี Cu^{2+} อยู่ในน้ำ 0.005 ppm และทำการยืนยันผลโดยนำคอปเปอร์ซัลเฟตความเข้มข้น $1x10^{-6}$ M (0.06 ppm) มาใส่ในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยผลลัพธ์ที่ได้ก็เช่นเดิมนั่นคือไฮโดรเจนเปอร์ออกซ์เกิดการสลายตัว และสุดท้ายได้ทำการผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ น้ำประปา และโซดาไฟ ผลที่ได้คือน้ำประปาไม่ได้ส่งผลต่อการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง) โดยในน้ำประปาจะมี เกลือแมกนีเซียมและแคลเซียมในปริมาณสูง (50 ถึง 100 ppm) และได้กล่าวว่าเกลือแมกนีเซียมและแคลเซียมเป็น stabilizers สำหรับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

H.U. Suess และคณะ [17] ได้ศึกษาผลของคาร์บอเนตไอออนต่อประสิทธิภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการอุตสาหกรรมการฟอกเยื่อกระดาษ โดยการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ส่งผลต่อความสว่างและการสกัด นำไฮโดรเจนเปอร์อกไซด์ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 5,000 ppm มาใส่ในสารละลาย buffer ที่มีความเข้มข้น 0.5 mol/l ดังนี้ NaOH (pH= 13) Na_2CO_3 (pH= 11.1) $Na_4P_2O_7$ (pH= 9.8) $NaHCO_3$ (pH= 9.2) และ CH_3COONa (pH= 8.2) ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 70 °C โดยตั้งสมมติฐานว่าตัวที่มี pH สูงกว่าจะทำให้เกิดการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้มากกว่าโดยอ้างอิงสมมติฐานนี้จากสมการ 2.4

$$HOO^- + H_2O_2 \longrightarrow O_2 + OH^- + H_2O \qquad (2.4)$$

ที่ pH สูง สมดุลระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเปอร์ไฮดรอกซิลแอนไอออนจะดำเนินไปข้างหน้า โดยเปอร์ไฮดรอกซิลแอนไอออนสามารถทำกับเปอร์ออกไซด์โมเลกุลต่อไปได้อีก โดยจะสลายตัวเป็นออกซิเจนกับน้ำ ผลการทดลองพบว่าเสถียรภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในโซเดียมไฮดรอกไซด์ (very alkaline caustic soda) ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับไพโรฟอสเฟตและอะซิเตตตามที่ตั้งสมมุติฐานไว้ว่าตัวที่มี pH สูงกว่าจะทำให้เกิดการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้มากกว่า แต่

ผลการทดลองที่ได้ไม่ได้เป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้ทั้งหมด เนื่องจากเสถียรภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตลดลงอย่างรวดเร็วกว่าในโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทั้งๆที่มี pH ต่ำกว่า และการสลายตัวในไบคาร์บอเนตมากกว่าในไพโรฟอสเฟตทั้งที่ไบคาร์บอเนตมี pH ต่ำกว่า คณะผู้วิจัยคาดว่าที่เป็นเช่นนี้น่าจะมี side reaction เกิดขึ้น นอกจากนี้เขายังได้ศึกษาผลของอุณหภูมิอีกด้วย โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, และอุณหภูมิห้อง ศึกษาโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ผสมกับไบคาร์บอเนต 20 g/l ผลที่ได้คือที่อุณหภูมิห้อง, 30 °C และ 40 °C เสถียรภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ยังดีอยู่ แต่ที่อุณหภูมิ 50 °C ขึ้นไปเสถียรภาพลดลงอย่างรวดเร็ว

2.5 สรุปการทบทวนวรรณกรรม

จากงานวิจัยที่ผ่านมามีการนำน้ำที่มีสภาพเป็นเบส โดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในการทดสอบเสถียรภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งพบว่าน้ำที่มีฤทธิ์เป็นเบสส่งผลต่อเสถียรภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยจะทำให้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลง และได้มีการศึกษาเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิที่ใช้ทำปฏิกิริยา โดยอุณหภูมิยิ่งสูงจะยิ่งส่งผลทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวได้รวดเร็วมากขึ้น โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อเสถียรภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อยู่ที่ประมาณอุณหภูมิห้องถึง 40 °C โดยในการทดลองการผลิตกรดเปอร์อะซิกจะใช้สาร 3 ตัวผสมเข้าด้วยกัน คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กรดอะซีติก และน้ำ และเลือกทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาจะนำมาประยุกต์โดยการผสมน้ำที่มีเบสปนเปื้อนอยู่เข้ากับกรดอะซีติกก่อน โดยคาดว่าเบสที่ปนอยู่ในน้ำจะถูกสะเทินด้วยกรดและค่อยเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงไป และติดตามดูการเปลี่ยนแปลงของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดเปอร์อะซีติก ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทำการทดลอง การเตรียมสาร วิธีการเก็บผลการทดลอง และวิธีที่ใช้วิเคราะห์ผลการทดลอง

3.1 การเตรียมและการหาความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)

3.1.1 เตรียมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)

(1) ชั่งน้ำหนักโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตประมาณ 3.16 g

(2) นำมาละลายน้ำ และปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 ml ในขวดสีชา

3.1.2 หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)

(1) ชั่งกรดออกซาลิกประมาณ 0.05 g ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่แห้ง เติมน้ำกลั่นประมาณ 10 ml เพื่อละลายกรดออกซาลิก และเติมสารละลายกรดกำมะถัน (เข้มข้น 1:4) 10 ml จากนั้นทำการเขย่าให้กรดออกซาลิกละลายจนหมด

(2) นำสารละลายไปอุ่นให้ร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส

(3) นำสารละลายในขวดรูปชมพู่มาไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในขณะที่ยังอุ่นอยู่ ถ้ายังมีกรดออกซาลิกเหลืออยู่สีม่วงของเปอร์แมงกาเนตจะหายไป ไทเทรตจนสีม่วงค้างอยู่ประมาณ 30 วินาที ในระหว่างนี้ถ้าสารละลายในขวดรูปชมพู่เย็นตัวลงให้นำไปอุ่นใหม่

(4) ทำการไทเทรตทั้งหมด 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเป็นการไทเทรตอย่างรวดเร็วเพื่อหาว่าจุดยุติมีค่าประมาณเท่าใด จากนั้นจึงค่อยไทเทรตด้วยความระมัดระวังเพิ่มอีก 1 ครั้ง เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความเข้มข้น

(5) คำนวณค่าความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เตรียมได้ (ตัวอย่างการคำนวณรายงานไว้ในภาคผนวก ก) จากสูตร

$$C_{KMnO4} = W_{oxalic}/(90.03 \times 2.5 \times V_{KMnO4}) \times 1000$$

เมื่อ C_{KMnO4} คือ ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M)

W_{oxalic} คือ น้ำหนักของกรดออกซาลิก (g)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

V_{KMnO4} คือ ปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้ (ml)

2.5 คือ อัตราส่วนการทำปฏิกิริยาระหว่าง MnO_4^- กับ $C_2O_4^{2-}$

3.2 การหาความเข้มข้นสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

3.2.1 ในกรณีของตัวอย่างเจือจาง

(1) ปิเปตตัวอย่างมา 10 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่

(2) นำมาเติมสารละลายกรดกำมะถัน (เข้มข้น 1:4) 10 ml และผสมให้เข้ากัน

(3) ทำการไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จนกระทั่งสีม่วงของเปอร์แมงกาเนตไม่หายไป

(4) คำนวณความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากสูตร

$$C_{H2O2} = 2.5 \times (C_{KMnO4} \times V_{KMnO4})/V_{sample}$$

เมื่อ C_{H2O2} คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่าง (M)

V_{sample} คือ ปริมาตรตัวอย่าง (ml)

C_{KMnO4} คือ ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M)

V_{KMnO4} คือ ปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้ (ml)

2.5 คือ อัตราส่วนการทำปฏิกิริยาระหว่าง MnO_4^- กับ H_2O_2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.2 ในกรณีของตัวอย่างเข้มข้นสูง (เช่น สารละลายกรดเปอร์อะซีติก)

(1) ชั่งตัวอย่าง 0.1-0.2 g (ให้ทราบค่าตัวเลขที่แน่นอน) ใส่ในขวดรูปชมพู่ที่แห้งแล้วเติมน้ำกลั่น 10 ml

(2) นำมาเติมสารละลายกรดกำมะถัน (เข้มข้น 1:4) 10 ml และผสมให้เข้ากัน

(3) ทำการไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จนกระทั่งสีม่วงของเปอร์แมงกาเนตไม่ไม่หายไป

(4) คำนวณความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ตัวอย่างการคำนวณรายงานไว้ในภาคผนวก ข) จากสูตร

$$C_{H2O2} = 2.5 \times (C_{KMnO4} \times V_{KMnO4} \times \text{M.W. of } H_2O_2)/W_{sample} \times 100$$

เมื่อ C_{H2O2} คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่าง (%w/w)

W_{sample} คือ น้ำหนักตัวอย่าง (g)

C_{KMnO4} คือ ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M)

V_{KMnO4} คือ ปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้ (L)

M.W. of H_2O_2 คือ มวลโมเลกุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (g/mol)

2.5 คือ อัตราส่วนการทำปฏิกิริยาระหว่าง MnO_4^- กับ H_2O_2

100 คือ ตัวเลขที่ใช้ปรับค่าให้เป็น %

3.3 การเตรียมและการหาความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.3.1 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.5 M

(1) ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 g ใส่ลงในบีกเกอร์

(2) นำมาละลายน้ำ และปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 ml ด้วยขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask)

(3) เทสารละลายลงใส่ในขวดสีชา

3.3.2 การหาความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

(1) นำสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (KHP) มาอบเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 120°C เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง

(2) ชั่งสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลตที่ผ่านการอบประมาณ 0.5 g

(3) นำมาละลายน้ำจนโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลตละลายหมด

(4) นำมาไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ด้วยเครื่อง Auto Titrator

(5) หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ตัวอย่างการคำนวณรายงานไว้ในภาคผนวก ค) จากสูตร

$$C_{NaOH} = W_{KHP}/(204.22 \times 1 \times V_{NaOH}) \times 1000$$

เมื่อ C_{NaOH} คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (M)

W_{KHP} คือ น้ำหนักของโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (g)

V_{NaOH} คือ ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (ml)

1 คือ อัตราส่วนการทำปฏิกิริยาระหว่าง KHP กับ NaOH

3.4 การเตรียมและการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Auto Titrator

3.4.1 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

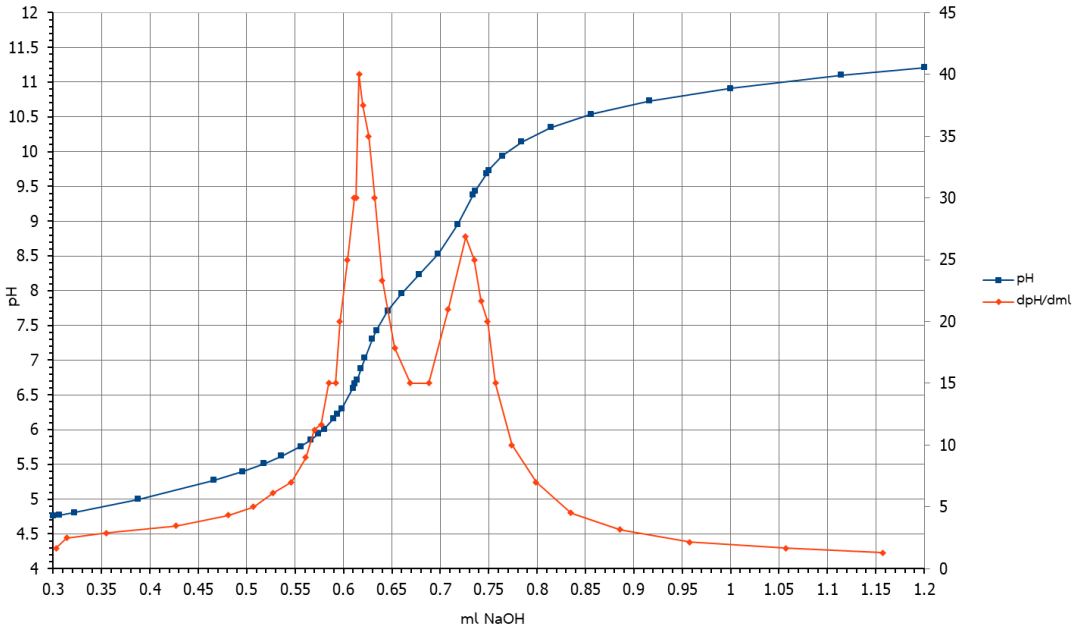
(1) ดูดสารละลายตัวอย่างมาประมาณ 0.1-0.2 g (ให้ทราบค่าตัวเลขที่แน่นอน) ใส่ลงในบีกเกอร์

(2) เติมน้ำกลั่นจนมีระดับท่วมหัว probe และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Auto Titrator กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

รูปที่ 3.1 เครื่อง Auto titrator ที่ใช้ในการไทเทรต (Metrohm 785 DMP Titrano)

3.4.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Auto Titrator

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะมาในรูปของปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับค่า pH ดังเช่นเส้นสีน้ำเงินในรูปที่ 3.2 การหาจุดสมมูลของการไทเทรตจะพิจารณาจากค่า dpH/dml โดยจุดสมมูลจะอยู่ ณ ตำแหน่งจุดยอดของกราฟค่า dpH/dml โดยจุดยอดจุดแรกจะเป็นของกรดอะซีติก และจุดที่สอง (ถ้ามี) จะเป็นของกรดเปอร์อะซีติก (รายละเอียดวิธีการคำนวณค่า dpH/dml รายงานไว้ในภาคผนวก ง)



รูปที่ 3.2 กราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมและค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมและอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml)

3.5 การหาปริมาณกรดอะซีติก กรดเปอร์อะซีติก และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ตัวอย่างการคำนวณรายงานไว้ในภาคผนวก จ)

3.5.1 ปริมาณกรดอะซีติก

ปริมาณของกรดอะซีติกที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จนเกิดเป็นกรดเปอร์อะซีติก หาได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

(1) หาจำนวนโมลของกรดอะซีติก

$$\text{mole of acetic acid (mol)} = \frac{\text{conc.of NaOH (mol/l)} \times \text{ปริมาณ NaOH ที่ใช้ไทเทรต (ml)}}{\text{1000 (ml)}}$$

(2) หาน้ำหนักของกรดอะซีติก

$$\text{weight of acetic acid (g)} = \text{mole of acetic acid (mol)} \times \text{MW. of acetic acid (g/mol)}$$

(3) หาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของกรดอะซีติกตอนเริ่มต้น

$$\%\ \text{initial weight of acetic acid} = \frac{\text{weight of acetic acid (g)}}{\text{weight of sample (g)}} \times 100$$

(4) หาเปอร์เซ็นต์ของกรดอะซีติกที่ใช้ทำปฏิกิริยาไป

$$\% \text{ acetic acid ที่ทำปฏิกิริยา} = \frac{(\text{ปริมาณ NaOH ณ จุดสมมูลที่ 2 - ณ จุดสมมูลที่ 1) (ml)}}{\text{ปริมาณ NaOH ณ จุดสมมูลที่ 2 (ml)}} \times 100$$

(5) หาจำนวนโมลของกรดอะซีติกที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา

$$\text{mole of acetic acid ที่เหลือ (mol)} = \frac{\text{mole of acetic acid (mol)} \times (100 - \% \text{ acetic acid ที่ทำปฏิกิริยา})}{100}$$

(6) หาน้ำหนักของกรดอะซีติกที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา

weight of acetic acid ที่เหลือ (g) = mole of acetic acid ที่เหลือ (mol) × MW. of acetic acid (g/mol)

(7) หาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของกรดอะซีติกที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา

$$\% \text{ acetic acid ที่เหลือ} = \frac{\text{weight of acetic acid ที่เหลือ (g)}}{\text{weight of sample (g)}} \times 100$$

3.5.2 ปริมาณกรดเปอร์อะซีติก

ปริมาณของกรดเปอร์อะซีติกที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กับกรดอะซีติก หาได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

(1) หาจำนวนโมลของกรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้น

$$\text{mole of PAA (mol)} = \frac{\text{mole of acetic acid (mol)} \times \% \text{ acetic acid ที่ทำปฏิกิริยา}}{100}$$

(2) หาน้ำหนักของกรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้น

weight of PAA (g) = mole of PAA (mol) x MW. of PAA (g/mol)

(3) หาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของกรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้น

$$\% \text{ weight of PAA} = \frac{\text{weight of PAA (g)}}{\text{weight of sample (g)}} \times 100$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5.3 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทั้งหมดที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาและที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับกรดเปอร์อะซีติกเกิดเป็นกรดเปอร์อะซีติก หาได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

(1) หาจำนวนโมลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

$$\text{mole of } H_2O_2 \text{ (mol)} = \frac{\text{conc. of } KMnO_4 \text{ (mol/l)} \times \text{ปริมาณของ } KMnO_4 \text{ ที่ใช้ (ml)} \times 2.5}{1000 \text{ (ml)}}$$

(2) หาน้ำหนักของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

$$\text{weight of } H_2O_2 \text{ (g)} = \text{mole of } H_2O_2 \text{ (mol)} \times \text{MW. of } H_2O_2 \text{ (g/mol)}$$

(3) หาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา

$$\%\text{ weight of } H_2O_2 \text{ ที่เหลือ} = \frac{\text{weight of } H_2O_2 \text{ (g)}}{\text{weight of } H_2O_2 \text{ sample ที่ใช้ในการไทเทรต (g)}} \times 100$$

(4) หาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ทำปฏิกิริยา

$$\%\text{ weight of } H_2O_2 \text{ ที่ใช้} = \frac{\%\text{ weight of PAA ที่เกิด} \times \text{MW. of } H_2O_2 \text{ (g/mol)}}{\text{MW. of PAA (g/mol)}}$$

(5) หาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทั้งหมด

$$\%\text{Total weight of } H_2O_2 = \%\text{ weight of } H_2O_2 \text{ ที่เหลือ} + \%\text{ weight of } H_2O_2 \text{ ที่ใช้}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6 การเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลายเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ คือ

- การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
- การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w
- การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก

3.6.1 การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

การศึกษาการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยการใช้น้ำที่มีแอนไอออนเจือปนจะทำการผสมไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ 70 ml กับน้ำกลั่น 30 ml (เพื่อให้ได้ปริมาตรรวมของสารละลายผสม 130 ml เท่ากับการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w ดังที่จะกล่าวในหัวข้อต่อไป) หลังจากนั้นนำมาเติมน้ำกลั่นหรือน้ำที่มีแอนไอออน 30 ml โดยขั้นตอนการเตรียมสารละลาย มีดังนี้

(1) ปิเปตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 50%w/w ปริมาตร 70 ml ใส่ลงในขวด HDPE จำนวน 7 ขวด

(2) เติมน้ำกลั่นปริมาตร 30 ml ลงในภาชนะ

(3) ในกรณีของ Blank (ขวดเปรียบเทียบ) เติมน้ำกลั่น 30 ml

(4) ในกรณีของน้ำที่มีแอนไอออนเจือปนเมื่อปรับปริมาตรเป็น 130 ml แล้วความเข้มข้นของแอนไอออนในสารละลายนั้นจะมีค่า 0.1 N ดังนั้นในกรณีของโซเดียมคลอไรด์จะชั่งสาร 0.76 g นำมาละลายน้ำ 30 ml จะได้ปริมาตรรวมของสารละลายเป็น 130 ml และความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออนจะมีค่า 0.1 N ในกรณีของแอนไอออนตัวอื่นก็ทำเช่นเดียวกัน โดยชั่งโซเดียมซัลเฟต 0.92 g โซเดียมไบคาร์บอเนต 1.09 g โซเดียมคาร์บอเนต 0.69 g โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.52 g และโซเดียมไนไตรท์ 0.90 g (วิธีการหาปริมาณสารที่ต้องชั่งรายงานไว้ในภาคผนวก ฉ) ดังนั้นในสารละลายผสม 130 ml สุดท้ายจะมีความเข้มข้นของคลอไรด์ ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ และไนไตร์ท 0.1 N

3.6.2 การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w

การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w ทำการผสมกรดอะซีติก 30 ml กับน้ำกลั่นหรือน้ำที่มีแอนไอออน 30 ml ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อน จากนั้นค่อยเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 70 ml โดยขั้นตอนการเตรียมสารละลายมีดังนี้

(1) ปิเปตกรดอะซีติกปริมาตร 30 ml ใส่ลงในขวด HDPE จำนวน 7 ขวด

(2) ในกรณีของ Blank (ขวดเปรียบเทียบ) เติมน้ำกลั่น 30 ml ผสมสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกันและตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นนำสารสารละลายไปผสมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาตร 70 ml ดังนั้นจะได้ปริมาตรรวมของสารละลายเป็น 130 ml

(3) ในกรณีของน้ำที่มีแอนไอออนเจือปน จะใช้เกณฑ์ข้อกำหนดให้ความเข้มข้นของแอนไอออนในสารละลายมีค่า 0.1 N ดังนั้นในกรณีของโซเดียมคลอไรด์จะชั่งสาร 0.76 g นำมาละลายน้ำ 30 ml ผสมสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกันและตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายไปผสมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาตร 70 ml จะได้ปริมาตรรวมของสารละลายเป็น

130 ml และความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออนจะมีค่า 0.1 N ในกรณีของแอนไอออนตัวอื่นก็ทำเช่นเดียวกัน โดยชั่งโซเดียมซัลเฟต 0.92 g โซเดียมไบคาร์บอเนต 1.09 g โซเดียมคาร์บอเนต 0.69 g โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.52 g และโซเดียมไนไตรท์ 0.90 g (วิธีการหาปริมาณสารที่ต้องชั่งรายงานไว้ในภาคผนวก ฉ) ดังนั้นในสารละลายผสม 130 ml สุดท้ายจะมีความเข้มข้นของคลอไรด์ ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ และไนไตร์ทเท่ากับ 0.1 N

3.6.3 การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก

การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w ให้มีความมเข้มข้นลดลงเหลือ 5%w/w (การคำนวณการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกจาก 15%w/w เป็น 5%w/w รายงานไว้ในภาคผนวก ช) จะทำการเตรียมกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w ก่อน โดยผสมกรดอะซีติก 180 ml กับน้ำกลั่น 24 ml และเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 96 ml ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน และผสมทิ้งไว้ 14 วัน เพื่อรอให้ปฏิกิริยาเข้าสู่สมดุล โดยทำการตรวจวัดความเข้มข้นสุดท้ายก่อนนำสารละลายไปเจือจาง โดยขั้นตอนการเจือจางสารละลายกรดเปอร์อะซีติก มีดังนี้

(1) ปิเปตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w ที่เตรียมไว้ปริมาตร 25 ml ใส่ในขวด HDPE 7 ขวด

(2) ในกรณีของ Blank (ขวดเปรียบเทียบ) เติมน้ำกลั่น 50 ml และผสมสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน

(3) ในกรณีของน้ำที่มีแอนไอออนเจือปน จะใช้เกณฑ์ข้อกำหนดให้ความเข้มข้นของแอนไอออนในน้ำมีค่า 0.1 N ดังนั้นในกรณีของโซเดียมคลอไรด์จะชั่งสาร 0.29 g นำมาละลายน้ำ 50 ml จะได้ความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออนในน้ำ 0.1 N โดยปริมาตรรวมของสารละลายหลังเจือจางเป็น 75 ml ในกรณีของแอนไอออนตัวอื่นก็ทำเช่นเดียวกัน โดยชั่งโซเดียมซัลเฟต 0.36 g โซเดียมไบคาร์บอเนต 0.42 g โซเดียมคาร์บอเนต 0.26 g โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.20 g และโซเดียม ไนไตรท์ 0.34 g (วิธีการหาปริมาณสารที่ต้องชั่งรายงานไว้ในภาคผนวก ฉ) ดังนั้นจะได้ความเข้มข้นของคลอไรด์ ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ และไนไตร์ท 0.1 N

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นผลการทดลองที่ได้จากการสังเคราะห์และการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

4.1 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

4.2 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก

4.3 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก

4.1 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

จากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยทำการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 50%w/w ให้ลดลงเหลือ 35%w/w ด้วยน้ำกลั่น และน้ำที่ใช้มีแอนไอออนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl), โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4), โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$), โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3), โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), และโซเดียมไนไตรท์ ($NaNO_2$) ที่ความเข้มข้น 0.1 N โดยทำการศึกษาเสถียรภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลังเจือจางเป็นระยะเวลา 60 วัน ผลการทดลองจากการใช้น้ำที่มีแอนไอออนต่างกันแสดงดังรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1

จากการทดลองการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และทิ้งไว้ 60 วัน เริ่มต้นจากการเจือจางด้วยน้ำกลั่นซึ่งใช้เป็นตัวอ้างอิงจะเห็นว่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ค่อนข้างจะนิ่งตลอดระยะเวลา 60 วัน หรือประมาณได้ว่าคงที่ แสดงว่าอุปกรณ์ทดลอง (ขวด HDPE) ไม่ก่อปัญหาทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัว

ในกรณีของโซเดียมคลอไรด์และโซเดียมซัลเฟตให้ผลรูปแบบเดียวกันกับการใช้น้ำกลั่น แสดงว่าเกลือคลอไรด์และซัลเฟตในสภาวะที่เป็นกลางไม่ก่อปัญหากับการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

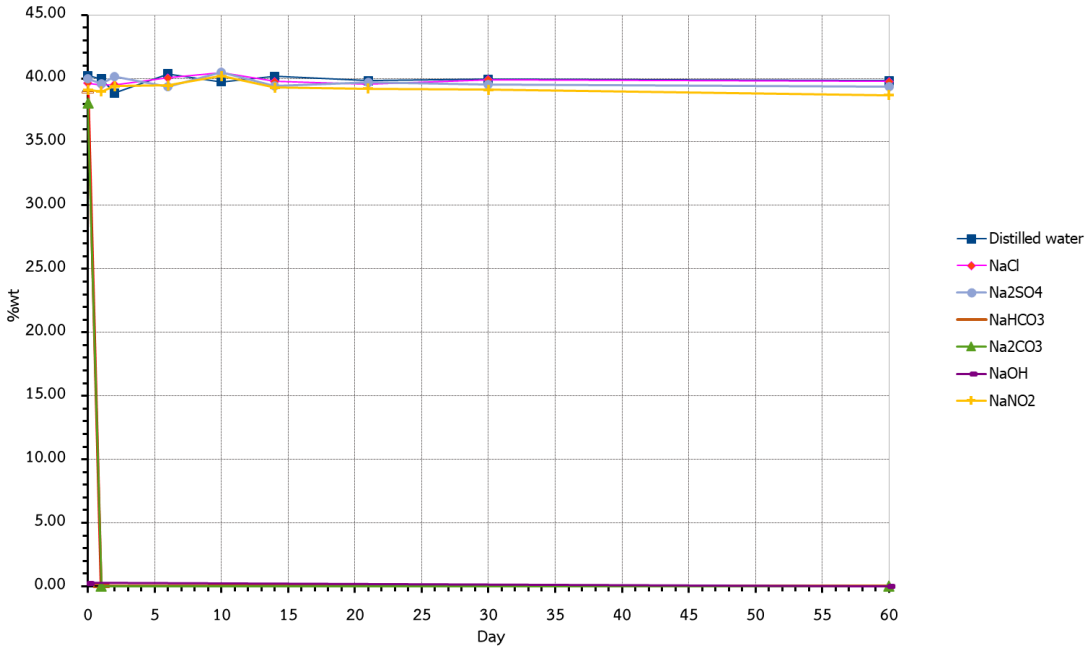
ในกรณีของโซเดียมไนไตรท์ถ้าดูภาพรวมจะเห็นว่าค่อนข้างจะนิ่ง แต่ในวันเริ่มการทดลอง (วันที่ 0) ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะต่ำกว่าการใช้น้ำกลั่น พบการลดลงของความเข้มข้นตั้งแต่การผสม และหลังจากนั้นความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ก็คงที่ สาเหตุที่เป็นไปได้คือ ไนไตรท์ถูกออกซิไดซ์เป็นไนเตรทด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จนหมดในขณะที่ทำการผสมลงไป โดยจะส่งผลต่อความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทันทีเมื่อทำการผสม จึงไม่เห็นการลดลงอีก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากนั้น แสดงให้เห็นว่าไนเตรทในสภาวะที่เป็นกลางไม่ส่งผลต่อการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ในกรณีของโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าเกิดปฏิกิริยารุนแรงทันทีที่ผสม เมื่อนำสารละลายมาทดสอบพบว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวหมดแล้ว สาเหตุมาจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะจ่ายโปรตอนให้กับไฮดรอกไซด์ กลายเป็นเปอร์ไฮดรอกซิลไอออน (HOO^-) ทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวได้เร็วขึ้น และเปอร์ไฮดรอกซิลที่เกิดขึ้นนี้ยังสามารถจับกับโมเลกุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เกิดการสลายตัวเป็นออกซิเจน, น้ำ และไฮดรอกไซด์ได้อีก ทำให้ปฏิกิริยาการสลายตัวดำเนินต่อไปได้เรื่อย ๆ [15] ในกรณีของโซเดียมไบคาร์บอเนตและโซเดียมคาร์บอเนตเห็นการเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยหลังจากทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง พบว่าการสลายตัวของโซเดียมคาร์บอเนตจะเร่งตัวขึ้นและรุนแรง ในส่วนของโซเดียมไบคาร์บอเนตเกิดปฏิกิริยาการสลายตัวรุนแรงเช่นกัน แต่ใช้เวลาช้ากว่าประมาณ 4 ชั่วโมง และเมื่อนำสารละลายมาทดสอบในวันรุ่งขึ้นพบว่าไม่เหลือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อยู่แล้ว สาเหตุมาจากไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็นเกลือกรดอ่อนจะไปดึงโปรตอนจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ทำให้เกิดไฮดรอกไซด์ไอออน ดังนั้นจากการทดลองพบว่าไฮดรอกไซด์ไอออน คาร์บอเนตไอออน และไบคาร์บอเนตไอออน เร่งให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวได้ตามลำดับความแรงของเบส โดยเบสที่แรงกว่าทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวได้รวดเร็วกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4.1 แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
หลังจากเจือจางด้วยน้ำที่มีแอนไอออนต่างกัน 6 ชนิด เทียบกับน้ำกลั่น

ตารางที่ 4.1 แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (%w/w) ที่ได้จากการไทเทรตด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

Day	DI	NaCl	Na_2SO_4	$NaHCO_3$	Na_2CO_3	NaOH	$NaNO_2$
0	40.22	39.62	39.95	38.82	38.06	0.26	39.11
1	39.95	39.48	39.58	0.27	0	0	38.98
2	38.85	39.50	40.15				39.38
6	39.85	40.05	39.35				39.45
10	39.72	40.46	40.48				40.20
14	40.15	39.76	39.43				39.27
21	39.83	39.55	39.69				39.19
30	39.92	39.98	39.50				39.11
60	39.81	39.77	39.35				38.67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก

ในการทดลองผลิตกรดเปอร์อะซีติกความเข้มข้นไม่ต่ำกว่า 5%w/w และมีข้อกำหนดขององค์ประกอบอื่นๆ ดังที่ระบุไว้ในหัวข้อ 1.3 ข้อที่ (4) ดังนี้

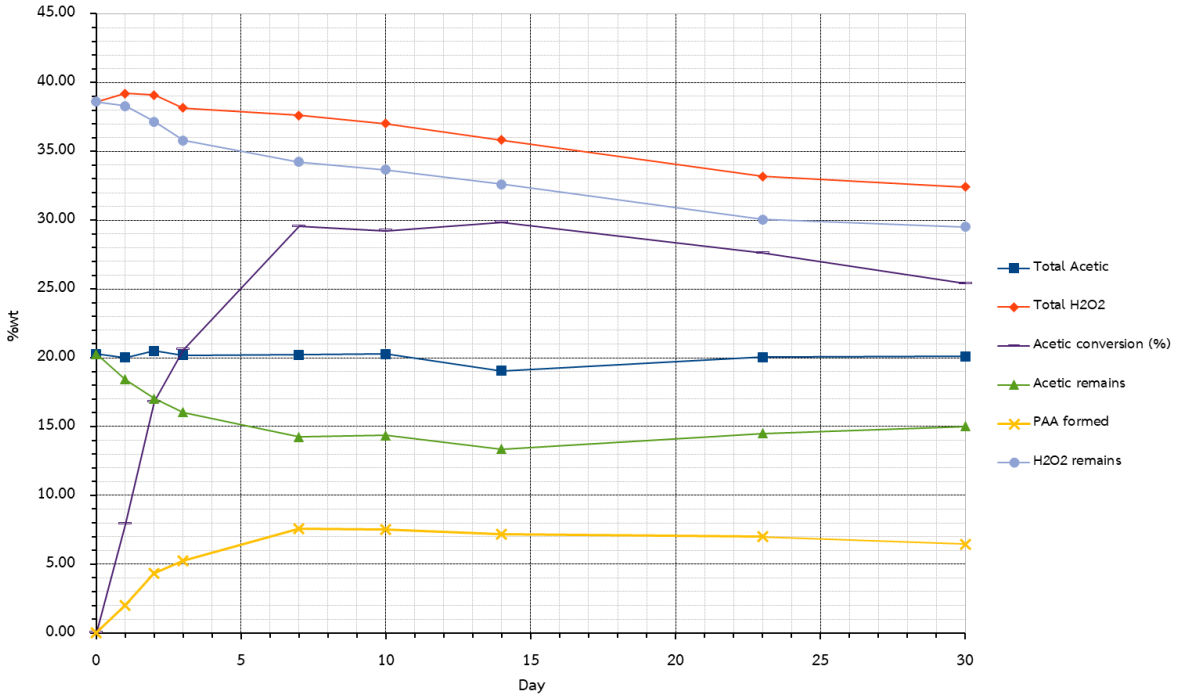
Hydrogen peroxide	≥20.0	%w/w
Acetic acid (%w/w)	≥11.0	%w/w
Peracetic acid (%w/w)	≥5.0	%w/w
โดยส่วนที่เหลือคือน้ำ		

การทดลองเตรียมตัวอย่างเริ่มจากการผสมกรดอะซีติก (Glacial) 30 ml กับน้ำกลั่นหรือน้ำที่มีส่วนผสมของแอนไอออนทั้ง 6 ชนิดที่มีความเข้มข้น 0.1 N ปริมาตร 30 ml ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (50%w/w) ลงไป 70 ml ตั้งสารละลายทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง และติดตามการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลา 30 วัน โดยนำตัวอย่างมาทำการไทเทรตด้วยเครื่อง Auto Titrator กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นประมาณ 0.48 mol/l ที่เตรียมไว้ในหัวข้อ 3.3 เพื่อหาปริมาณกรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้นและกรดอะซีติกที่เหลืออยู่ โดยในวันที่เริ่มทำการทดลอง (วันที่ 0) จะเห็นจุดสมมูลของการไทเทรตเพียงจุดเดียวเท่านั้นซึ่งเป็นของกรดอะซีติก และเมื่อเกิดกรดเปอร์อะซีติกจะเห็นจุดสมมูลของการไทเทรต 2 จุด โดยจุดแรกจะเป็นจุดสมมูลของกรดอะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตจากเริ่มต้นจนถึงจุดสมมูลแรกจะเป็นปริมาณเบสที่ใช้ในการไทเทรตกรดอะซีติก ส่วนจุดสมมูลที่สองเป็นของกรดเปอร์อะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตระหว่างจุดสมมูลที่หนึ่งและจุดสมมูลที่สองคือปริมาณเบสที่ใช้ไทเทรตกรดเปอร์อะซีติก และนอกจากนี้นำตัวอย่างมาไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเพื่อหาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลืออยู่ และนำไปคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทั้งหมดในปฏิกิริยา (วิธีการคำนวณแสดงไว้ในบทที่ 3) เพื่อติดตามการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เมื่อใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการสังเคราะห์กรดเปอร์อะซีติก

ผลการทดลองติดตามการเปลี่ยนแปลงเมื่อใช้น้ำกลั่นและใช้น้ำที่มีแอนไอออน 6 ชนิดในการสังเคราะห์กรดเปอร์อะซีติก 5%w/w แสดงดังรูปที่ 4.2-4.9 และตารางที่ 4.2-4.9 (ข้อมูลดิบจากการไทเทรตแสดงไว้ในภาคผนวก ฌ)

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำกลั่นผสม

ผลการทดลองโดยใช้น้ำกลั่นผสมจะเห็นว่าความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกจะขึ้นสู่ระดับสูงสุดประมาณ 7%w/w วันที่ 7-10 หลังการผสม โดยมีความเข้มข้นของกรดอะซีติกเหลืออยู่ประมาณ 14%w/w และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เหลืออยู่ประมาณ 33-34%w/w ซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ เป็นไปตามข้อกำหนด หลังจากวันที่ 10 พบว่าความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกลดลง และสังเกตพบว่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลังวันที่ 7 มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง และไม่มีแนวโน้มว่าจะหยุด ในขณะที่ความเข้มข้นรวมของกรดอะซีติกคงที่ สาเหตุที่เป็นไปได้คาดว่ากรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้นทำปฏิกิริยากับภาชนะ HDPE แล้วสลายตัวกลับมาเป็นกรดอะซีติก จากนั้นกรดอะซีติกจะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กลับเป็นกรดเปอร์อะซีติกใหม่ โดยในช่วงแรกที่ความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกที่สามารถเพิ่มได้อยู่เนื่องจากยังมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในปริมาณที่มากอยู่ โดยสังเกตในช่วง 3 วันแรกที่ความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกต่ำจะเห็นว่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวมค่อนข้างจะนิ่ง แสดงว่าภาชนะที่บรรจุจะไม่เกิดปัญหาเมื่อกรดเปอร์อะซีติกมีความเข้มข้นต่ำ แต่เมื่อความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับนึงจะเริ่มเห็นการลดลงของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวม ซึ่งแสดงว่ากรดเปอร์อะซีติกทำปฏิกิริยากับภาชนะ HDPE สลายตัวกลับมาเป็นกรดอะซีติก แล้วดึงไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มาทำปฏิกิริยากลับไปทำปฏิกิริยาเป็นกรดเปอร์อะซีติกใหม่ จึงเป็นสาเหตุทำให้เห็นความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวมลดลงจนถึงระดับที่ไม่สามารถรักษาความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกให้สูงได้ เนื่องจากความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หายไปมาก จึงทำให้เห็นความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกลดลง โดยเพื่อยืนยันว่าปัญหาเกิดจากกรดเปอร์อะซีติกจึงได้มีการทำการทดลองโดยสังเคราะห์กรดเปอร์อะซีติกเข้มข้น 15%w/w ขึ้นมา การสังเคราะห์กรดเปอร์อะซีติกเข้มข้น 15%w/w มีการผสมกรดอะซีติก 85 ml กับน้ำกลั่น 10 ml ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 40 ml จะเห็นว่าส่วนผสมในการเตรียมใช้ปริมาณของกรดอะซีติกสูงกว่าและปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าการเตรียมกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w โดยในกรณีนี้พบว่ามีอัตราการลดลงของกรดเปอร์อะซีติกและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวมที่สูงกว่า ในขณะที่ปริมาณโดยรวมของกรดประมาณได้ว่าคงที่ ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.3 ซึ่งจากการสังเคราะห์กรดเปอร์อะซีติกเข้มข้น 15%w/w แสดงให้เห็นว่าการที่ความเข้มข้นโดยรวมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หายไปเกี่ยวข้องกับการสลายตัวของกรดเปอร์อะซีติกกลับมาเป็นกรดอะซีติก และหลังจากนั้นกรดอะซีติกจะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กลับไปเป็นกรดเปอร์อะซีติกใหม่อีกครั้ง

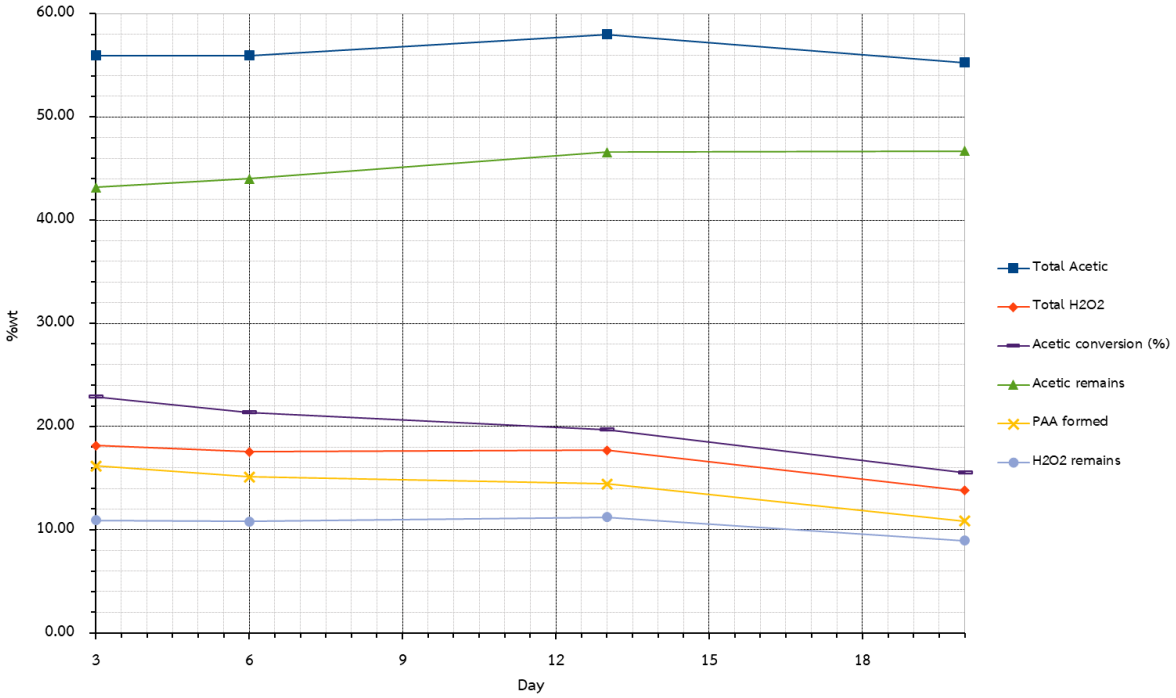


รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในการผลิต PAA 5%w/w โดยใช้น้ำกลั่น

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.2

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	20.28	38.61	0.00	20.28	0.00	38.61
1	20.02	39.20	7.91	18.43	2.01	38.31
2	20.49	39.10	16.80	17.05	4.36	37.15
3	20.18	38.16	20.58	16.02	5.26	35.81
7	20.22	37.63	29.53	14.25	7.56	34.25
10	20.29	37.02	29.23	14.36	7.51	33.66
14	19.06	35.83	29.85	13.37	7.21	32.61
23	20.04	33.19	27.60	14.51	7.00	30.06
30	20.11	32.40	25.38	15.00	6.46	29.51

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในการผลิต PAA 15%w/w โดยใช้น้ำกลั่น

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.3

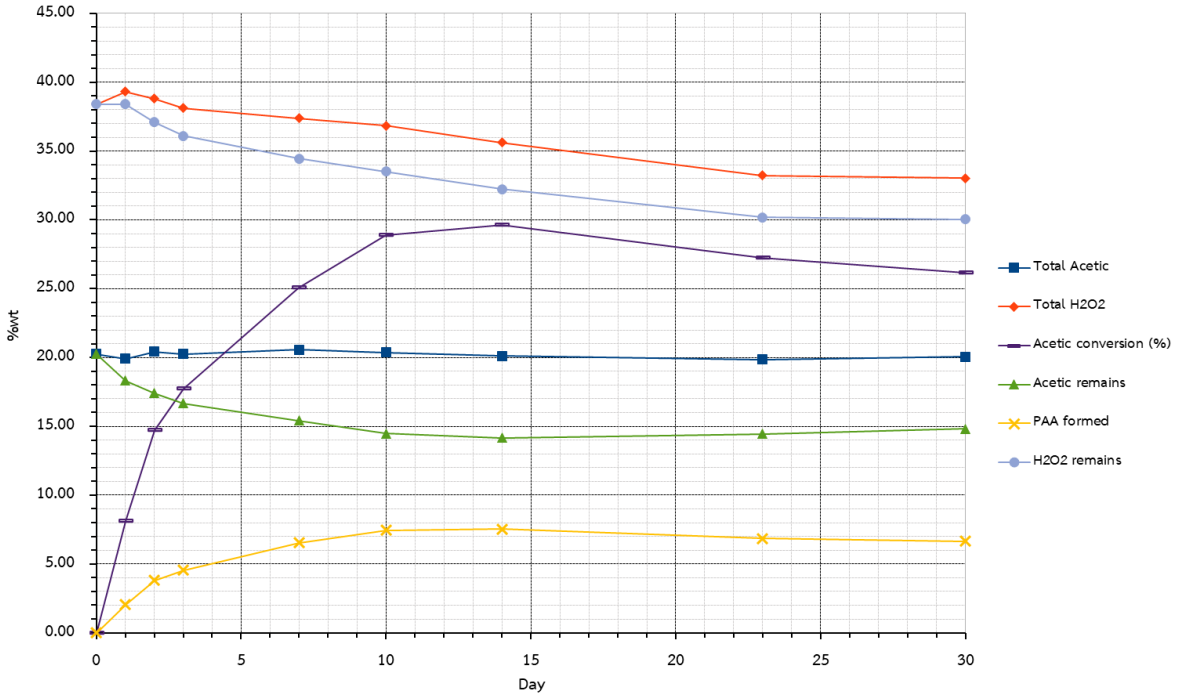
Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
3	55.96	18.14	22.86	43.17	16.20	10.90
6	55.95	17.56	21.36	44.00	15.13	10.79
13	58.00	17.70	19.66	46.59	14.44	11.24
20	55.27	13.79	15.52	46.70	10.86	8.93

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมซัลเฟตละลายปนอยู่

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมซัลเฟตละลายปนอยู่เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการใช้น้ำกลั่น นั่นคือซัลเฟตไอออนในสภาวะที่เป็นกรดนั้นไม่ก่อปัญหาให้เกิดการสลายตัวเกิดขึ้น แต่การลดลงที่เห็นนั้นเป็นผลจากการที่กรดเปอร์อะซีติกทำปฏิกิริยากับภาชนะที่บรรจุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมซัลเฟต

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.4

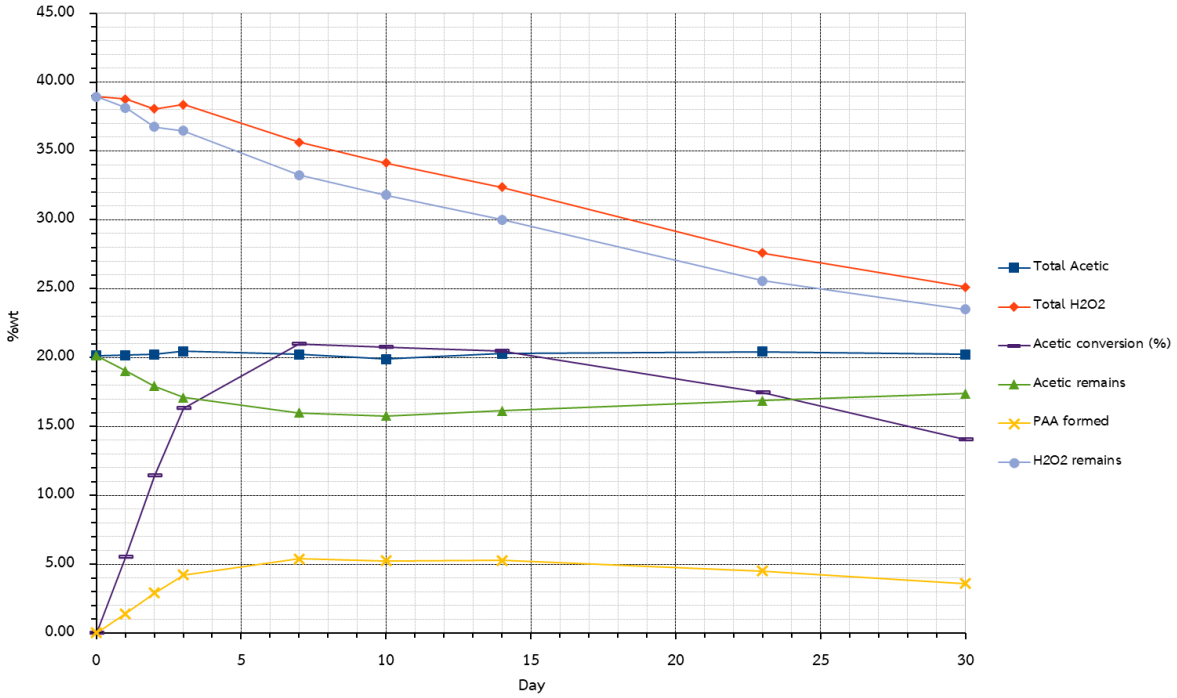
Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	20.26	38.39	0.00	20.26	0.00	38.39
1	19.93	39.32	8.11	18.31	2.05	38.41
2	20.43	38.81	14.74	17.42	3.81	37.10
3	20.26	38.13	17.74	16.66	4.55	36.10
7	20.57	37.38	25.10	15.40	6.54	34.46
10	20.37	36.84	28.87	14.49	7.45	33.51
14	20.11	35.62	29.60	14.16	7.54	32.24
23	19.84	33.24	27.26	14.43	6.85	30.17
30	20.05	33.02	26.15	14.81	6.64	30.05

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมไนไตรท์ละลายปนอยู่

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมไนไตรท์ละลายปนอยู่ พบว่าสามารถผลิตกรดเปอร์อะซีติกความเข้มข้นเกิน 5%w/w เพียงเล็กน้อย และพบอัตราการลดลงของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวมที่สูงกว่าการใช้น้ำกลั่น นั่นแสดงว่าการลดลงตรงนี้นอกจากเป็นการทำปฏิกิริยาของกรดเปอร์อะซีติกกับภาชนะที่บรรจุแล้ว ในกรณีของการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเกลือไนเตรทไปเร่งการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยเกลือไนไตรท์ถูกไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ออกซิไดซ์กลายเป็นไนเตรทไอออน [18] ซึ่งทำให้ในสภาวะที่เป็นกรดจะเหมือนกับว่าในสารละลายมีกรดไนตริกอยู่ ทำให้เกลือไนเตรทในสภาวะที่เป็นกรดก่อปัญหาทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัว ในขณะเดียวกันไนไตรท์ก็เป็นเกลือกรดอ่อนที่สามารถรับโปรตอนจากกรดอะซีติก ทำให้เกิดอะซิเตทไอออนขึ้นในปฏิกิริยา โดยอะซิเตทไอออนมีฤทธิ์เป็นเบสสามารถรับโปรตอนจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีความเป็นกรดที่แรงกว่าน้ำ ดังนั้นถ้ามีเบสปนอยู่จะทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จ่ายโปรตอนให้เบสและกลายเป็นเปอร์ไฮดรอกซิลแอนไอออน (HOO^-) และทำให้เกิดการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ตามมา

ดังนั้นการลดลงของกรดเปอร์อะซีติกจากการใช้เกลือโซเดียมไนไตรท์น่าจะมีสาเหตุมาจากสามสาเหตุร่วมกัน สาเหตุแรกคือ การที่กรดเปอร์อะซีติกทำปฏิกิริยากับภาชนะ HDPE สาเหตุที่สองคือ ไนเตรทไอออนในสภาวะที่เป็นกรดไปทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวโดยตรง และสาเหตุที่สามคือ ไนไตรท์สามารถรับโปรตอนจากกรดอะซีติก ทำให้เกิดอะซิเตทไอออนขึ้นในปฏิกิริยา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมไนไตรท์

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.5

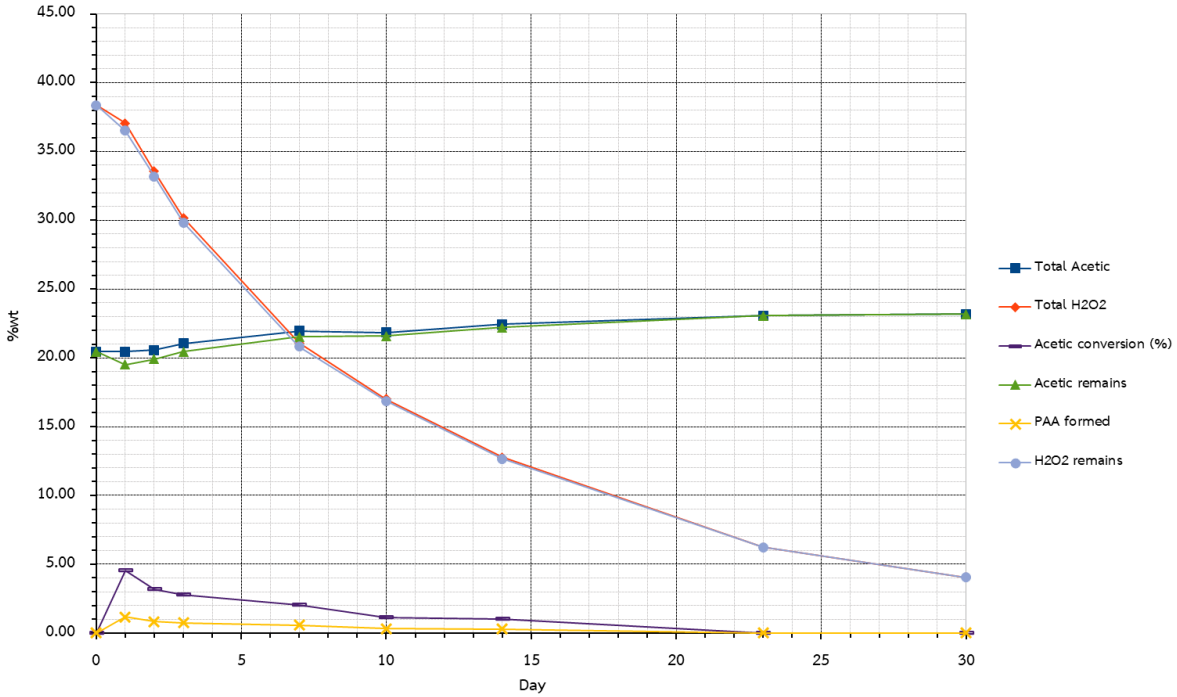
Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	20.14	38.95	0.00	20.14	0.00	38.95
1	20.16	38.78	5.51	19.05	1.41	38.15
2	20.23	38.06	11.40	17.92	2.92	36.75
3	20.45	38.37	16.32	17.11	4.23	36.48
7	20.24	35.65	20.96	16.00	5.37	33.25
10	19.88	34.13	20.77	15.75	5.23	31.79
14	20.28	32.37	20.48	16.13	5.26	30.02
23	20.43	27.60	17.46	16.86	4.52	25.58
30	20.22	25.12	14.06	17.38	3.60	23.51

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมคลอไรด์ละลายปนอยู่

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมคลอไรด์ละลายปนอยู่ พบว่าคลอไรด์ไอออนในสภาวะที่เป็นกรดจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเร่งการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากผลการทดลองจะเห็นว่าการลดลงของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวมลดลงอย่างรวดเร็ว โดยทำให้ความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกเพิ่มขึ้นเพียงแค่วันเดียว และหลังจากนั้นก็ลดลงอย่างต่อเนื่องจนแทบจะหมดไปภายในวันที่ 22 หลังการผสม และหลังจากที่กรดเปอร์อะซีติกหมดไปแล้วไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ก็ยังลดลงอยู่ แสดงว่าการลดลงในช่วงหลังเกิดจากคลอไรด์ไอออนไปเร่งการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เนื่องจากในสภาวะที่มีกรดนั้นคลอไรด์สามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เกิดเป็นก๊าซคลอรีนและน้ำ และก๊าซคลอรีนที่เกิดขึ้นก็สามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ต่อ เกิดเป็นก๊าซออกซิเจน, โปรตอน และคลอไรด์ไอออน ทำให้ในปฏิกิริยามีคลอไรด์ไอออนทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อยู่ตลอดเวลา [19]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมคลอไรด์

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.6

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	20.46	38.36	0.00	20.46	0.00	38.36
1	20.45	37.05	4.56	19.52	1.18	36.52
2	20.58	33.55	3.19	19.92	0.83	33.18
3	21.05	30.17	2.78	20.46	0.74	29.84
7	21.97	21.06	2.04	21.52	0.57	20.81
10	21.83	17.00	1.15	21.58	0.32	16.85
14	22.43	12.78	1.03	22.20	0.29	12.65
23	23.06	6.23	0.00	23.06	0.00	6.23
30	23.18	4.06	0.00	23.18	0.00	4.06

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์, โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนตละลายปนอยู่

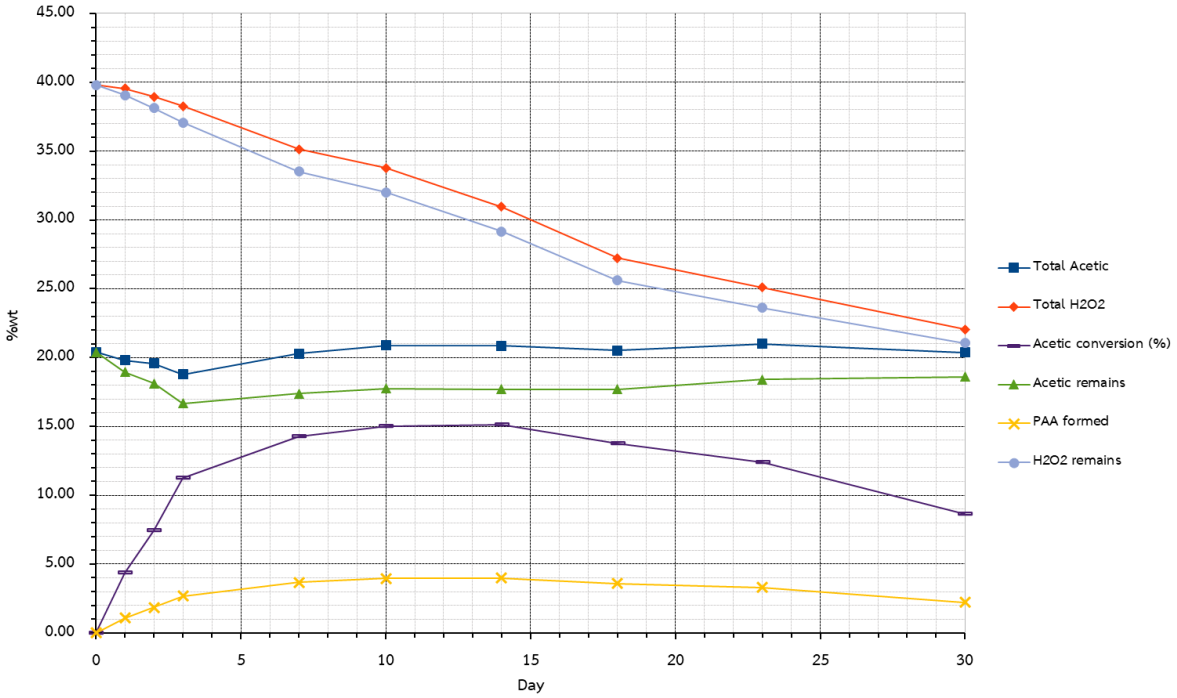
ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์, โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนตละลายปนอยู่ พบว่าผลการทดลองออกมาคล้ายกันไม่ว่าจะเป็นความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกที่ได้ หรืออัตราการลดลงของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวม

ในกรณีเมื่อผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป ไฮดรอกไซด์จะสะเทินกรดอะซีติกไปส่วนนึง ดังนั้นในสารละลายจะมีโซเดียมอะซิเตทอยู่ และการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น่าจะเกิดจากอะซิเตทไอออน ซึ่งก็มีฤทธิ์เป็นเบสที่สามารถรับโปรตอนจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวได้ต่อ

ในกรณีของโซเดียมไบคาร์บอเนต กรดอะซีติกจะเข้าไปสะเทินไบคาร์บอเนตให้กลายเป็น H_2CO_3 ซึ่ง H_2CO_3 จะสลายตัวต่อไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำหลุดออกไป โดยสารละลายสุดท้ายจะมีกรดอะซีติกกับโซเดียมอะซิเตท

และในกรณีโซเดียมคาร์บอเนต กรดอะซีติกจะเข้าไปสะเทินกลายเปลี่ยนเป็น HCO_3^- และ HCO_3^- จะถูกกรดสะเทินต่อให้กลายเป็น H_2CO_3 ซึ่ง H_2CO_3 จะสลายตัวต่อไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำหลุดออกไป โดยสารละลายสุดท้ายจะมีกรดอะซีติกกับโซเดียมอะซิเตทเช่นเดียวกัน

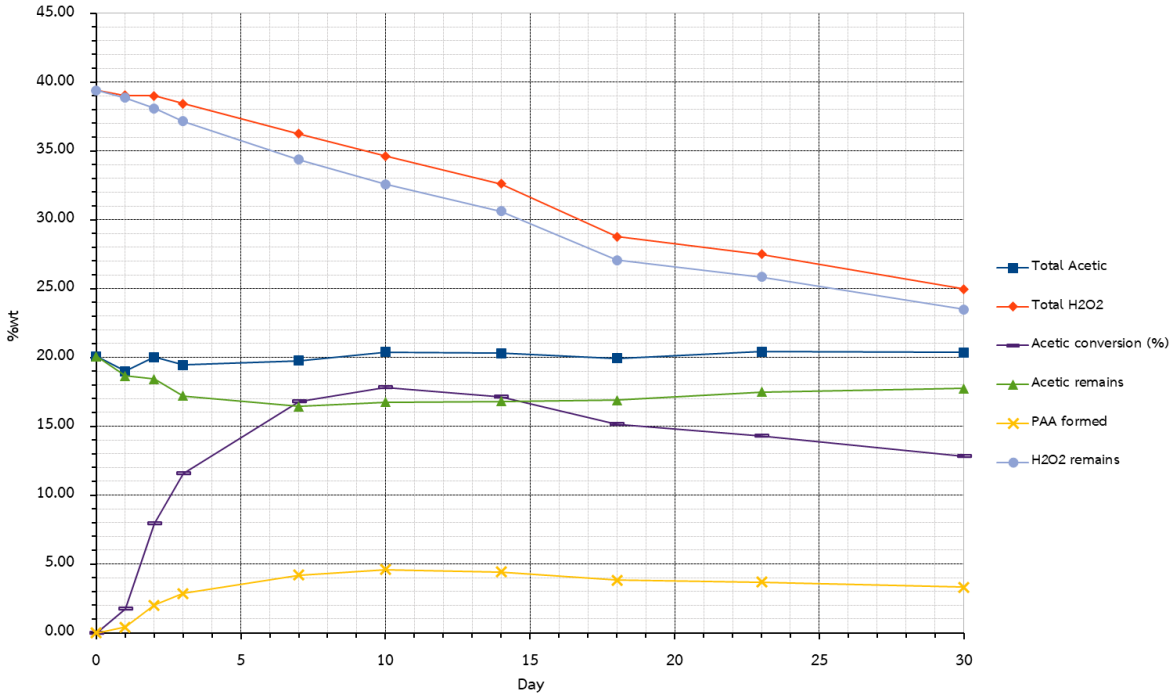
ดังนั้นในการใช้น้ำที่มีไฮดรอกไซด์, ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต จะสะเทินกรดอะซีติกกลายเป็นเป็นอะซิเตทไอออน ที่เป็นเกลือของกรดอ่อน สามารถรับโปรตอนจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีความเป็นกรดที่แรงกว่าน้ำ ดังนั้นถ้ามีเบสปนอยู่จะทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จ่ายโปรตอนให้เบสและกลายเป็นเปอร์ไฮดรอกซิลแอนไอออน (HOO^-) และทำให้เกิดการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ตามมา [15]



รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.7

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	20.39	39.80	0.00	20.39	0.00	39.80
1	19.80	39.54	4.37	18.94	1.10	39.05
2	19.57	38.95	7.44	18.12	1.84	38.12
3	18.79	38.27	11.24	16.67	2.67	37.08
7	20.30	35.15	14.27	17.40	3.67	33.51
10	20.87	33.79	14.99	17.74	3.96	32.01
14	20.85	30.94	15.11	17.70	3.99	29.16
18	20.52	27.22	13.78	17.69	3.58	25.62
23	21.00	25.09	12.40	18.40	3.30	23.62
30	20.37	22.04	8.64	18.61	2.23	21.04

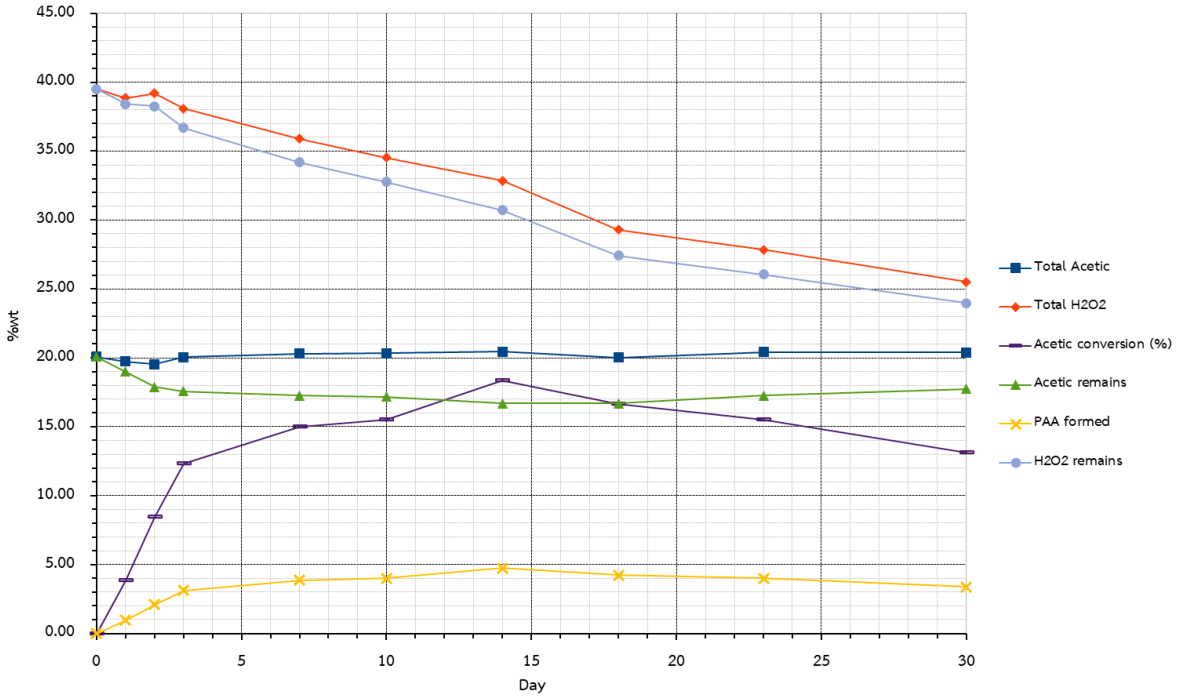


รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.8

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	20.08	39.40	0.00	20.08	0.00	39.40
1	18.99	39.04	1.72	18.66	0.41	38.86
2	20.02	38.99	7.95	18.43	2.02	38.09
3	19.45	38.42	11.59	17.19	2.85	37.14
7	19.76	36.25	16.79	16.44	4.20	34.37
10	20.39	34.64	17.81	16.76	4.60	32.58
14	20.30	32.60	17.16	16.82	4.41	30.63
18	19.92	28.78	15.15	16.91	3.82	27.08
23	20.42	27.48	14.27	17.50	3.69	25.83
30	20.35	24.97	12.80	17.75	3.30	23.49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

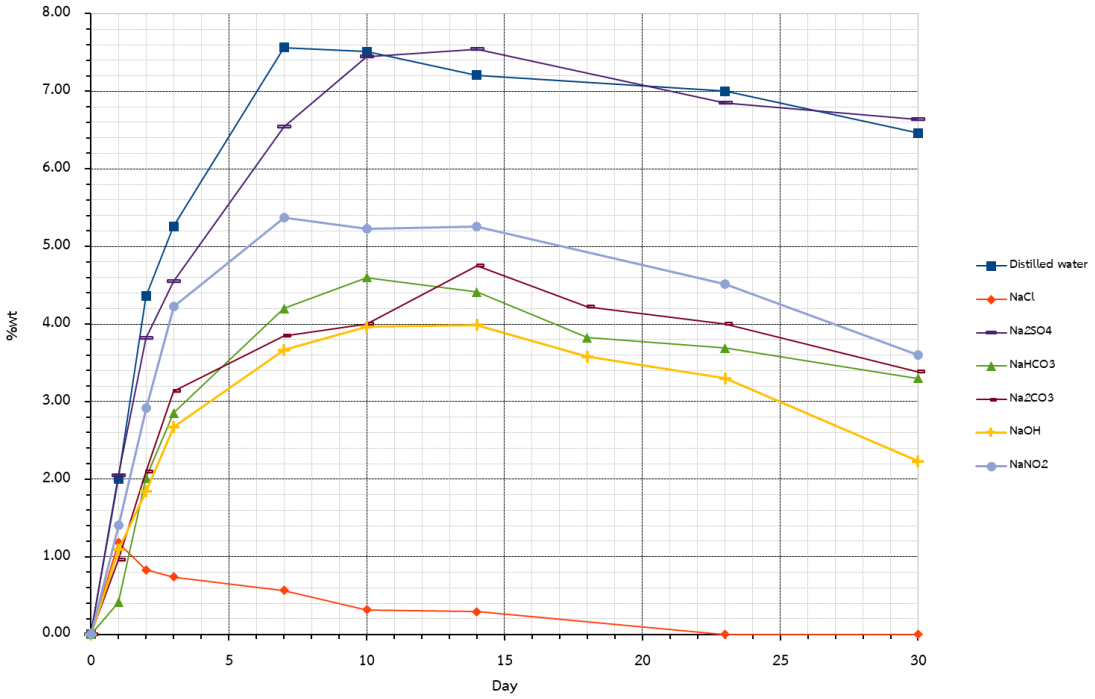


รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.9

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	20.09	39.51	0.00	20.09	0.00	39.51
1	19.74	38.86	3.83	18.99	0.96	38.43
2	19.53	39.20	8.46	17.88	2.09	38.27
3	20.03	38.09	12.34	17.56	3.13	36.69
7	20.31	35.90	14.97	17.27	3.85	34.18
10	20.34	34.54	15.51	17.19	4.00	32.75
14	20.44	32.85	18.34	16.69	4.75	30.72
18	20.02	29.29	16.64	16.68	4.22	27.41
23	20.42	27.85	15.48	17.26	4.00	26.06
30	20.40	25.50	13.10	17.73	3.38	23.98

ความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกเมื่อมีการใช้น้ำกลั่นและน้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ



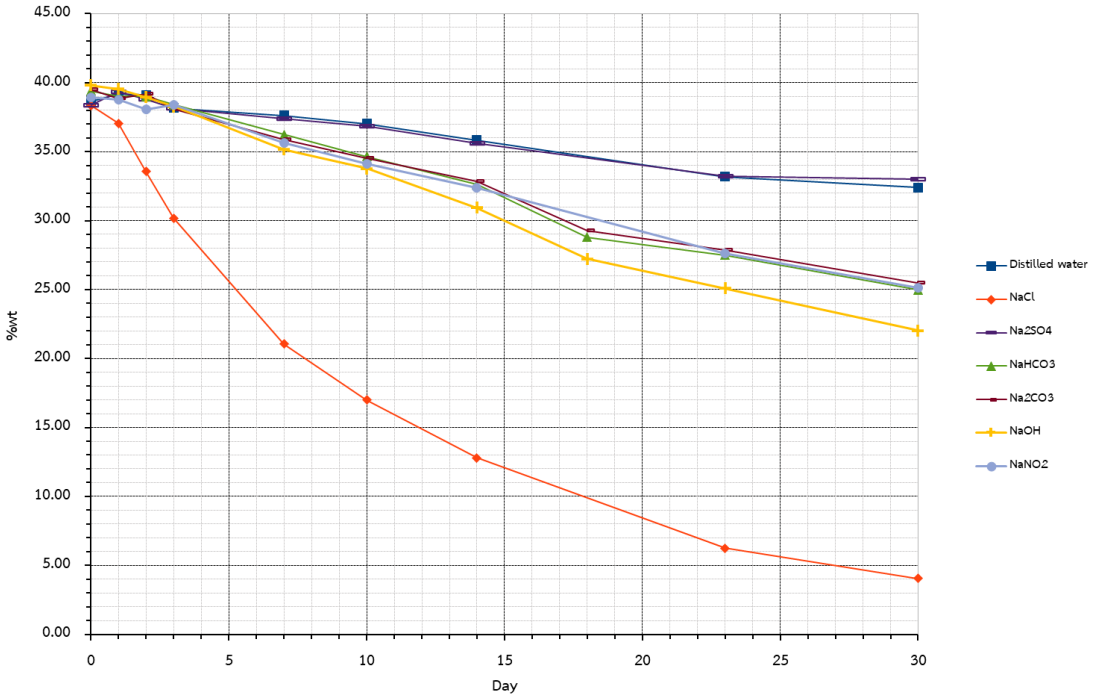
รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ PAA เมื่อใช้น้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.10 (%wt)

Day	Distilled water	NaCl	Na_2SO_4	$NaHCO_3$	Na_2CO_3	NaOH	$NaNO_2$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.01	1.18	2.05	0.41	0.96	1.10	1.41
2	4.36	0.83	3.81	2.02	2.09	1.84	2.92
3	5.26	0.74	4.55	2.85	3.13	2.67	4.23
7	7.56	0.57	6.54	4.20	3.85	3.67	5.37
10	7.51	0.32	7.45	4.60	4.00	3.96	5.23
14	7.21	0.29	7.54	4.41	4.75	3.99	5.26
18				3.82	4.22	3.58	
23	7.00	0.00	6.85	3.69	4.00	3.30	4.52
30	6.46	0.00	6.64	3.30	3.38	2.23	3.60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวมเมื่อมีการใช้น้ำกลั่นและน้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ



รูปที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ Total H2O2 เมื่อใช้น้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.11 (%wt)

Day	Distilled water	NaCl	Na_2SO_4	$NaHCO_3$	Na_2CO_3	NaOH	$NaNO_2$
0	38.61	38.36	38.39	39.40	39.51	39.80	38.95
1	39.20	37.05	39.32	39.04	38.86	39.54	38.78
2	39.10	33.55	38.81	38.99	39.20	38.95	38.06
3	38.16	30.17	38.13	38.42	38.09	38.27	38.37
7	37.63	21.06	37.38	36.25	35.90	35.15	35.65
10	37.02	17.00	36.84	34.64	34.54	33.79	34.13
14	35.83	12.78	35.62	32.60	32.85	30.94	32.37
18				28.78	29.29	27.22	
23	33.19	6.23	33.24	27.48	27.85	25.09	27.60
30	32.40	4.06	33.02	24.97	25.50	22.04	25.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 ผลจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก

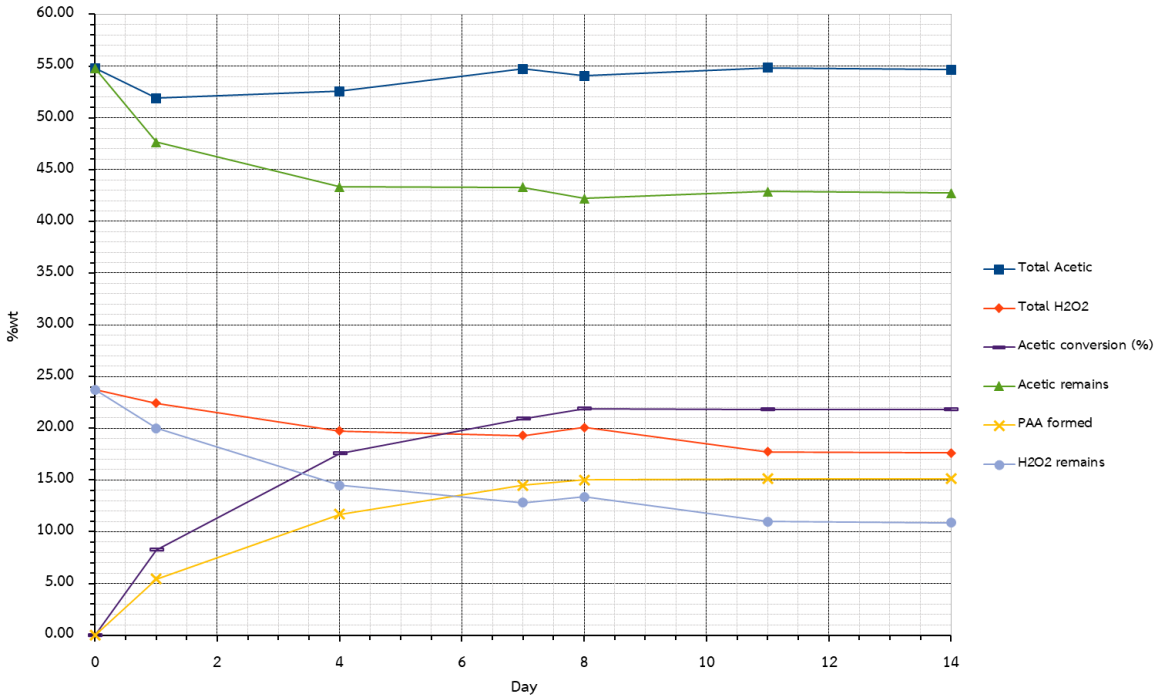
ในการทดลองการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w ให้เหลือความเข้มข้น 5%w/w โดยทำการเตรียมตัวอย่างจากการผสมกรดอะซีติก (Glacial) 180 ml กับน้ำกลั่น 24 ml ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (50%w/w) 96 ml และตั้งทิ้งไว้ 14 วันเพื่อรอให้ปฏิกิริยาเข้าสู่สมดุลจนเกิดกรดเปอร์อะซีติกความเข้มข้น 15%w/w และมีข้อกำหนดขององค์ประกอบอื่น ๆ ดังที่ระบุไว้ในหัวข้อ 1.3 ข้อที่ (4) ดังนี้

Hydrogen peroxide	9-20	%w/w
Acetic acid (%w/w)	≥35.0	%w/w
Peracetic acid (%w/w)	≥15.0	%w/w
โดยส่วนที่เหลือคือน้ำ		

หลังจากครบ 14 วัน นำตัวอย่างมา 25 ml และทำการเจือจางโดยใช้น้ำกลั่นหรือใช้น้ำที่มีแอนไอออนทั้ง 6 ชนิดที่มีความเข้มข้น 0.1 N ปริมาตร 50 ml ตั้งสารละลายผสมทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องและติดตามการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลา 14 วัน โดยนำตัวอย่างหลังจากเจือจางแล้วมาทำการไทเทรตด้วยเครื่อง Auto Titrator กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นประมาณ 0.48 mol/l ที่เตรียมไว้ในหัวข้อ 3.3 เพื่อหาปริมาณกรดอะซีติกที่ได้และกรดอะซีติกที่เหลืออยู่หลังจากเจือจางด้วยน้ำที่มีแอนไอออนต่างกัน โดยเห็นจุดสมมูลของการไทเทรต 2 จุดตั้งแต่วันเริ่มทำการทดลอง โดยจุดแรกจะเป็นจุดสมมูลของกรดอะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตจากเริ่มต้นจนถึงจุดสมมูลแรกจะเป็นปริมาณเบสที่ใช้ในการไทเทรตกรดอะซีติก ส่วนจุดสมมูลที่สองเป็นของกรดเปอร์อะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตระหว่างจุดสมมูลที่หนึ่งและจุดสมมูลที่สองคือปริมาณเบสที่ใช้ไทเทรตกรดเปอร์อะซีติก และนอกจากนี้นำตัวอย่างมาไทเทรตกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเพื่อหาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลืออยู่ และนำไปคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทั้งหมดในปฏิกิริยา (วิธีการคำนวณแสดงไว้ในบทที่ 3) เพื่อติดตามการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เมื่อใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก

ผลการทดลองติดตามการเปลี่ยนแปลงการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w เพื่อนำมาเจือจางแสดงดังรูปที่ 4.12 และตารางที่ 4.12 (ข้อมูลดิบจากการไทเทรตแสดงไว้ในภาคผนวก ญ) ส่วนผลการทดลองติดตามการเปลี่ยนแปลงหลังใช้น้ำกลั่นและน้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ กันทั้ง 6 ชนิด ในการเจือจางให้เหลือกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w แสดงดังรูปที่ 4.13-4.19 และตารางที่ 4.13-4.19 (ข้อมูลดิบจากการไทเทรตแสดงไว้ในภาคผนวก ฏ)

ผลการทดลองการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w



รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในการผลิต PAA 15%w/w

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

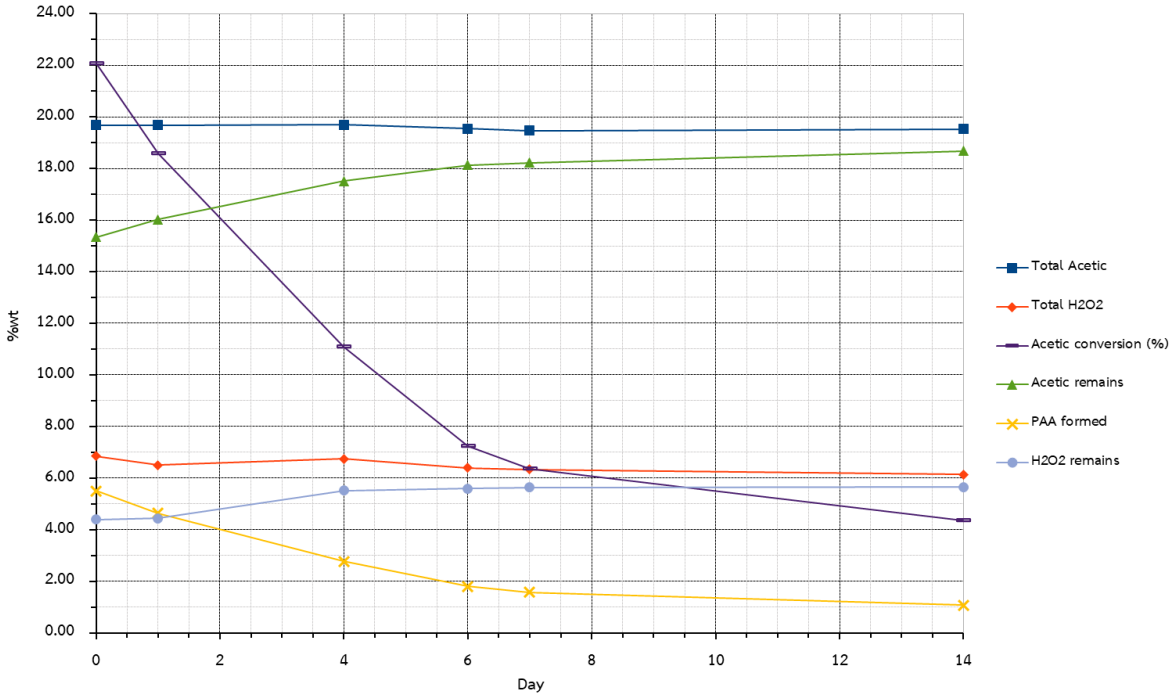
ตารางที่ 4.12 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.12

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	54.80	23.73	0.00	54.80	0.00	23.73
1	51.91	22.42	8.25	47.63	5.42	20.00
4	52.56	19.73	17.58	43.32	11.70	14.49
7	54.71	19.30	20.91	43.27	14.49	12.82
8	54.06	20.08	21.90	42.22	14.99	13.38
11	54.82	17.74	21.80	42.87	15.13	10.97
14	54.66	17.63	21.84	42.73	15.12	10.86

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำกลั่นเจือจาง

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำกลั่นเจือจาง พบว่าเมื่อทำการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกแล้วทำการไทเทรตความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกอยู่ที่ประมาณ 5%w/w แสดงว่าถ้าหากเจือจางแล้วใช้เลยสามารถทำได้ แต่ถ้าหากตั้งทิ้งไว้ก็ควรใช้ภายใน 1 วัน เพราะความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกจะลดลงประมาณ 1% โดยในช่วง 6-7 วันแรกจะเห็นการลดลงแบบรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลจากการปรับตัวเข้าสู่สมดุลใหม่ หลังจากนั้นจะเห็นการลดลงของกรดเปอร์อะซีติกอย่างช้า ๆ น่าจะเป็นผลจากการทำปฏิกิริยากับภาชนะที่บรรจุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA 15%w/w ด้วยน้ำกลั่น

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.13

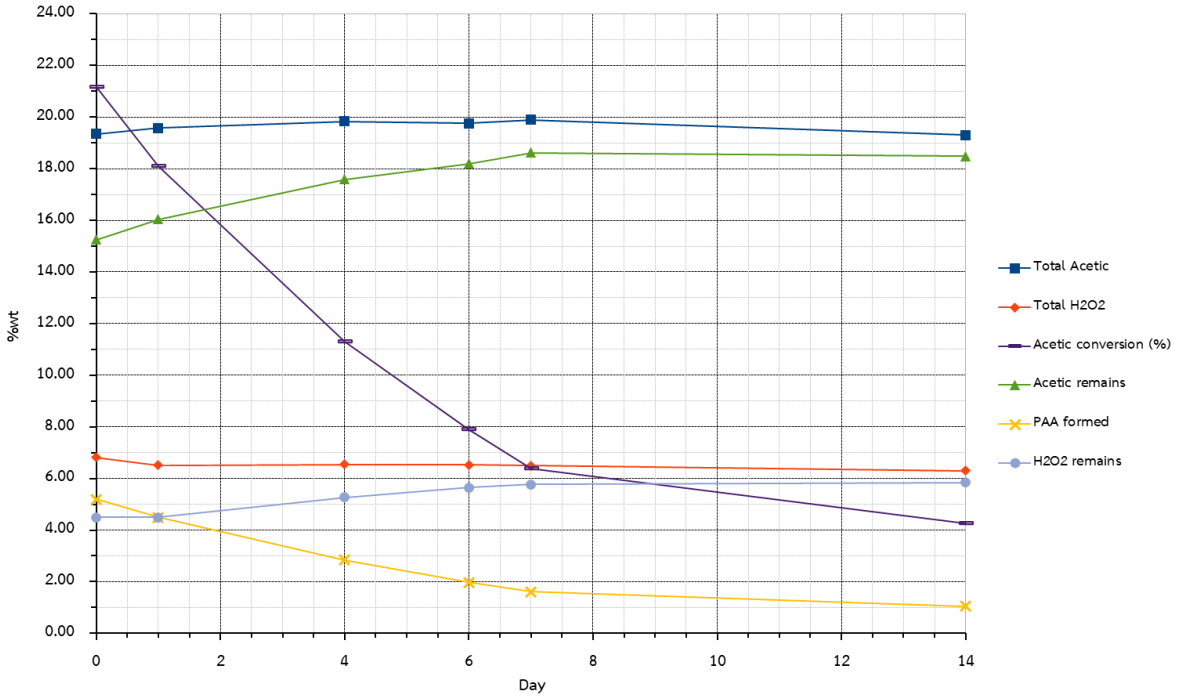
Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	19.67	6.86	22.06	15.33	5.50	4.40
1	19.68	6.50	18.57	16.03	4.63	4.43
4	19.70	6.75	11.09	17.51	2.77	5.51
6	19.54	6.39	7.24	18.13	1.79	5.59
7	19.47	6.33	6.36	18.23	1.57	5.63
14	19.52	6.13	4.35	18.67	1.08	5.65

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมซัลเฟตและโซเดียมไนไตรท์ละลายปนอยู่ในการเจือจาง

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมซัลเฟตและโซเดียมไนเตรท์ในการเจือจาง พบว่าซัลเฟตไอออนและไนไตรท์ไอออนไม่ส่งผลต่อการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก โดยความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกอยู่ที่ประมาณ 5%w/w ใกล้เคียงกับการใช้น้ำกลั่น แสดงว่าถ้าหากเจือจางด้วยน้ำที่มีซัลเฟตไอออนหรือไนไตรท์ไอออนแล้วใช้เลยสามารถทำได้ แต่ถ้าหากตั้งทิ้งไว้ก็ควรใช้ภายใน 1 วัน เพราะความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกจะลดลงประมาณ 1% และจากผลการทดลองสังเกตเห็นว่ามีการลดลงของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เร็วกว่าการใช้น้ำกลั่น เนื่องจากไนไตรท์สามารถรับโปรตอนจากกรดอะซีติก ทำให้เกิดอะซิเตทไอออนขึ้นในปฏิกิริยา และไนไตรท์ถูกออกซิไดซ์ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นเป็นไนตรทไอออน จึงส่งผลทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวเร็วกว่าการใช้น้ำกลั่น แต่ในสภาวะที่สารละลายมีความเป็นกรดน้อยลง ทำให้เห็นอัตราการสลายตัวลดลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

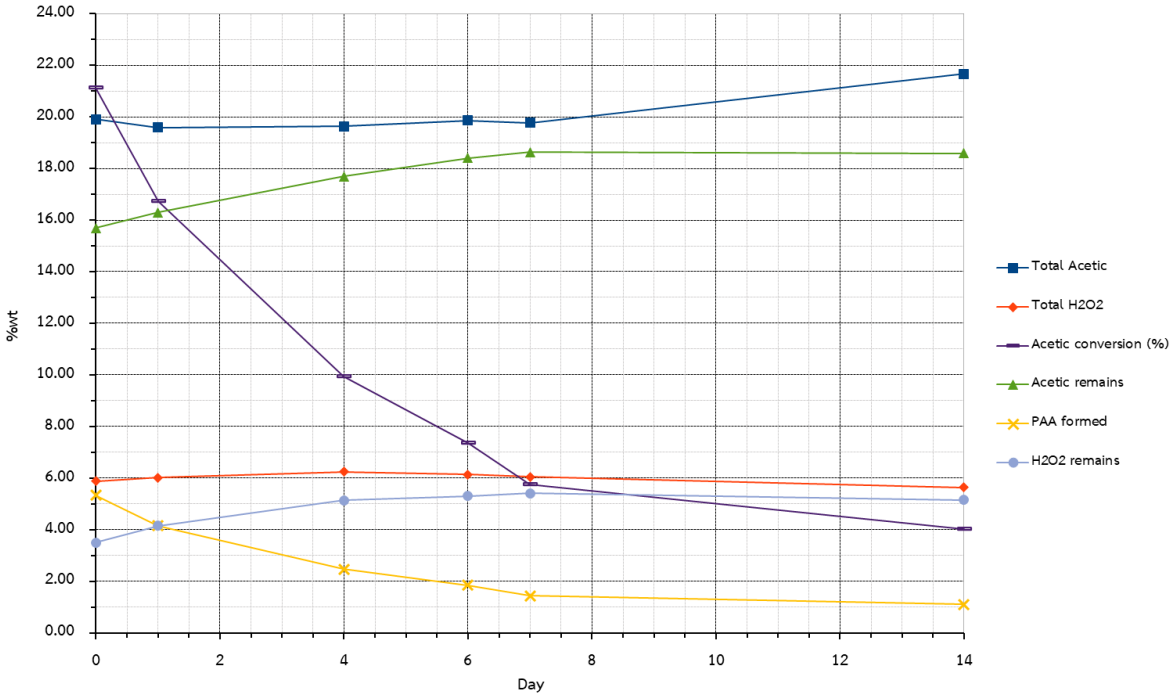


รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA 15%w/w ด้วยโซเดียมซัลเฟต

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.14

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	19.35	6.82	21.16	15.26	5.19	4.50
1	19.58	6.51	18.11	16.03	4.49	4.50
4	19.83	6.55	11.31	17.59	2.84	5.28
6	19.76	6.53	7.91	18.19	1.98	5.64
7	19.90	6.49	6.39	18.63	1.61	5.77
14	19.31	6.31	4.27	18.49	1.04	5.84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA ด้วยโซเดียมไนไตรท์

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.15

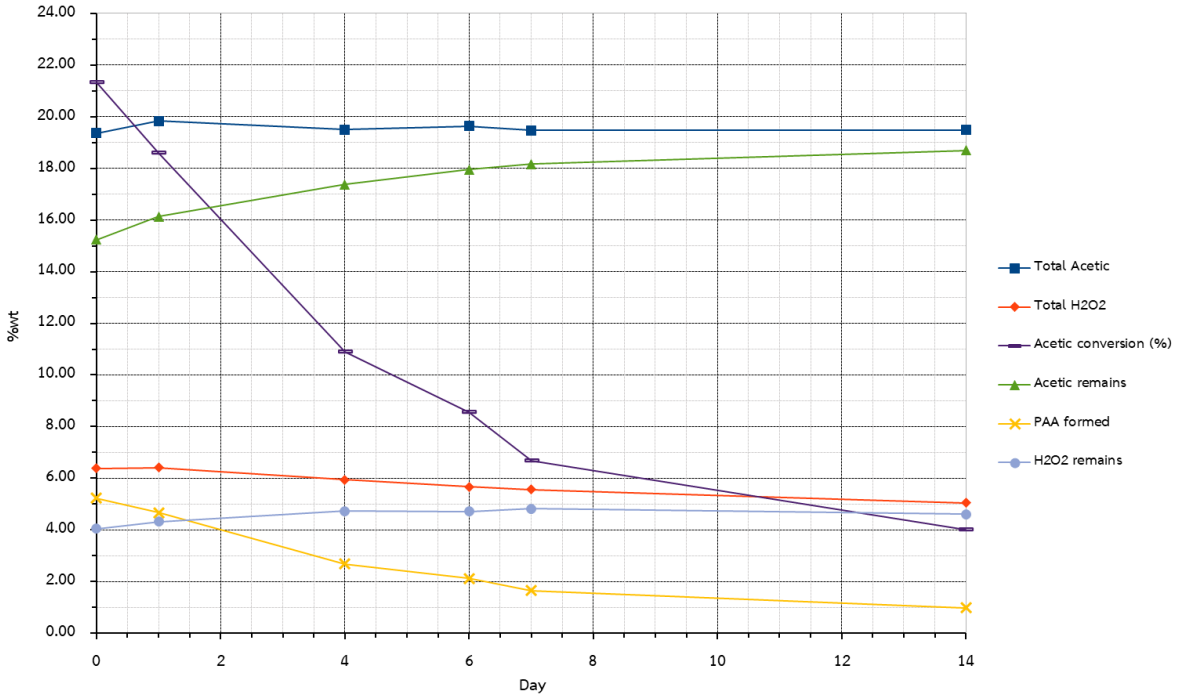
Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	19.90	5.88	21.14	15.69	5.33	3.50
1	19.58	6.01	16.74	16.30	4.15	4.15
4	19.64	6.24	9.93	17.69	2.47	5.13
6	19.87	6.13	7.35	18.41	1.85	5.31
7	19.77	6.05	5.75	18.63	1.44	5.41
14	21.67	5.64	4.01	18.59	1.10	5.15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์, โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนตละลายปนอยู่ในการเจือจาง

ในทำนองเดียวกันผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมไฮดรอกไซด์, โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนตในการเจือจาง พบว่าความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกอยู่ที่ประมาณ 5%w/w ใกล้เคียงกับการใช้น้ำกลั่น แสดงว่าถ้าหากเจือจางด้วยน้ำที่มีแอนไอออนเหล่านี้แล้วใช้เลยสามารถทำได้ แต่ถ้าหากตั้งทิ้งไว้ก็ควรใช้ภายใน 1 วัน เพราะความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกจะลดลงประมาณ 1% และจากผลการทดลองสังเกตได้ว่าน้ำที่มีแอนไอออนเหล่านี้ส่งผลทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวได้เร็วกว่าการใช้น้ำกลั่น สาเหตุของการสลายตัวมาจากแอนไอออนเหล่านี้สะเทินกรดอะซีติกส่วนนึงที่อยู่ในปฏิกิริยา กลายเป็นเป็นอะซิเตทไอออน แต่ในสภาวะที่สารละลายมีความเป็นกรดน้อยลง ทำให้เห็นอัตราการสลายตัวลดลง

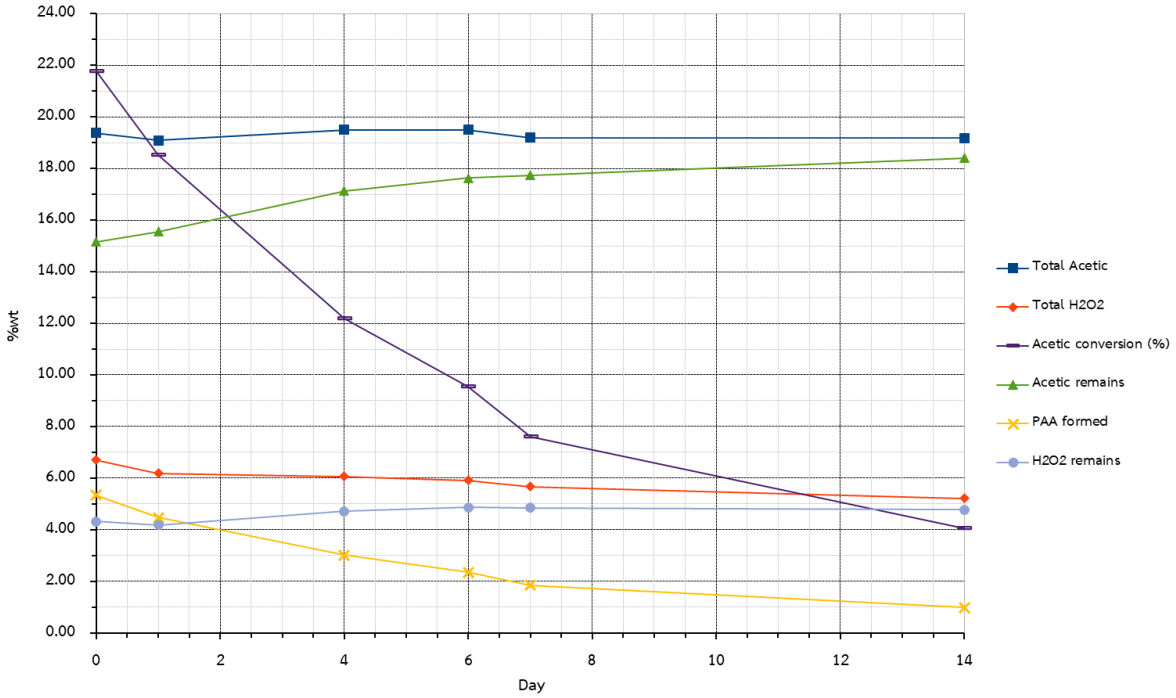
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ
หลังเจือจางกรด PAA 15%w/w ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.16

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	19.37	6.38	21.33	15.24	5.23	4.04
1	19.83	6.41	18.61	16.14	4.67	4.33
4	19.50	5.94	10.89	17.38	2.69	4.73
6	19.63	5.67	8.56	17.95	2.13	4.72
7	19.47	5.56	6.69	18.17	1.65	4.82
14	19.48	5.05	4.00	18.70	0.99	4.60

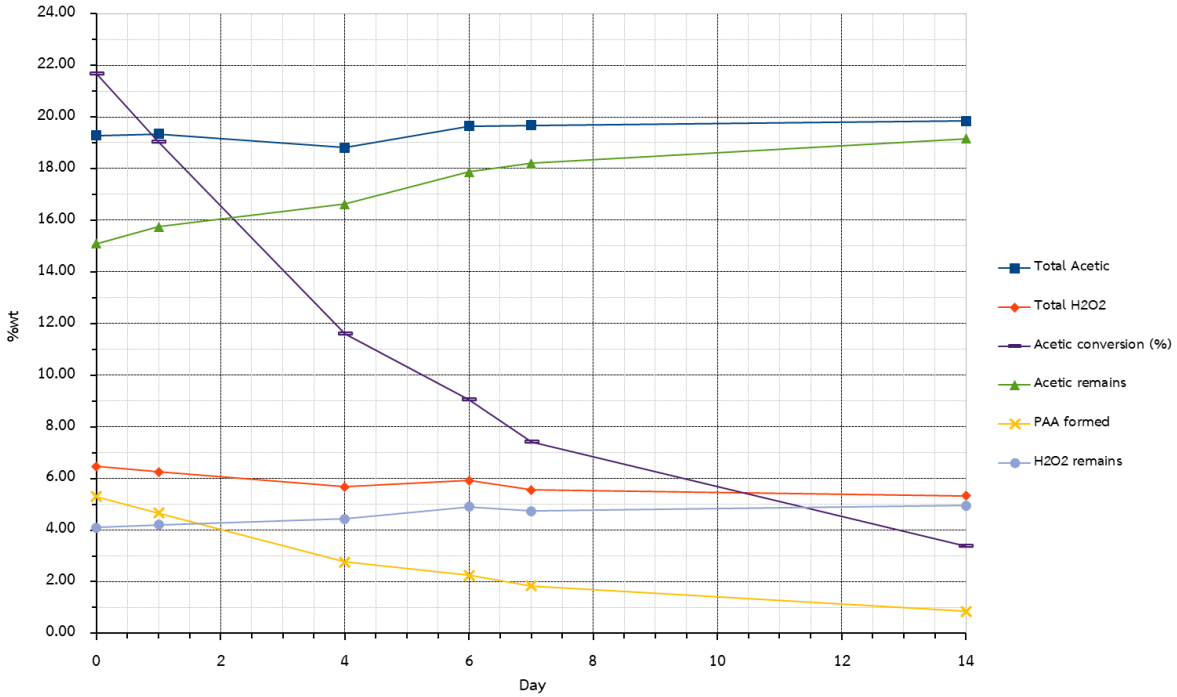


รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA 15%w/w ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.17

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	19.38	6.71	21.76	15.16	5.34	4.32
1	19.09	6.18	18.52	15.55	4.48	4.18
4	19.51	6.06	12.18	17.13	3.01	4.71
6	19.49	5.92	9.53	17.64	2.35	4.87
7	19.20	5.67	7.59	17.74	1.85	4.85
14	19.18	5.21	4.06	18.40	0.99	4.77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ
หลังเจือจาง PAA 15%w/w ด้วยโซเดียมคาร์บอเนต

ตารางที่ 4.18 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.18

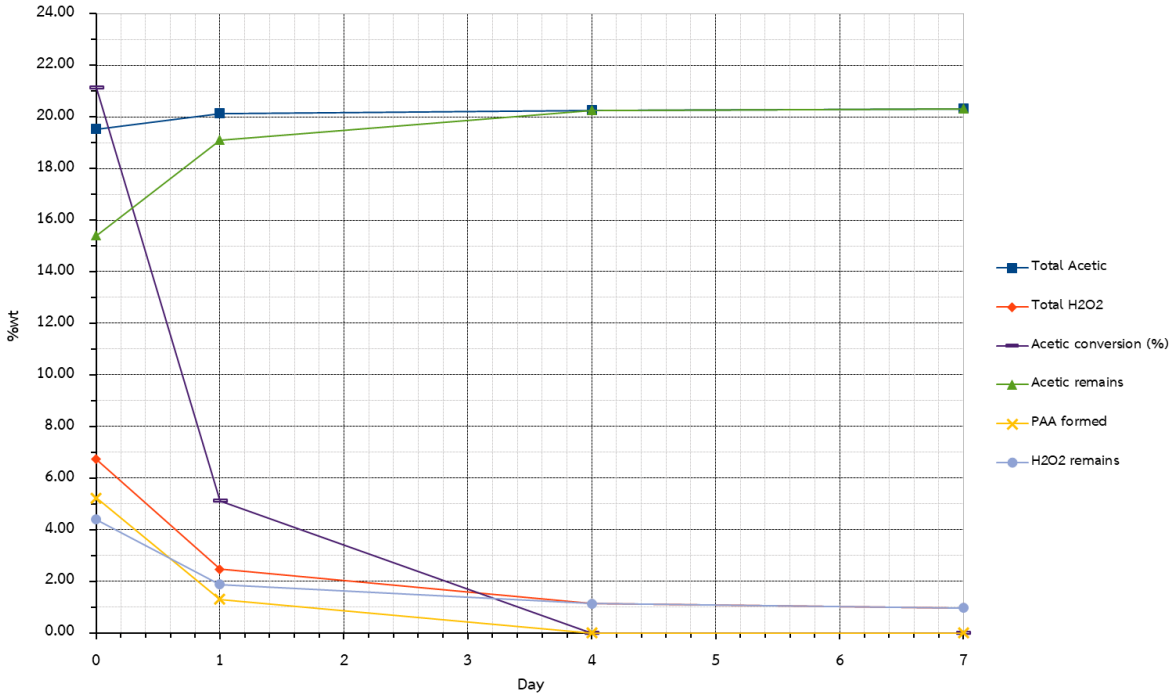
Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	19.27	6.46	21.68	15.10	5.29	4.10
1	19.35	6.25	19.04	15.75	4.67	4.21
4	18.81	5.67	11.59	16.63	2.76	4.44
6	19.64	5.92	9.06	17.86	2.25	4.91
7	19.67	5.56	7.42	18.21	1.85	4.73
14	19.84	5.34	3.39	19.16	0.85	4.95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมคลอไรด์ละลายปนอยู่ในการเจือจาง

ผลการทดลองเมื่อใช้น้ำที่มีโซเดียมคลอไรด์ในการเจือจาง พบว่าไม่ว่าความเข้มข้นของความเป็นกรดในสารละลายจะลดลง แต่ด้วยคลอไรด์ไอออนที่มีในปริมาณมากจากการที่คลอไรด์สามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เกิดเป็นก๊าซคลอรีนและน้ำ และก๊าซคลอรีนที่เกิดขึ้นสามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ต่อ เกิดเป็นก๊าซออกซิเจน, โปรตอน และคลอไรด์ไอออน ทำให้อัตราการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ยังคงลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเมื่อทำการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกด้วยน้ำที่มีคลอไรด์ไอออนแล้วควรใช้ทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



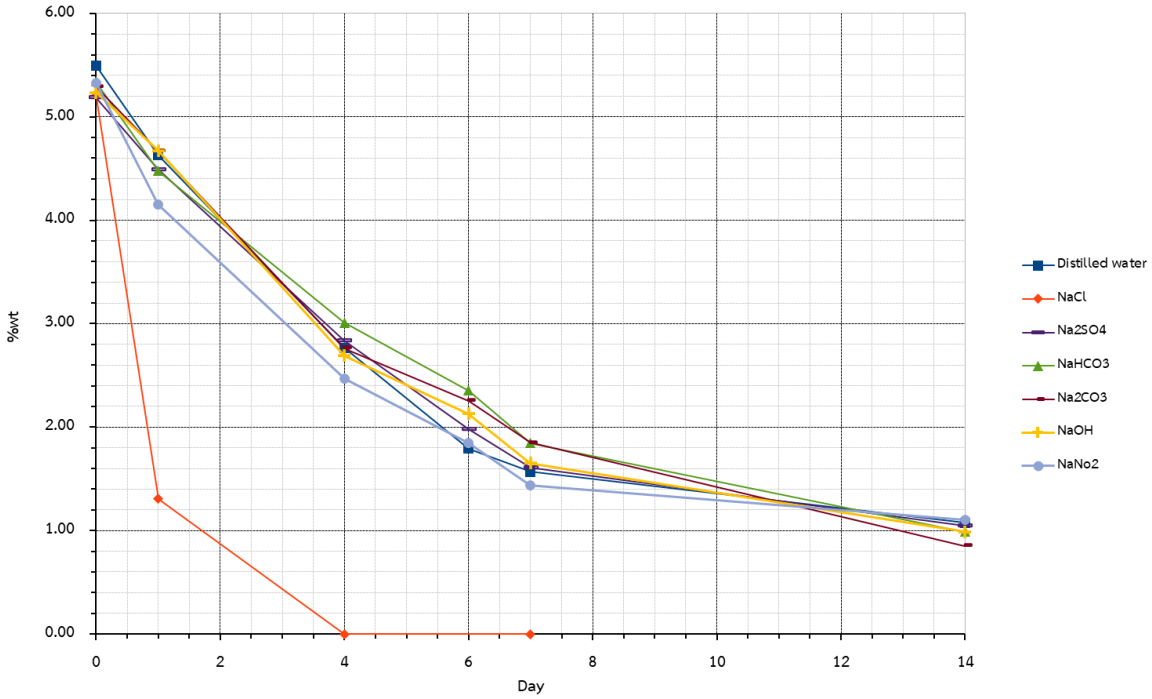
รูปที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA %w/w ด้วยโซเดียมคลอไรด์

ตารางที่ 4.19 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.19

Day	Total Acetic (%wt)	Total H_2O_2 (%wt)	Acetic conversion (%)	Acetic remains (%wt)	PAA formed (%wt)	H_2O_2 remains (%wt)
0	19.53	6.73	21.12	15.40	5.22	4.40
1	20.13	2.46	5.12	19.10	1.31	1.88
4	20.25	1.13	0.00	20.25	0.00	1.13
7	20.32	0.96	0.00	20.32	0.00	0.96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกเมื่อมีการใช้น้ำกลั่นและน้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ ในการเจือจาง



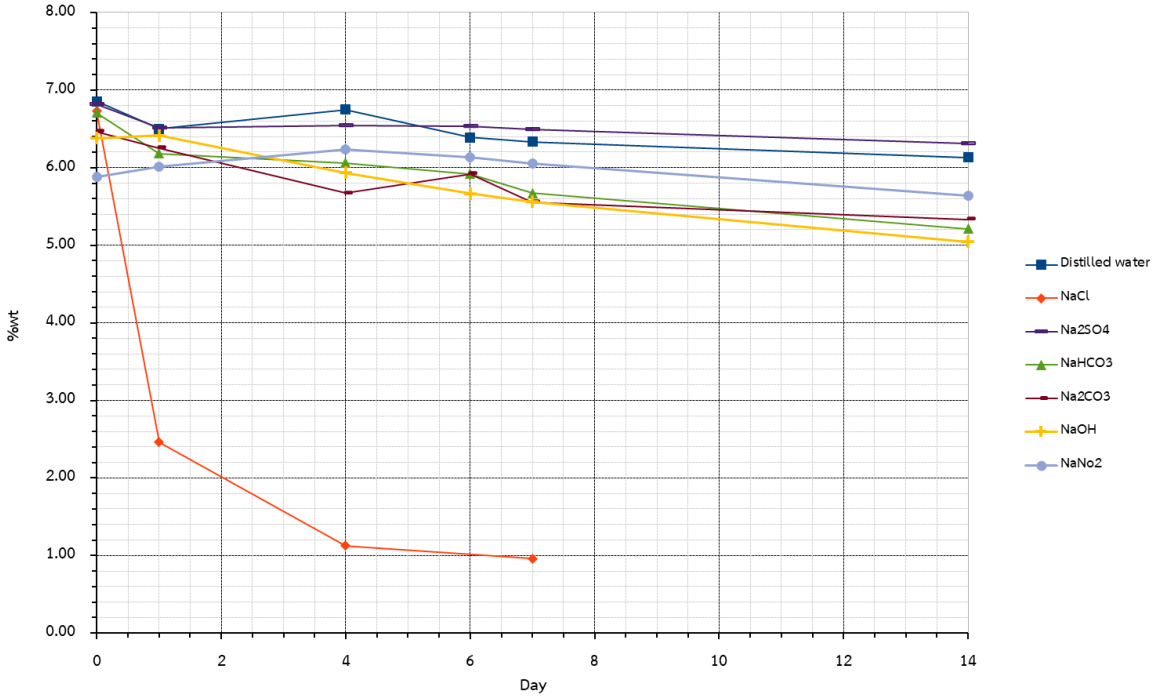
รูปที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารต่าง ๆ หลังเจือจาง PAA 15%w/w ให้เหลือความเข้มข้น 5%w/w ด้วยน้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.20 (%wt)

Day	Distilled water	NaCl	Na_2SO_4	$NaHCO_3$	Na_2CO_3	NaOH	$NaNo_2$
0	5.50	5.22	5.19	5.34	5.29	5.23	5.33
1	4.63	1.31	4.49	4.48	4.67	4.67	4.15
4	2.77	0.00	2.84	3.01	2.76	2.69	2.47
6	1.79		1.98	2.35	2.25	2.13	1.85
7	1.57	0.00	1.61	1.85	1.85	1.65	1.44
14	1.08		1.04	0.99	0.85	0.99	1.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวมเมื่อมีการใช้น้ำกลั่นและน้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ ในการเจือจาง



รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยรวมเมื่อใช้น้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ กันในการเจือจาง

ตารางที่ 4.21 ข้อมูลตัวเลขของกราฟในรูปที่ 4.21 (%wt)

Day	Distilled water	NaCl	Na_2SO_4	$NaHCO_3$	Na_2CO_3	NaOH	$NaNo_2$
0	6.86	6.73	6.82	6.71	6.46	6.38	5.88
1	6.50	2.46	6.51	6.18	6.25	6.41	6.01
4	6.75	1.13	6.55	6.06	5.67	5.94	6.24
6	6.39		6.53	5.92	5.92	5.67	6.13
7	6.33	0.96	6.49	5.67	5.56	5.56	6.05
14	6.13		6.31	5.21	5.34	5.05	5.64

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

บทนี้จะเป็นการสรุปผลการทดลองจากการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การผลิตกรดอะซีติก และการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกที่ได้บรรยายในบทที่ 4 รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่คาดว่าจะนำไปพัฒนากระบวนการผลิตต่อไป

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การผลิตกรดอะซีติก และการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกโดยใช้น้ำที่มีแอนไอออน 6 ชนิดที่มีความเข้มข้น 0.1 N ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมซัลเฟต โซเดียมไบคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมไนไตรท์ เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

ในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 50%w/w ให้มีความเข้มข้นต่ำลงประมาณ 35%w/w สามารถใช้น้ำที่มีคลอไรด์ไอออน และซัลเฟตไอออนที่มีความเข้มข้น 0.1 N ในสภาวะที่เป็นกลางในการเจือจางได้ โดยให้ผลการเจือจางแบบเดียวกับการใช้น้ำกลั่น ในกรณีของไนไตรท์ไอออนที่ความเข้มข้น 0.1 N จะถูกออกซิไดซ์ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จนหมดหลังทำการผสมกลายเป็นไนเตรทไอออน ซึ่งในสภาวะที่เป็นกลางไนเตรทไอออนไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในกรณีของโซเดียมไฮดรอกไซด์, โซเดียมไบคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 0.1 N เมื่อทำการผสมจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง และเร่งการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีความเป็นกรดที่แรงกว่าน้ำ ดังนั้นถ้ามีเบสปนอยู่จะทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จ่ายโปรตอนให้เบสและกลายเป็นเปอร์ไฮดรอกซิลแอนไอออน และการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะเรียงลำดับตามลำดับความแรงของเบส โดยเบสที่แรงกว่าทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวได้รวดเร็วกว่า

ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติกน้ำที่มีซัลเฟตไอออนความเข้มข้น 0.1 N ละลายอยู่ไม่ก่อปัญหาในการผลิตหรือในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก โดยให้ผลเหมือนการใช้น้ำกลั่น ในกรณีของไนไตรท์ความเข้มข้น 0.1 N เมื่อเติมลงไปจะถูกออกซิไดซ์ให้เป็นไนเตรทไอออน ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหามากเมื่อสารละลายมี pH ต่ำ หรือมีความเป็นกรดมาก เช่นในกรณีสารละลายกรดอะซีติกความเข้มข้น 99.8%w/w และไนไตรท์ไอออนยังสามารถรับโปรตอนจากกรดอะซีติก ทำให้เกิดอะซิเตทไอออนขึ้นในปฏิกิริยา โดยอะซิเตทไอออนมีฤทธิ์เป็นเบสสามารถรับโปรตอนจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลายเป็นเปอร์ไฮดรอกซิลแอนไอออน และทำให้เกิดการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ตามมา ในกรณีของไฮดรอกไซด์, ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 0.1 N จะเกิดปัญหาผ่านตัวอะซิเตทไอออนเช่นเดียวกันเมื่อไฮดรอกไซด์ถูกสะเทิน ส่วนไบคาร์บอเนตถูกสะเทินทำให้เป็น H_2CO_3 ก่อนแล้วสลายตัวเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำหลุดออกไป ส่วนคาร์บอเนตก็เช่นกันถูกสะเทินทำให้เป็น HCO_3^- และถูกกรดสะเทินต่อให้เป็น H_2CO_3 แล้วสลายตัวเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำหลุดออกไป ทำให้ความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกน้อยกว่า 5%w/w ดังนั้นน้ำที่มีแอนไอออนเหล่านี้ไม่เหมาะในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก แต่ถ้าเอาน้ำเหล่านี้ที่มีความเข้มข้น 0.1 N มาใช้ในการเจือจางจะใช้เวลา 6-7 วัน ปฏิกิริยาถึงจะเข้าสู่สมดุลค่าใหม่ โดยสามารถนำมาเจือจางให้มีความเข้มข้นที่เหมาะได้ แต่ควรผสมเสร็จแล้วใช้ภายในทันที และในกรณีของคลอไรด์ไอออนไม่เหมาะในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก เนื่องจากคลอไรด์ไอออนจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเร่งการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในสภาวะที่เป็นกรดเกิดเป็นก๊าซคลอรีน และเมื่อนำมาเจือจางต้องใช้ภายในทันที โดยหลังจากทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงค่าความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกจะลดลงอย่างมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่อาจนำไปใช้ต่อในกระบวนการผลิตกรดเปอร์อะซีติกในอนาคตมีดังนี้

- ควรศึกษาความเข้มข้นของแอนไอออนที่นำมาทดสอบให้หลากหลายมากยิ่งขึ้น ให้มีความใกล้เคียงกับน้ำในแต่ละพื้นที่ที่จะใช้ในการผลิตหรือการเจือจาง

- ในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะเห็นว่ามีไอออน 3 ชนิด ได้แก่ ไฮดรอกไซด์ ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต ก่อให้เกิดอันตรายได้ในการผลิต ดังนั้นควรที่จะตรวจสอบการมีอยู่ของไอออนเหล่านี้ในน้ำก่อน เพื่อลดการเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรง

- เพื่อความปลอดภัยในการเตรียมควรจะผสมน้ำกับกรดอะซีติกเข้าด้วยกันก่อนถ้าคาดว่าน้ำที่จะใช้ในการผลิตนั้นจะมีปัญหาการปนเปื้อนของไอออนที่มีสภาพเป็นเบส เพื่อให้สะเทินเบสไปก่อน แต่ถึงแม้จะเกิดปฏิกิริยาที่ไม่รุนแรงแต่ก็ยังทำให้ความเข้มข้นสูงสุดของกรดเปอร์อะซีติกที่ได้ลดต่ำลง และมีการสลายตัวด้วยอัตราที่เร็วขึ้น ซึ่งจะมีผลต่ออายุการใช้งาน

- ศึกษาการผลิตกรดเปอร์อะซีติกและการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกโดยใช้ภาชนะที่บรรจุชนิดอื่น เช่น พอลิโพรพิลีน (PP) เทฟลอน (Teflon) และพีวีซี (PVC) เป็นต้น เพื่อยืนยันว่าการลดลงของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นั้นมาจากการที่กรดเปอร์อะซีติกทำปฏิกิริยากับภาชนะ HDPE

- ศึกษากลไกการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดเปอร์อะซีติกกับภาชนะ HDPE

- ทดลองทำการพาสซิเวส (passivation) ผิวของภาชนะ HDPE ก่อนนำมาใส่สารละลายเพื่อลดความว่องไวของการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดเปอร์อะซีติกและภาชนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
การคำนวณค่าความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)

การหาความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เตรียมเพื่อนำมาใช้ในการไทเทรตหาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาหาได้จากสูตร

$$C_{KMnO4} = W_{oxalic}/(90.03 \times 2.5 \times V_{KMnO4}) \times 1000$$

เมื่อ C_{KMnO4} คือ ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M)

W_{oxalic} คือ น้ำหนักของกรดออกซาลิก (g)

V_{KMnO4} คือ ปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้ (ml)

2.5 คือ อัตราส่วนการทำปฏิกิริยาระหว่าง MnO_4^- กับ $C_2O_4^{2-}$

ยกตัวอย่างการคำนวณหาความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตวันที่ 0 ของการทดลอง โดยมีข้อมูลการไทเทรตหาความเข้มข้นดังนี้

ขวดที่	น้ำหนักออกซาลิก (g)	$KMnO_4$ เริ่มต้น (ml)	$KMnO_4$ สุดท้าย (ml)	$KMnO_4$ ที่ใช้ไป (ml)
1	0.0514	22.4	29.9	7.5
2	0.0599	29.9	38.8	8.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากสูตรการหาความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

ขวดที่ 1 $C_{KMnO4,1} = 0.0514/(90.03 \times 2.5 \times 7.5) \times 1000$

$= 0.0304$ M

ขวดที่ 2 $C_{KMnO4,2} = 0.0599/(90.03 \times 2.5 \times 8.9) \times 1000$

$= 0.0299$ M

ความเข้มข้นสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเฉลี่ยทั้ง 2 ขวด

$C_{KMnO4} = (C_{KMnO4,1} + C_{KMnO4,2})/2$

$= (0.0304+0.0299)/2$

$= 0.0302$ M

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างการคำนวณหาความเข้มข้นสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

การคำนวณหาความเข้มข้นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลังจากเจือจางสามารถหาได้จากสูตร

$$C_{H2O2} = 2.5 \times (C_{KMnO4} \times V_{KMnO4} \times \text{M.W. of } H_2O_2)/W_{sample} \times 100$$

เมื่อ C_{H2O2} คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่าง (%w/w)

W_{sample} คือ น้ำหนักตัวอย่าง (g)

C_{KMnO4} คือ ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (M)

V_{KMnO4} คือ ปริมาตรสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้ (L)

M.W. of H_2O_2 คือ มวลโมเลกุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (g/mol)

2.5 คือ อัตราส่วนการทำปฏิกิริยาระหว่าง MnO_4^- กับ H_2O_2

100 คือ ตัวเลขที่ใช้ปรับค่าให้เป็น %

ยกตัวอย่างการคำนวณหาความเข้มข้นสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยใช้น้ำกลั่นในการเจือจางวันที่ 0 (ข้อมูลดิบการไทเทรตจากภาคผนวก ช ตารางที่ ช.1)

$$C_{H2O2}\ (\%w/w) = 2.5 \times (0.0302 \times 0.0324 \times 34.01)/0.2067 \times 100$$
$$= 40.22$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จะได้ว่าวันที่ 0 ของการทดลองการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยน้ำกลั่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีความเข้มข้น 40.22 %w/w

ภาคผนวก ค
คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อใช้ในการไทเทรตหาปริมาณกรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้นและกรดอะซีติกที่เหลือหาได้จากสูตร

$$C_{NaOH} = W_{KHP}/(204.22 \times 1 \times V_{NaOH}) \times 1000$$

เมื่อ C_{NaOH} คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (M)

W_{KHP} คือ น้ำหนักของโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (g)

V_{NaOH} คือ ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ (ml)

1 คือ อัตราส่วนการทำปฏิกิริยาระหว่าง KHP กับ NaOH

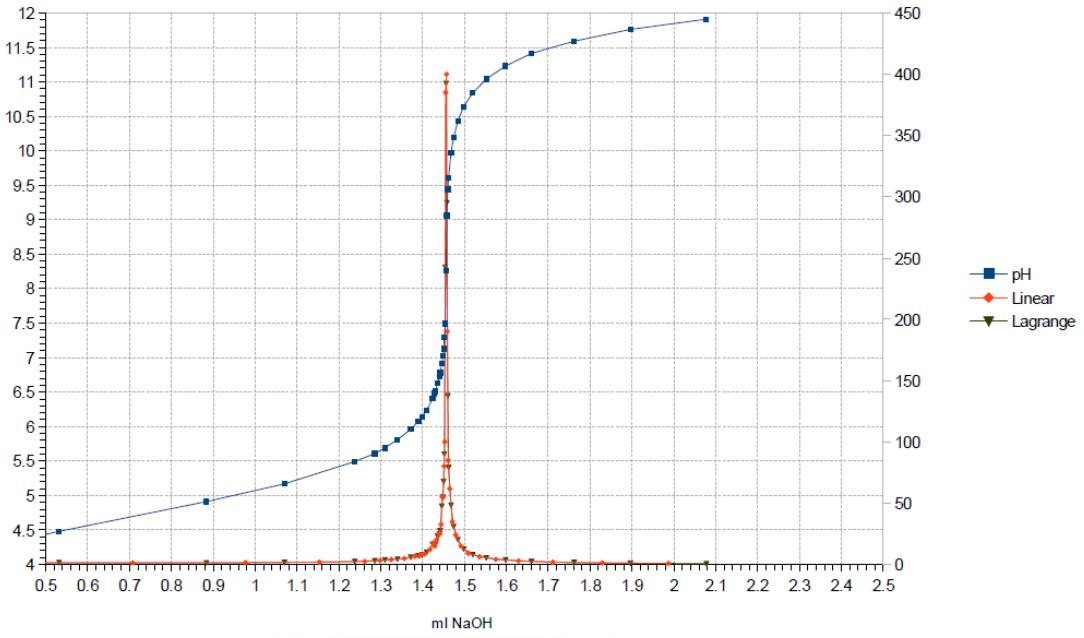
ยกตัวอย่างการคำนวณหาความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยชั่งโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (KHP) มา 0.5 g และใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5.1 ml

$$C_{NaOH} = 0.5/(204.22 \times 1 \times 5.1) \times 1000$$
$$= 0.4801 \text{ M}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ง
การหาจุดสมมูลจากกราฟการไทเทรต

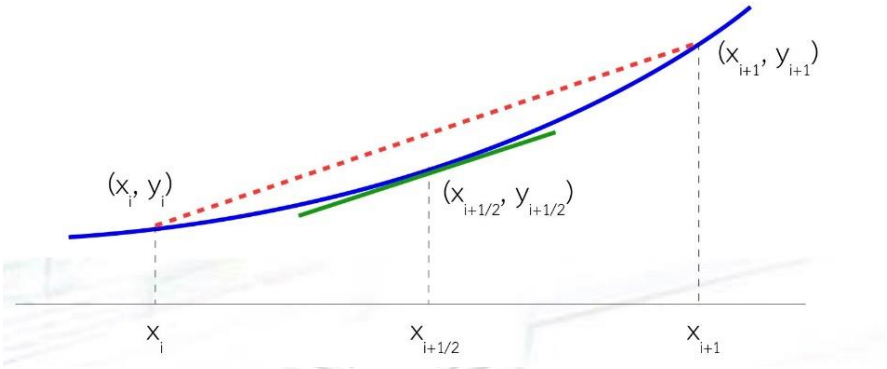
ทำการไทเทรตตัวอย่างที่เป็นกรดด้วยสารละลายเบสแล้ววัดค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณเบสที่หยดลงไป ในช่วงที่อยู่ห่างจุดสมมูลนั้นค่า pH จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลง (ค่า pH ที่เปลี่ยนต่อปริมาตรเบสที่หยด) ที่ต่ำ แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงนี้จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าใกล้จุดสมมูล และมีค่าสูงสุดที่จุดสมมูล และเมื่อพ้นจุดสมมูลไปแล้วค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงจะลดต่ำลง ดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ง.1 กราฟการไทเทรตตัวอย่างที่เป็นกรดอะซีติก (H_3CCOOH) ด้วยเบสแก่ (NaOH 0.47 mol/l) เส้นสีน้ำเงินคือค่า pH ที่วัดได้เมื่อเติมเบสลงไป เส้นสีส้มและเส้นสีเขียวคือค่าความชันของเส้นสีน้ำเงินที่คำนวณด้วยเทคนิคต่างกัน

การระบุตำแหน่งที่ค่า pH มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดจากกราฟค่า pH กับปริมาตรเบสที่หยดจะทำได้ยาก (เส้นสีน้ำเงินในรูปที่ ก.1) วิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้การระบุตำแหน่งดังกล่าวทำได้ง่ายขึ้นก็คือการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง pH แล้วนำมาเขียนกราฟใหม่เป็นกราฟระหว่างค่า d(pH)/d(ml) ดับปริมาตรเบสที่หยด ตำแหน่งที่เป็นจุดสูงสุดของพีคที่ได้คือตำแหน่งของจุดสมมูล (ถ้าเป็นการไทเทรตเบสด้วยสารละลายกรด พีคที่ได้จะกลับหัว)

วิธีการคำนวณวิธีแรกคือเทคนิค finite difference ในวิธีการนี้ ถ้ามีจุดข้อมูล 2 จุด คือ (x_i, y_i) และ (x_{i+1}, y_{i+1}) ความชันของเส้นตรงที่เชื่อมต่อสองจุดนี้คือ $(y_{i+1}, y_i)/ (x_{i+1}, x_i)$ ซึ่งความชันของเส้นตรงเส้นนี้จะเป็นค่าประมาณของความชันของจุดกึ่งกลางระหว่าง x_i และ x_{i+1} คือจุด $(x_1+x_2)/2$ หรือ $x_{i+1/2}$



รูปที่ ง.2 เส้นประสีแดงที่ลากเชื่อมจุด (x_i, y_i) และ (x_{i+1}, y_{i+1}) มีความชันเท่ากับ $(y_{i+1}-y_i)/(x_{i+1}-x_i)$ ความชัดของเส้นสีแดงใกล้เคียงกับเส้นสัมผัสโค้งที่จุด $(x_{i+1/2}, y_{i+1/2})$ (เส้นสีเขียว)

วิธีการคำนวณที่สอง คือการใช้ฟังก์ชันพหุนาม (polynomial) สร้าง interpolation function ขึ้นมาก่อน วิธีการนี้จะได้ฟังก์ชันต่อเนื่องสำหรับคำนวณค่า y ที่จุด x ใด ๆ จากนั้นทำการ differential หรือหาค่าอนุพันธ์ของฟังก์ชันที่สร้างขึ้น เช่นถ้าใช้จุดข้อมูล 3 จุด จะสามารถสร้างสมการกำลังสองได้ และวิธีการหนึ่งที่สร้างสมการกำลังสองได้ง่ายจากจุดข้อมูล 3 จุด ((a, f(a), (b, f(b) และ c, f(c)) คือการใช้ฟังก์ชันพหุนามลากรองจ์ (Lagrange polynomial) ซึ่งในกรณีของจุดข้อมูล 3 จุด ฟังก์ชั้นจะเป็นดังสมการที่ ง.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$P_2(x) = \frac{(x-b)(x-c)}{(a-b)(a-c)} f(a) + \frac{(x-a)(x-c)}{(b-a)(b-c)} f(b) + \frac{(x-a)(x-b)}{(c-a)(c-b)} f(c) \qquad (ง.1)$$

ถ้าทำการ differentiate สมการที่ (1) 1 และ 2 ครั้ง จะได้สมการสำหรับคำนวณค่าอนุพันธ์อันดับ 1 และอันดับ 2 ดังนี้

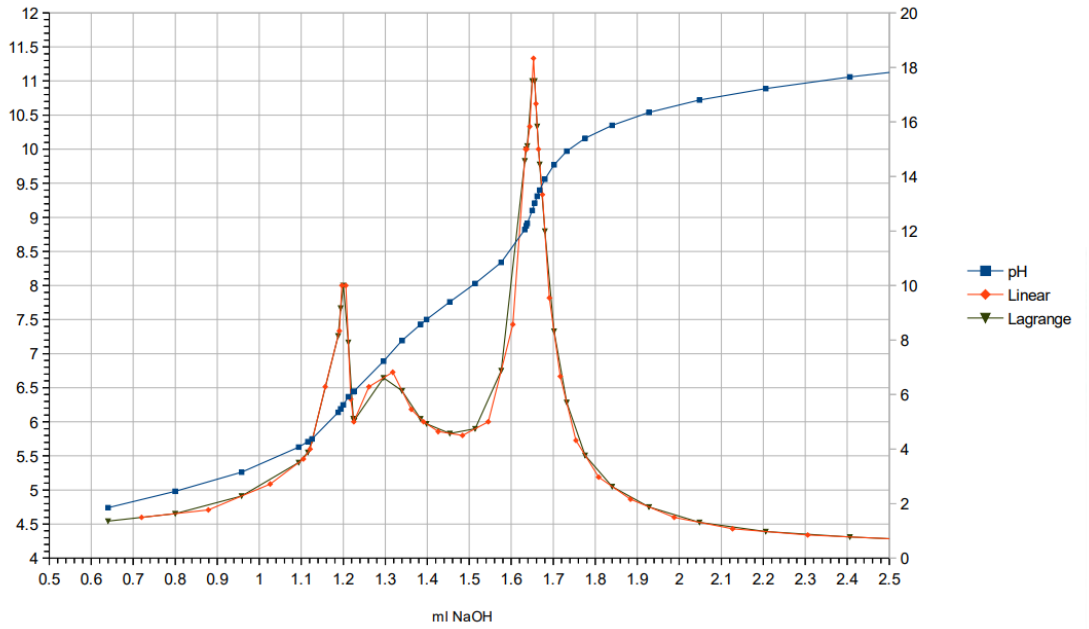
$$\frac{dy}{dx} = \frac{2x - (b+c)}{(a-b)(a-c)} f(a) + \frac{2x - (a+c)}{(b-a)(b-c)} f(b) + \frac{2x - (a+b)}{(c-a)(c-b)} f(c) \qquad (ง.2)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{2f(a)}{(a-b)(a-c)} + \frac{2f(b)}{(b-a)(b-c)} + \frac{2f(c)}{(c-a)(c-b)} \qquad (ง.3)$$

รูปที่ ง.1 และ ง.3 ที่นำมาเป็นตัวอย่างนั้นได้มาจากการไทเทรตด้วยเครื่องไทเทรตอัตโนมัติที่เครื่องจะทำการปรับปริมาตรเบสที่เติมตามอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH ทำให้จุดข้อมูลที่ได้มานั้นอยู่ห่างกันเป็นระยะที่ไม่คงที่ ช่วงที่ค่า pH เปลี่ยนช้าจุดจะอยู่ห่างกัน แต่ช่วงที่ค่า pH เปลี่ยนเร็วจุดจะอยู่ใกล้กัน

เนื่องจากความละเอียดของการเติมเบสนั้นสูงกว่าความไวในการวัดค่า pH เมื่อนำข้อมูลค่า pH ที่ได้จากการวัดจริงมาคำนวณค่าอนุพันธ์ กราฟอนุพันธ์จะมีการแกว่งไปมาได้ โดยเฉพาะตรงบริเวณจุดสมมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH รวดเร็ว

การใช้ค่าอนุพันธ์ในการหาตำแหน่งจุดสมมูลจะช่วยให้การแปลผลการไทเทรตที่การเปลี่ยนแปลงค่า pH นั้นไม่เด่นชัด (เช่นพีคแรกในรูปที่ ก.3) หรือในกรณีที่จุดสมมูลของกรดแต่ละตัวนั้นอยู่ใกล้กัน



รูปที่ ง.3 กราฟการไทเทรตตัวอย่างที่ประกอบด้วยกรดอะซีติกและกรดเปอร์อะซีติกด้วยเบสแก่ (NaOH 0.47 mol/l) เส้นสีน้ำเงินคือค่า pH ที่วัดได้เมื่อเติมลงไป เส้นสีส้มและเส้นสีเขียวคือค่าความชันของเส้นสีน้ำเงิน พีคค่าอนุพันธ์อันดับ 1 ทางด้านซ้ายที่เห็นแตกเป็นสองพีคนั้นเกิดจากการที่จุดข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ราบเรียบ (ไทเทรตด้วยเครื่อง Auto titrator)

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าปริมาณรวมของกรดอะซีติก กรดอะซีติกที่ใช้ทำปฏิกิริยา กรดอะซีติกที่เหลือ ปริมาณรวมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ทำปฏิกิริยา และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลือ

ยกตัวอย่างการคำนวณการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w โดยใช้น้ำกลั่น วันที่ 1 ในหัวข้อที่ 4.2 (ผลการทดลองรายงานไว้ในรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.2)

ตัวอย่างนี้เตรียมจากการผสมกรดอะซีติก (Glacial) 30 ml + น้ำกลั่น 30 ml + ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (50%w/w) 70 ml ปิเปตตัวอย่างมาไทเทรต 0.1078 g ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการไทเทรตความเข้มข้น 0.4817 mol/l และใช้ปริมาตรในการไทเทรตกรดทั้งหมด 0.746 ml (ข้อมูลดิบการไทเทรตจากภาคผนวก ฌ.2 ตารางที่ ฌ.2)

จำนวนโมลรวมของกรดทั้งหมด (Ac และ PAA) = $0.4817 \times (0.746/1000) = 3.59 \times 10^{-4}$ mol

น้ำหนักเริ่มต้นของกรดอะซีติก = $3.59 \times 10^{-4} \times 60.05 = 2.16 \times 10^{-2}$ g

%w/w เริ่มต้นของกรดอะซีติก = $(2.16 \times 10^{-2})/0.1078 \times 100 = 20.02\%$w/w

กรดอะซีติกใช้ทำปฏิกิริยาไป = $(0.746-0.687)/0.746 \times 100 = 7.91\%$

จำนวนโมลอะซีติกที่เหลือ = $(3.59 \times 10^{-4}) \times (100-7.91)/100 = 3.31 \times 10^{-4}$ mol

น้ำหนักกรดอะซีติกที่เหลือ = $3.31 \times 10^{-4} \times 60.05 = 1.99 \times 10^{-2}$ g

%w/w ของกรดอะซีติกที่เหลือ = $(1.99 \times 10^{-2})/0.1078 \times 100 = 18.43\%$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จำนวนโมลกรดเปอร์อะซีติกที่เกิด = $(3.59 \times 10^{-4}) \times 0.0791 = 2.84 \times 10^{-5}$ mol

คิดเป็นน้ำหนักกรดเปอร์อะซีติกที่ได้ = $(2.84 \times 10^{-5}) \times 76.05 = 2.16 \times 10^{-3}$ g

คิดเป็น %w/w ของกรดเปอร์อะซีติกที่ได้ = $(2.16 \times 10^{-3})/0.1078 \times 100 = 2.01\%$

ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหลืออยู่หาโดยการไทเทรตกับสารละลาย $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.0279 mol/l

การไทเทรตสองครั้งใช้ตัวอย่าง 0.2056 g ใช้สารละลาย $KMmO_4$ รวมทั้งหมด 33.2 ml

ดังนั้นจำนวนโมลของ H_2O_2 ที่เหลือ = $(33.2/1000 \times 0.0279) \times 2.5 = 2.32 \times 10^{-3}$ mol

($KMnO_4$ ทำปฏิกิริยากับ H_2O_2 ในสัดส่วน KMnO4 1 ส่วนต่อ H_2O_2 2.5 ส่วน)

คิดเป็นน้ำหนัก H_2O_2 ที่เหลืออยู่ = $(2.32 \times 10^{-3}) \times 34.01 = 7.88 \times 10^{-2}$ g

%w/w ของ H_2O_2 ที่เหลืออยู่ = $(7.88 \times 10^{-2})/0.2056 \times 100 = 38.31\%$

%w/w ของ H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA = $2.01 \times (34.01/76.05) = 0.90\%$

%w/w ของ H_2O_2 ทั้งหมด = 38.01+0.90 = 39.1%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ
การคำนวณการชั่งแอนไอออนที่ใช้ในการศึกษาเพื่อให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ

การศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก ความเข้มข้นแอนไอออนที่เตรียมจะเป็นความเข้มข้นในสารละลายรวม โดยในการทดลองจะใช้น้ำที่มีแอนไอออนปริมาตร 30 ml ผสมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 70 ml และกรดอะซีติก 30 ml ดังนั้นปริมาตรรวมของสารละลายเท่ากับ 130 ml โดยคำนวณแอนไอออนที่ต้องชั่งจากสูตร

น้ำหนักแอนไอออนที่ชั่ง (g) = M.W. of anions x Concentration x V

เมื่อ M.W. of anions คือ มวลโมเลกุลของแอนไอออน (g/mol)
Concentration คือ ความเข้มข้นของแอนไอออนที่ต้องการ (M)
V คือ ปริมาตรรวมที่ใช้ (L)

โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.1 M
น้ำหนักโซเดียมคลอไรด์ที่ชั่ง (g) = 58.440 (g/mol) x 0.1 (M) x 0.13 (L)
= 0.76 g

โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ความเข้มข้น 0.05 M
น้ำหนักโซเดียมซัลเฟตที่ชั่ง (g) = 142.040 (g/mol) x 0.05 (M) x 0.13 (L)
= 0.92 g

โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ความเข้มข้น 0.1 M
น้ำหนักโซเดียมคาร์บอเนตที่ชั่ง (g) = 84.007 (g/mol) x 0.1 (M) x 0.13 (L)
= 1.09 g

โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 0.05 M
น้ำหนักโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ชั่ง (g) = 105.988 (g/mol) x 0.05 (M) x 0.13 (L)
= 0.69 g

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 M
น้ำหนักโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ชั่ง (g) = 39.997 (g/mol) x 0.1 (M) x 0.13 (L)
= 0.52 g

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โซเดียมไนไตรท์ ($NaNO_2$) ความเข้มข้น 0.1 M

น้ำหนักโซเดียมไนไตรท์ที่ชั่ง (g) = 68.995 (g/mol) x 0.1 (M) x 0.13 (L)

= 0.90 g

ในส่วนของการศึกษาการใช้น้ำที่มีแอนไอออนในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก จะใช้น้ำที่มีแอนไอออนปริมาตร 50 ml นำมาเจือจางกรดเปอร์อะซีติกที่เตรียมไว้ปริมาตร 25 ml โดยความเข้มข้นของแอนไอออนเป็นความเข้มข้นในน้ำที่นำมาเจือจางปริมาตร 50 ml ไม่ใช่ความเข้มข้นในสารละลายรวมปริมาตร 75 ml โดยคำนวณแอนไอออนที่ต้องชั่งจากสูตร

น้ำหนักแอนไอออนที่ชั่ง (g) = M.W. of anions x Concentration x V

เมื่อ M.W. of anions คือ มวลโมเลกุลของแอนไอออน (g/mol)

Concentration คือ ความเข้มข้นของแอนไอออนที่ต้องการ (M)

V คือ ปริมาตรที่ใช้ (L)

โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.1 M

น้ำหนักโซเดียมคลอไรด์ที่ชั่ง (g) = 58.440 (g/mol) x 0.1 (M) x 0.05 (L)

= 0.29 g

โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ความเข้มข้น 0.05 M

น้ำหนักโซเดียมซัลเฟตที่ชั่ง (g) = 142.040 (g/mol) x 0.05 (M) x 0.05 (L)

= 0.36 g

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ความเข้มข้น 0.1 M

น้ำหนักโซเดียมคาร์บอเนตที่ชั่ง (g) = 84.007 (g/mol) x 0.1 (M) x 0.05 (L)

= 0.42 g

โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 0.05 M

น้ำหนักโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ชั่ง (g) = 105.988 (g/mol) x 0.05 (M) x 0.05 (L)

= 0.26 g

โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 M

น้ำหนักโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ชั่ง (g) = 39.997 (g/mol) x 0.1 (M) x 0.05 (L)

= 0.20 g

โซเดียมไนไตรท์ ($NaNO_2$) ความเข้มข้น 0.1 M

น้ำหนักโซเดียมไนไตรท์ที่ชั่ง (g) = 68.995 (g/mol) x 0.1 (M) x 0.05 (L)

= 0.34 g

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช
การคำนวณการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกจาก 15%w/w เป็น 5%w/w

ในการเจือจางสามารถหาปริมาตรของสารละลายที่ต้องใช้ได้จากสูตร

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

เมื่อ C_1 คือ ความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกก่อนเจือจาง (%w/w)

C_2 คือ ความเข้มข้นของกรดเปอร์อะซีติกหลังเจือจาง (%w/w)

V_1 คือ ปริมาตรของสารละลายก่อนเจือจาง (ml)

V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายหลังเจือจาง (ml)

ต้องการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกจากความเข้มข้นเริ่มต้น 15%w/w และต้องการความเข้มข้นสุดท้าย 5%w/w โดยต้องการเตรียมสารปริมาตร 75 ml

$$15\ (\%w/w) \times V_1\ (ml) = 5\ (\%w/w) \times 75\ (ml)$$

$$V_1 = 25\ ml$$

ดังนั้นต้องปิเปตกรดเปอร์อะซีติกความเข้มข้นเริ่มต้น 15%w/w มา 25 ml และเติมน้ำอีก 50 ml เพื่อให้ได้ความเข้มข้นสุดท้าย 5%w/w และมีปริมาตรหลังเจือจาง 75 ml

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ซ
ข้อมูลดิบการไทเทรตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ข้อมูลการไทเทรตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เพื่อนำมาหาความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ณ วันต่างๆ เป็นเวลา 60 วัน

ตารางที่ ซ.1 แสดงข้อมูลการไทเทรตวันที่ 0

ตัวอย่าง	เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ใช้ไป (ml)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)	ปริมาตรที่ใช้ทั้งหมด (ml)	น้ำหนักรวม (g)
Distilled water	1.2	17.3	16.1	0.1030	32.40	0.2067
	17.3	33.6	16.3	0.1037		
NaCl	1.7	17.8	16.1	0.1051	32.20	0.2085
	17.8	33.9	16.1	0.1034		
Na_2SO_4	19.2	35.7	16.5	0.1054	32.70	0.2100
	2.3	18.5	16.2	0.1046		
$NaHCO_3$	0.8	18.6	17.8	0.1180	33.20	0.2194
	18.6	34.0	15.4	0.1014		
Na_2CO_3	1.0	16.8	15.8	0.1059	31.40	0.2117
	3.4	19.0	15.6	0.1058		
NaOH	19.0	19.1	0.1	0.0974	0.20	0.1937
	19.1	19.2	0.1	0.0963		
$NaNO_2$	18.5	34.1	15.6	0.1027	31.40	0.2060
	4.0	19.8	15.8	0.1033		

หมายเหตุ ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.0302 M

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ซ.2 แสดงข้อมูลการไทเทรตวันที่ 1

ตัวอย่าง	เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ใช้ไป (ml)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)	ปริมาตรที่ใช้ทั้งหมด (ml)	น้ำหนักรวม (g)
Distilled water	4.7	20.4	15.7	0.1017	33.10	0.2126
	20.4	37.8	17.4	0.1109		
NaCl	2.0	18.0	16.0	0.1045	32.30	0.2099
	18.0	34.3	16.3	0.1054		
Na_2SO_4	2.0	17.8	15.8	0.1024	31.30	0.2029
	17.8	33.3	15.5	0.1005		
$NaHCO_3$	34.3	34.4	0.1	0.0957	0.20	0.1918
	34.4	34.5	0.1	0.0961		
$NaNO_2$	22.1	37.9	15.8	0.1038	31.30	0.2060
	29.8	45.3	15.5	0.1022		

หมายเหตุ ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.0302 M

ตารางที่ ซ.3 แสดงข้อมูลการไทเทรตวันที่ 2

ตัวอย่าง	เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ใช้ไป (ml)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)	ปริมาตรที่ใช้ทั้งหมด (ml)	น้ำหนักรวม (g)
Distilled water	4.6	21.0	16.4	0.1016	33.50	0.2066
	21.0	38.1	17.1	0.1050		
NaCl	2.4	21.6	19.2	0.1169	36.80	0.2232
	21.6	39.2	17.6	0.1063		
Na_2SO_4	2.5	21.8	19.3	0.1153	36.50	0.2178
	21.8	39.0	17.2	0.1025		
$NaNO_2$	1.3	17.7	16.4	0.1005	33.10	0.2014
	17.7	34.4	16.7	0.1009		

หมายเหตุ ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.0282 M

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ซ.4 แสดงข้อมูลการไทเทรตวันที่ 6

ตัวอย่าง	เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ใช้ไป (ml)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)	ปริมาตรที่ใช้ทั้งหมด (ml)	น้ำหนักรวม (g)
Distilled water	3.8	25.0	21.2	0.1245	38.20	0.2255
	25.0	42.0	17.0	0.1010		
NaCl	2.1	19.3	17.2	0.1020	34.20	0.2034
	19.3	36.3	17.0	0.1014		
Na_2SO_4	4.2	21.5	17.3	0.1040	33.70	0.2040
	21.5	37.9	16.4	0.1000		
$NaNO_2$	1.9	19.2	17.3	0.1054	36.70	0.2216
	19.2	38.6	19.4	0.1165		

หมายเหตุ ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.0280 M

ตารางที่ ซ.5 แสดงข้อมูลการไทเทรตวันที่ 10

ตัวอย่าง	เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ใช้ไป (ml)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)	ปริมาตรที่ใช้ทั้งหมด (ml)	น้ำหนักรวม (g)
Distilled water	0.3	16.9	16.6	0.1000	33.40	0.2003
	16.9	33.7	16.8	0.1003		
NaCl	1.0	18.8	17.8	0.1040	36.20	0.2131
	18.8	37.2	18.4	0.1091		
Na_2SO_4	1.6	20.1	18.5	0.1096	37.20	0.2189
	20.1	38.8	18.7	0.1093		
$NaNO_2$	5.7	24.5	18.8	0.1114	37.30	0.2210
	24.5	43.0	18.5	0.1096		

หมายเหตุ ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.0280 M

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ซ.6 แสดงข้อมูลการไทเทรตวันที่ 14

ตัวอย่าง	เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ใช้ไป (ml)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)	ปริมาตรที่ใช้ทั้งหมด (ml)	น้ำหนักรวม (g)
Distilled water	1.9	19.0	17.1	0.1008	34.20	0.2029
	19.0	36.1	17.1	0.1021		
NaCl	5.0	21.8	16.8	0.1013	33.80	0.2025
	21.8	38.8	17.0	0.1012		
Na_2SO_4	19.0	36.7	17.7	0.1081	35.90	0.2169
	0.7	18.9	18.2	0.1088		
$NaNO_2$	18.9	35.5	16.6	0.1002	33.6	0.2038
	1.0	18.0	17.0	0.1036		

หมายเหตุ ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.0280 M

ตารางที่ ซ.7 แสดงข้อมูลการไทเทรตวันที่ 21

ตัวอย่าง	เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ใช้ไป (ml)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)	ปริมาตรที่ใช้ทั้งหมด (ml)	น้ำหนักรวม (g)
Distilled water	0.8	17.8	17.0	0.1028	33.80	0.2045
	17.8	34.6	16.8	0.1017		
NaCl	1.2	17.6	16.4	0.1003	33.40	0.2035
	17.6	34.6	17.0	0.1032		
Na_2SO_4	2.3	19.1	16.8	0.1024	33.70	0.2046
	19.1	36.0	16.9	0.1022		
$NaNO_2$	1.4	18.8	17.4	0.1067	34.30	0.2109
	18.8	35.7	16.9	0.1042		

หมายเหตุ ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.0283 M

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ซ.8 แสดงข้อมูลการไทเทรตวันที่ 30

ตัวอย่าง	เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ใช้ไป (ml)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)	ปริมาตรที่ใช้ทั้งหมด (ml)	น้ำหนักรวม (g)
Distilled water	3.8	21.3	17.5	0.1038	35.00	0.2079
	21.5	39.0	17.5	0.1041		
NaCl	3.9	20.8	16.9	0.1007	34.00	0.2021
	20.8	37.9	17.1	0.1014		
Na_2SO_4	3.2	20.0	16.8	0.1033	34.10	0.2047
	20.0	37.3	17.3	0.1014		
$NaNO_2$	3.7	20.5	16.8	0.1016	33.60	0.2037
	20.5	37.3	16.8	0.1021		

หมายเหตุ ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.0279 M

ตารางที่ ซ.9 แสดงข้อมูลการไทเทรตวันที่ 60

ตัวอย่าง	เริ่มต้น (ml)	สุดท้าย (ml)	ใช้ไป (ml)	น้ำหนักที่ชั่ง (g)	ปริมาตรที่ใช้ทั้งหมด (ml)	น้ำหนักรวม (g)
Distilled water	0.5	19.5	19	0.1168	35.90	0.2193
	19.5	36.4	16.9	0.1025		
NaCl	1.4	18.3	16.9	0.1033	35.80	0.2189
	18.3	37.2	18.9	0.1156		
Na_2SO_4	4.9	21.6	16.7	0.1037	34.00	0.2101
	21.6	38.9	17.3	0.1064		
$NaNO_2$	1.0	17.1	16.1	0.1010	32.30	0.2031
	17.1	33.3	16.2	0.1021		

หมายเหตุ ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.0286 M

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฌ
ข้อมูลดิบการไทเทรตด้วยเครื่อง Autor Titrator ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w

ข้อมูลการไทเทรตเพื่อหากรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้นและหากรดอะซีติกที่เหลือในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w โดยใช้น้ำกลั่นและน้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ โดยในวันที่เริ่มทำการทดลอง (วันที่ 0) จะเห็นจุดสมมูลของการไทเทรตเพียงจุดเดียวเท่านั้นซึ่งเป็นของกรดอะซีติก และเมื่อเกิดกรดเปอร์อะซีติกจะเห็นจุดสมมูลของการไทเทรต 2 จุด โดยจุดแรกจะเป็นจุดสมมูลของกรดอะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตจากเริ่มต้นจนถึงจุดสมมูลแรกจะเป็นปริมาณเบสที่ใช้ในการไทเทรตกรดอะซีติก ส่วนจุดสมมูลที่สองเป็นของกรดเปอร์อะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตระหว่างจุดสมมูลที่หนึ่งและจุดสมมูลที่สองคือปริมาณเบสที่ใช้ไทเทรตกรดเปอร์อะซีติก

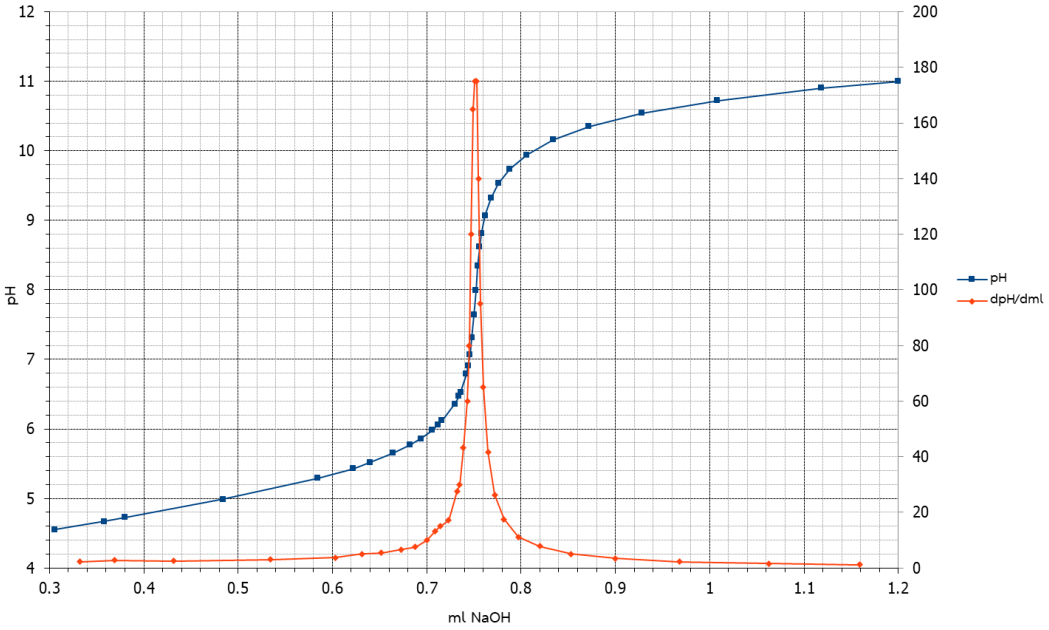
เตรียมสารละลายโดยการผสมกรดอะซีติก (Glacial) 30 ml กับน้ำกลั่นหรือน้ำที่มีส่วนผสมของแอนไอออนทั้ง 6 ชนิด 30 ml ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อน จากนั้นค่อยเติมไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ 70 ml ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง และติดตามการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลา 30 วัน โดยนำตัวอย่างมาทำการไทเทรตด้วยเครื่อง Auto Titrator กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลจากการไทเทรตแสดงดังรูปที่ ฌ.1-ฌ.66 และตารางที่ ฌ.1-ฌ.66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w ด้วยน้ำกลั่น วันที่ 0-30

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1071	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.1 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2150	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	34.50	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0024	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0830	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.61	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0	
Total wt% ของ H_2O_2	38.61	

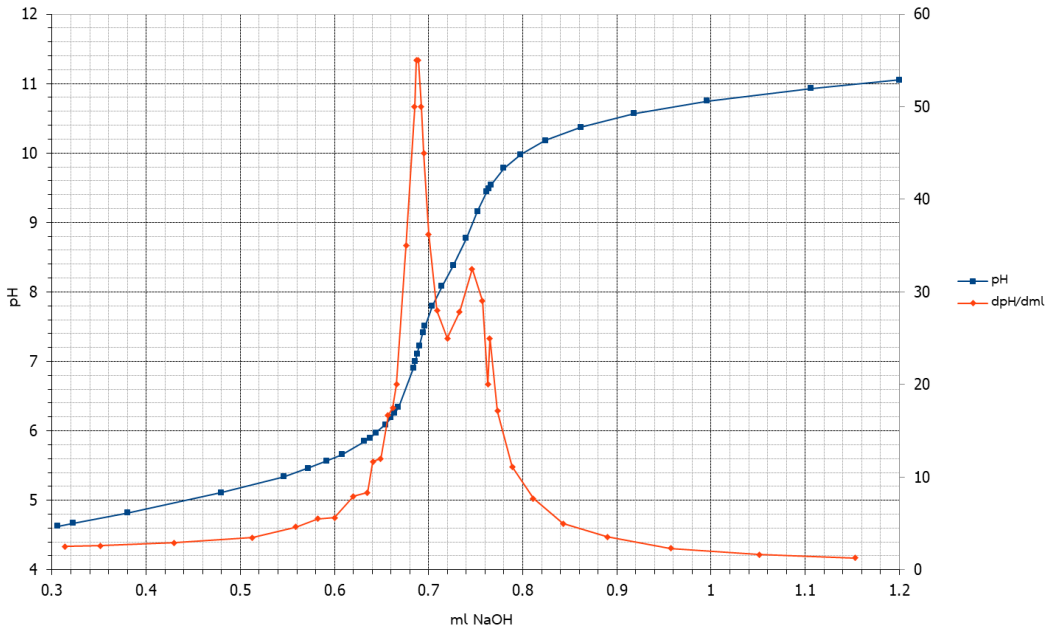
ตารางที่ ณ.1 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.55	
0.332		2.31
0.358	4.67	
0.369		2.73
0.380	4.73	
0.432		2.50
0.484	4.99	
0.534		3.00
0.584	5.29	
0.603		3.68
0.622	5.43	
0.631		5.00
0.640	5.52	
0.652		5.42
0.664	5.65	
0.673		6.67
0.682	5.77	
0.688		7.50
0.694	5.86	
0.700		10.00
0.706	5.98	
0.709		13.33
0.712	6.06	
0.714		15.00
0.716	6.12	
0.723		17.14
0.730	6.36	
0.732		27.50
0.734	6.47	
0.735		30.00
0.736	6.53	
0.739		43.33
0.742	6.79	
0.743		60.00
0.744	6.91	
0.745		80.00
0.746	7.07	
0.747		120.00
0.748	7.31	
0.749		165.00
0.750	7.64	
0.751		175.00
0.752	7.99	
0.753		175.00
0.754	8.34	
0.755		140.00
0.756	8.62	
0.757		95.00
0.758	8.81	
0.760		65.00
0.762	9.07	
0.765		41.67
0.768	9.32	
0.772		26.25
0.776	9.53	
0.782		17.50
0.788	9.74	
0.797		11.11
0.806	9.94	
0.820		7.86
0.834	10.16	
0.853		5.00
0.872	10.35	
0.900		3.39
0.928	10.54	
0.968		2.25
1.008	10.72	
1.063		1.64
1.118	10.9	
1.159		1.22
1.200	11	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1078	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.2 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2056	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	33.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0023	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0788	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.31	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.90	
Total wt% ของ H_2O_2	39.20	

ตารางที่ ณ.2 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.63	
0.314		2.50
0.322	4.67	
0.351		2.59
0.380	4.82	
0.430		2.90
0.480	5.11	
0.513		3.48
0.546	5.34	
0.559		4.62
0.572	5.46	
0.582		5.50
0.592	5.57	
0.600		5.62
0.608	5.66	
0.620		7.92
0.632	5.85	
0.635		8.33
0.638	5.9	
0.641		11.67
0.644	5.97	
0.649		12.00
0.654	6.09	
0.657		16.67
0.660	6.19	
0.662		17.50
0.664	6.26	
0.666		20.00
0.668	6.34	
0.676		35.00
0.684	6.9	
0.685		50.00

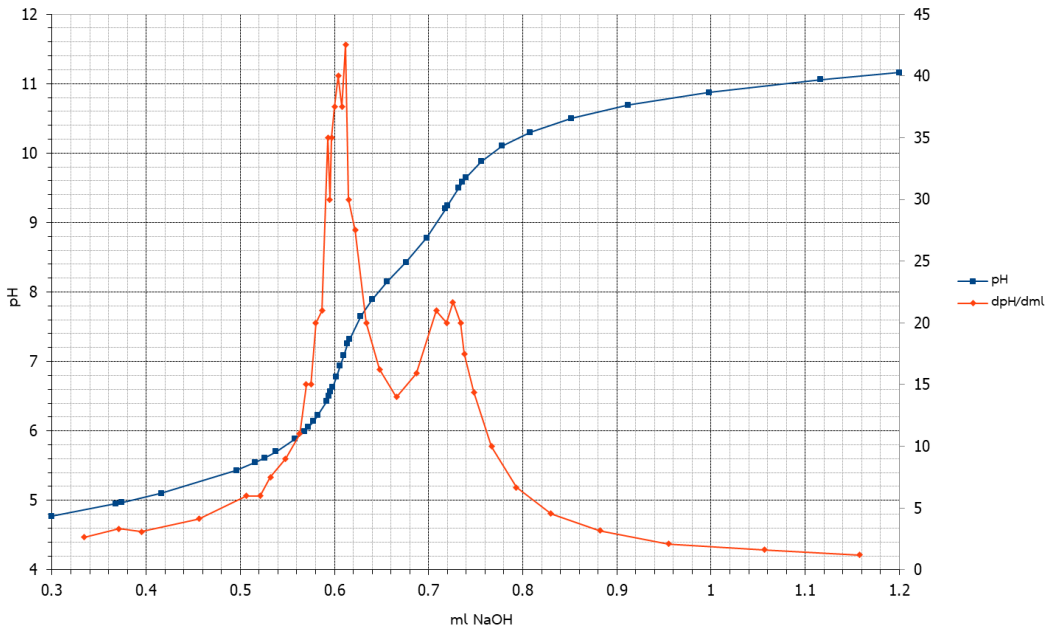
ml	pH	dpH/dml
0.686	7	
0.687		55.00
0.688	7.11	
0.689		55.00
0.690	7.22	
0.692		50.00
0.694	7.42	
0.695		45.00
0.696	7.51	
0.700		36.25
0.704	7.8	
0.709		28.00
0.714	8.08	
0.720		25.00
0.726	8.38	
0.733		27.86
0.740	8.77	
0.746		32.50
0.752	9.16	
0.757		29.00
0.762	9.45	
0.763		20.00
0.764	9.49	
0.765		25.00
0.766	9.54	
0.773		17.14
0.780	9.78	
0.789		11.11
0.798	9.98	
0.811		7.69
0.824	10.18	
0.843		5.00

ml	pH	dpH/dml
0.862	10.37	
0.890		3.57
0.918	10.57	
0.957		2.31
0.996	10.75	
1.051		1.64
1.106	10.93	
1.153		1.28
1.200	11.05	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 2

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1025	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.3 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 2

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2088	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	32.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0023	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0776	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	37.15	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.95	
Total wt% ของ H_2O_2	39.10	

ตารางที่ ณ.3 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 2

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.77	
0.334		2.65
0.368	4.95	
0.371		3.33
0.374	4.97	
0.395		3.10
0.416	5.1	
0.456		4.13
0.496	5.43	
0.506		6.00
0.516	5.55	
0.521		6.00
0.526	5.61	
0.532		7.50
0.538	5.7	
0.548		9.00
0.558	5.88	
0.563		11.00
0.568	5.99	
0.570		15.00
0.572	6.05	
0.575		15.00
0.578	6.14	
0.580		20.00
0.582	6.22	
0.587		21.00
0.592	6.43	
0.593		35.00
0.594	6.5	
0.595		30.00
0.596	6.56	
0.597		35.00

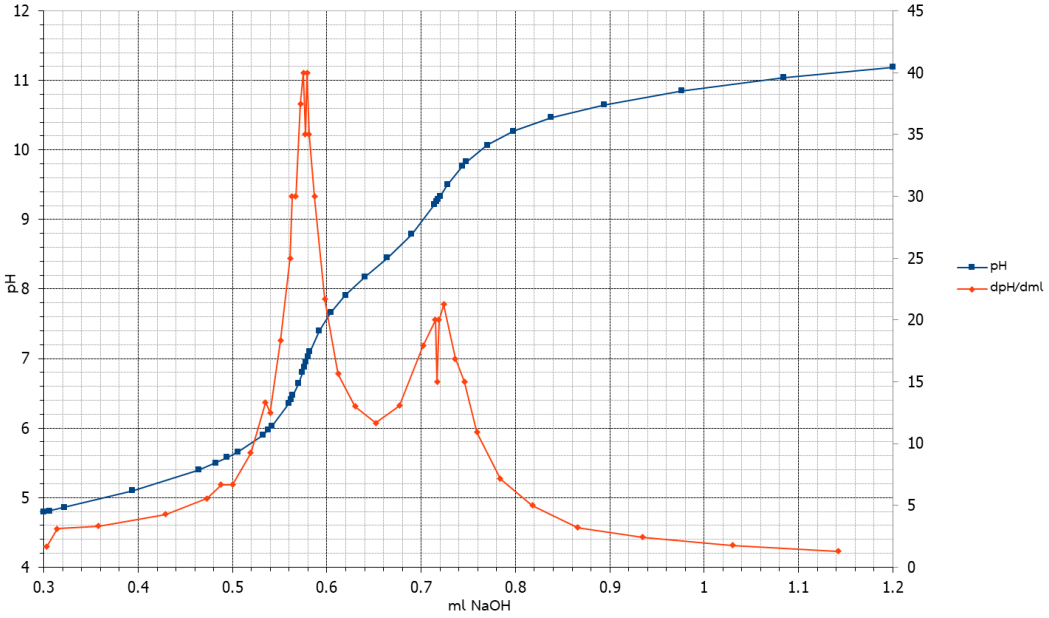
ml	pH	dpH/dml
0.598	6.63	
0.600		37.50
0.602	6.78	
0.604		40.00
0.606	6.94	
0.608		37.50
0.610	7.09	
0.612		42.50
0.614	7.26	
0.615		30.00
0.616	7.32	
0.622		27.50
0.628	7.65	
0.634		20.00
0.640	7.89	
0.648		16.25
0.656	8.15	
0.666		14.00
0.676	8.43	
0.687		15.91
0.698	8.78	
0.708		21.00
0.718	9.2	
0.719		20.00
0.720	9.24	
0.726		21.67
0.732	9.5	
0.734		20.00
0.736	9.58	
0.738		17.50
0.740	9.65	
0.748		14.38

ml	pH	dpH/dml
0.756	9.88	
0.767		10.00
0.778	10.1	
0.793		6.67
0.808	10.3	
0.830		4.55
0.852	10.5	
0.882		3.17
0.912	10.69	
0.955		2.09
0.998	10.87	
1.057		1.61
1.116	11.06	
1.158		1.19
1.200	11.16	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 3

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1038	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.4 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 3

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2067	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	31.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0022	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0740	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	35.81	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.35	
Total wt% ของ H_2O_2	38.16	

รูปที่ ฌ.4 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 3

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.8	
0.303		1.67
0.306	4.81	
0.314		3.13
0.322	4.86	
0.358		3.33
0.394	5.1	
0.429		4.29
0.464	5.4	
0.473		5.56
0.482	5.5	
0.488		6.67
0.494	5.58	
0.500		6.67
0.506	5.66	
0.519		9.23
0.532	5.9	
0.535		13.33
0.538	5.98	
0.540		12.50
0.542	6.03	
0.551		18.33
0.560	6.36	
0.561		25.00
0.562	6.41	
0.563		30.00
0.564	6.47	
0.567		30.00
0.570	6.65	
0.572		37.50
0.574	6.8	
0.575		40.00

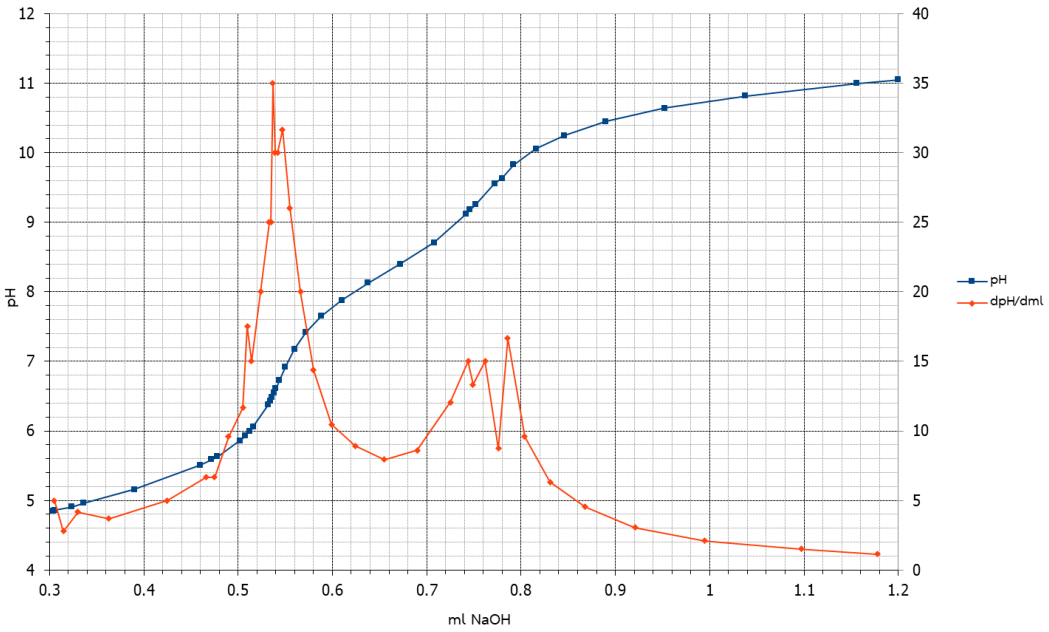
ml	pH	dpH/dml
0.576	6.88	
0.577		35.00
0.578	6.95	
0.579		40.00
0.580	7.03	
0.581		35.00
0.582	7.1	
0.587		30.00
0.592	7.4	
0.598		21.67
0.604	7.66	
0.612		15.63
0.620	7.91	
0.630		13.00
0.640	8.17	
0.652		11.67
0.664	8.45	
0.677		13.08
0.690	8.79	
0.702		17.92
0.714	9.22	
0.715		20.00
0.716	9.26	
0.717		15.00
0.718	9.29	
0.719		20.00
0.720	9.33	
0.724		21.25
0.728	9.5	
0.736		16.88
0.744	9.77	
0.746		15.00

ml	pH	dpH/dml
0.748	9.83	
0.759		10.91
0.770	10.07	
0.784		7.14
0.798	10.27	
0.818		5.00
0.838	10.47	
0.866		3.21
0.894	10.65	
0.935		2.44
0.976	10.85	
1.030		1.76
1.084	11.04	
1.142		1.29
1.200	11.19	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1090	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.5 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2164	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	30.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0022	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0741	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	34.25	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	3.38	
Total wt% ของ H_2O_2	37.63	

ตารางที่ ณ.5 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.304	4.85	
0.305		5.00
0.306	4.86	
0.315		2.78
0.324	4.91	
0.330		4.17
0.336	4.96	
0.363		3.70
0.390	5.16	
0.425		5.00
0.460	5.51	
0.466		6.67
0.472	5.59	
0.475		6.67
0.478	5.63	
0.490		9.58
0.502	5.86	
0.505		11.67
0.508	5.93	
0.510		17.50
0.512	6	
0.514		15.00
0.516	6.06	
0.524		20.00
0.532	6.38	
0.533		25.00
0.534	6.43	
0.535		25.00
0.536	6.48	
0.537		35.00
0.538	6.55	
0.539		30.00

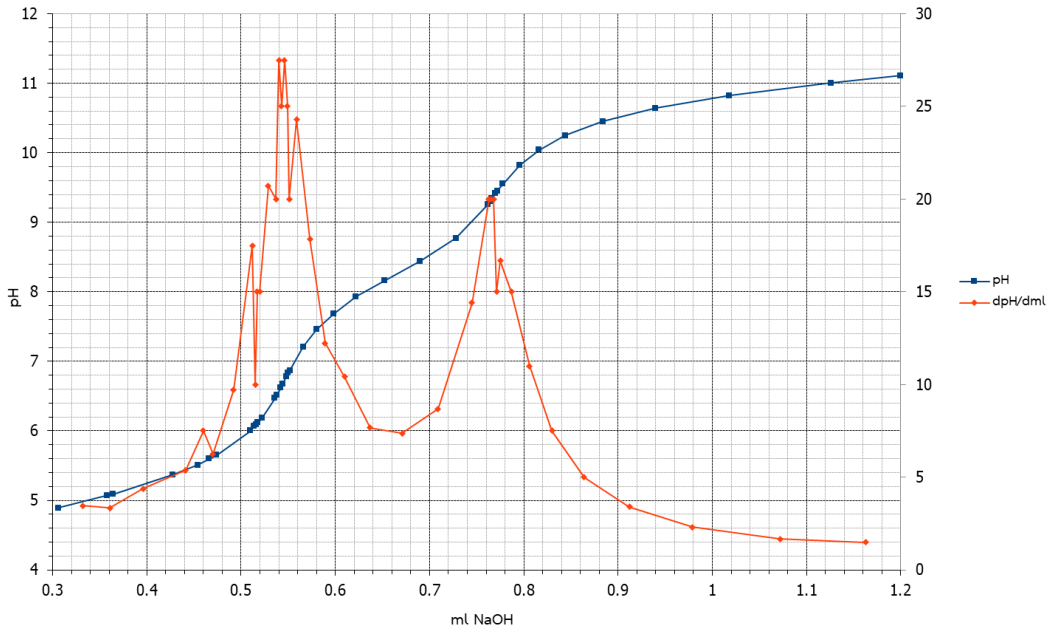
ml	pH	dpH/dml
0.540	6.61	
0.542		30.00
0.544	6.73	
0.547		31.67
0.550	6.92	
0.555		26.00
0.560	7.18	
0.566		20.00
0.572	7.42	
0.580		14.38
0.588	7.65	
0.599		10.45
0.610	7.88	
0.624		8.93
0.638	8.13	
0.655		7.94
0.672	8.4	
0.690		8.61
0.708	8.71	
0.725		12.06
0.742	9.12	
0.744		15.00
0.746	9.18	
0.749		13.33
0.752	9.26	
0.762		15.00
0.772	9.56	
0.776		8.75
0.780	9.63	
0.786		16.67
0.792	9.83	
0.804		9.58

ml	pH	dpH/dml
0.816	10.06	
0.831		6.33
0.846	10.25	
0.868		4.55
0.890	10.45	
0.921		3.06
0.952	10.64	
0.995		2.09
1.038	10.82	
1.097		1.53
1.156	11	
1.178		1.14
1.200	11.05	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 10

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1088	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.6 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 10

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2116	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	29.60	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0021	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0712	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	33.66	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	3.36	
Total wt% ของ H_2O_2	37.02	

ตารางที่ ณ.6 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 10

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.89	
0.332		3.46
0.358	5.07	
0.361		3.33
0.364	5.09	
0.396		4.38
0.428	5.37	
0.441		5.38
0.454	5.51	
0.460		7.50
0.466	5.6	
0.470		6.25
0.474	5.65	
0.492		9.72
0.510	6	
0.512		17.50
0.514	6.07	
0.515		10.00
0.516	6.09	
0.517		15.00
0.518	6.12	
0.520		15.00
0.522	6.18	
0.529		20.71
0.536	6.47	
0.537		20.00
0.538	6.51	
0.540		27.50
0.542	6.62	
0.543		25.00
0.544	6.67	
0.546		27.50

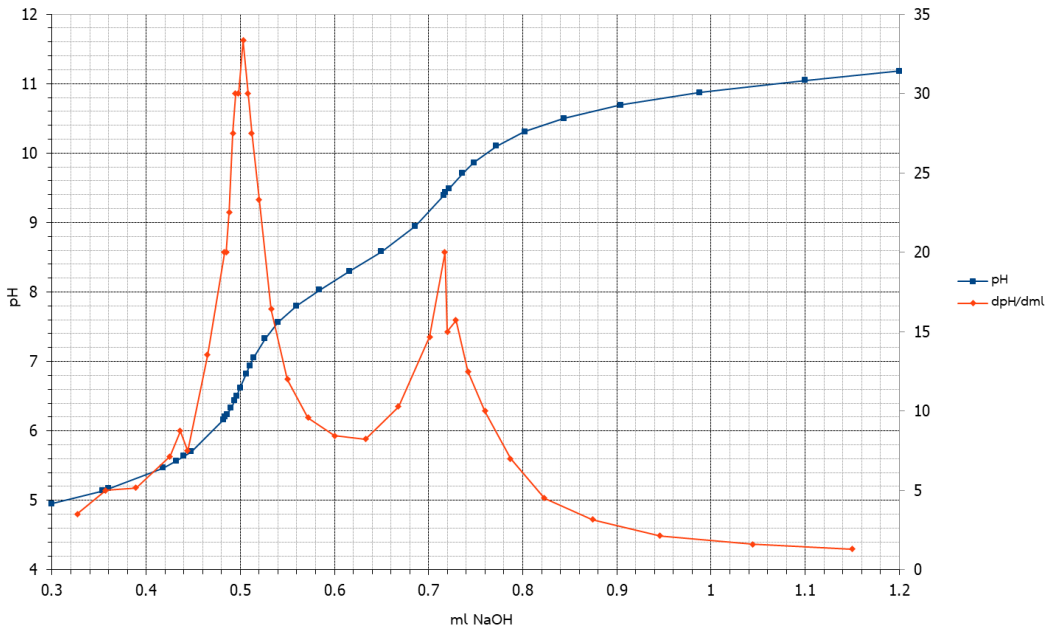
ml	pH	dpH/dml
0.548	6.78	
0.549		25.00
0.550	6.83	
0.551		20.00
0.552	6.87	
0.559		24.29
0.566	7.21	
0.573		17.86
0.580	7.46	
0.589		12.22
0.598	7.68	
0.610		10.42
0.622	7.93	
0.637		7.67
0.652	8.16	
0.671		7.37
0.690	8.44	
0.709		8.68
0.728	8.77	
0.745		14.41
0.762	9.26	
0.763		20.00
0.764	9.3	
0.765		20.00
0.766	9.34	
0.768		20.00
0.770	9.42	
0.771		15.00
0.772	9.45	
0.775		16.67
0.778	9.55	
0.787		15.00

ml	pH	dpH/dml
0.796	9.82	
0.806		11.00
0.816	10.04	
0.830		7.50
0.844	10.25	
0.864		5.00
0.884	10.45	
0.912		3.39
0.940	10.64	
0.979		2.31
1.018	10.82	
1.072		1.67
1.126	11	
1.163		1.49
1.200	11.11	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1088	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.7 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2066	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	28.00	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0020	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0674	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	32.61	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	3.22	
Total wt% ของ H_2O_2	35.83	

ตารางที่ ณ.7 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.95	
0.327		3.52
0.354	5.14	
0.357		5.00
0.360	5.17	
0.389		5.17
0.418	5.47	
0.425		7.14
0.432	5.57	
0.436		8.75
0.440	5.64	
0.444		7.50
0.448	5.7	
0.465		13.53
0.482	6.16	
0.483		20.00
0.484	6.2	
0.485		20.00
0.486	6.24	
0.488		22.50
0.490	6.33	
0.492		27.50
0.494	6.44	
0.495		30.00
0.496	6.5	
0.498		30.00
0.500	6.62	
0.503		33.33
0.506	6.82	
0.508		30.00
0.510	6.94	
0.512		27.50

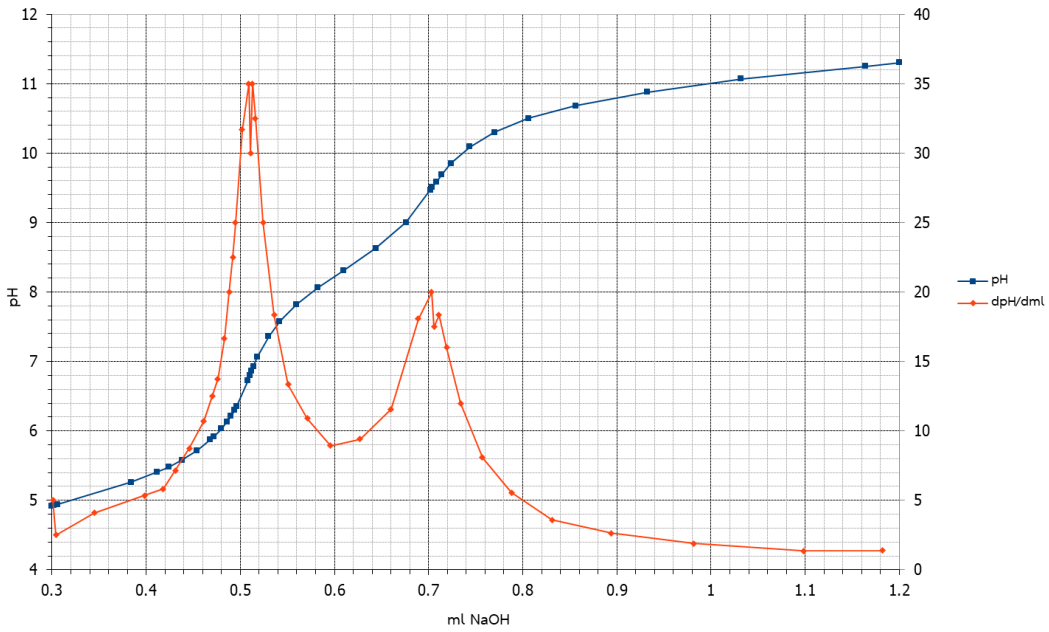
ml	pH	dpH/dml
0.514	7.05	
0.520		23.33
0.526	7.33	
0.533		16.43
0.540	7.56	
0.550		12.00
0.560	7.8	
0.572		9.58
0.584	8.03	
0.600		8.44
0.616	8.3	
0.633		8.24
0.650	8.58	
0.668		10.28
0.686	8.95	
0.701		14.67
0.716	9.39	
0.717		20.00
0.718	9.43	
0.720		15.00
0.722	9.49	
0.729		15.71
0.736	9.71	
0.742		12.50
0.748	9.86	
0.760		10.00
0.772	10.1	
0.787		7.00
0.802	10.31	
0.823		4.52
0.844	10.5	
0.874		3.17

ml	pH	dpH/dml
0.904	10.69	
0.946		2.14
0.988	10.87	
1.044		1.61
1.100	11.05	
1.150		1.30
1.200	11.18	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 23

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1012	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.8 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 23

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2128	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	26.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0019	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0640	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	30.06	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	3.13	
Total wt% ของ H_2O_2	33.19	

ตารางที่ ฌ.8 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 23

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.92	
0.301		5.00
0.302	4.93	
0.304		2.50
0.306	4.94	
0.345		4.10
0.384	5.26	
0.398		5.36
0.412	5.41	
0.418		5.83
0.424	5.48	
0.431		7.14
0.438	5.58	
0.446		8.75
0.454	5.72	
0.461		10.71
0.468	5.87	
0.470		12.50
0.472	5.92	
0.476		13.75
0.480	6.03	
0.483		16.67
0.486	6.13	
0.488		20.00
0.490	6.21	
0.492		22.50
0.494	6.3	
0.495		25.00
0.496	6.35	
0.502		31.67
0.508	6.73	
0.509		35.00

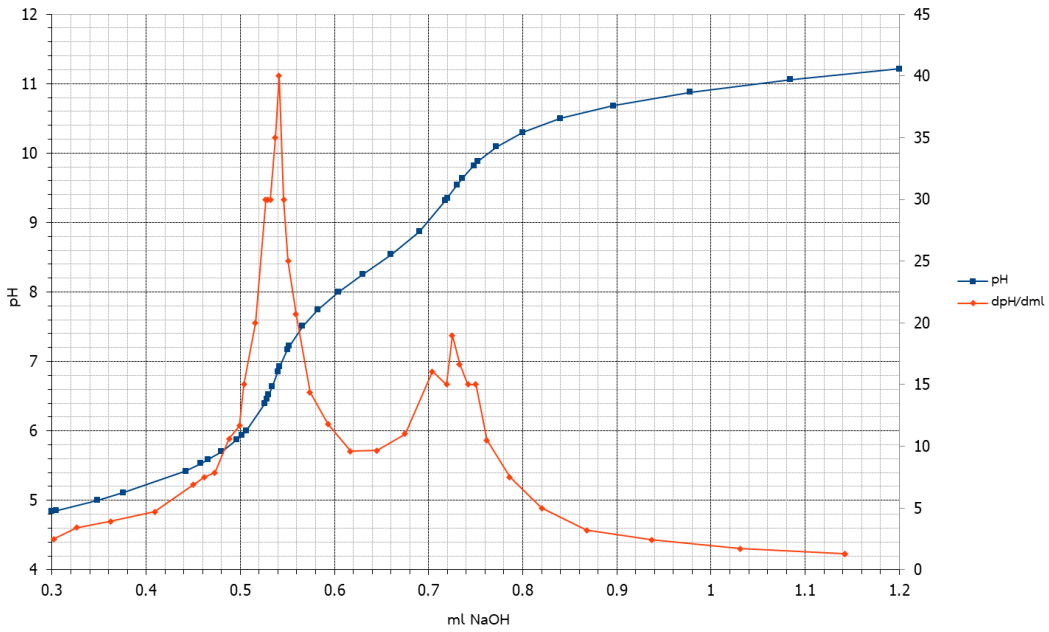
ml	pH	dpH/dml
0.510	6.8	
0.511		30.00
0.512	6.86	
0.513		35.00
0.514	6.93	
0.516		32.50
0.518	7.06	
0.524		25.00
0.530	7.36	
0.536		18.33
0.542	7.58	
0.551		13.33
0.560	7.82	
0.571		10.91
0.582	8.06	
0.596		8.93
0.610	8.31	
0.627		9.41
0.644	8.63	
0.660		11.56
0.676	9	
0.689		18.08
0.702	9.47	
0.703		20.00
0.704	9.51	
0.706		17.50
0.708	9.58	
0.711		18.33
0.714	9.69	
0.719		16.00
0.724	9.85	
0.734		12.00

ml	pH	dpH/dml
0.744	10.09	
0.757		8.08
0.770	10.3	
0.788		5.56
0.806	10.5	
0.831		3.60
0.856	10.68	
0.894		2.63
0.932	10.88	
0.982		1.90
1.032	11.07	
1.098		1.36
1.164	11.25	
1.182		1.39
1.200	11.3	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 30

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.104	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.9 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 30

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2105	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	24.60	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0297	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0018	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0621	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	29.51	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.89	
Total wt% ของ H_2O_2	32.40	

ตารางที่ ณ.9 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 30

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.84	
0.302		2.50
0.304	4.85	
0.326		3.41
0.348	5	
0.362		3.93
0.376	5.11	
0.409		4.70
0.442	5.42	
0.450		6.88
0.458	5.53	
0.462		7.50
0.466	5.59	
0.473		7.86
0.480	5.7	
0.488		10.63
0.496	5.87	
0.499		11.67
0.502	5.94	
0.504		15.00
0.506	6	
0.516		20.00
0.526	6.4	
0.527		30.00
0.528	6.46	
0.529		30.00
0.530	6.52	
0.532		30.00
0.534	6.64	
0.537		35.00
0.540	6.85	
0.541		40.00

ml	pH	dpH/dml
0.542	6.93	
0.546		30.00
0.550	7.17	
0.551		25.00
0.552	7.22	
0.559		20.71
0.566	7.51	
0.574		14.38
0.582	7.74	
0.593		11.82
0.604	8	
0.617		9.62
0.630	8.25	
0.645		9.67
0.660	8.54	
0.675		11.00
0.690	8.87	
0.704		16.07
0.718	9.32	
0.719		15.00
0.720	9.35	
0.725		19.00
0.730	9.54	
0.733		16.67
0.736	9.64	
0.742		15.00
0.748	9.82	
0.750		15.00
0.752	9.88	
0.762		10.50
0.772	10.09	
0.786		7.50

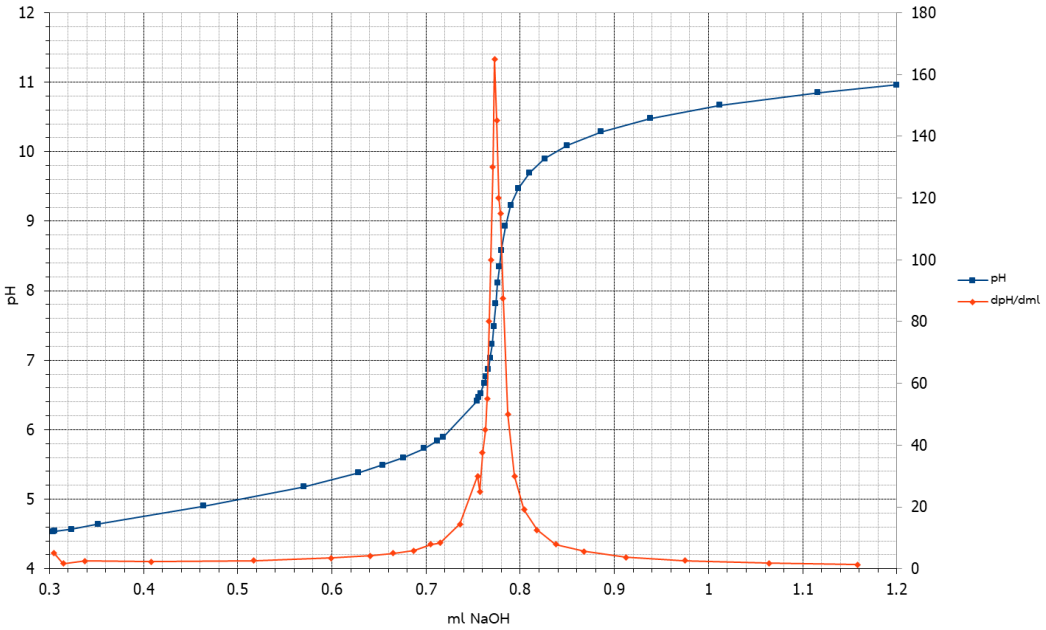
ml	pH	dpH/dml
0.800	10.3	
0.820		5.00
0.840	10.5	
0.868		3.21
0.896	10.68	
0.937		2.44
0.978	10.88	
1.031		1.70
1.084	11.06	
1.142		1.29
1.200	11.21	
1.142		1.29
1.084	11.06	
1.142		1.29
1.200	11.21	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w ด้วยโซเดียมคลอไรด์ วันที่ 0-30

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1093	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.10 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2208	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	35.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0025	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0847	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.36	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0	
Total wt% ของ H_2O_2	38.36	

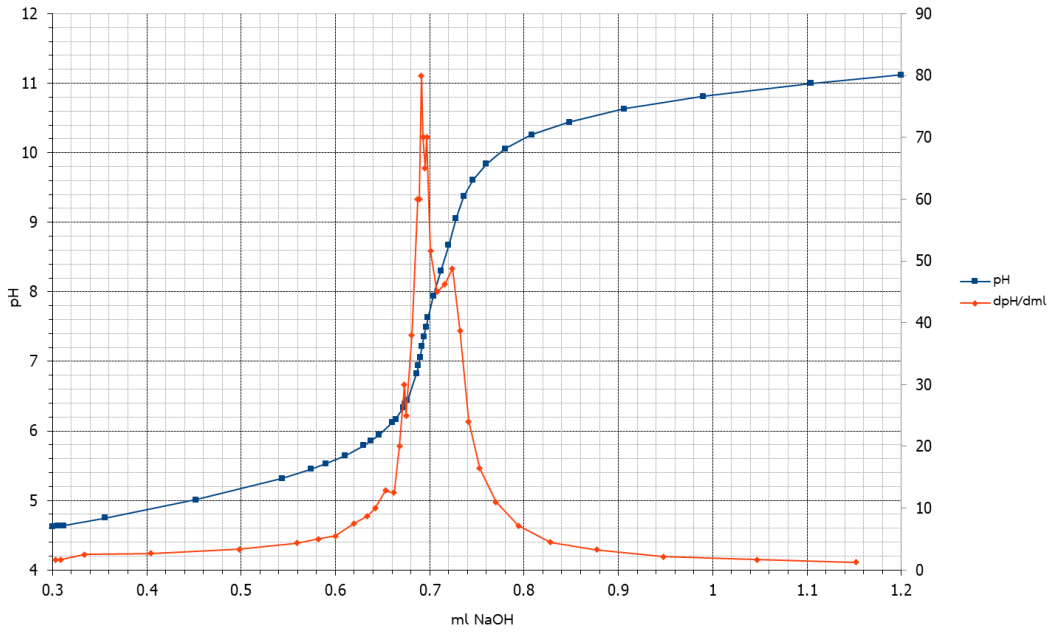
ตารางที่ ณ.10 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.304	4.53	
0.305		5.00
0.306	4.54	
0.315		1.67
0.324	4.57	
0.338		2.50
0.352	4.64	
0.408		2.32
0.464	4.9	
0.517		2.64
0.570	5.18	
0.599		3.45
0.628	5.38	
0.641		4.23
0.654	5.49	
0.665		5.00
0.676	5.6	
0.687		5.91
0.698	5.73	
0.705		7.86
0.712	5.84	
0.715		8.33
0.718	5.89	
0.736		14.44
0.754	6.41	
0.755		30.00
0.756	6.47	
0.757		25.00
0.758	6.52	
0.760		37.50
0.762	6.67	
0.763		45.00
0.764	6.76	
0.765		55.00
0.766	6.87	
0.767		80.00
0.768	7.03	
0.769		100.00
0.770	7.23	
0.771		130.00
0.772	7.49	
0.773		165.00
0.774	7.82	
0.775		145.00
0.776	8.11	
0.777		120.00
0.778	8.35	
0.779		115.00
0.780	8.58	
0.782		87.50
0.784	8.93	
0.787		50.00
0.790	9.23	
0.794		30.00
0.798	9.47	
0.804		19.17
0.810	9.7	
0.818		12.50
0.826	9.9	
0.838		7.92
0.850	10.09	
0.868		5.56
0.886	10.29	
0.912		3.65
0.938	10.48	
0.975		2.57
1.012	10.67	
1.064		1.73
1.116	10.85	
1.158		1.31
1.200	10.96	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1024	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.11 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2228	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	34.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0024	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0814	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	36.52	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.53	
Total wt% ของ H_2O_2	37.05	

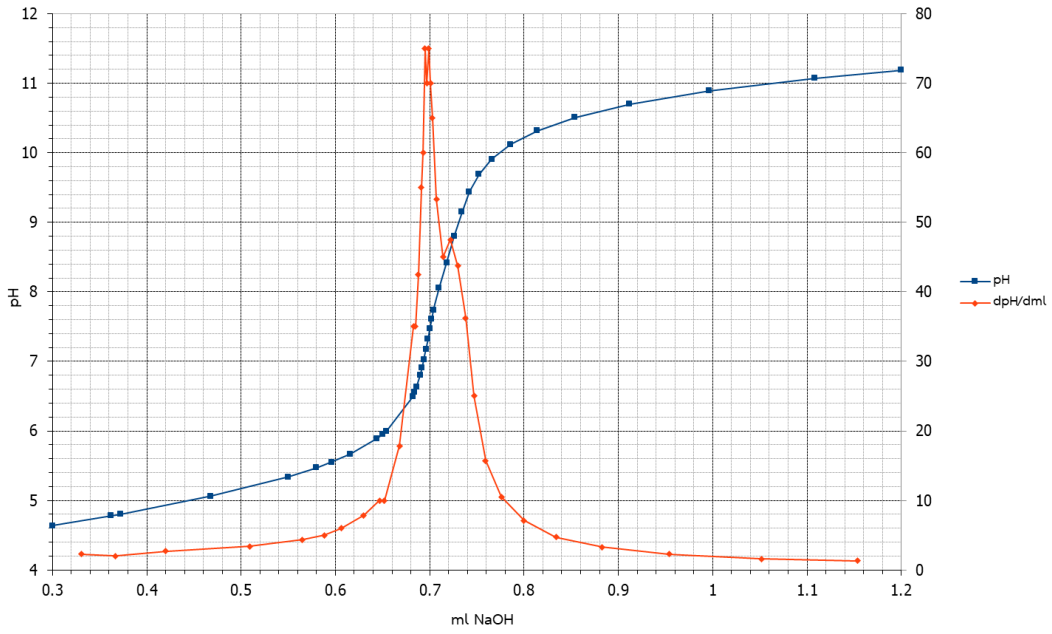
ตารางที่ ณ.11 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.62	
0.303		1.67
0.306	4.63	
0.309		1.67
0.312	4.64	
0.334		2.50
0.356	4.75	
0.404		2.71
0.452	5.01	
0.498		3.37
0.544	5.32	
0.559		4.33
0.574	5.45	
0.582		5.00
0.590	5.53	
0.600		5.50
0.610	5.64	
0.620		7.50
0.630	5.79	
0.634		8.75
0.638	5.86	
0.642		10.00
0.646	5.94	
0.653		12.86
0.660	6.12	
0.662		12.50
0.664	6.17	
0.668		20.00
0.672	6.33	
0.673		30.00
0.674	6.39	
0.675		25.00
0.676	6.44	
0.681		38.00
0.686	6.82	
0.687		60.00
0.688	6.94	
0.689		60.00
0.690	7.06	
0.691		80.00
0.692	7.22	
0.693		70.00
0.694	7.36	
0.695		65.00
0.696	7.49	
0.697		70.00
0.698	7.63	
0.701		51.67
0.704	7.94	
0.708		45.00
0.712	8.3	
0.716		46.25
0.720	8.67	
0.724		48.75
0.728	9.06	
0.732		38.75
0.736	9.37	
0.741		24.00
0.746	9.61	
0.753		16.43
0.760	9.84	
0.770		11.00
0.780	10.06	
0.794		7.14
0.808	10.26	
0.828		4.50
0.848	10.44	
0.877		3.28
0.906	10.63	
0.948		2.14
0.990	10.81	
1.047		1.67
1.104	11	
1.152		1.25
1.200	11.12	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 2

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1015	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.12 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 2

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2102	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	29.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0021	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0697	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	33.18	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.37	
Total wt% ของ H_2O_2	33.55	

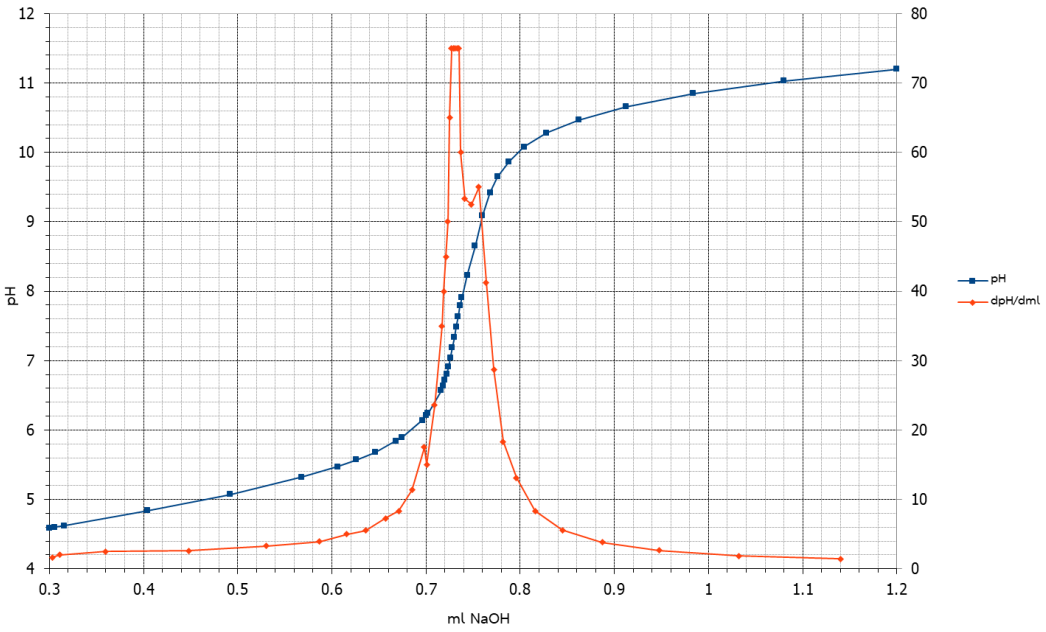
ตารางที่ ณ.12 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 2

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.64	
0.331		2.26
0.362	4.78	
0.367		2.00
0.372	4.8	
0.420		2.71
0.468	5.06	
0.509		3.41
0.550	5.34	
0.565		4.33
0.580	5.47	
0.588		5.00
0.596	5.55	
0.606		6.00
0.616	5.67	
0.630		7.86
0.644	5.89	
0.647		10.00
0.650	5.95	
0.652		10.00
0.654	5.99	
0.668		17.86
0.682	6.49	
0.683		35.00
0.684	6.56	
0.685		35.00
0.686	6.63	
0.688		42.50
0.690	6.8	
0.691		55.00
0.692	6.91	
0.693		60.00
0.694	7.03	
0.695		75.00
0.696	7.18	
0.697		70.00
0.698	7.32	
0.699		75.00
0.700	7.47	
0.701		70.00
0.702	7.61	
0.703		65.00
0.704	7.74	
0.707		53.33
0.710	8.06	
0.714		45.00
0.718	8.42	
0.722		47.50
0.726	8.8	
0.730		43.75
0.734	9.15	
0.738		36.25
0.742	9.44	
0.747		25.00
0.752	9.69	
0.759		15.71
0.766	9.91	
0.776		10.50
0.786	10.12	
0.800		7.14
0.814	10.32	
0.834		4.75
0.854	10.51	
0.883		3.28
0.912	10.7	
0.954		2.26
0.996	10.89	
1.052		1.61
1.108	11.07	
1.154		1.30
1.200	11.19	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 3

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1039	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.13 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 3

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2107	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	26.50	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0018	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0629	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	29.84	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.33	
Total wt% ของ H_2O_2	30.17	

ตารางที่ ณ.13 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 3

ml	pH	dpH/dml
0.3	4.59	
0.303		1.67
0.306	4.6	
0.311		2.00
0.316	4.62	
0.36		2.50
0.404	4.84	
0.448		2.61
0.492	5.07	
0.53		3.29
0.568	5.32	
0.587		3.95
0.606	5.47	
0.616		5.00
0.626	5.57	
0.636		5.50
0.646	5.68	
0.657		7.27
0.668	5.84	
0.671		8.33
0.674	5.89	
0.685		11.36
0.696	6.14	
0.698		17.50
0.7	6.21	
0.701		15.00
0.702	6.24	
0.709		23.57
0.716	6.57	
0.717		35.00
0.718	6.64	
0.719		40.00

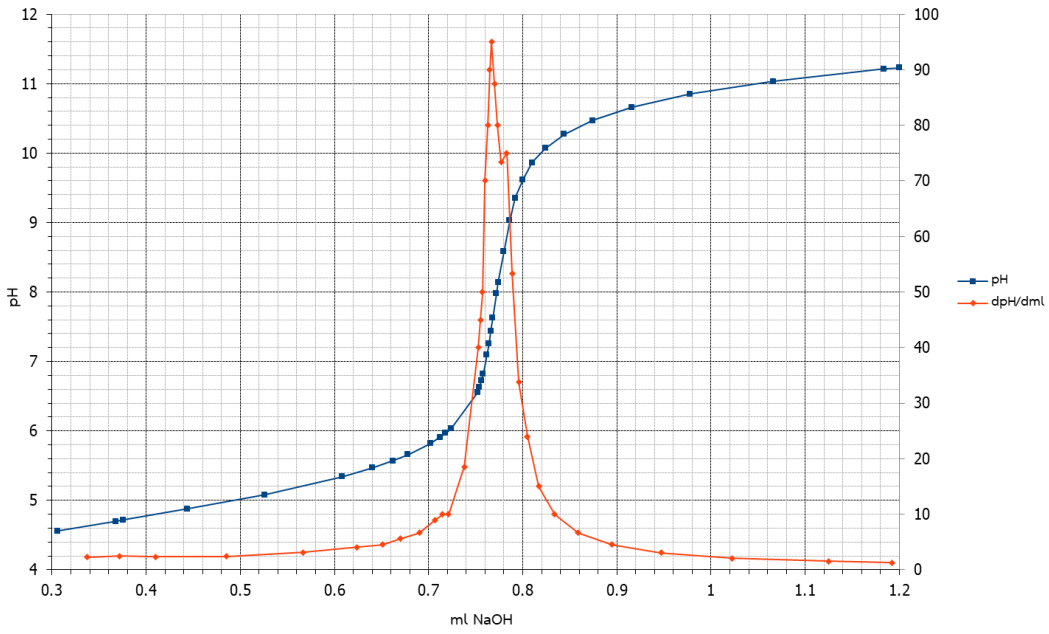
ml	pH	dpH/dml
0.72	6.72	
0.721		45.00
0.722	6.81	
0.723		50.00
0.724	6.91	
0.725		65.00
0.726	7.04	
0.727		75.00
0.728	7.19	
0.729		75.00
0.73	7.34	
0.731		75.00
0.732	7.49	
0.733		75.00
0.734	7.64	
0.735		75.00
0.736	7.79	
0.737		60.00
0.738	7.91	
0.741		53.33
0.744	8.23	
0.748		52.50
0.752	8.65	
0.756		55.00
0.76	9.09	
0.764		41.25
0.768	9.42	
0.772		28.75
0.776	9.65	
0.782		18.33
0.788	9.87	
0.796		13.13

ml	pH	dpH/dml
0.804	10.08	
0.816		8.33
0.828	10.28	
0.845		5.59
0.862	10.47	
0.887		3.80
0.912	10.66	
0.948		2.64
0.984	10.85	
1.032		1.88
1.08	11.03	
1.14		1.42
1.2	11.2	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1031	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.14 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2151	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	18.60	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0013	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0448	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	20.81	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.25	
Total wt% ของ H_2O_2	21.06	

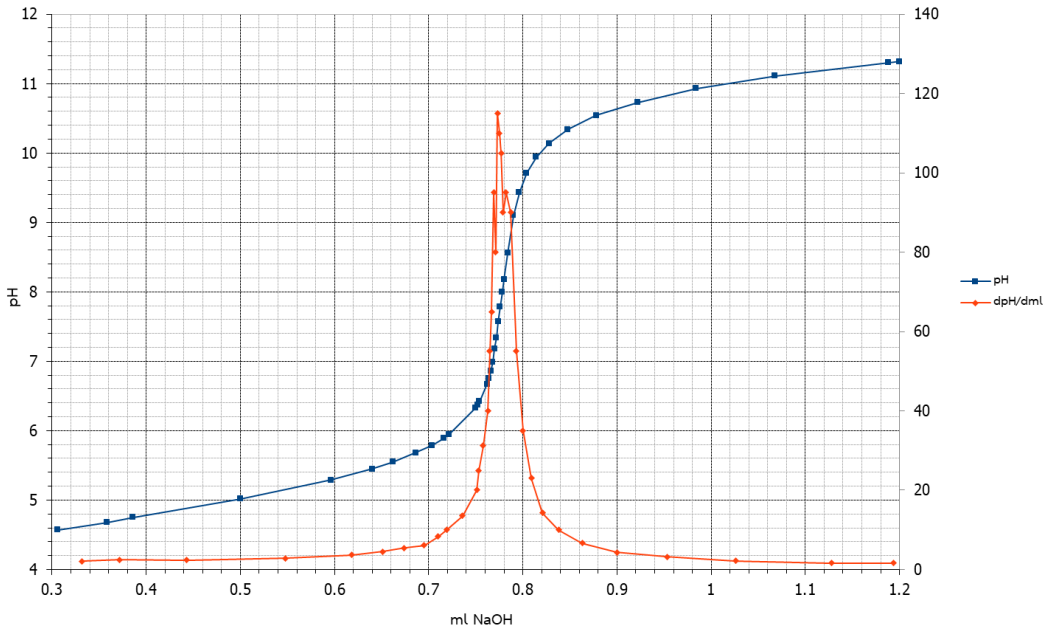
ตารางที่ ณ.14 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.56	
0.337		2.26
0.368	4.7	
0.372		2.50
0.376	4.72	
0.410		2.35
0.444	4.88	
0.485		2.44
0.526	5.08	
0.567		3.17
0.608	5.34	
0.624		4.06
0.640	5.47	
0.651		4.55
0.662	5.57	
0.670		5.62
0.678	5.66	
0.690		6.67
0.702	5.82	
0.707		9.00
0.712	5.91	
0.715		10.00
0.718	5.97	
0.721		10.00
0.724	6.03	
0.738		18.57
0.752	6.55	
0.753		40.00
0.754	6.63	
0.755		45.00
0.756	6.72	
0.757		50.00
0.758	6.82	
0.760		70.00
0.762	7.1	
0.763		80.00
0.764	7.26	
0.765		90.00
0.766	7.44	
0.767		95.00
0.768	7.63	
0.770		87.50
0.772	7.98	
0.773		80.00
0.774	8.14	
0.777		73.33
0.780	8.58	
0.783		75.00
0.786	9.03	
0.789		53.33
0.792	9.35	
0.796		33.75
0.800	9.62	
0.805		24.00
0.810	9.86	
0.817		15.00
0.824	10.07	
0.834		10.00
0.844	10.27	
0.859		6.67
0.874	10.47	
0.895		4.52
0.916	10.66	
0.947		3.06
0.978	10.85	
1.022		2.05
1.066	11.03	
1.125		1.53
1.184	11.21	
1.192		1.25
1.200	11.23	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 10

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1036	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.15 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 10

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2056	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	14.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0010	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0346	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	16.85	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.14	
Total wt% ของ H_2O_2	17.00	

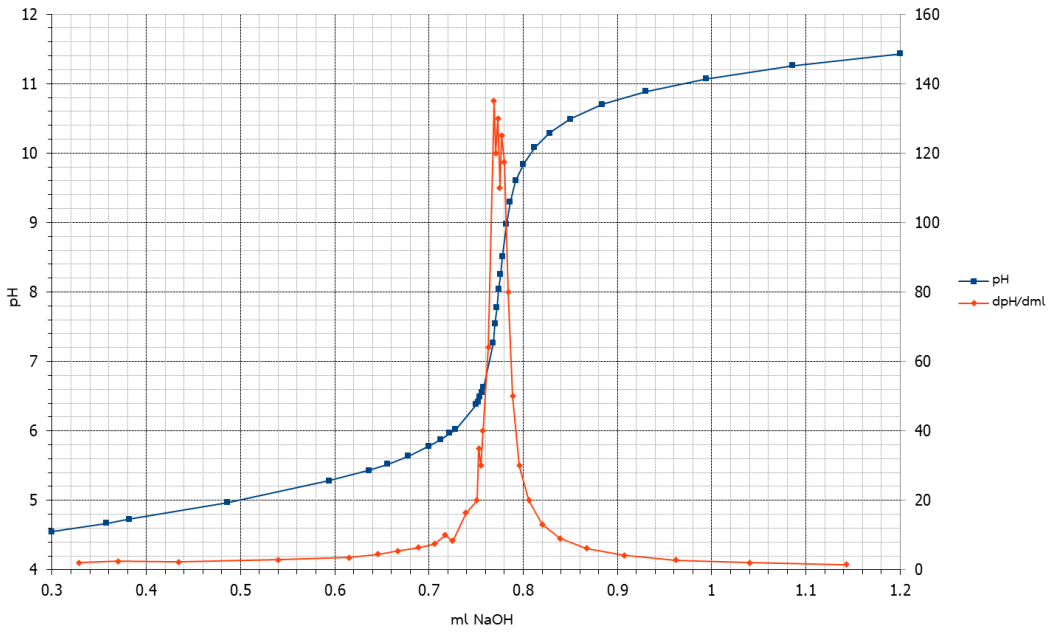
ตารางที่ ณ.15 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 10

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.57	
0.332		2.12
0.358	4.68	
0.372		2.50
0.386	4.75	
0.443		2.37
0.500	5.02	
0.548		2.81
0.596	5.29	
0.618		3.64
0.640	5.45	
0.651		4.55
0.662	5.55	
0.674		5.42
0.686	5.68	
0.695		6.11
0.704	5.79	
0.710		8.33
0.716	5.89	
0.719		10.00
0.722	5.95	
0.736		13.57
0.750	6.33	
0.751		20.00
0.752	6.37	
0.753		25.00
0.754	6.42	
0.758		31.25
0.762	6.67	
0.763		40.00
0.764	6.75	
0.765		55.00
0.766	6.86	
0.767		65.00
0.768	6.99	
0.769		95.00
0.770	7.18	
0.771		80.00
0.772	7.34	
0.773		115.00
0.774	7.57	
0.775		110.00
0.776	7.79	
0.777		105.00
0.778	8	
0.779		90.00
0.780	8.18	
0.782		95.00
0.784	8.56	
0.787		90.00
0.790	9.1	
0.793		55.00
0.796	9.43	
0.800		35.00
0.804	9.71	
0.809		23.00
0.814	9.94	
0.821		14.29
0.828	10.14	
0.838		10.00
0.848	10.34	
0.863		6.67
0.878	10.54	
0.900		4.32
0.922	10.73	
0.953		3.23
0.984	10.93	
1.026		2.14
1.068	11.11	
1.128		1.58
1.188	11.3	
1.194		1.67
1.200	11.32	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1002	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ณ.16 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2206	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	11.60	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0008	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0279	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	12.65	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.13	
Total wt% ของ H_2O_2	12.78	

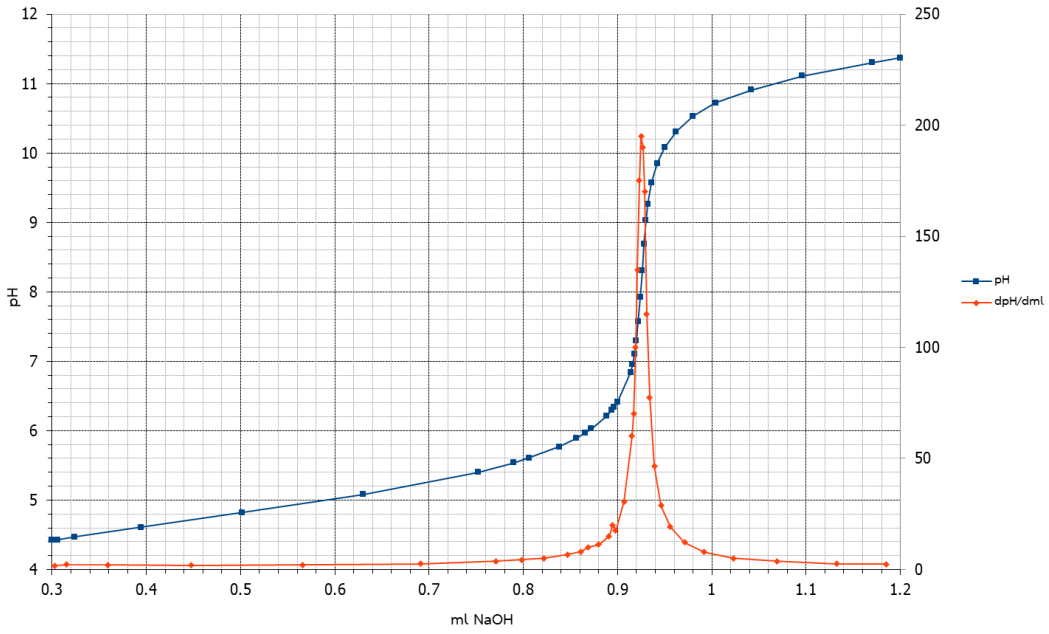
ตารางที่ ณ.16 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.55	
0.329		2.07
0.358	4.67	
0.370		2.50
0.382	4.73	
0.434		2.31
0.486	4.97	
0.540		2.87
0.594	5.28	
0.615		3.57
0.636	5.43	
0.646		4.50
0.656	5.52	
0.667		5.45
0.678	5.64	
0.689		6.36
0.700	5.78	
0.706		7.50
0.712	5.87	
0.717		10.00
0.722	5.97	
0.725		8.33
0.728	6.02	
0.739		16.36
0.750	6.38	
0.751		20.00
0.752	6.42	
0.753		35.00
0.754	6.49	
0.755		30.00
0.756	6.55	
0.757		40.00
0.758	6.63	
0.763		64.00
0.768	7.27	
0.769		135.00
0.770	7.54	
0.771		120.00
0.772	7.78	
0.773		130.00
0.774	8.04	
0.775		110.00
0.776	8.26	
0.777		125.00
0.778	8.51	
0.780		117.50
0.782	8.98	
0.784		80.00
0.786	9.3	
0.789		50.00
0.792	9.6	
0.796		30.00
0.800	9.84	
0.806		20.00
0.812	10.08	
0.820		13.13
0.828	10.29	
0.839		9.09
0.850	10.49	
0.867		6.18
0.884	10.7	
0.907		4.13
0.930	10.89	
0.962		2.81
0.994	11.07	
1.040		2.07
1.086	11.26	
1.143		1.49
1.200	11.43	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 23

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1157	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.17 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 23

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2061	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	5.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0004	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0128	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	6.23	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.00	
Total wt% ของ H_2O_2	6.23	

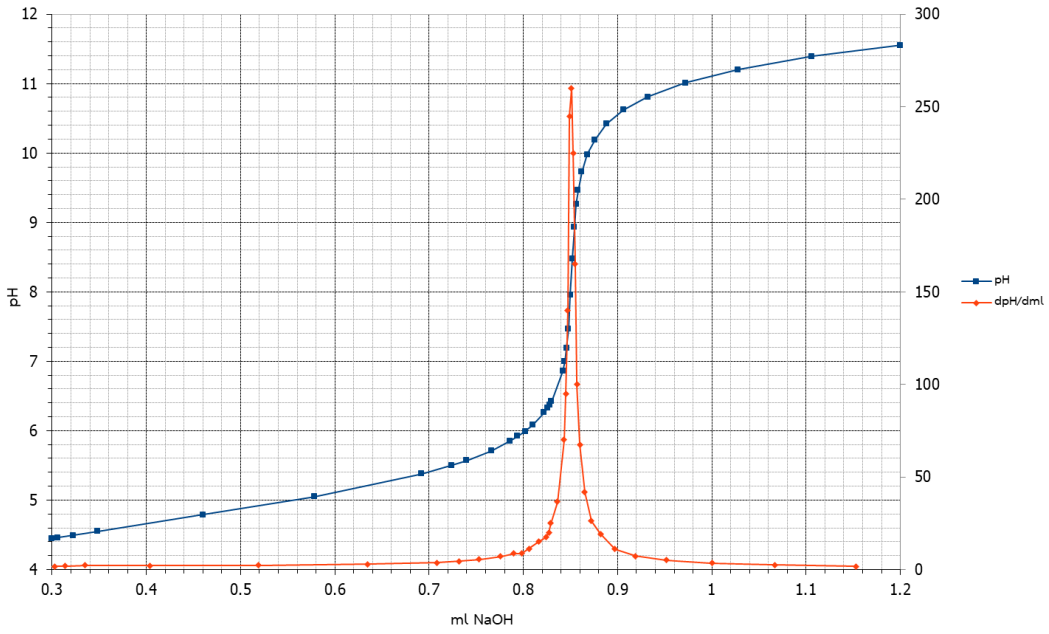
ตารางที่ ณ.17 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 23

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.42	
0.303		1.67
0.306	4.43	
0.315		2.22
0.324	4.47	
0.359		2.00
0.394	4.61	
0.448		1.94
0.502	4.82	
0.566		2.03
0.630	5.08	
0.691		2.62
0.752	5.4	
0.771		3.68
0.790	5.54	
0.798		4.38
0.806	5.61	
0.822		5.00
0.838	5.77	
0.847		6.67
0.856	5.89	
0.861		8.00
0.866	5.97	
0.869		10.00
0.872	6.03	
0.880		11.25
0.888	6.21	
0.891		15.00
0.894	6.3	
0.895		20.00
0.896	6.34	
0.898		17.50
0.900	6.41	
0.907		30.71
0.914	6.84	
0.915		60.00
0.916	6.96	
0.917		70.00
0.918	7.1	
0.919		100.00
0.920	7.3	
0.921		135.00
0.922	7.57	
0.923		175.00
0.924	7.92	
0.925		195.00
0.926	8.31	
0.927		190.00
0.928	8.69	
0.929		170.00
0.930	9.03	
0.931		115.00
0.932	9.26	
0.934		77.50
0.936	9.57	
0.939		46.67
0.942	9.85	
0.946		28.75
0.950	10.08	
0.956		19.17
0.962	10.31	
0.971		12.22
0.980	10.53	
0.992		7.92
1.004	10.72	
1.023		5.00
1.042	10.91	
1.069		3.70
1.096	11.11	
1.133		2.57
1.170	11.3	
1.185		2.33
1.200	11.37	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 30

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1059	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.18 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 30

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2055	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0297	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0002	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0083	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.06	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.00	
Total wt% ของ H_2O_2	4.06	

ตารางที่ ณ.18 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 30

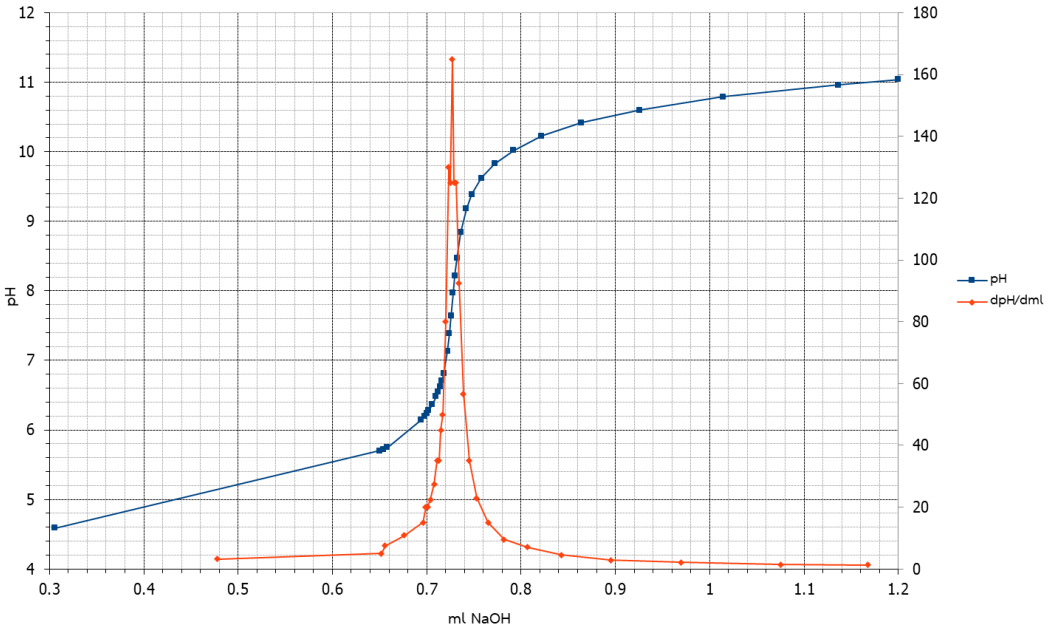
ml	pH	dpH/dml
0.300	4.45	
0.303		1.67
0.306	4.46	
0.314		1.88
0.322	4.49	
0.335		2.31
0.348	4.55	
0.404		2.14
0.460	4.79	
0.519		2.20
0.578	5.05	
0.635		2.89
0.692	5.38	
0.708		3.75
0.724	5.5	
0.732		4.375
0.740	5.57	
0.753		5.38
0.766	5.71	
0.776		7.00
0.786	5.85	
0.790		8.75
0.794	5.92	
0.798		8.75
0.802	5.99	
0.806		11.25
0.810	6.08	
0.816		15.00
0.822	6.26	
0.824		17.50
0.826	6.33	
0.827		20.00
0.828	6.37	
0.829		25.00
0.830	6.42	
0.836		36.67
0.842	6.86	
0.843		70.00
0.844	7	
0.845		95.00
0.846	7.19	
0.847		140.00
0.848	7.47	
0.849		245.00
0.850	7.96	
0.851		260.00
0.852	8.48	
0.853		225.00
0.854	8.93	
0.855		165.00
0.856	9.26	
0.857		100.00
0.858	9.46	
0.860		67.50
0.862	9.73	
0.865		41.67
0.868	9.98	
0.872		26.25
0.876	10.19	
0.882		19.17
0.888	10.42	
0.897		11.11
0.906	10.62	
0.919		7.31
0.932	10.81	
0.952		5.00
0.972	11.01	
1.000		3.39
1.028	11.2	
1.067		2.44
1.106	11.39	
1.153		1.70
1.200	11.55	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w ด้วยโซเดียมซัลเฟต วันที่ 0-30

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1038	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.19 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2156	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	34.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0024	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0828	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.39	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0	
Total wt% ของ H_2O_2	38.39	

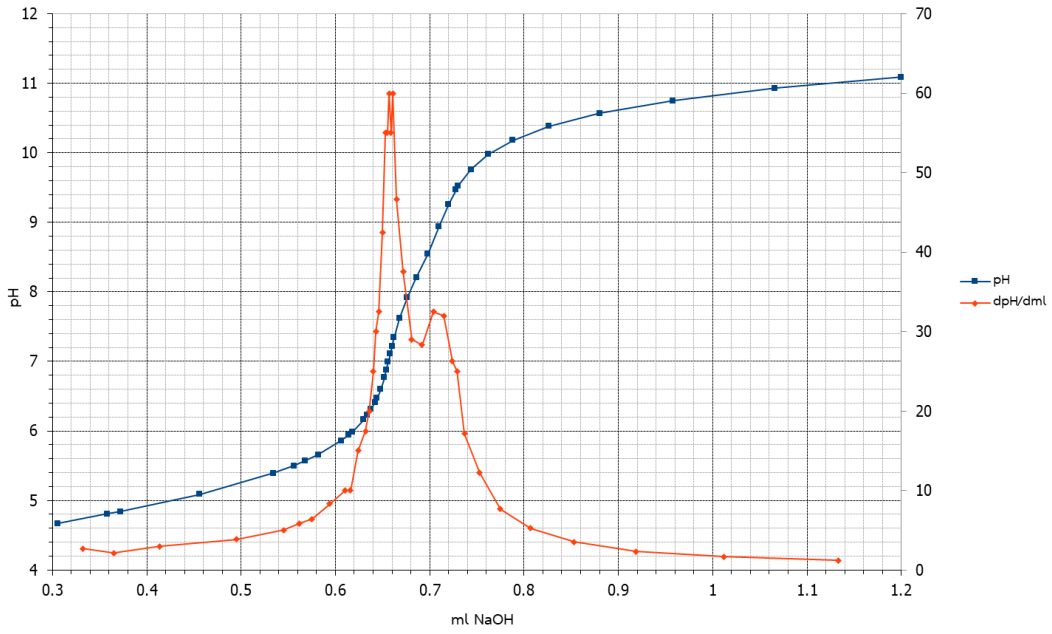
ตารางที่ ณ.19 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.59	
0.478		3.23
0.650	5.7	
0.652		5.00
0.654	5.72	
0.656		7.50
0.658	5.75	
0.676		10.83
0.694	6.14	
0.696		15.00
0.698	6.2	
0.699		20.00
0.700	6.24	
0.701		20.00
0.702	6.28	
0.704		22.50
0.706	6.37	
0.708		27.50
0.710	6.48	
0.711		35.00
0.712	6.55	
0.713		35.00
0.714	6.62	
0.715		45.00
0.716	6.71	
0.717		50.00
0.718	6.81	
0.720		80.00
0.722	7.13	
0.723		130.00
0.724	7.39	
0.725		125.00
0.726	7.64	
0.727		165.00
0.728	7.97	
0.729		125.00
0.730	8.22	
0.731		125.00
0.732	8.47	
0.734		92.50
0.736	8.84	
0.739		56.67
0.742	9.18	
0.745		35.00
0.748	9.39	
0.753		23.00
0.758	9.62	
0.765		15.00
0.772	9.83	
0.782		9.50
0.792	10.02	
0.807		7.00
0.822	10.23	
0.843		4.52
0.864	10.42	
0.895		2.90
0.926	10.6	
0.970		2.16
1.014	10.79	
1.075		1.39
1.136	10.96	
1.168		1.25
1.200	11.04	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1038	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.20 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2069	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	33.50	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0023	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0795	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.41	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.92	
Total wt% ของ H_2O_2	39.32	

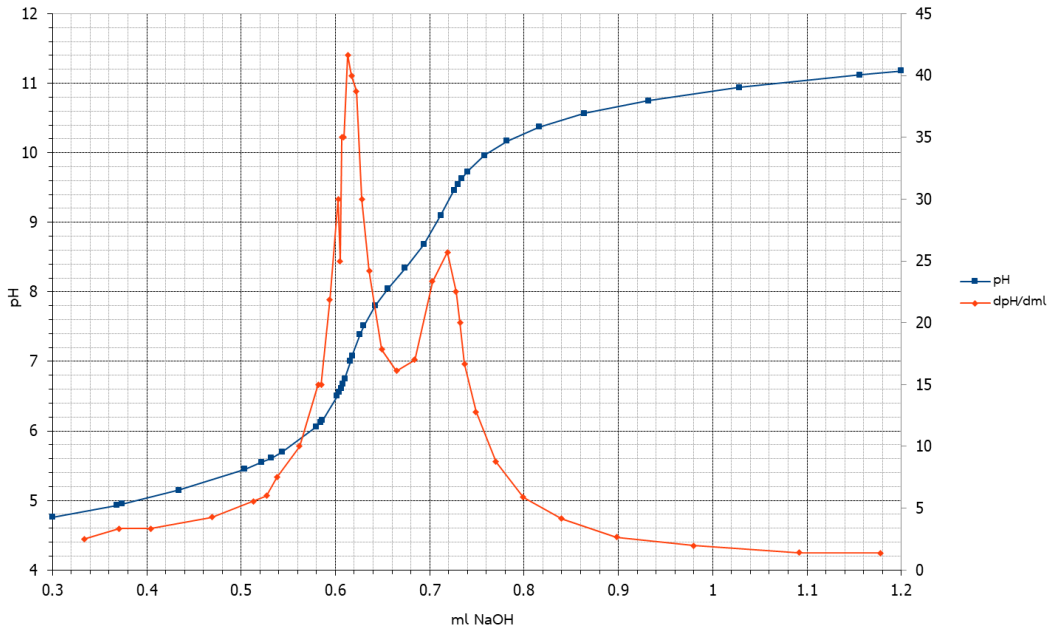
ตารางที่ ณ.20 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.67	
0.332		2.69
0.358	4.81	
0.365		2.14
0.372	4.84	
0.414		2.98
0.456	5.09	
0.495		3.85
0.534	5.39	
0.545		5.00
0.556	5.5	
0.562		5.83
0.568	5.57	
0.575		6.43
0.582	5.66	
0.594		8.33
0.606	5.86	
0.610		10.00
0.614	5.94	
0.616		10.00
0.618	5.98	
0.624		15.00
0.630	6.16	
0.632		17.50
0.634	6.23	
0.636		20.00
0.638	6.31	
0.640		25.00
0.642	6.41	
0.643		30.00
0.644	6.47	
0.646		32.50
0.648	6.6	
0.650		42.50
0.652	6.77	
0.653		55.00
0.654	6.88	
0.655		55.00
0.656	6.99	
0.657		60.00
0.658	7.11	
0.659		55.00
0.660	7.22	
0.661		60.00
0.662	7.34	
0.665		46.67
0.668	7.62	
0.672		37.50
0.676	7.92	
0.681		29.00
0.686	8.21	
0.692		28.33
0.698	8.55	
0.704		32.50
0.710	8.94	
0.715		32.00
0.720	9.26	
0.724		26.25
0.728	9.47	
0.729		25.00
0.730	9.52	
0.737		17.14
0.744	9.76	
0.753		12.22
0.762	9.98	
0.775		7.69
0.788	10.18	
0.807		5.26
0.826	10.38	
0.853		3.52
0.880	10.57	
0.919		2.31
0.958	10.75	
1.012		1.67
1.066	10.93	
1.133		1.19
1.200	11.09	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 2

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1018	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.21 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 2

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2193	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	34.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0024	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0814	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	37.10	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.71	
Total wt% ของ H_2O_2	38.81	

ตารางที่ ณ.21 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 2

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.76	
0.334		2.50
0.368	4.93	
0.371		3.33
0.374	4.95	
0.404		3.33
0.434	5.15	
0.469		4.29
0.504	5.45	
0.513		5.56
0.522	5.55	
0.527		6.00
0.532	5.61	
0.538		7.50
0.544	5.7	
0.562		10.00
0.580	6.06	
0.582		15.00
0.584	6.12	
0.585		15.00
0.586	6.15	
0.594		21.88
0.602	6.5	
0.603		30.00
0.604	6.56	
0.605		25.00
0.606	6.61	
0.607		35.00
0.608	6.68	
0.609		35.00
0.610	6.75	
0.613		41.67

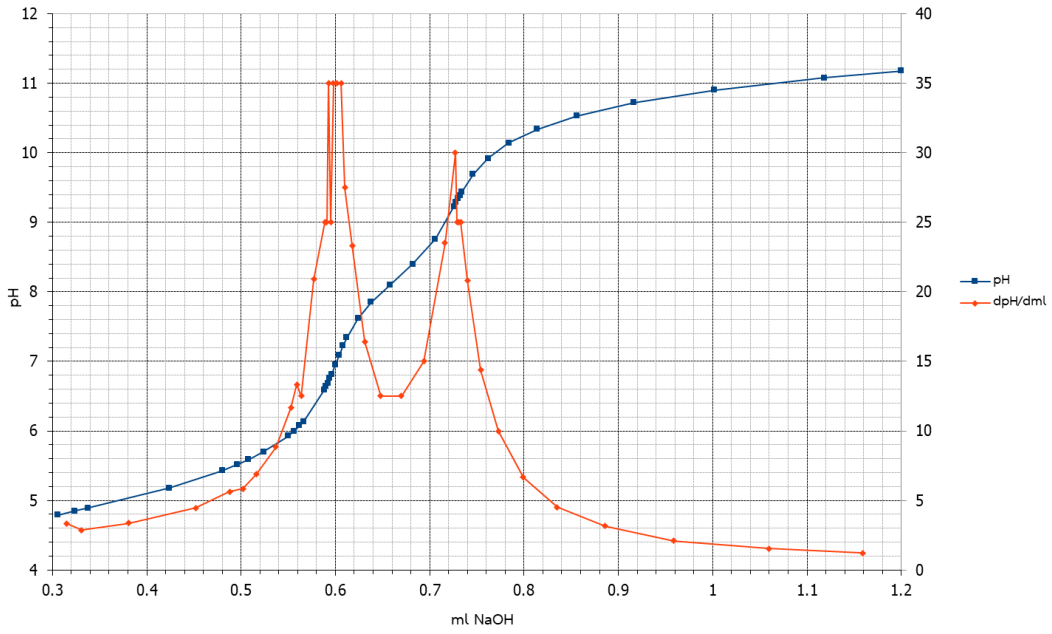
ml	pH	dpH/dml
0.616	7	
0.617		40.00
0.618	7.08	
0.622		38.75
0.626	7.39	
0.628		30.00
0.630	7.51	
0.636		24.17
0.642	7.8	
0.649		17.86
0.656	8.05	
0.665		16.11
0.674	8.34	
0.684		17.00
0.694	8.68	
0.703		23.33
0.712	9.1	
0.719		25.71
0.726	9.46	
0.728		22.50
0.730	9.55	
0.732		20.00
0.734	9.63	
0.737		16.67
0.740	9.73	
0.749		12.78
0.758	9.96	
0.770		8.75
0.782	10.17	
0.799		5.88
0.816	10.37	
0.840		4.17

ml	pH	dpH/dml
0.864	10.57	
0.898		2.65
0.932	10.75	
0.980		1.98
1.028	10.94	
1.092		1.41
1.156	11.12	
1.178		1.36
1.200	11.18	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 3

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1038	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.22 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 3

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2057	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	31.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0022	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0742	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	36.10	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.04	
Total wt% ของ H_2O_2	38.13	

ตารางที่ ณ.22 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 3

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.79	
0.315		3.33
0.324	4.85	
0.331		2.86
0.338	4.89	
0.381		3.37
0.424	5.18	
0.452		4.46
0.480	5.43	
0.488		5.62
0.496	5.52	
0.502		5.83
0.508	5.59	
0.516		6.88
0.524	5.7	
0.537		8.85
0.550	5.93	
0.553		11.67
0.556	6	
0.559		13.33
0.562	6.08	
0.564		12.50
0.566	6.13	
0.577		20.91
0.588	6.59	
0.589		25.00
0.590	6.64	
0.591		25.00
0.592	6.69	
0.593		35.00
0.594	6.76	
0.595		25.00

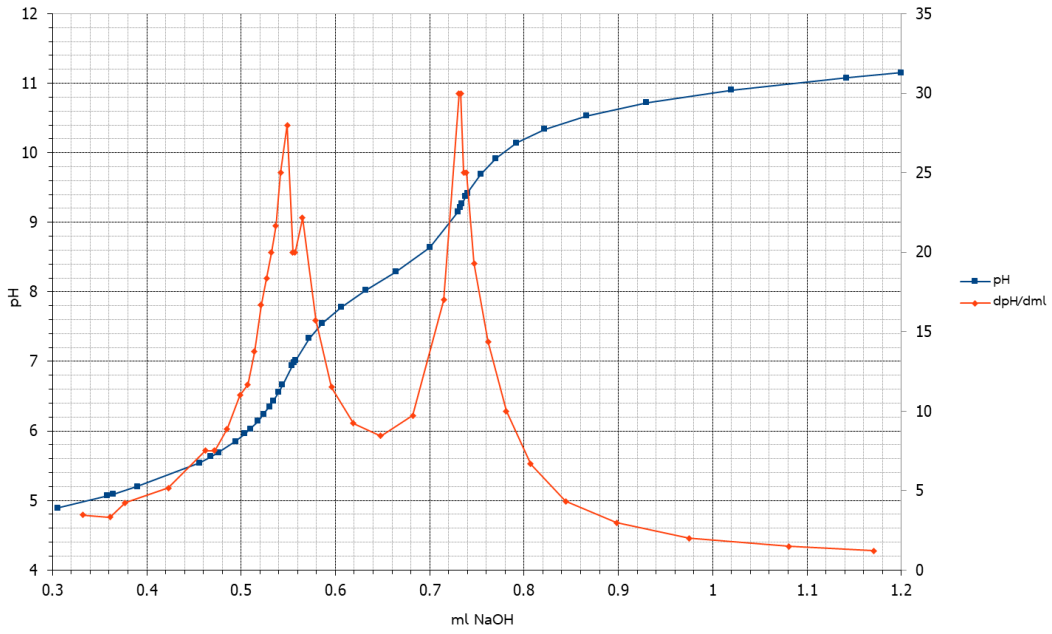
ml	pH	dpH/dml
0.596	6.81	
0.598		35.00
0.600	6.95	
0.602		35.00
0.604	7.09	
0.606		35.00
0.608	7.23	
0.610		27.50
0.612	7.34	
0.618		23.33
0.624	7.62	
0.631		16.43
0.638	7.85	
0.648		12.50
0.658	8.1	
0.670		12.50
0.682	8.4	
0.694		15.00
0.706	8.76	
0.716		23.50
0.726	9.23	
0.727		30.00
0.728	9.29	
0.729		25.00
0.730	9.34	
0.731		25.00
0.732	9.39	
0.733		25.00
0.734	9.44	
0.740		20.83
0.746	9.69	
0.754		14.38

ml	pH	dpH/dml
0.762	9.92	
0.773		10.00
0.784	10.14	
0.799		6.67
0.814	10.34	
0.835		4.52
0.856	10.53	
0.886		3.17
0.916	10.72	
0.959		2.09
1.002	10.9	
1.060		1.55
1.118	11.08	
1.159		1.22
1.200	11.18	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1031	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.23 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2102	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	30.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0021	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0724	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	34.46	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.92	
Total wt% ของ H_2O_2	37.38	

ตารางที่ ณ.23 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.89	
0.332		3.46
0.358	5.07	
0.361		3.33
0.364	5.09	
0.377		4.23
0.390	5.2	
0.423		5.15
0.456	5.54	
0.462		7.50
0.468	5.63	
0.472		7.50
0.476	5.69	
0.485		8.89
0.494	5.85	
0.499		11.00
0.504	5.96	
0.507		11.67
0.510	6.03	
0.514		13.75
0.518	6.14	
0.521		16.67
0.524	6.24	
0.527		18.33
0.530	6.35	
0.532		20.00
0.534	6.43	
0.537		21.67
0.540	6.56	
0.542		25.00
0.544	6.66	
0.549		28.00

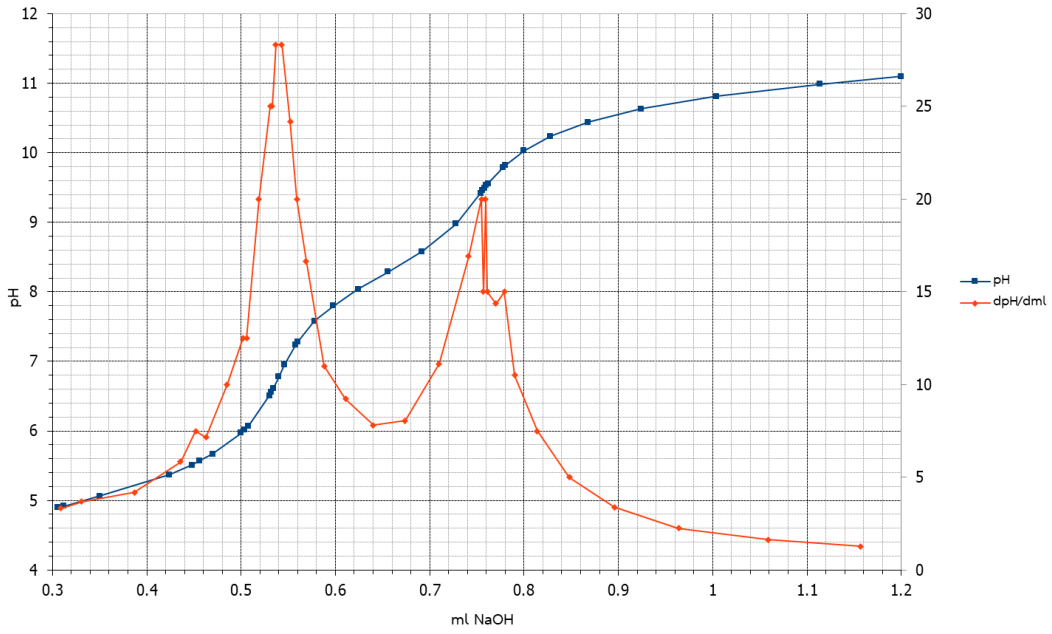
ml	pH	dpH/dml
0.554	6.94	
0.555		20.00
0.556	6.98	
0.557		20.00
0.558	7.02	
0.565		22.14
0.572	7.33	
0.579		15.71
0.586	7.55	
0.596		11.50
0.606	7.78	
0.619		9.23
0.632	8.02	
0.648		8.44
0.664	8.29	
0.682		9.72
0.700	8.64	
0.715		17.00
0.730	9.15	
0.731		30.00
0.732	9.21	
0.733		30.00
0.734	9.27	
0.736		25.00
0.738	9.37	
0.739		25.00
0.740	9.42	
0.747		19.29
0.754	9.69	
0.762		14.38
0.770	9.92	
0.781		10.00

ml	pH	dpH/dml
0.792	10.14	
0.807		6.67
0.822	10.34	
0.844		4.32
0.866	10.53	
0.898		2.97
0.930	10.72	
0.975		2.00
1.020	10.9	
1.081		1.48
1.142	11.08	
1.171		1.21
1.200	11.15	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 10

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1072	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.24 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 10

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2104	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	29.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0021	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0705	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	33.51	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	3.33	
Total wt% ของ H_2O_2	36.84	

ตารางที่ ณ.24 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 10

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.9	
0.309		3.33
0.312	4.92	
0.331		3.68
0.350	5.06	
0.387		4.19
0.424	5.37	
0.436		5.83
0.448	5.51	
0.452		7.50
0.456	5.57	
0.463		7.14
0.470	5.67	
0.485		10.00
0.500	5.97	
0.502		12.50
0.504	6.02	
0.506		12.50
0.508	6.07	
0.519		20.00
0.530	6.51	
0.531		25.00
0.532	6.56	
0.533		25.00
0.534	6.61	
0.537		28.33
0.540	6.78	
0.543		28.33
0.546	6.95	
0.552		24.17
0.558	7.24	
0.559		20.00

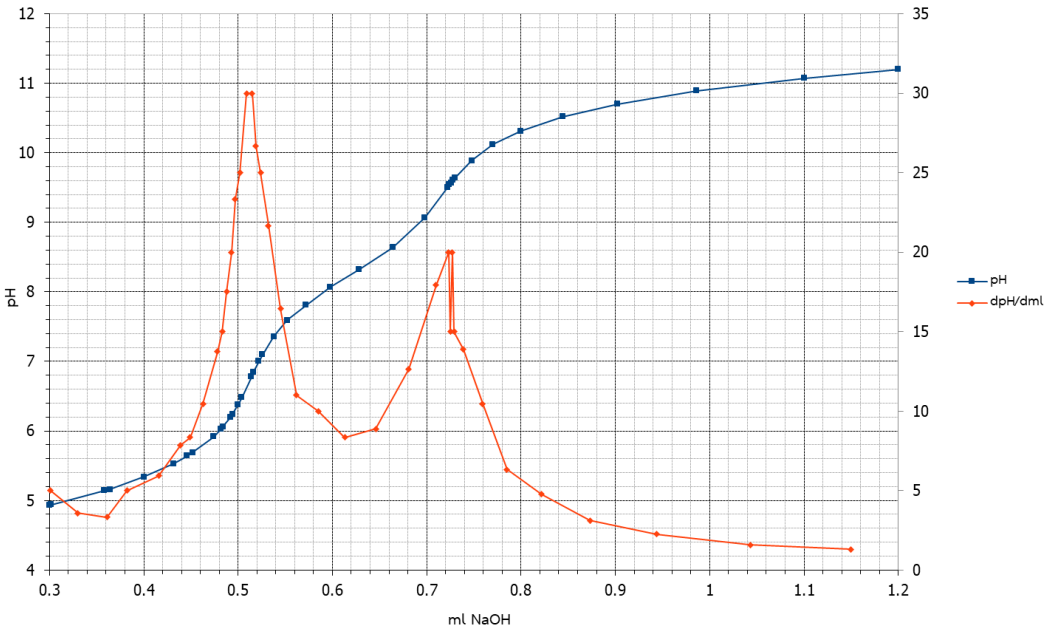
ml	pH	dpH/dml
0.560	7.28	
0.569		16.67
0.578	7.58	
0.588		11.00
0.598	7.8	
0.611		9.23
0.624	8.04	
0.640		7.81
0.656	8.29	
0.674		8.06
0.692	8.58	
0.710		11.11
0.728	8.98	
0.741		16.92
0.754	9.42	
0.755		20.00
0.756	9.46	
0.757		15.00
0.758	9.49	
0.759		20.00
0.760	9.53	
0.761		15.00
0.762	9.56	
0.770		14.37
0.778	9.79	
0.779		15.00
0.780	9.82	
0.790		10.50
0.800	10.03	
0.814		7.50
0.828	10.24	
0.848		5.00

ml	pH	dpH/dml
0.868	10.44	
0.896		3.39
0.924	10.63	
0.964		2.25
1.004	10.81	
1.059		1.64
1.114	10.99	
1.157		1.28
1.200	11.1	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.104	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.25 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2082	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	27.90	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0020	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0671	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	32.24	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	3.37	
Total wt% ของ H_2O_2	35.62	

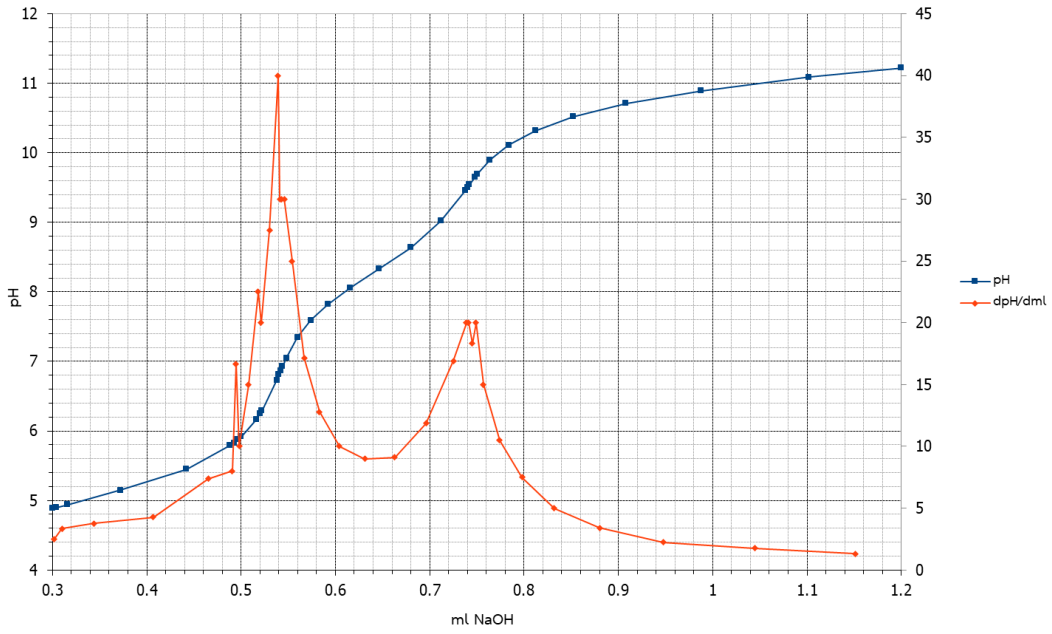
ตารางที่ ณ.25 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.93	
0.301		5.00
0.302	4.94	
0.330		3.57
0.358	5.14	
0.361		3.33
0.364	5.16	
0.382		5.00
0.400	5.34	
0.416		5.94
0.432	5.53	
0.439		7.86
0.446	5.64	
0.449		8.33
0.452	5.69	
0.463		10.45
0.474	5.92	
0.478		13.75
0.482	6.03	
0.483		15.00
0.484	6.06	
0.488		17.50
0.492	6.2	
0.493		20.00
0.494	6.24	
0.497		23.33
0.500	6.38	
0.502		25.00
0.504	6.48	
0.509		30.00
0.514	6.78	
0.515		30.00
0.516	6.84	
0.519		26.67
0.522	7	
0.524		25.00
0.526	7.1	
0.532		21.67
0.538	7.36	
0.545		16.43
0.552	7.59	
0.562		11.00
0.572	7.81	
0.585		10.00
0.598	8.07	
0.613		8.33
0.628	8.32	
0.646		8.89
0.664	8.64	
0.681		12.65
0.698	9.07	
0.710		17.92
0.722	9.5	
0.723		20.00
0.724	9.54	
0.725		15.00
0.726	9.57	
0.727		20.00
0.728	9.61	
0.729		15.00
0.730	9.64	
0.739		13.89
0.748	9.89	
0.759		10.45
0.770	10.12	
0.785		6.33
0.800	10.31	
0.822		4.77
0.844	10.52	
0.873		3.10
0.902	10.7	
0.944		2.26
0.986	10.89	
1.043		1.58
1.100	11.07	
1.150		1.30
1.200	11.2	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 23

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1077	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.26 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 23

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2096	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	26.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0019	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0632	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	30.17	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	3.06	
Total wt% ของ H_2O_2	33.24	

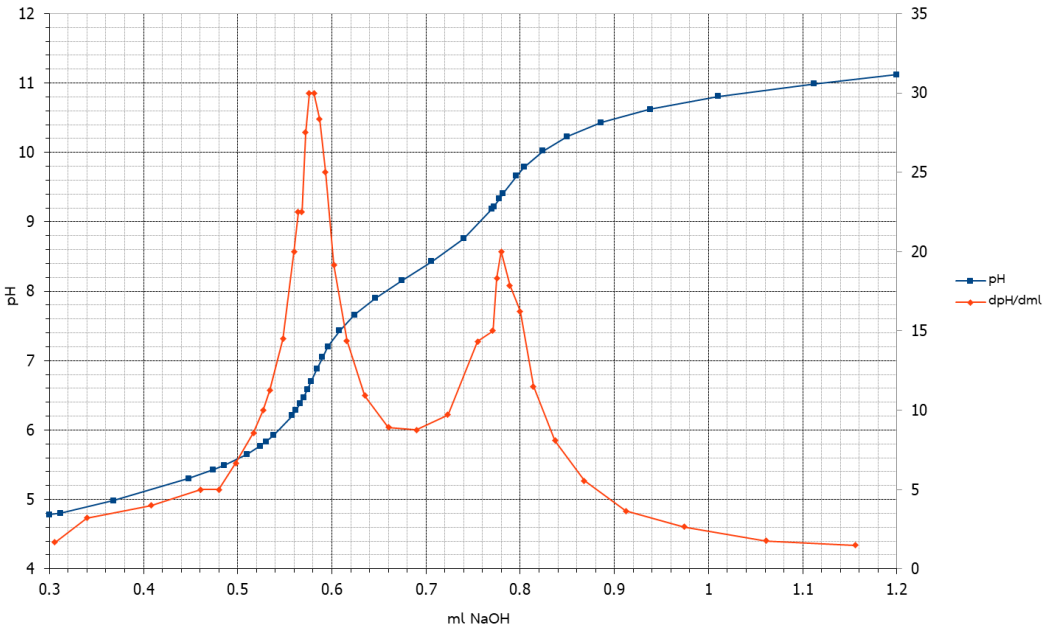
ตารางที่ ณ.26 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 23

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.89	
0.302		2.50
0.304	4.9	
0.310		3.33
0.316	4.94	
0.344		3.75
0.372	5.15	
0.407		4.29
0.442	5.45	
0.465		7.39
0.488	5.79	
0.491		8.00
0.493	5.83	
0.495		16.67
0.496	5.88	
0.498		10.00
0.500	5.92	
0.508		15.00
0.516	6.16	
0.518		22.50
0.520	6.25	
0.521		20.00
0.522	6.29	
0.530		27.50
0.538	6.73	
0.539		40.00
0.540	6.81	
0.541		30.00
0.542	6.87	
0.543		30.00
0.544	6.93	
0.546		30.00
0.548	7.05	
0.554		25.00
0.560	7.35	
0.567		17.14
0.574	7.59	
0.583		12.78
0.592	7.82	
0.604		10.00
0.616	8.06	
0.631		9.00
0.646	8.33	
0.663		9.12
0.680	8.64	
0.696		11.88
0.712	9.02	
0.725		16.92
0.738	9.46	
0.739		20.00
0.740	9.5	
0.741		20.00
0.742	9.54	
0.745		18.33
0.748	9.65	
0.749		20.00
0.750	9.69	
0.757		15.00
0.764	9.9	
0.774		10.50
0.784	10.11	
0.798		7.50
0.812	10.32	
0.832		5.00
0.852	10.52	
0.880		3.39
0.908	10.71	
0.948		2.25
0.988	10.89	
1.045		1.75
1.102	11.09	
1.151		1.33
1.200	11.22	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 30

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1122	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.27 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 30

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2193	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	26.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0297	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0019	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0659	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	30.05	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.97	
Total wt% ของ H_2O_2	33.02	

ตารางที่ ณ.27 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 30

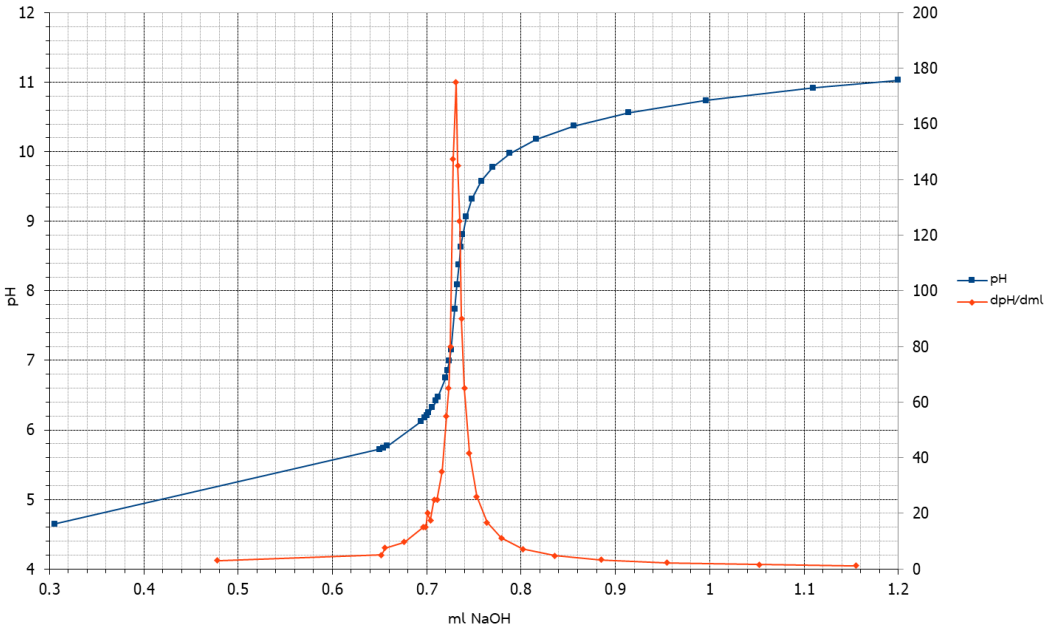
ml	pH	dpH/dml
0.300	4.78	
0.306		1.67
0.312	4.8	
0.340		3.21
0.368	4.98	
0.408		4.00
0.448	5.3	
0.461		5.00
0.474	5.43	
0.480		5.00
0.486	5.49	
0.498		6.67
0.510	5.65	
0.517		8.57
0.524	5.77	
0.527		10.00
0.530	5.83	
0.534		11.25
0.538	5.92	
0.548		14.50
0.558	6.21	
0.560		20.00
0.562	6.29	
0.564		22.50
0.566	6.38	
0.568		22.50
0.570	6.47	
0.572		27.50
0.574	6.58	
0.576		30.00
0.578	6.7	
0.581		30.00
0.584	6.88	
0.587		28.33
0.590	7.05	
0.593		25.00
0.596	7.2	
0.602		19.17
0.608	7.43	
0.616		14.38
0.624	7.66	
0.635		10.91
0.646	7.9	
0.660		8.93
0.674	8.15	
0.690		8.75
0.706	8.43	
0.723		9.71
0.740	8.76	
0.755		14.33
0.770	9.19	
0.771		15.00
0.772	9.22	
0.775		18.33
0.778	9.33	
0.780		20.00
0.782	9.41	
0.789		17.86
0.796	9.66	
0.800		16.25
0.804	9.79	
0.814		11.50
0.824	10.02	
0.837		8.08
0.850	10.23	
0.868		5.56
0.886	10.43	
0.912		3.65
0.938	10.62	
0.974		2.64
1.010	10.81	
1.061		1.76
1.112	10.99	
1.156		1.48
1.200	11.12	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w ด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต วันที่ 0-30

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1053	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.28 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2156	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	35.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0025	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0849	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	39.40	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0	
Total wt% ของ H_2O_2	39.40	

ตารางที่ ณ.28 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.65	
0.478		3.11
0.650	5.72	
0.652		5.00
0.654	5.74	
0.656		7.50
0.658	5.77	
0.676		9.72
0.694	6.12	
0.696		15.00
0.698	6.18	
0.699		15.00
0.700	6.21	
0.701		20.00
0.702	6.25	
0.704		17.50
0.706	6.32	
0.708		25.00
0.710	6.42	
0.711		25.00
0.712	6.47	
0.716		35.00
0.720	6.75	
0.721		55.00
0.722	6.86	
0.723		65.00
0.724	6.99	
0.725		80.00
0.726	7.15	
0.728		147.50

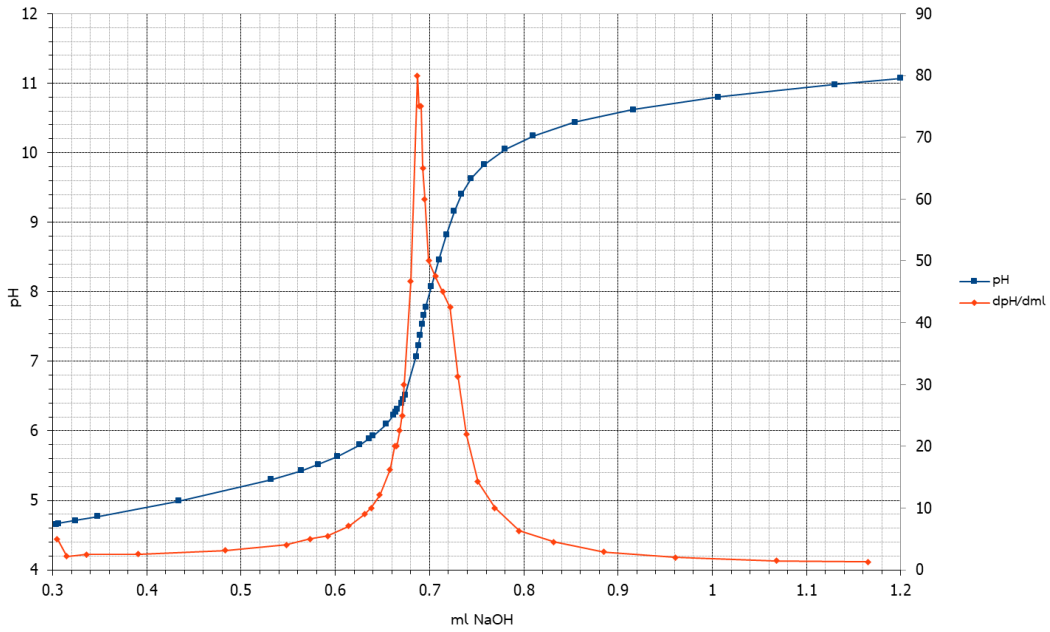
ml	pH	dpH/dml
0.730	7.74	
0.731		175.00
0.732	8.09	
0.733		145.00
0.734	8.38	
0.735		125.00
0.736	8.63	
0.737		90.00
0.738	8.81	
0.740		65.00
0.742	9.07	
0.745		41.67
0.748	9.32	
0.753		26.00
0.758	9.58	
0.764		16.67
0.770	9.78	
0.779		11.11
0.788	9.98	
0.802		7.14
0.816	10.18	
0.836		4.75
0.856	10.37	
0.885		3.28
0.914	10.56	
0.955		2.20
0.996	10.74	
1.053		1.58
1.110	10.92	
1.155		1.22

ml	pH	dpH/dml
1.200	11.03	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1065	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.29 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2033	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	33.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0023	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0790	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.86	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.18	
Total wt% ของ H_2O_2	39.04	

ตารางที่ ณ.29 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.304	4.66	
0.305		5.00
0.306	4.67	
0.315		2.22
0.324	4.71	
0.336		2.50
0.348	4.77	
0.391		2.56
0.434	4.99	
0.483		3.16
0.532	5.3	
0.548		4.06
0.564	5.43	
0.573		5.00
0.582	5.52	
0.592		5.50
0.602	5.63	
0.614		7.08
0.626	5.8	
0.631		9.00
0.636	5.89	
0.638		10.00
0.640	5.93	
0.647		12.14
0.654	6.1	
0.658		16.25
0.662	6.23	
0.663		20.00
0.664	6.27	
0.665		20.00
0.666	6.31	
0.668		22.50

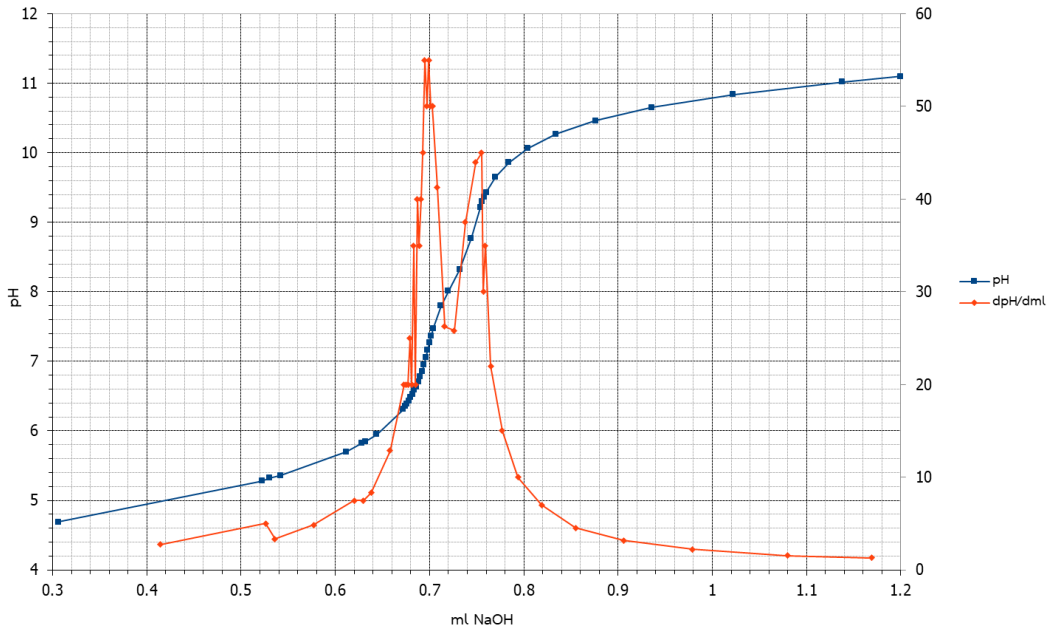
ml	pH	dpH/dml
0.670	6.4	
0.671		25.00
0.672	6.45	
0.673		30.00
0.674	6.51	
0.680		46.67
0.686	7.07	
0.687		80.00
0.688	7.23	
0.689		75.00
0.690	7.38	
0.691		75.00
0.692	7.53	
0.693		65.00
0.694	7.66	
0.695		60.00
0.696	7.78	
0.699		50.00
0.702	8.08	
0.706		47.50
0.710	8.46	
0.714		45.00
0.718	8.82	
0.722		42.50
0.726	9.16	
0.730		31.25
0.734	9.41	
0.739		22.00
0.744	9.63	
0.751		14.29
0.758	9.83	
0.769		10.00

ml	pH	dpH/dml
0.780	10.05	
0.795		6.33
0.810	10.24	
0.832		4.55
0.854	10.44	
0.885		2.90
0.916	10.62	
0.961		2.00
1.006	10.8	
1.068		1.45
1.130	10.98	
1.165		1.29
1.200	11.07	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 2

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1091	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.30 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 2

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2049	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	32.90	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0023	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0780	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.09	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.90	
Total wt% ของ H_2O_2	38.99	

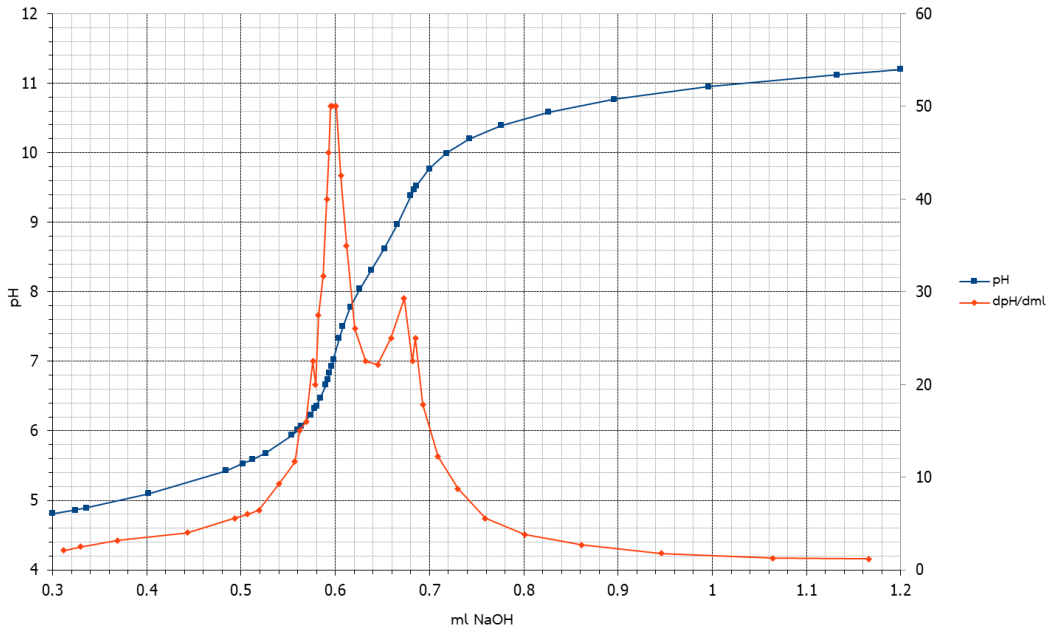
ตารางที่ ณ.30 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 2

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.69	
0.414		2.73
0.522	5.28	
0.526		5.00
0.530	5.32	
0.536		3.33
0.542	5.36	
0.577		4.86
0.612	5.7	
0.620		7.50
0.628	5.82	
0.630		7.50
0.632	5.85	
0.638		8.33
0.644	5.95	
0.658		12.86
0.672	6.31	
0.673		20.00
0.674	6.35	
0.675		20.00
0.676	6.39	
0.677		20.00
0.678	6.43	
0.679		25.00
0.680	6.48	
0.681		20.00
0.682	6.52	
0.683		35.00
0.684	6.59	
0.685		20.00
0.686	6.63	
0.687		40.00
0.688	6.71	
0.689		35.00
0.690	6.78	
0.691		40.00
0.692	6.86	
0.693		45.00
0.694	6.95	
0.695		55.00
0.696	7.06	
0.697		50.00
0.698	7.16	
0.699		55.00
0.700	7.27	
0.701		50.00
0.702	7.37	
0.703		50.00
0.704	7.47	
0.708		41.25
0.712	7.8	
0.716		26.25
0.720	8.01	
0.726		25.83
0.732	8.32	
0.738		37.50
0.744	8.77	
0.749		44.00
0.754	9.21	
0.755		45.00
0.756	9.3	
0.757		30.00
0.758	9.36	
0.759		35.00
0.760	9.43	
0.765		22.00
0.770	9.65	
0.777		15.00
0.784	9.86	
0.794		10.00
0.804	10.06	
0.819		7.00
0.834	10.27	
0.855		4.52
0.876	10.46	
0.906		3.17
0.936	10.65	
0.979		2.21
1.022	10.84	
1.080		1.55
1.138	11.02	
1.169		1.29
1.200	11.1	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 3

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1001	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.31 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 3

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2114	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	33.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0023	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0785	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	37.14	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.28	
Total wt% ของ H_2O_2	38.42	

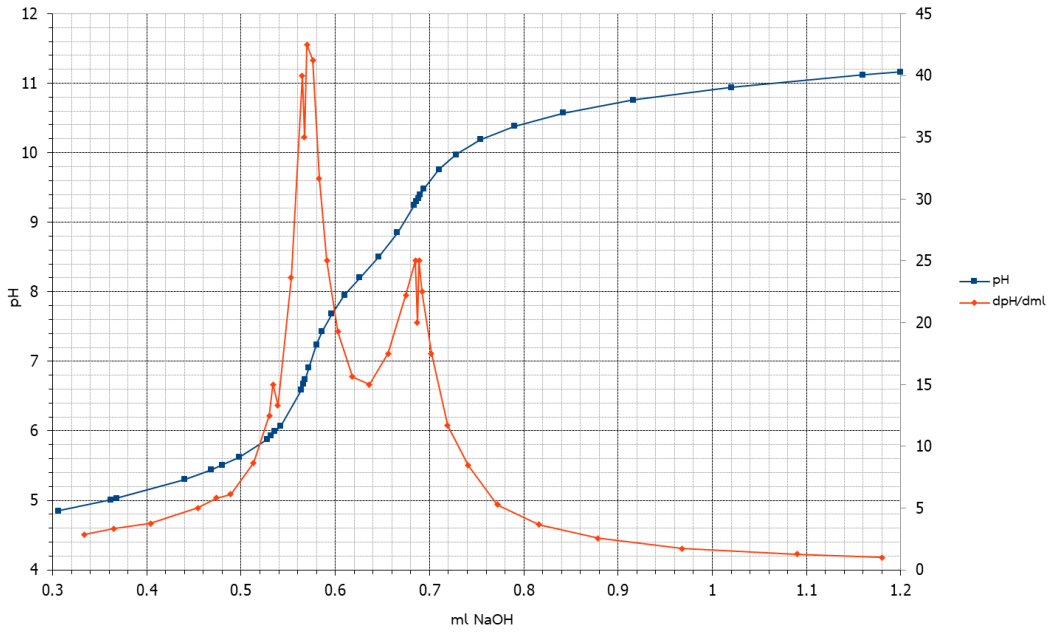
ตารางที่ ณ.31 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 3

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.81	
0.312		2.08
0.324	4.86	
0.330		2.50
0.336	4.89	
0.369		3.18
0.402	5.1	
0.443		4.02
0.484	5.43	
0.493		5.56
0.502	5.53	
0.507		6.00
0.512	5.59	
0.519		6.43
0.526	5.68	
0.540		9.29
0.554	5.94	
0.557		11.67
0.560	6.01	
0.562		15.00
0.564	6.07	
0.569		16.00
0.574	6.23	
0.576		22.50
0.578	6.32	
0.579		20.00
0.580	6.36	
0.582		27.50
0.584	6.47	
0.587		31.67
0.590	6.66	
0.591		40.00
0.592	6.74	
0.593		45.00
0.594	6.83	
0.595		50.00
0.596	6.93	
0.597		50.00
0.598	7.03	
0.601		50.00
0.604	7.33	
0.606		42.50
0.608	7.5	
0.612		35.00
0.616	7.78	
0.621		26.00
0.626	8.04	
0.632		22.50
0.638	8.31	
0.645		22.14
0.652	8.62	
0.659		25.00
0.666	8.97	
0.673		29.29
0.680	9.38	
0.682		22.50
0.684	9.47	
0.685		25.00
0.686	9.52	
0.693		17.86
0.700	9.77	
0.709		12.22
0.718	9.99	
0.730		8.75
0.742	10.2	
0.759		5.59
0.776	10.39	
0.801		3.80
0.826	10.58	
0.861		2.71
0.896	10.77	
0.946		1.80
0.996	10.95	
1.064		1.25
1.132	11.12	
1.166		1.18
1.200	11.2	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1003	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.32 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2086	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	29.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0021	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0717	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	34.37	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.88	
Total wt% ของ H_2O_2	36.25	

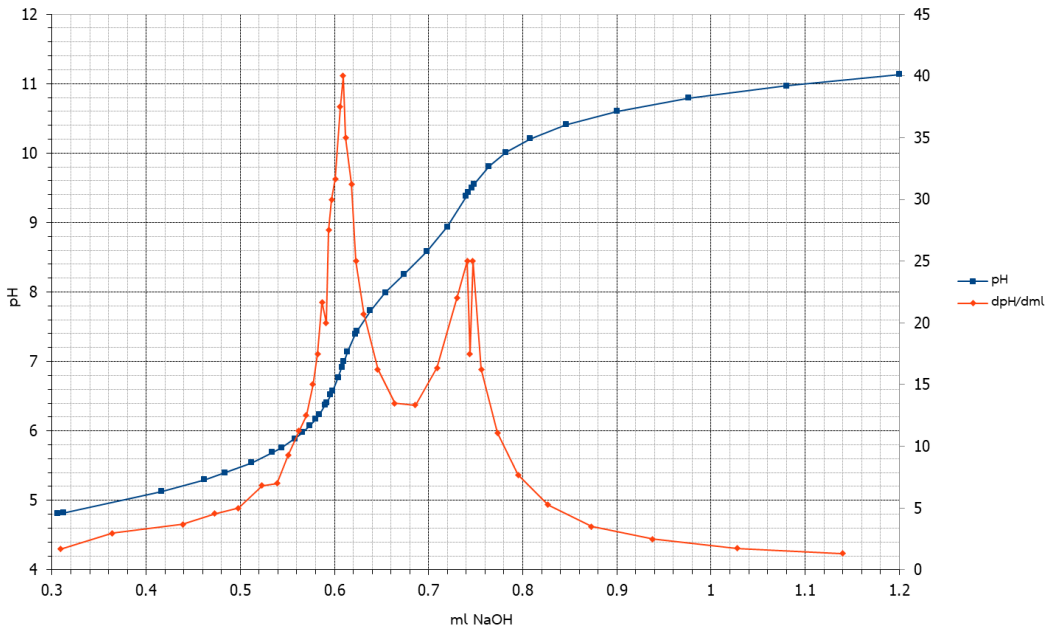
ตารางที่ ณ.32 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.85	
0.334		2.86
0.362	5.01	
0.365		3.33
0.368	5.03	
0.404		3.75
0.440	5.3	
0.454		5.00
0.468	5.44	
0.474		5.83
0.480	5.51	
0.489		6.11
0.498	5.62	
0.513		8.67
0.528	5.88	
0.530		12.50
0.532	5.93	
0.534		15.00
0.536	5.99	
0.539		13.33
0.542	6.07	
0.553		23.64
0.564	6.59	
0.565		40.00
0.566	6.67	
0.567		35.00
0.568	6.74	
0.570		42.50
0.572	6.91	
0.576		41.25
0.580	7.24	
0.583		31.67
0.586	7.43	
0.591		25.00
0.596	7.68	
0.603		19.29
0.610	7.95	
0.618		15.62
0.626	8.2	
0.636		15.00
0.646	8.5	
0.656		17.50
0.666	8.85	
0.675		22.22
0.684	9.25	
0.685		25.00
0.686	9.3	
0.687		20.00
0.688	9.34	
0.689		25.00
0.690	9.39	
0.692		22.50
0.694	9.48	
0.702		17.50
0.710	9.76	
0.719		11.67
0.728	9.97	
0.741		8.46
0.754	10.19	
0.772		5.28
0.790	10.38	
0.816		3.65
0.842	10.57	
0.879		2.57
0.916	10.76	
0.968		1.73
1.020	10.94	
1.090		1.29
1.160	11.12	
1.180		1.00
1.200	11.16	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 10

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1051	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.33 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 10

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2127	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	28.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0020	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0693	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	32.58	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.06	
Total wt% ของ H_2O_2	34.64	

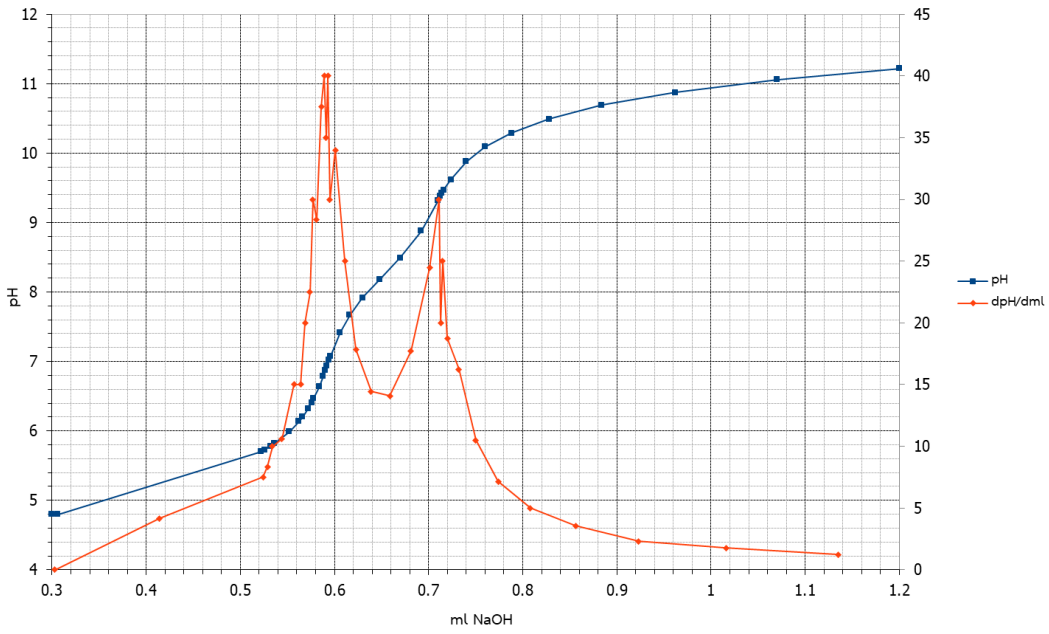
ตารางที่ ณ.33 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 10

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.81	
0.309		1.67
0.312	4.82	
0.364		2.98
0.416	5.13	
0.439		3.70
0.462	5.3	
0.473		4.55
0.484	5.4	
0.498		5.00
0.512	5.54	
0.523		6.82
0.534	5.69	
0.539		7.00
0.544	5.76	
0.551		9.29
0.558	5.89	
0.562		11.25
0.566	5.98	
0.570		12.50
0.574	6.08	
0.577		15.00
0.580	6.17	
0.582		17.50
0.584	6.24	
0.587		21.67
0.590	6.37	
0.591		20.00
0.592	6.41	
0.594		27.50
0.596	6.52	
0.597		30.00
0.598	6.58	
0.601		31.67
0.604	6.77	
0.606		37.50
0.608	6.92	
0.609		40.00
0.610	7	
0.612		35.00
0.614	7.14	
0.618		31.25
0.622	7.39	
0.623		25.00
0.624	7.44	
0.631		20.71
0.638	7.73	
0.646		16.25
0.654	7.99	
0.664		13.50
0.674	8.26	
0.686		13.33
0.698	8.58	
0.709		16.36
0.720	8.94	
0.730		22.00
0.740	9.38	
0.741		25.00
0.742	9.43	
0.744		17.50
0.746	9.5	
0.747		25.00
0.748	9.55	
0.756		16.25
0.764	9.81	
0.773		11.11
0.782	10.01	
0.795		7.69
0.808	10.21	
0.827		5.26
0.846	10.41	
0.873		3.52
0.900	10.6	
0.938		2.50
0.976	10.79	
1.028		1.73
1.080	10.97	
1.140		1.33
1.200	11.13	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1013	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.34 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2066	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	26.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0019	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0633	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	30.63	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.97	
Total wt% ของ H_2O_2	32.60	

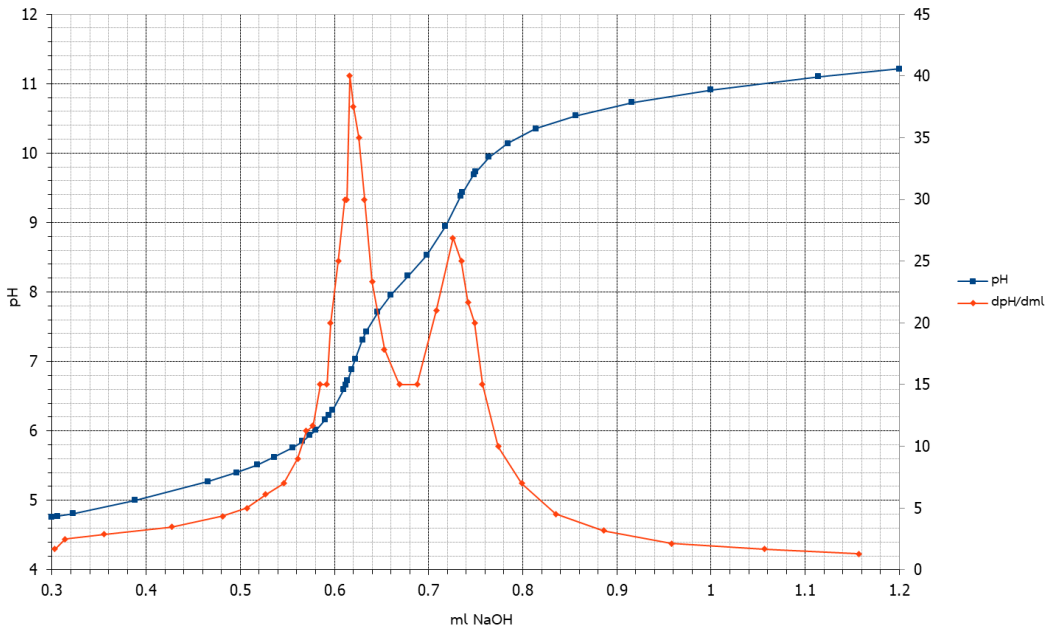
ตารางที่ ณ.34 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.8	
0.303		0.00
0.306	4.8	
0.414		4.17
0.522	5.7	
0.524		7.50
0.526	5.73	
0.529		8.33
0.532	5.78	
0.534		10.00
0.536	5.82	
0.544		10.63
0.552	5.99	
0.557		15.00
0.562	6.14	
0.564		15.00
0.566	6.2	
0.569		20.00
0.572	6.32	
0.574		22.50
0.576	6.41	
0.577		30.00
0.578	6.47	
0.581		28.33
0.584	6.64	
0.586		37.50
0.588	6.79	
0.589		40.00
0.590	6.87	
0.591		35.00
0.592	6.94	
0.593		40.00
0.594	7.02	
0.595		30.00
0.596	7.08	
0.601		34.00
0.606	7.42	
0.611		25.00
0.616	7.67	
0.623		17.86
0.630	7.92	
0.639		14.44
0.648	8.18	
0.659		14.09
0.670	8.49	
0.681		17.73
0.692	8.88	
0.701		24.44
0.710	9.32	
0.711		30.00
0.712	9.38	
0.713		20.00
0.714	9.42	
0.715		25.00
0.716	9.47	
0.720		18.75
0.724	9.62	
0.732		16.25
0.740	9.88	
0.750		10.50
0.760	10.09	
0.774		7.14
0.788	10.29	
0.808		5.00
0.828	10.49	
0.856		3.57
0.884	10.69	
0.923		2.31
0.962	10.87	
1.016		1.76
1.070	11.06	
1.135		1.23
1.200	11.22	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 18

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1054	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.35 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 18

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2050	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	24.00	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0272	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0016	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0555	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	27.08	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.70	
Total wt% ของ H_2O_2	28.78	

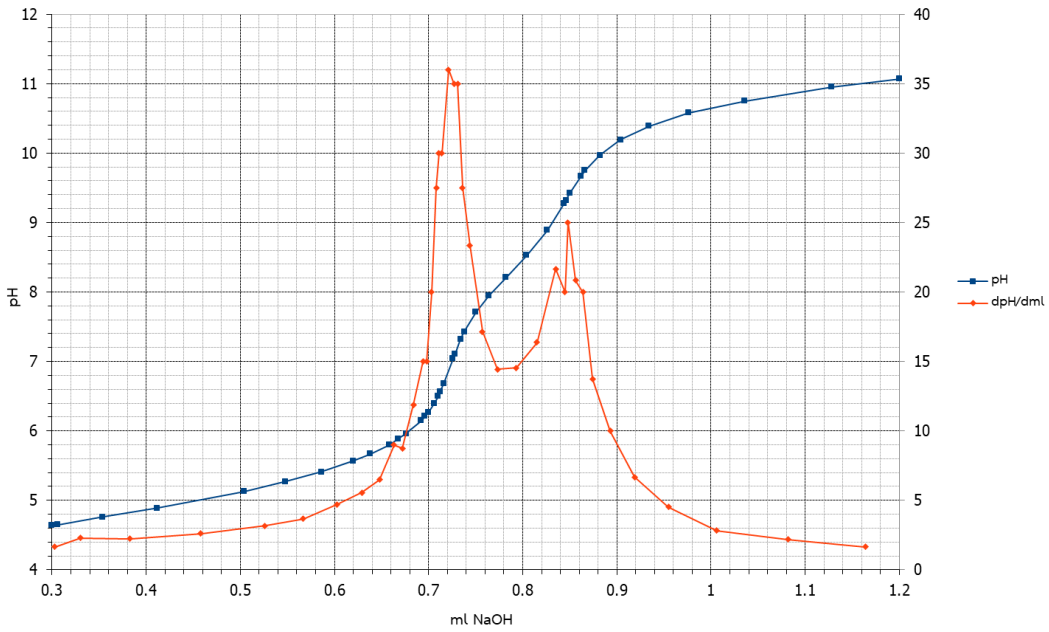
ตารางที่ ณ.35 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 18

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.76	
0.303		1.67
0.306	4.77	
0.314		2.50
0.322	4.81	
0.355		2.88
0.388	5	
0.427		3.46
0.466	5.27	
0.481		4.33
0.496	5.4	
0.507		5.00
0.518	5.51	
0.527		6.11
0.536	5.62	
0.546		7.00
0.556	5.76	
0.561		9.00
0.566	5.85	
0.570		11.25
0.574	5.94	
0.577		11.67
0.580	6.01	
0.585		15.00
0.590	6.16	
0.592		15.00
0.594	6.22	
0.596		20.00
0.598	6.3	
0.604		25.00
0.610	6.6	
0.611		30.00
0.612	6.66	
0.613		30.00
0.614	6.72	
0.616		40.00
0.618	6.88	
0.620		37.50
0.622	7.03	
0.626		35.00
0.630	7.31	
0.632		30.00
0.634	7.43	
0.640		23.33
0.646	7.71	
0.653		17.86
0.660	7.96	
0.669		15.00
0.678	8.23	
0.688		15.00
0.698	8.53	
0.708		21.00
0.718	8.95	
0.726		26.88
0.734	9.38	
0.735		25.00
0.736	9.43	
0.742		21.67
0.748	9.69	
0.749		20.00
0.750	9.73	
0.757		15.00
0.764	9.94	
0.774		10.00
0.784	10.14	
0.799		7.00
0.814	10.35	
0.835		4.52
0.856	10.54	
0.886		3.17
0.916	10.73	
0.958		2.14
1.000	10.91	
1.057		1.67
1.114	11.1	
1.157		1.28
1.200	11.21	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 23

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1198	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.36 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 23

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2223	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	23.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0017	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0574	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	25.83	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.65	
Total wt% ของ H_2O_2	27.48	

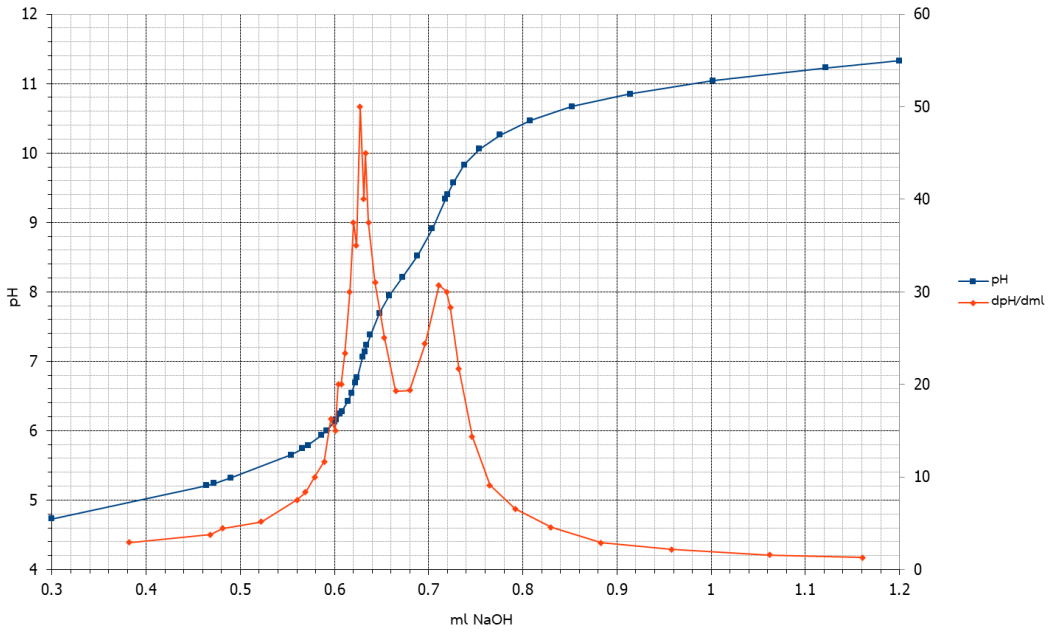
ตารางที่ ณ.36 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 23

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.64	
0.303		1.67
0.306	4.65	
0.330		2.29
0.354	4.76	
0.383		2.24
0.412	4.89	
0.458		2.61
0.504	5.13	
0.526		3.18
0.548	5.27	
0.567		3.68
0.586	5.41	
0.603		4.71
0.620	5.57	
0.629		5.56
0.638	5.67	
0.648		6.50
0.658	5.8	
0.663		9.00
0.668	5.89	
0.672		8.75
0.676	5.96	
0.684		11.88
0.692	6.15	
0.694		15.00
0.696	6.21	
0.698		15.00
0.700	6.27	
0.703		20.00
0.706	6.39	
0.708		27.50
0.710	6.5	
0.711		30.00
0.712	6.56	
0.714		30.00
0.716	6.68	
0.721		36.00
0.726	7.04	
0.727		35.00
0.728	7.11	
0.731		35.00
0.734	7.32	
0.736		27.50
0.738	7.43	
0.744		23.33
0.750	7.71	
0.757		17.14
0.764	7.95	
0.773		14.44
0.782	8.21	
0.793		14.55
0.804	8.53	
0.815		16.36
0.826	8.89	
0.835		21.67
0.844	9.28	
0.845		20.00
0.846	9.32	
0.848		25.00
0.850	9.42	
0.856		20.83
0.862	9.67	
0.864		20.00
0.866	9.75	
0.874		13.75
0.882	9.97	
0.893		10.00
0.904	10.19	
0.919		6.67
0.934	10.39	
0.955		4.52
0.976	10.58	
1.006		2.83
1.036	10.75	
1.082		2.17
1.128	10.95	
1.164		1.67
1.200	11.07	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 30

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1019	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.37 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 30

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2139	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	26.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0297	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0015	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0503	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	23.49	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.48	
Total wt% ของ H_2O_2	24.97	

ตารางที่ ณ.37 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 30

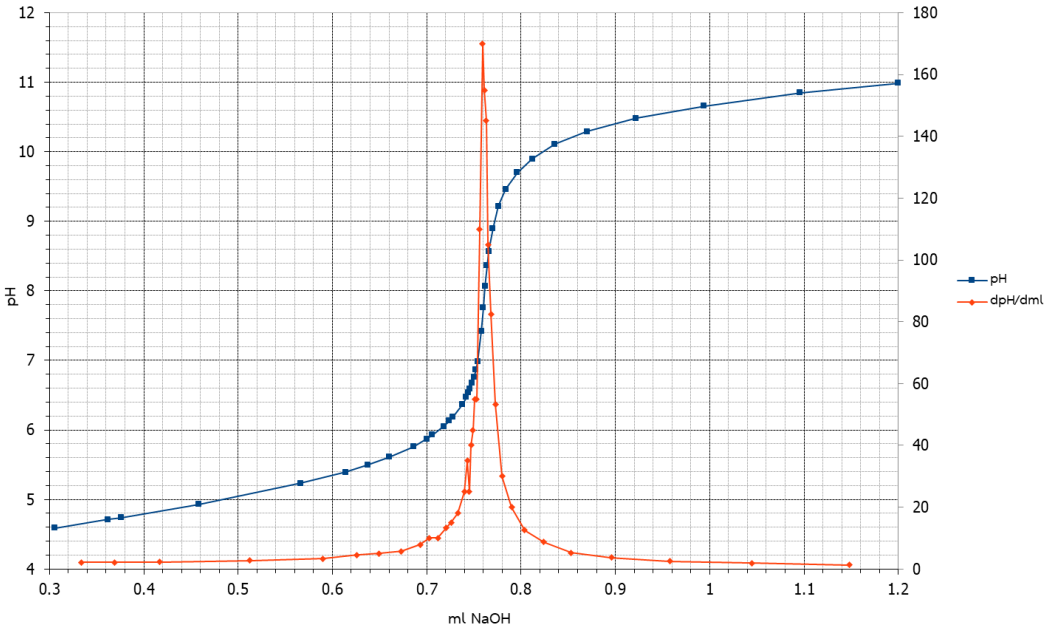
ml	pH	dpH/dml
0.300	4.73	
0.382		2.93
0.464	5.21	
0.468		3.75
0.472	5.24	
0.481		4.44
0.490	5.32	
0.522		5.16
0.554	5.65	
0.560		7.50
0.566	5.74	
0.569		8.33
0.572	5.79	
0.579		10.00
0.586	5.93	
0.589		11.67
0.592	6	
0.596		16.25
0.600	6.13	
0.601		15.00
0.602	6.16	
0.604		20.00
0.606	6.24	
0.607		20.00
0.608	6.28	
0.611		23.33
0.614	6.42	
0.616		30.00
0.618	6.54	
0.620		37.50
0.622	6.69	
0.623		35.00
0.624	6.76	
0.627		50.00
0.630	7.06	
0.631		40.00
0.632	7.14	
0.633		45.00
0.634	7.23	
0.636		37.50
0.638	7.38	
0.643		31.00
0.648	7.69	
0.653		25.00
0.658	7.94	
0.665		19.29
0.672	8.21	
0.680		19.38
0.688	8.52	
0.696		24.38
0.704	8.91	
0.711		30.71
0.718	9.34	
0.719		30.00
0.720	9.4	
0.723		28.33
0.726	9.57	
0.732		21.67
0.738	9.83	
0.746		14.38
0.754	10.06	
0.765		9.09
0.776	10.26	
0.792		6.56
0.808	10.47	
0.830		4.55
0.852	10.67	
0.883		2.90
0.914	10.85	
0.958		2.16
1.002	11.04	
1.062		1.58
1.122	11.23	
1.161		1.28
1.200	11.33	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w ด้วยโซเดียมคาร์บอเนต วันที่ 0-30

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1093	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.38 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2168	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	35.60	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0025	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0857	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	39.51	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0	
Total wt% ของ H_2O_2	39.51	

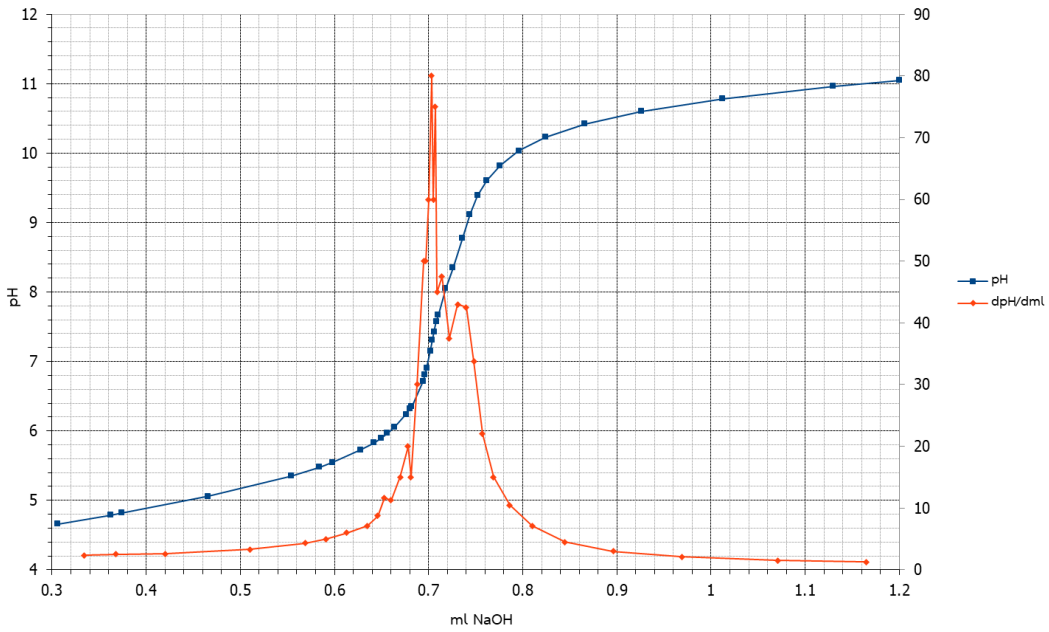
ตารางที่ ณ.38 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.59	
0.334		2.14
0.362	4.71	
0.369		2.14
0.376	4.74	
0.417		2.32
0.458	4.93	
0.512		2.78
0.566	5.23	
0.590		3.33
0.614	5.39	
0.626		4.58
0.638	5.5	
0.649		5.00
0.660	5.61	
0.673		5.77
0.686	5.76	
0.693		7.86
0.700	5.87	
0.703		10.00
0.706	5.93	
0.712		10.00
0.718	6.05	
0.721		13.33
0.724	6.13	
0.726		15.00
0.728	6.19	
0.733		18.00
0.738	6.37	
0.740		25.00
0.742	6.47	
0.743		35.00
0.744	6.54	
0.745		25.00
0.746	6.59	
0.747		40.00
0.748	6.67	
0.749		45.00
0.750	6.76	
0.751		55.00
0.752	6.87	
0.753		55.00
0.754	6.98	
0.756		110.00
0.758	7.42	
0.759		170.00
0.760	7.76	
0.761		155.00
0.762	8.07	
0.763		145.00
0.764	8.36	
0.765		105.00
0.766	8.57	
0.768		82.50
0.770	8.9	
0.773		53.33
0.776	9.22	
0.780		30.00
0.784	9.46	
0.790		20.00
0.796	9.7	
0.804		12.50
0.812	9.9	
0.824		8.75
0.836	10.11	
0.853		5.29
0.870	10.29	
0.896		3.65
0.922	10.48	
0.958		2.50
0.994	10.66	
1.045		1.86
1.096	10.85	
1.148		1.35
1.200	10.99	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1071	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.39 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2043	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	33.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0023	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0785	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.43	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.43	
Total wt% ของ H_2O_2	38.86	

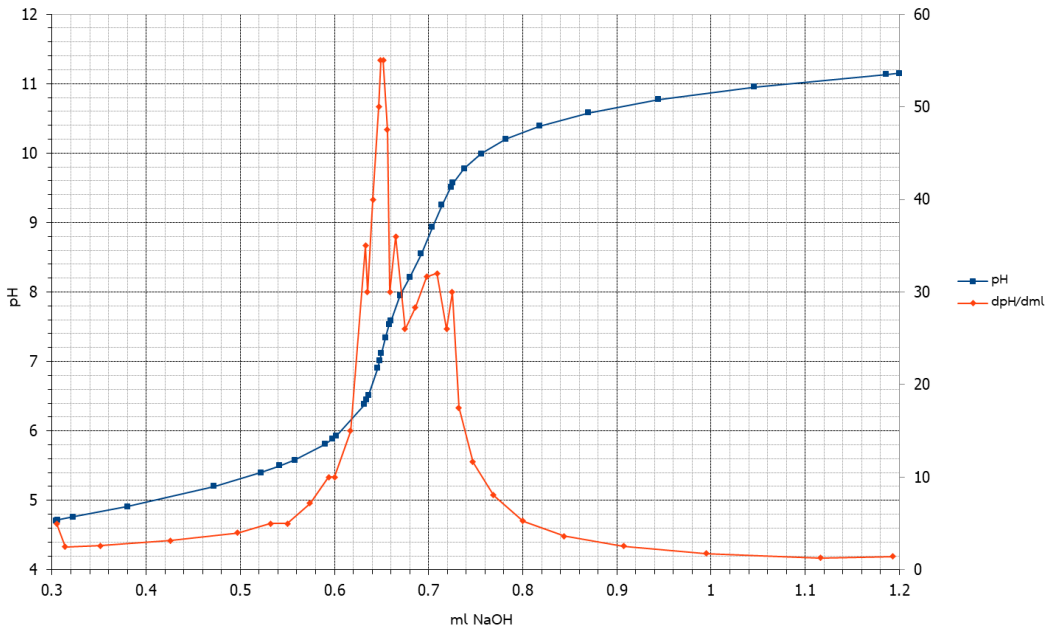
ตารางที่ ณ.39 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.66	
0.334		2.32
0.362	4.79	
0.368		2.50
0.374	4.82	
0.420		2.61
0.466	5.06	
0.510		3.30
0.554	5.35	
0.569		4.33
0.584	5.48	
0.591		5.00
0.598	5.55	
0.613		6.00
0.628	5.73	
0.635		7.14
0.642	5.83	
0.646		8.75
0.650	5.9	
0.653		11.67
0.656	5.97	
0.660		11.25
0.664	6.06	
0.670		15.00
0.676	6.24	
0.678		20.00
0.680	6.32	
0.681		15.00
0.682	6.35	
0.688		30.00
0.694	6.71	
0.695		50.00
0.696	6.81	
0.697		50.00
0.698	6.91	
0.700		60.00
0.702	7.15	
0.703		80.00
0.704	7.31	
0.705		60.00
0.706	7.43	
0.707		75.00
0.708	7.58	
0.709		45.00
0.710	7.67	
0.714		47.50
0.718	8.05	
0.722		37.50
0.726	8.35	
0.731		43.00
0.736	8.78	
0.740		42.50
0.744	9.12	
0.748		33.75
0.752	9.39	
0.757		22.00
0.762	9.61	
0.769		15.00
0.776	9.82	
0.786		10.50
0.796	10.03	
0.810		7.14
0.824	10.23	
0.845		4.52
0.866	10.42	
0.896		3.00
0.926	10.6	
0.969		2.09
1.012	10.78	
1.071		1.53
1.130	10.96	
1.165		1.29
1.200	11.05	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 2

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1050	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.40 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 2

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2275	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	36.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0026	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0871	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.27	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.94	
Total wt% ของ H_2O_2	39.20	

ตารางที่ ณ.40 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 2

ml	pH	dpH/dml
0.304	4.71	
0.305		5.00
0.306	4.72	
0.314		2.50
0.322	4.76	
0.351		2.59
0.380	4.91	
0.426		3.15
0.472	5.2	
0.497		4.00
0.522	5.4	
0.532		5.00
0.542	5.5	
0.550		5.00
0.558	5.58	
0.574		7.19
0.590	5.81	
0.594		10.00
0.598	5.89	
0.600		10.00
0.602	5.93	
0.617		15.00
0.632	6.38	
0.633		35.00
0.634	6.45	
0.635		30.00
0.636	6.51	
0.641		40.00
0.646	6.91	
0.647		50.00
0.648	7.01	
0.649		55.00

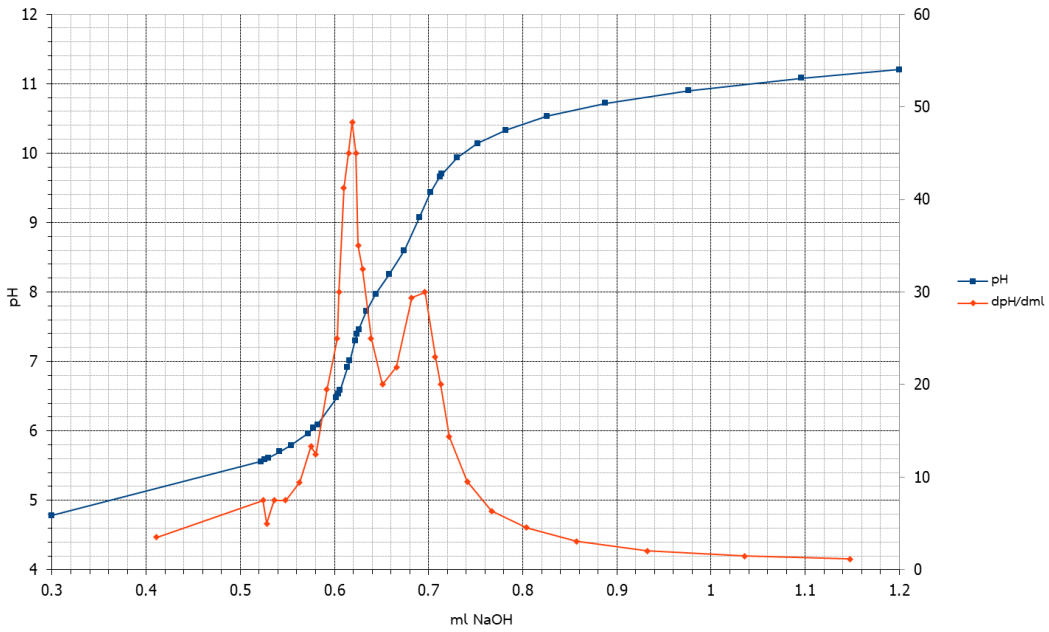
ml	pH	dpH/dml
0.650	7.12	
0.652		55.00
0.654	7.34	
0.656		47.50
0.658	7.53	
0.659		30.00
0.660	7.59	
0.665		36.00
0.670	7.95	
0.675		26.00
0.680	8.21	
0.686		28.33
0.692	8.55	
0.698		31.67
0.704	8.93	
0.709		32.00
0.714	9.25	
0.719		26.00
0.724	9.51	
0.725		30.00
0.726	9.57	
0.732		17.50
0.738	9.78	
0.747		11.67
0.756	9.99	
0.769		8.08
0.782	10.2	
0.800		5.28
0.818	10.39	
0.844		3.65
0.870	10.58	
0.907		2.57

ml	pH	dpH/dml
0.944	10.77	
0.995		1.76
1.046	10.95	
1.116		1.29
1.186	11.13	
1.193		1.43
1.200	11.15	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 3

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1005	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.41 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 3

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2056	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	31.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0022	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0754	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	36.69	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.40	
Total wt% ของ H_2O_2	38.09	

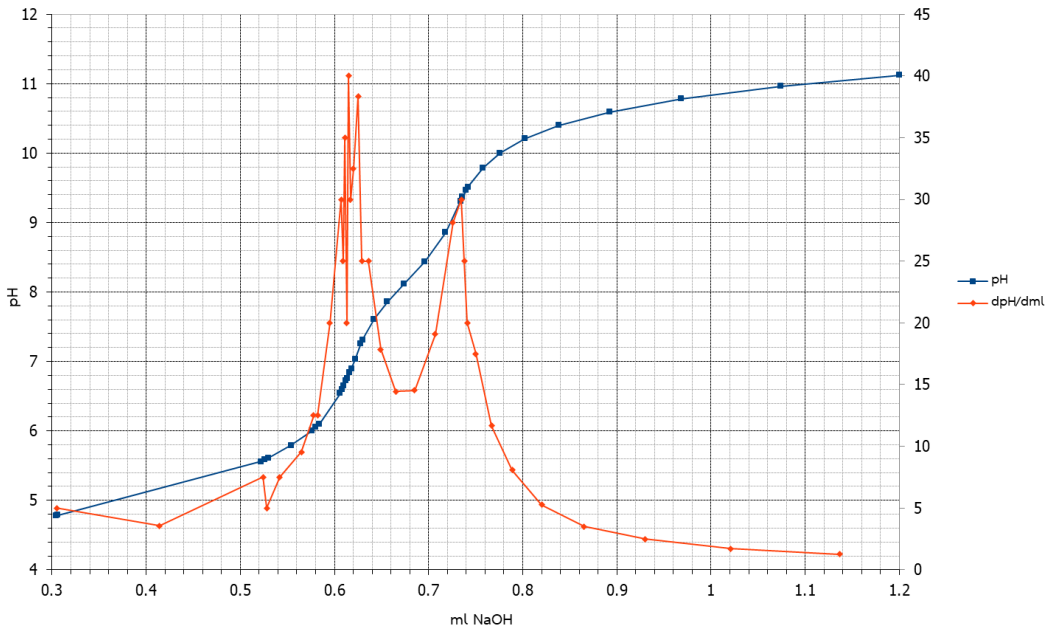
ตารางที่ ณ.41 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 3

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.78	
0.411		3.51
0.522	5.56	
0.524		7.50
0.526	5.59	
0.528		5.00
0.530	5.61	
0.536		7.50
0.542	5.7	
0.548		7.50
0.554	5.79	
0.563		9.44
0.572	5.96	
0.575		13.33
0.578	6.04	
0.580		12.50
0.582	6.09	
0.592		19.50
0.602	6.48	
0.603		25.00
0.604	6.53	
0.605		30.00
0.606	6.59	
0.610		41.25
0.614	6.92	
0.615		45.00
0.616	7.01	
0.619		48.33
0.622	7.3	
0.623		45.00
0.624	7.39	
0.625		35.00
0.626	7.46	
0.630		32.50
0.634	7.72	
0.639		25.00
0.644	7.97	
0.651		20.00
0.658	8.25	
0.666		21.88
0.674	8.6	
0.682		29.38
0.690	9.07	
0.696		30.00
0.702	9.43	
0.707		23.00
0.712	9.66	
0.713		20.00
0.714	9.7	
0.722		14.38
0.730	9.93	
0.741		9.55
0.752	10.14	
0.767		6.33
0.782	10.33	
0.804		4.55
0.826	10.53	
0.857		3.06
0.888	10.72	
0.932		2.05
0.976	10.9	
1.036		1.50
1.096	11.08	
1.148		1.15
1.200	11.2	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1047	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.42 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2119	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	30.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0021	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0724	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	34.18	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.72	
Total wt% ของ H_2O_2	35.90	

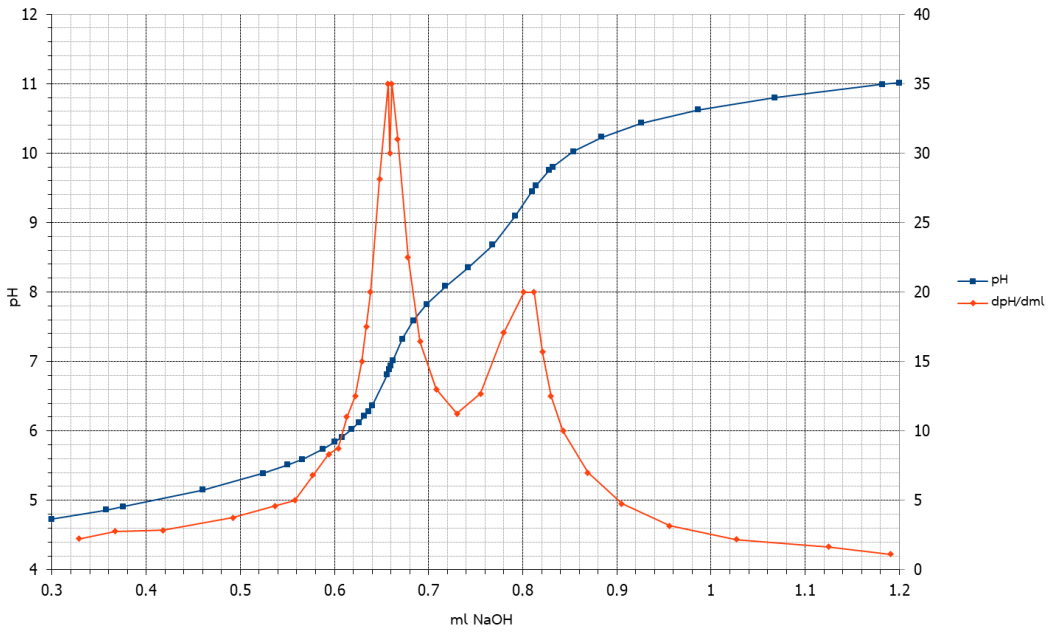
ตารางที่ ณ.42 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.304	4.78	
0.305		5.00
0.306	4.79	
0.414		3.56
0.522	5.56	
0.524		7.50
0.526	5.59	
0.528		5.00
0.530	5.61	
0.542		7.50
0.554	5.79	
0.565		9.55
0.576	6	
0.578		12.50
0.580	6.05	
0.582		12.50
0.584	6.1	
0.595		20.00
0.606	6.54	
0.607		30.00
0.608	6.6	
0.609		25.00
0.610	6.65	
0.611		35.00
0.612	6.72	
0.613		20.00
0.614	6.76	
0.615		40.00
0.616	6.84	
0.617		30.00
0.618	6.9	
0.620		32.50
0.622	7.03	
0.625		38.33
0.628	7.26	
0.629		25.00
0.630	7.31	
0.636		25.00
0.642	7.61	
0.649		17.86
0.656	7.86	
0.665		14.44
0.674	8.12	
0.685		14.55
0.696	8.44	
0.707		19.09
0.718	8.86	
0.726		28.13
0.734	9.31	
0.735		30.00
0.736	9.37	
0.738		25.00
0.740	9.47	
0.741		20.00
0.742	9.51	
0.750		17.50
0.758	9.79	
0.767		11.67
0.776	10	
0.789		8.08
0.802	10.21	
0.820		5.28
0.838	10.4	
0.865		3.52
0.892	10.59	
0.930		2.50
0.968	10.78	
1.021		1.70
1.074	10.96	
1.137		1.27
1.200	11.12	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 10

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1139	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.43 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 10

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2079	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	28.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0020	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0681	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	32.75	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.79	
Total wt% ของ H_2O_2	34.54	

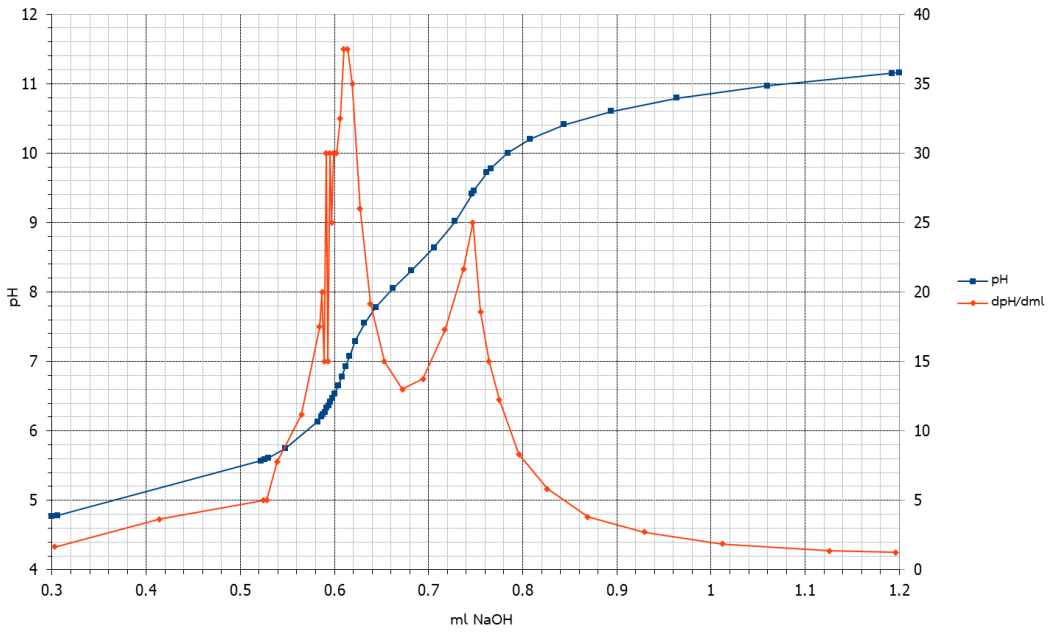
ตารางที่ ณ.43 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 10

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.73	
0.329		2.24
0.358	4.86	
0.367		2.78
0.376	4.91	
0.418		2.86
0.460	5.15	
0.492		3.75
0.524	5.39	
0.537		4.62
0.550	5.51	
0.558		5.00
0.566	5.59	
0.577		6.82
0.588	5.74	
0.594		8.33
0.600	5.84	
0.604		8.75
0.608	5.91	
0.613		11.00
0.618	6.02	
0.622		12.50
0.626	6.12	
0.629		15.00
0.632	6.21	
0.634		17.50
0.636	6.28	
0.638		20.00
0.640	6.36	
0.648		28.12
0.656	6.81	
0.657		35.00
0.658	6.88	
0.659		30.00
0.660	6.94	
0.661		35.00
0.662	7.01	
0.667		31.00
0.672	7.32	
0.678		22.50
0.684	7.59	
0.691		16.43
0.698	7.82	
0.708		13.00
0.718	8.08	
0.730		11.25
0.742	8.35	
0.755		12.69
0.768	8.68	
0.780		17.08
0.792	9.09	
0.801		20.00
0.810	9.45	
0.812		20.00
0.814	9.53	
0.821		15.71
0.828	9.75	
0.830		12.50
0.832	9.8	
0.843		10.00
0.854	10.02	
0.869		7.00
0.884	10.23	
0.905		4.76
0.926	10.43	
0.956		3.17
0.986	10.62	
1.027		2.20
1.068	10.8	
1.125		1.67
1.182	10.99	
1.191		1.11
1.200	11.01	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1057	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.44 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2052	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	26.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0019	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0630	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	30.72	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.12	
Total wt% ของ H_2O_2	32.85	

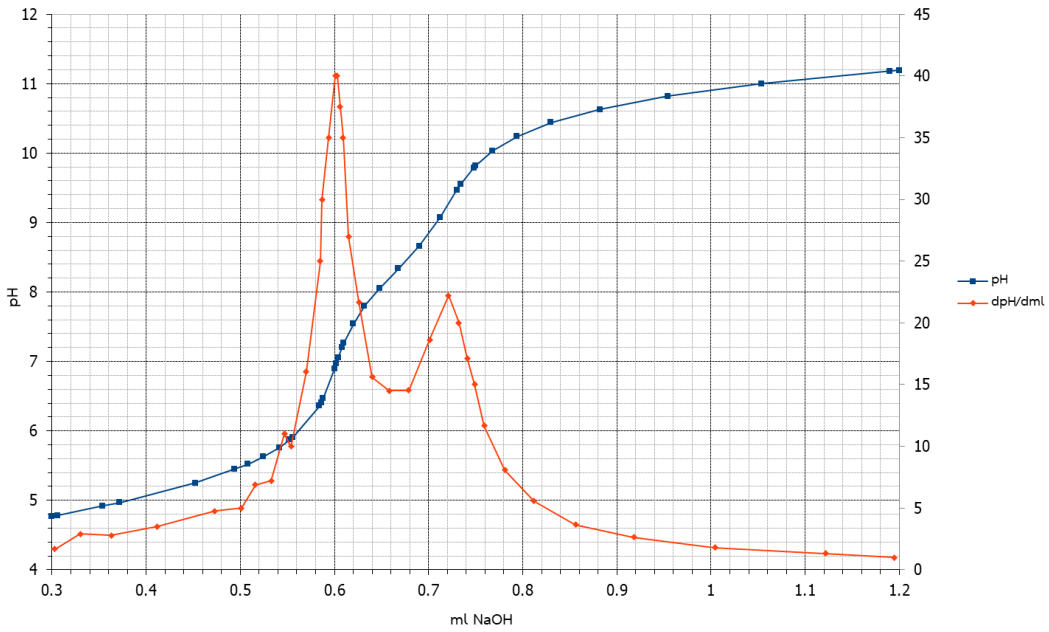
ตารางที่ ณ.44 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.77	
0.303		1.67
0.306	4.78	
0.414		3.66
0.522	5.57	
0.524		5.00
0.526	5.59	
0.528		5.00
0.530	5.61	
0.539		7.78
0.548	5.75	
0.565		11.18
0.582	6.13	
0.584		17.50
0.586	6.2	
0.587		20.00
0.588	6.24	
0.589		15.00
0.590	6.27	
0.591		30.00
0.592	6.33	
0.593		15.00
0.594	6.36	
0.595		30.00
0.596	6.42	
0.597		25.00
0.598	6.47	
0.599		30.00
0.600	6.53	
0.602		30.00
0.604	6.65	
0.606		32.50
0.608	6.78	
0.610		37.50
0.612	6.93	
0.614		37.50
0.616	7.08	
0.619		35.00
0.622	7.29	
0.627		26.00
0.632	7.55	
0.638		19.17
0.644	7.78	
0.653		15.00
0.662	8.05	
0.672		13.00
0.682	8.31	
0.694		13.75
0.706	8.64	
0.717		17.27
0.728	9.02	
0.737		21.67
0.746	9.41	
0.747		25.00
0.748	9.46	
0.755		18.57
0.762	9.72	
0.764		15.00
0.766	9.78	
0.775		12.22
0.784	10	
0.796		8.33
0.808	10.2	
0.826		5.83
0.844	10.41	
0.869		3.80
0.894	10.6	
0.929		2.71
0.964	10.79	
1.012		1.88
1.060	10.97	
1.126		1.36
1.192	11.15	
1.196		1.25
1.200	11.16	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 18

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1042	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.45 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 18

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2101	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	24.90	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0272	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0017	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0576	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	27.41	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.89	
Total wt% ของ H_2O_2	29.29	

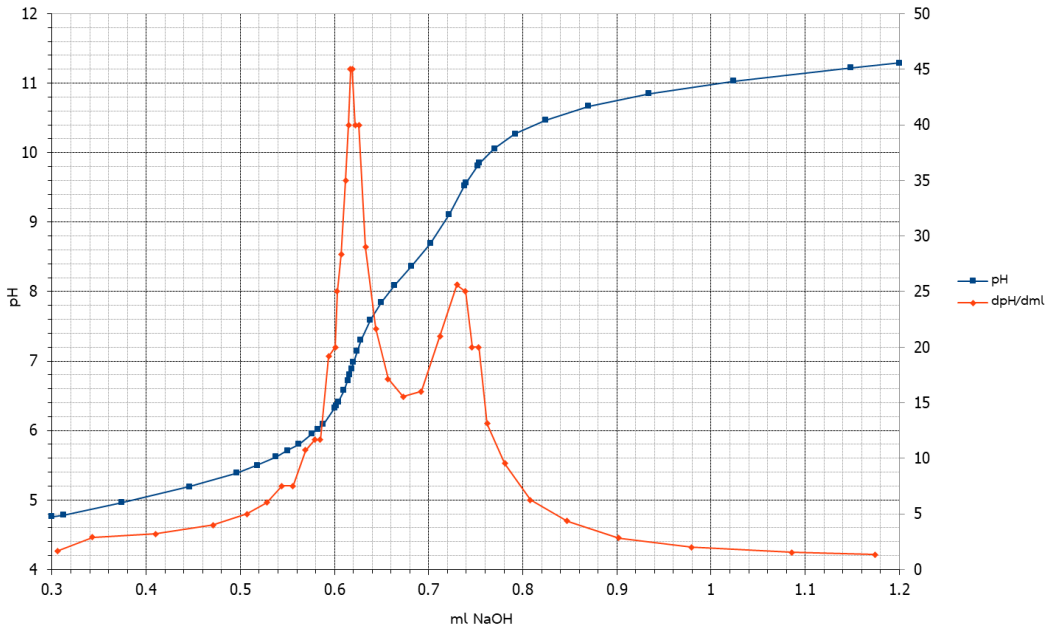
ตารางที่ ณ.45 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 18

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.77	
0.303		1.67
0.306	4.78	
0.330		2.92
0.354	4.92	
0.363		2.78
0.372	4.97	
0.412		3.50
0.452	5.25	
0.473		4.76
0.494	5.45	
0.501		5.00
0.508	5.52	
0.516		6.88
0.524	5.63	
0.533		7.22
0.542	5.76	
0.547		11.00
0.552	5.87	
0.554		10.00
0.556	5.91	
0.570		16.07
0.584	6.36	
0.585		25.00
0.586	6.41	
0.587		30.00
0.588	6.47	
0.594		35.00
0.600	6.89	
0.601		40.00
0.602	6.97	
0.603		40.00
0.604	7.05	
0.606		37.50
0.608	7.2	
0.609		35.00
0.610	7.27	
0.615		27.00
0.620	7.54	
0.626		21.67
0.632	7.8	
0.640		15.63
0.648	8.05	
0.658		14.50
0.668	8.34	
0.679		14.55
0.690	8.66	
0.701		18.64
0.712	9.07	
0.721		22.22
0.730	9.47	
0.732		20.00
0.734	9.55	
0.741		17.14
0.748	9.79	
0.749		15.00
0.750	9.82	
0.759		11.67
0.768	10.03	
0.781		8.08
0.794	10.24	
0.812		5.56
0.830	10.44	
0.856		3.65
0.882	10.63	
0.918		2.64
0.954	10.82	
1.004		1.80
1.054	11	
1.122		1.32
1.190	11.18	
1.195		1.00
1.200	11.19	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 23

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1044	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.46 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 23

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2083	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	22.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0016	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0543	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	26.06	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.79	
Total wt% ของ H_2O_2	27.85	

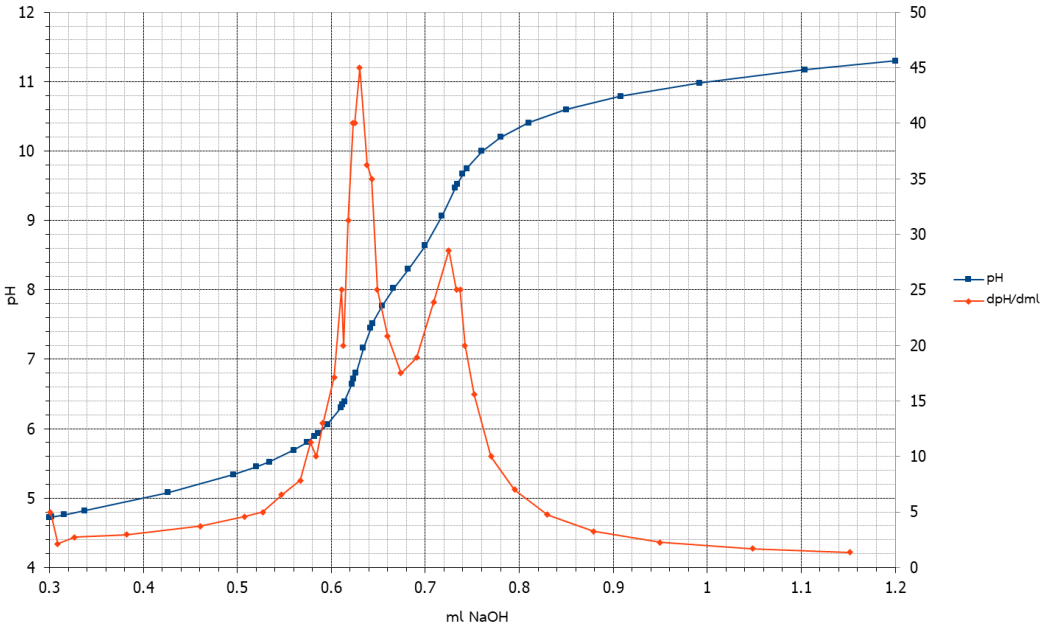
ตารางที่ ณ.46 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 23

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.76	
0.306		1.67
0.312	4.78	
0.343		2.90
0.374	4.96	
0.410		3.19
0.446	5.19	
0.471		4.00
0.496	5.39	
0.507		5.00
0.518	5.5	
0.528		6.00
0.538	5.62	
0.544		7.50
0.550	5.71	
0.556		7.50
0.562	5.8	
0.569		10.71
0.576	5.95	
0.579		11.67
0.582	6.02	
0.585		11.67
0.588	6.09	
0.594		19.17
0.600	6.32	
0.601		20.00
0.602	6.36	
0.603		25.00
0.604	6.41	
0.607		28.33
0.610	6.58	
0.612		35.00
0.614	6.72	
0.615		40.00
0.616	6.8	
0.617		45.00
0.618	6.89	
0.619		45.00
0.620	6.98	
0.622		40.00
0.624	7.14	
0.626		40.00
0.628	7.3	
0.633		29.00
0.638	7.59	
0.644		21.67
0.650	7.85	
0.657		17.14
0.664	8.09	
0.673		15.56
0.682	8.37	
0.692		16.00
0.702	8.69	
0.712		21.00
0.722	9.11	
0.730		25.63
0.738	9.52	
0.739		25.00
0.740	9.57	
0.746		20.00
0.752	9.81	
0.753		20.00
0.754	9.85	
0.762		13.13
0.770	10.06	
0.781		9.55
0.792	10.27	
0.808		6.25
0.824	10.47	
0.847		4.35
0.870	10.67	
0.902		2.81
0.934	10.85	
0.979		2.00
1.024	11.03	
1.086		1.53
1.148	11.22	
1.174		1.35
1.200	11.29	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 30

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1025	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.47 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 30

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2148	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	20.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0297	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0015	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0515	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	23.98	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.51	
Total wt% ของ H_2O_2	25.50	

ตารางที่ ณ.47 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 30

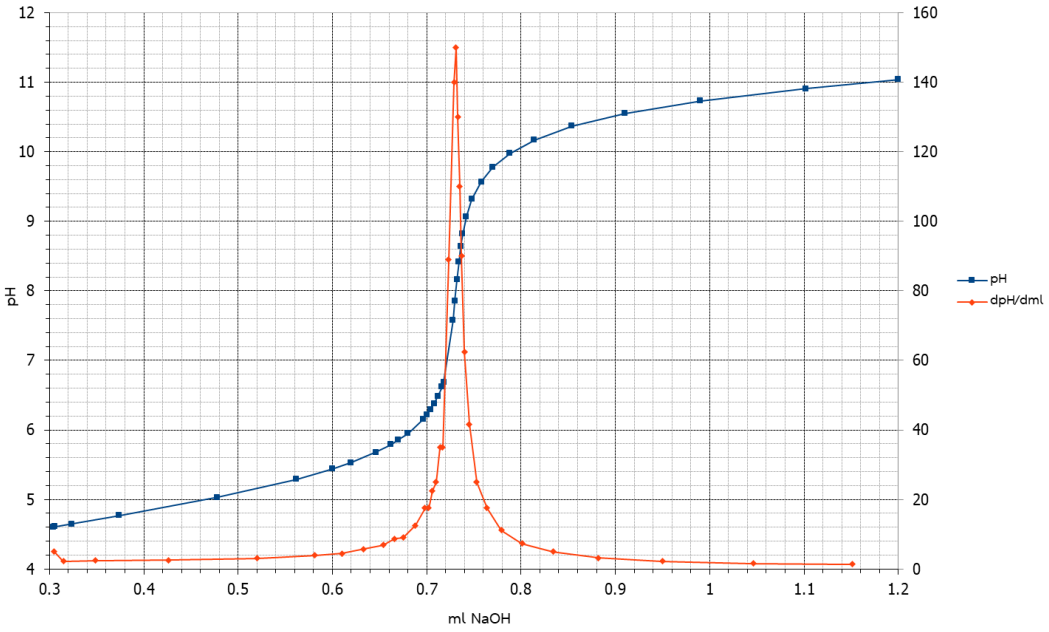
ml	pH	dpH/dml
0.300	4.72	
0.301		5.00
0.302	4.73	
0.309		2.14
0.316	4.76	
0.327		2.73
0.338	4.82	
0.382		2.95
0.426	5.08	
0.461		3.71
0.496	5.34	
0.508		4.58
0.520	5.45	
0.527		5.00
0.534	5.52	
0.547		6.54
0.560	5.69	
0.567		7.86
0.574	5.8	
0.578		11.25
0.582	5.89	
0.584		10.00
0.586	5.93	
0.591		13.00
0.596	6.06	
0.603		17.14
0.610	6.3	
0.611		25.00
0.612	6.35	
0.613		20.00
0.614	6.39	
0.618		31.25
0.622	6.64	
0.623		40.00
0.624	6.72	
0.625		40.00
0.626	6.8	
0.630		45.00
0.634	7.16	
0.638		36.25
0.642	7.45	
0.643		35.00
0.644	7.52	
0.649		25.00
0.654	7.77	
0.660		20.83
0.666	8.02	
0.674		17.50
0.682	8.3	
0.691		18.89
0.700	8.64	
0.709		23.89
0.718	9.07	
0.725		28.57
0.732	9.47	
0.733		25.00
0.734	9.52	
0.737		25.00
0.740	9.67	
0.742		20.00
0.744	9.75	
0.752		15.63
0.760	10	
0.770		10.00
0.780	10.2	
0.795		7.00
0.810	10.41	
0.830		4.75
0.850	10.6	
0.879		3.28
0.908	10.79	
0.950		2.26
0.992	10.98	
1.048		1.70
1.104	11.17	
1.152		1.35
1.200	11.3	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ วันที่ 0-30

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1037	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.48 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2128	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	35.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0025	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0847	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	39.80	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0	
Total wt% ของ H_2O_2	39.80	

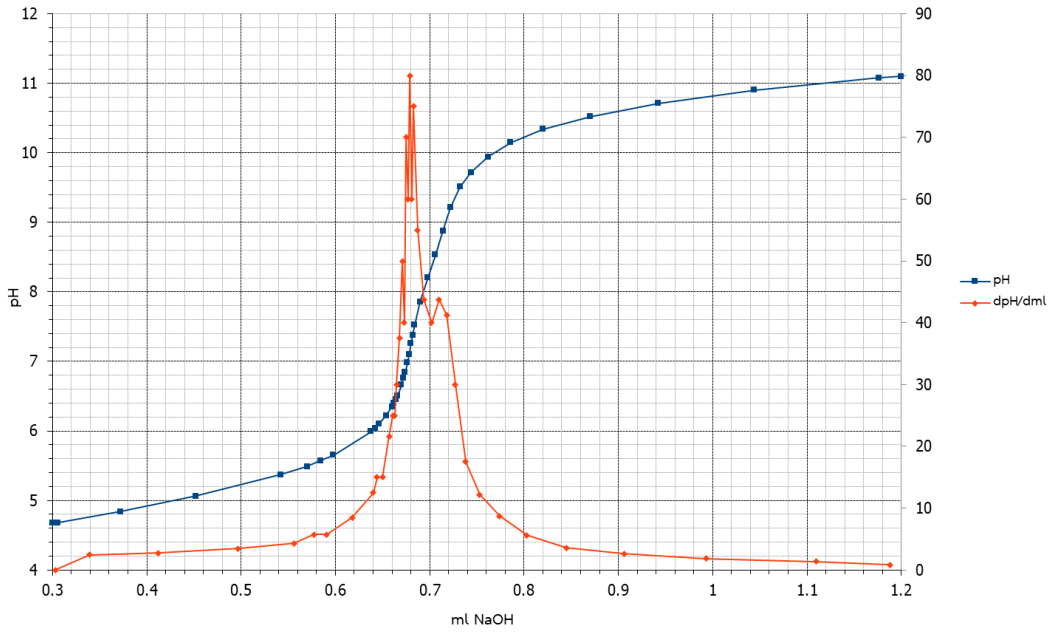
ตารางที่ ณ.48 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.304	4.6	
0.305		5.00
0.306	4.61	
0.315		2.22
0.324	4.65	
0.349		2.40
0.374	4.77	
0.426		2.50
0.478	5.03	
0.520		3.10
0.562	5.29	
0.581		3.95
0.600	5.44	
0.610		4.50
0.620	5.53	
0.633		5.77
0.646	5.68	
0.654		6.88
0.662	5.79	
0.666		8.75
0.670	5.86	
0.675		9.00
0.680	5.95	
0.688		12.50
0.696	6.15	
0.698		17.50
0.700	6.22	
0.702		17.50
0.704	6.29	
0.706		22.50
0.708	6.38	
0.710		25.00
0.712	6.48	
0.714		35.00
0.716	6.62	
0.717		35.00
0.718	6.69	
0.723		89.00
0.728	7.58	
0.729		140.00
0.730	7.86	
0.731		150.00
0.732	8.16	
0.733		130.00
0.734	8.42	
0.735		110.00
0.736	8.64	
0.737		90.00
0.738	8.82	
0.740		62.50
0.742	9.07	
0.745		41.67
0.748	9.32	
0.753		25.00
0.758	9.57	
0.764		17.50
0.770	9.78	
0.779		11.11
0.788	9.98	
0.801		7.31
0.814	10.17	
0.834		5.00
0.854	10.37	
0.882		3.21
0.910	10.55	
0.950		2.25
0.990	10.73	
1.046		1.61
1.102	10.91	
1.151		1.33
1.200	11.04	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1037	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.49 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2132	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	35.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0024	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0833	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	39.05	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.49	
Total wt% ของ H_2O_2	39.54	

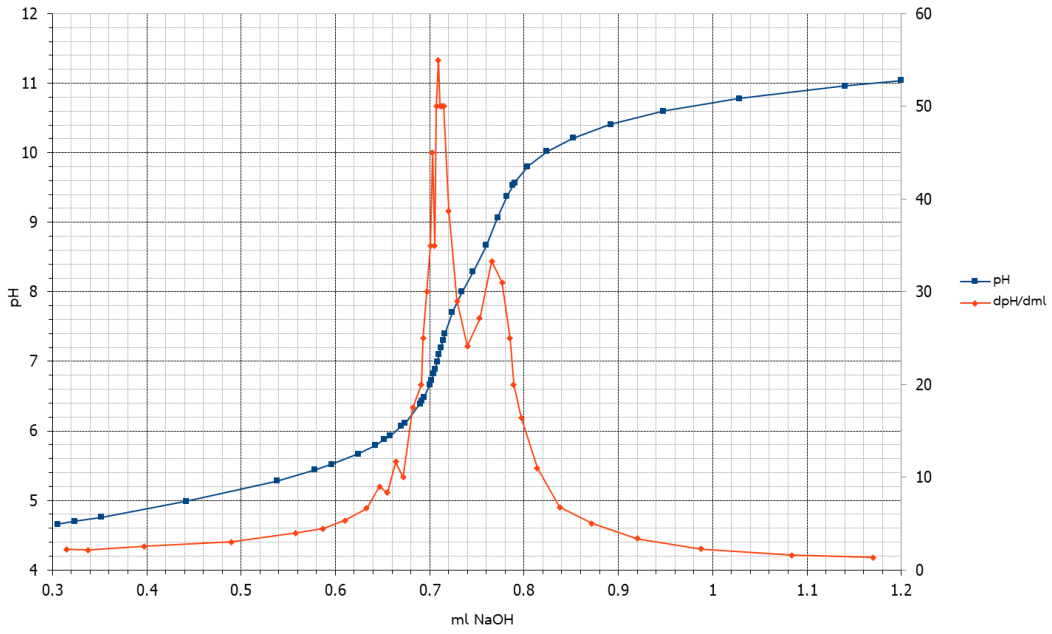
ตารางที่ ณ.49 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.68	
0.303		0.00
0.306	4.68	
0.339		2.42
0.372	4.84	
0.412		2.75
0.452	5.06	
0.497		3.44
0.542	5.37	
0.556		4.29
0.570	5.49	
0.577		5.71
0.584	5.57	
0.591		5.71
0.598	5.65	
0.618		8.50
0.638	5.99	
0.640		12.50
0.642	6.04	
0.644		15.00
0.646	6.1	
0.650		15.00
0.654	6.22	
0.657		21.67
0.660	6.35	
0.661		25.00
0.662	6.4	
0.663		25.00
0.664	6.45	
0.665		30.00
0.666	6.51	
0.668		37.50
0.670	6.66	
0.671		50.00
0.672	6.76	
0.673		40.00
0.674	6.84	
0.675		70.00
0.676	6.98	
0.677		60.00
0.678	7.1	
0.679		80.00
0.680	7.26	
0.681		60.00
0.682	7.38	
0.683		75.00
0.684	7.53	
0.687		55.00
0.690	7.86	
0.694		43.75
0.698	8.21	
0.702		40.00
0.706	8.53	
0.710		43.75
0.714	8.88	
0.718		41.25
0.722	9.21	
0.727		30.00
0.732	9.51	
0.738		17.50
0.744	9.72	
0.753		12.22
0.762	9.94	
0.774		8.75
0.786	10.15	
0.803		5.59
0.820	10.34	
0.845		3.60
0.870	10.52	
0.906		2.64
0.942	10.71	
0.993		1.86
1.044	10.9	
1.110		1.36
1.176	11.08	
1.188		0.83
1.200	11.1	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 2

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1132	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.50 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 2

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2072	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	33.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0023	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0790	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.12	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.82	
Total wt% ของ H_2O_2	38.95	

ตารางที่ ณ.50 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 2

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.66	
0.315		2.22
0.324	4.7	
0.338		2.14
0.352	4.76	
0.397		2.56
0.442	4.99	
0.490		3.02
0.538	5.28	
0.558		4.00
0.578	5.44	
0.587		4.44
0.596	5.52	
0.610		5.36
0.624	5.67	
0.633		6.67
0.642	5.79	
0.647		9.00
0.652	5.88	
0.655		8.33
0.658	5.93	
0.664		11.67
0.670	6.07	
0.672		10.00
0.674	6.11	
0.682		17.50
0.690	6.39	
0.691		20.00
0.692	6.43	
0.693		25.00
0.694	6.48	
0.697		30.00

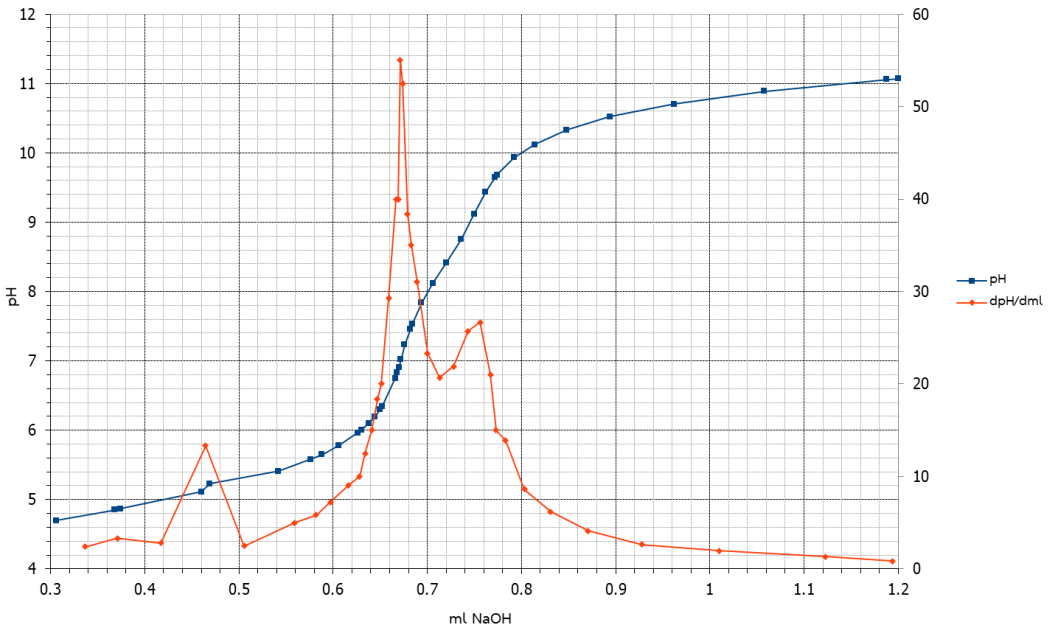
ml	pH	dpH/dml
0.700	6.66	
0.701		35.00
0.702	6.73	
0.703		45.00
0.704	6.82	
0.705		35.00
0.706	6.89	
0.707		50.00
0.708	6.99	
0.709		55.00
0.710	7.1	
0.711		50.00
0.712	7.2	
0.713		50.00
0.714	7.3	
0.715		50.00
0.716	7.4	
0.720		38.75
0.724	7.71	
0.729		29.00
0.734	8	
0.740		24.17
0.746	8.29	
0.753		27.14
0.760	8.67	
0.766		33.33
0.772	9.07	
0.777		31.00
0.782	9.38	
0.785		25.00
0.788	9.53	
0.789		20.00

ml	pH	dpH/dml
0.790	9.57	
0.797		16.43
0.804	9.8	
0.814		11.00
0.824	10.02	
0.838		6.79
0.852	10.21	
0.872		5.00
0.892	10.41	
0.920		3.39
0.948	10.6	
0.988		2.25
1.028	10.78	
1.084		1.61
1.140	10.96	
1.170		1.33
1.200	11.04	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 3

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1164	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.51 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 3

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2105	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	32.90	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0023	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0780	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	37.08	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.20	
Total wt% ของ H_2O_2	38.27	

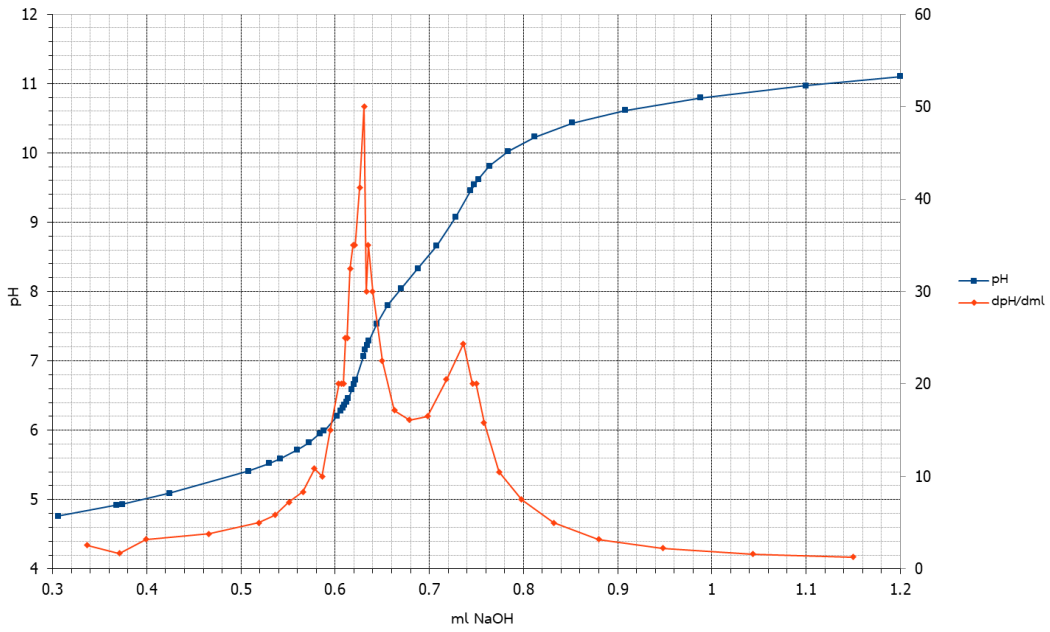
ตารางที่ ณ.51 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 3

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.7	
0.337		2.42
0.368	4.85	
0.371		3.33
0.374	4.87	
0.417		2.79
0.460	5.11	
0.465		13.33
0.469	5.23	
0.506		2.47
0.542	5.41	
0.559		5.00
0.576	5.58	
0.582		5.83
0.588	5.65	
0.597		7.22
0.606	5.78	
0.616		9.00
0.626	5.96	
0.628		10.00
0.630	6	
0.634		12.50
0.638	6.1	
0.641		15.00
0.644	6.19	
0.647		18.33
0.650	6.3	
0.651		20.00
0.652	6.34	
0.659		29.29
0.666	6.75	
0.667		40.00
0.668	6.83	
0.669		40.00
0.670	6.91	
0.671		55.00
0.672	7.02	
0.674		52.50
0.676	7.23	
0.679		38.33
0.682	7.46	
0.683		35.00
0.684	7.53	
0.689		31.00
0.694	7.84	
0.700		23.33
0.706	8.12	
0.713		20.71
0.720	8.41	
0.728		21.88
0.736	8.76	
0.743		25.71
0.750	9.12	
0.756		26.67
0.762	9.44	
0.767		21.00
0.772	9.65	
0.773		15.00
0.774	9.68	
0.783		13.89
0.792	9.93	
0.803		8.64
0.814	10.12	
0.831		6.18
0.848	10.33	
0.871		4.13
0.894	10.52	
0.928		2.65
0.962	10.7	
1.010		1.98
1.058	10.89	
1.123		1.31
1.188	11.06	
1.194		0.83
1.200	11.07	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1049	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.52 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2183	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	30.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0022	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0731	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	33.51	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.64	
Total wt% ของ H_2O_2	35.15	

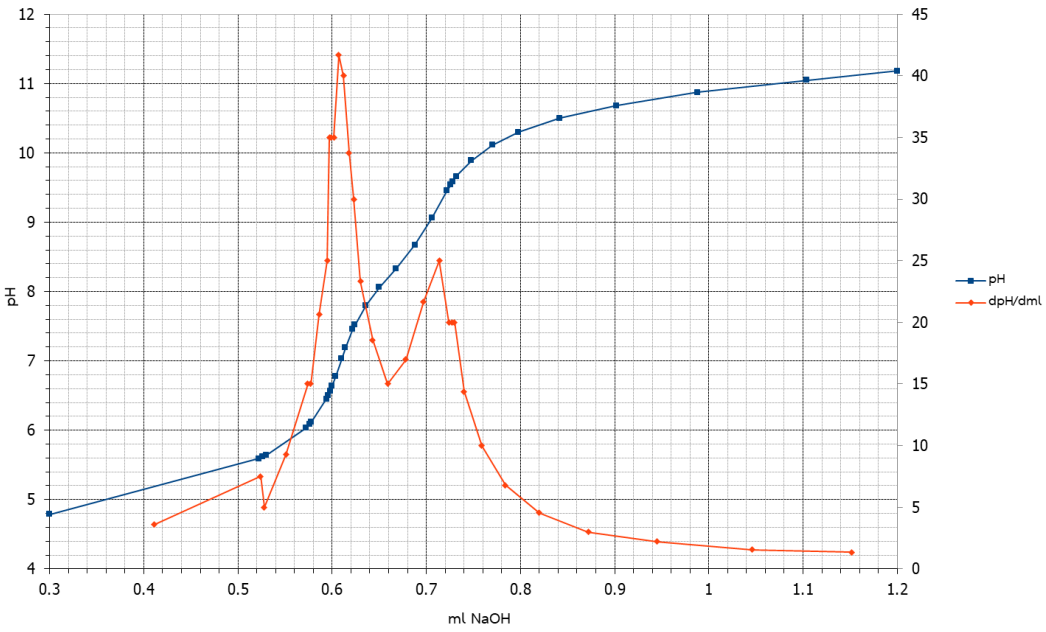
ตารางที่ ณ.52 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.76	
0.337		2.58
0.368	4.92	
0.371		1.67
0.374	4.93	
0.399		3.20
0.424	5.09	
0.466		3.81
0.508	5.41	
0.519		5.00
0.530	5.52	
0.536		5.83
0.542	5.59	
0.551		7.22
0.560	5.72	
0.566		8.33
0.572	5.82	
0.578		10.83
0.584	5.95	
0.586		10.00
0.588	5.99	
0.595		15.00
0.602	6.2	
0.604		20.00
0.606	6.28	
0.607		20.00
0.608	6.32	
0.609		20.00
0.610	6.36	
0.611		25.00
0.612	6.41	
0.613		25.00
0.614	6.46	
0.616		32.50
0.618	6.59	
0.619		35.00
0.620	6.66	
0.621		35.00
0.622	6.73	
0.626		41.25
0.630	7.06	
0.631		50.00
0.632	7.16	
0.633		30.00
0.634	7.22	
0.635		35.00
0.636	7.29	
0.640		30.00
0.644	7.53	
0.650		22.50
0.656	7.8	
0.663		17.14
0.670	8.04	
0.679		16.11
0.688	8.33	
0.698		16.50
0.708	8.66	
0.718		20.50
0.728	9.07	
0.736		24.38
0.744	9.46	
0.746		20.00
0.748	9.54	
0.750		20.00
0.752	9.62	
0.758		15.83
0.764	9.81	
0.774		10.50
0.784	10.02	
0.798		7.50
0.812	10.23	
0.832		5.00
0.852	10.43	
0.880		3.21
0.908	10.61	
0.948		2.25
0.988	10.79	
1.044		1.61
1.100	10.97	
1.150		1.30
1.200	11.1	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 10

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1020	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.53 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 10

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2127	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	28.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0020	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0681	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	32.01	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.77	
Total wt% ของ H_2O_2	33.79	

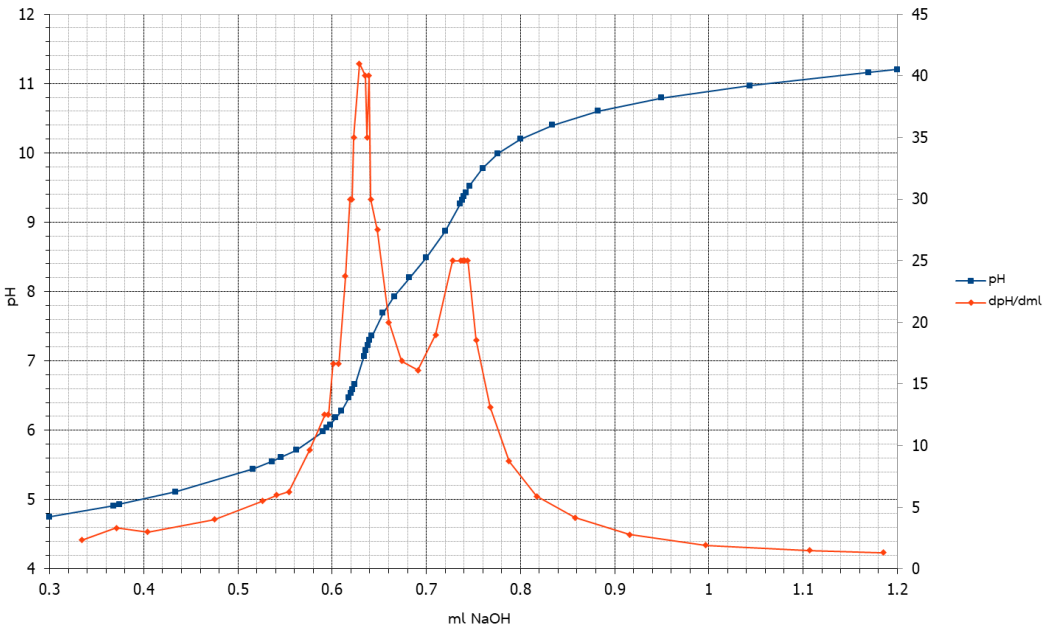
ตารางที่ ณ.53 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 10

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.79	
0.411		3.60
0.522	5.59	
0.524		7.50
0.526	5.62	
0.528		5.00
0.530	5.64	
0.551		9.29
0.572	6.03	
0.574		15.00
0.576	6.09	
0.577		15.00
0.578	6.12	
0.586		20.63
0.594	6.45	
0.595		25.00
0.596	6.5	
0.597		35.00
0.598	6.57	
0.599		35.00
0.600	6.64	
0.602		35.00
0.604	6.78	
0.607		41.67
0.610	7.03	
0.612		40.00
0.614	7.19	
0.618		33.75
0.622	7.46	
0.623		30.00
0.624	7.52	
0.630		23.33
0.636	7.8	
0.643		18.57
0.650	8.06	
0.659		15.00
0.668	8.33	
0.678		17.00
0.688	8.67	
0.697		21.67
0.706	9.06	
0.714		25.00
0.722	9.46	
0.724		20.00
0.726	9.54	
0.727		20.00
0.728	9.58	
0.730		20.00
0.732	9.66	
0.740		14.38
0.748	9.89	
0.759		10.00
0.770	10.11	
0.784		6.79
0.798	10.3	
0.820		4.55
0.842	10.5	
0.872		3.00
0.902	10.68	
0.945		2.21
0.988	10.87	
1.046		1.55
1.104	11.05	
1.152		1.35
1.200	11.18	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1028	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.54 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2162	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	26.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0019	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0630	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	29.16	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.78	
Total wt% ของ H_2O_2	30.94	

ตารางที่ ณ.54 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.75	
0.334		2.35
0.368	4.91	
0.371		3.33
0.374	4.93	
0.404		3.00
0.434	5.11	
0.475		4.02
0.516	5.44	
0.526		5.50
0.536	5.55	
0.541		6.00
0.546	5.61	
0.554		6.25
0.562	5.71	
0.576		9.64
0.590	5.98	
0.592		12.50
0.594	6.03	
0.596		12.50
0.598	6.08	
0.601		16.67
0.604	6.18	
0.607		16.67
0.610	6.28	
0.614		23.75
0.618	6.47	
0.619		30.00
0.620	6.53	
0.621		30.00
0.622	6.59	
0.623		35.00

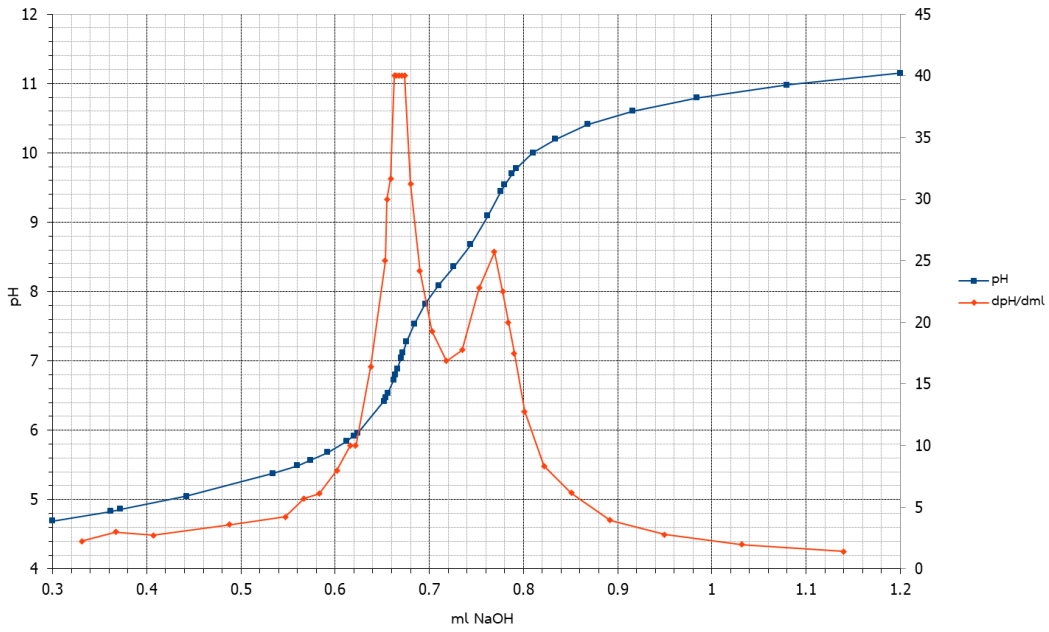
ml	pH	dpH/dml
0.624	6.66	
0.629		41.00
0.634	7.07	
0.635		40.00
0.636	7.15	
0.637		35.00
0.638	7.22	
0.639		40.00
0.640	7.3	
0.641		30.00
0.642	7.36	
0.648		27.50
0.654	7.69	
0.660		20.00
0.666	7.93	
0.674		16.88
0.682	8.2	
0.691		16.11
0.700	8.49	
0.710		19.00
0.720	8.87	
0.728		25.00
0.736	9.27	
0.737		25.00
0.738	9.32	
0.739		25.00
0.740	9.37	
0.741		25.00
0.742	9.42	
0.744		25.00
0.746	9.52	
0.753		18.57

ml	pH	dpH/dml
0.760	9.78	
0.768		13.13
0.776	9.99	
0.788		8.75
0.800	10.2	
0.817		5.88
0.834	10.4	
0.858		4.17
0.882	10.6	
0.916		2.79
0.950	10.79	
0.997		1.91
1.044	10.97	
1.107		1.51
1.170	11.16	
1.185		1.33
1.200	11.2	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 18

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1084	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.55 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 18

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2085	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	23.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0272	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0016	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0534	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	25.62	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.60	
Total wt% ของ H_2O_2	27.22	

ตารางที่ ณ.55 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 18

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.69	
0.331		2.26
0.362	4.83	
0.367		3.00
0.372	4.86	
0.407		2.71
0.442	5.05	
0.488		3.59
0.534	5.38	
0.547		4.23
0.560	5.49	
0.567		5.71
0.574	5.57	
0.583		6.11
0.592	5.68	
0.602		8.00
0.612	5.84	
0.616		10.00
0.620	5.92	
0.622		10.00
0.624	5.96	
0.638		16.43
0.652	6.42	
0.653		25.00
0.654	6.47	
0.655		30.00
0.656	6.53	
0.659		31.67
0.662	6.72	
0.663		40.00
0.664	6.8	
0.665		40.00

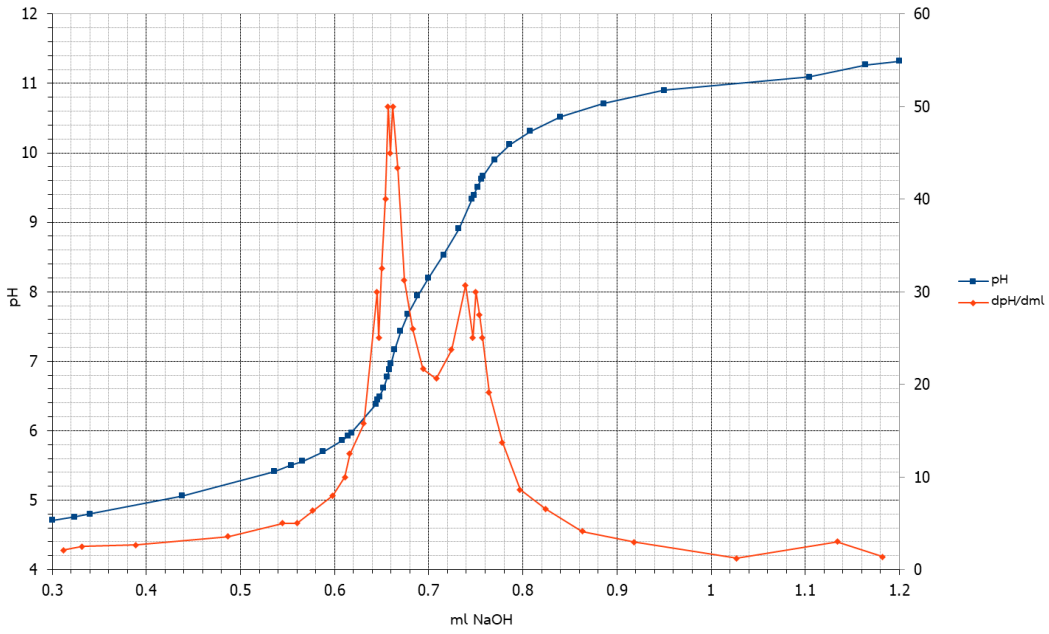
ml	pH	dpH/dml
0.666	6.88	
0.668		40.00
0.670	7.04	
0.671		40.00
0.672	7.12	
0.674		40.00
0.676	7.28	
0.680		31.25
0.684	7.53	
0.690		24.17
0.696	7.82	
0.703		19.29
0.710	8.09	
0.718		16.88
0.726	8.36	
0.735		17.78
0.744	8.68	
0.753		22.78
0.762	9.09	
0.769		25.71
0.776	9.45	
0.778		22.50
0.780	9.54	
0.784		20.00
0.788	9.7	
0.790		17.50
0.792	9.77	
0.801		12.78
0.810	10	
0.822		8.33
0.834	10.2	
0.851		6.18

ml	pH	dpH/dml
0.868	10.41	
0.892		3.96
0.916	10.6	
0.950		2.79
0.984	10.79	
1.032		1.98
1.080	10.98	
1.140		1.42
1.200	11.15	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 23

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1030	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.56 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 23

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2083	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	20.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0014	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0492	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	23.62	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.47	
Total wt% ของ H_2O_2	25.09	

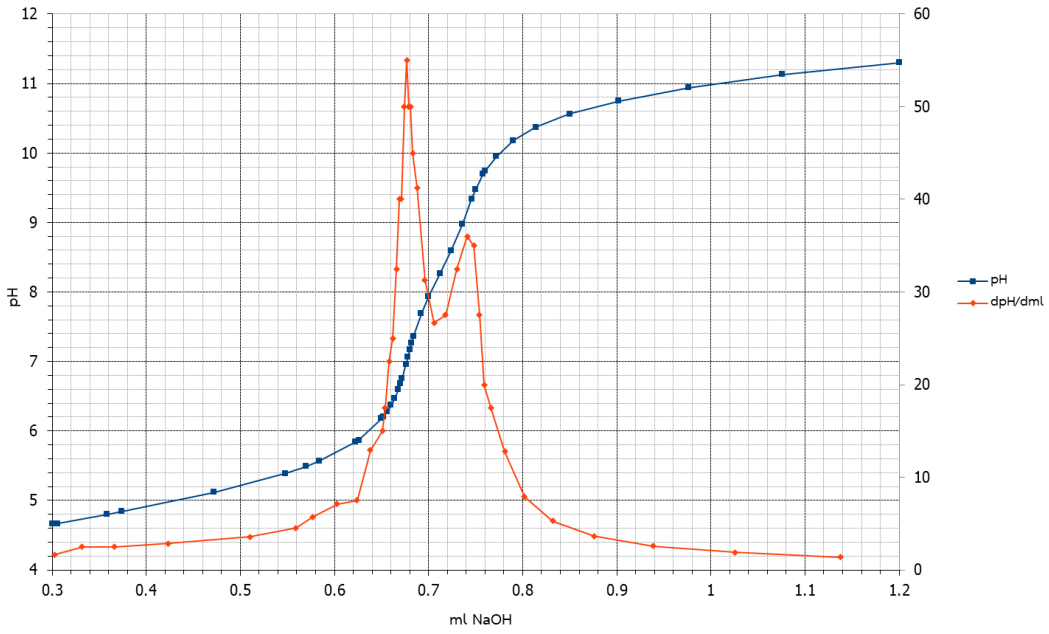
ตารางที่ ณ.56 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 23

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.71	
0.312		2.08
0.324	4.76	
0.332		2.50
0.340	4.8	
0.389		2.65
0.438	5.06	
0.487		3.57
0.536	5.41	
0.545		5.00
0.554	5.5	
0.560		5.00
0.566	5.56	
0.577		6.36
0.588	5.7	
0.598		8.00
0.608	5.86	
0.611		10.00
0.614	5.92	
0.616		12.50
0.618	5.97	
0.631		15.77
0.644	6.38	
0.645		30.00
0.646	6.44	
0.647		25.00
0.648	6.49	
0.650		32.50
0.652	6.62	
0.654		40.00
0.656	6.78	
0.657		50.00
0.658	6.88	
0.659		45.00
0.660	6.97	
0.662		50.00
0.664	7.17	
0.667		43.33
0.670	7.43	
0.674		31.25
0.678	7.68	
0.683		26.00
0.688	7.94	
0.694		21.67
0.700	8.2	
0.708		20.63
0.716	8.53	
0.724		23.75
0.732	8.91	
0.739		30.71
0.746	9.34	
0.747		25.00
0.748	9.39	
0.750		30.00
0.752	9.51	
0.754		27.50
0.756	9.62	
0.757		25.00
0.758	9.67	
0.764		19.17
0.770	9.9	
0.778		13.75
0.786	10.12	
0.797		8.64
0.808	10.31	
0.824		6.56
0.840	10.52	
0.863		4.13
0.886	10.71	
0.918		2.97
0.950	10.9	
1.027		1.23
1.104	11.09	
1.134		3.01
1.164	11.27	
1.182		1.39
1.200	11.32	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 30

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1049	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.57 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 30

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2088	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	17.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0297	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0013	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0439	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	21.04	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.00	
Total wt% ของ H_2O_2	22.04	

ตารางที่ ณ.57 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 30

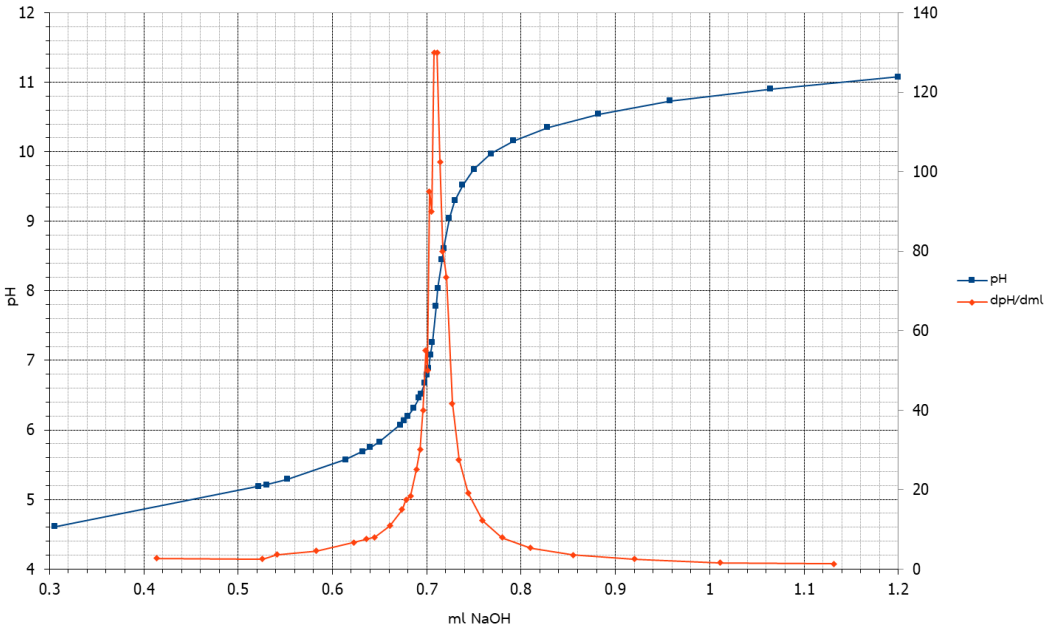
ml	pH	dpH/dml
0.300	4.66	
0.303		1.67
0.306	4.67	
0.332		2.50
0.358	4.8	
0.366		2.50
0.374	4.84	
0.423		2.86
0.472	5.12	
0.510		3.55
0.548	5.39	
0.559		4.55
0.570	5.49	
0.577		5.71
0.584	5.57	
0.603		7.11
0.622	5.84	
0.624		7.50
0.626	5.87	
0.638		12.92
0.650	6.18	
0.651		15.00
0.652	6.21	
0.654		17.50
0.656	6.28	
0.658		22.50
0.660	6.37	
0.662		25.00
0.664	6.47	
0.666		32.50
0.668	6.6	
0.669		40.00
0.670	6.68	
0.671		40.00
0.672	6.76	
0.674		50.00
0.676	6.96	
0.677		55.00
0.678	7.07	
0.679		50.00
0.680	7.17	
0.681		50.00
0.682	7.27	
0.683		45.00
0.684	7.36	
0.688		41.25
0.692	7.69	
0.696		31.25
0.700	7.94	
0.706		26.67
0.712	8.26	
0.718		27.50
0.724	8.59	
0.730		32.50
0.736	8.98	
0.741		36.00
0.746	9.34	
0.748		35.00
0.750	9.48	
0.754		27.50
0.758	9.7	
0.759		20.00
0.760	9.74	
0.766		17.50
0.772	9.95	
0.781		12.78
0.790	10.18	
0.802		7.92
0.814	10.37	
0.832		5.28
0.850	10.56	
0.876		3.65
0.902	10.75	
0.939		2.57
0.976	10.94	
1.026		1.90
1.076	11.13	
1.138		1.37
1.200	11.3	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w ด้วยโซเดียมไนไตรท์ วันที่ 0-30

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1017	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.58 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2181	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	35.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0025	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0849	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.95	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0	
Total wt% ของ H_2O_2	38.95	

ตารางที่ ณ.58 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.61	
0.414		2.69
0.522	5.19	
0.526		2.50
0.530	5.21	
0.541		3.64
0.552	5.29	
0.583		4.52
0.614	5.57	
0.623		6.67
0.632	5.69	
0.636		7.50
0.640	5.75	
0.645		8.00
0.650	5.83	
0.661		10.91
0.672	6.07	
0.674		15.00
0.676	6.13	
0.678		17.50
0.680	6.2	
0.683		18.33
0.686	6.31	
0.689		25.00
0.692	6.46	
0.693		30.00
0.694	6.52	
0.696		40.00
0.698	6.68	
0.699		55.00

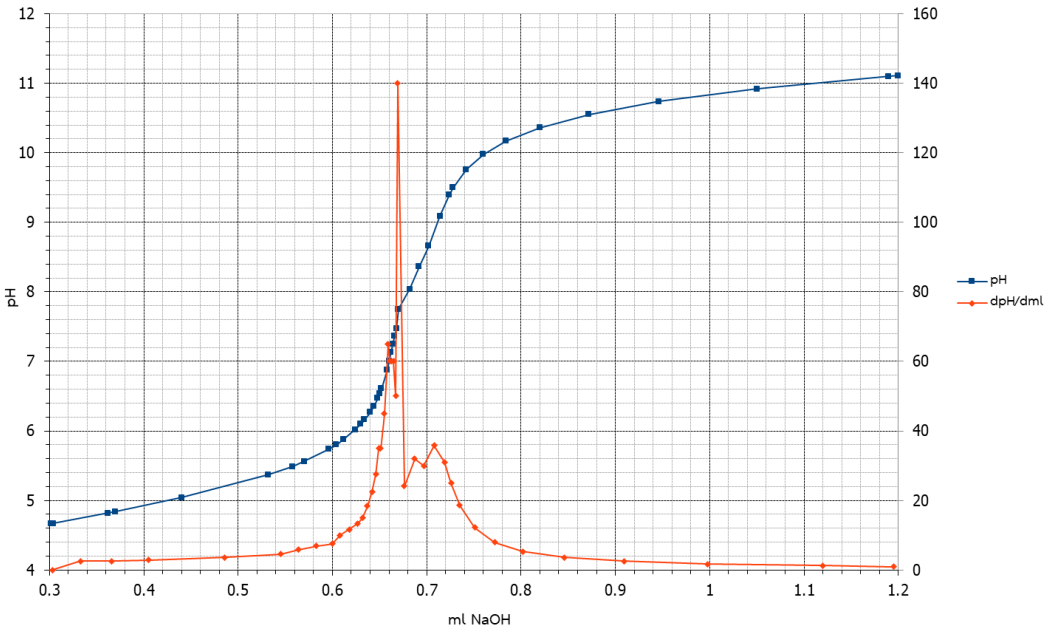
ml	pH	dpH/dml
0.700	6.79	
0.701		50.00
0.702	6.89	
0.703		95.00
0.704	7.08	
0.705		90.00
0.706	7.26	
0.708		130.00
0.710	7.78	
0.711		130.00
0.712	8.04	
0.714		102.50
0.716	8.45	
0.717		80.00
0.718	8.61	
0.721		73.33
0.724	9.05	
0.727		41.67
0.730	9.3	
0.734		27.50
0.738	9.52	
0.744		19.17
0.750	9.75	
0.759		12.22
0.768	9.97	
0.780		7.92
0.792	10.16	
0.810		5.28
0.828	10.35	
0.855		3.52

ml	pH	dpH/dml
0.882	10.54	
0.920		2.50
0.958	10.73	
1.011		1.60
1.064	10.9	
1.132		1.32
1.200	11.08	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1016	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.59 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2164	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	34.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0024	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0826	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	38.15	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.63	
Total wt% ของ H_2O_2	38.78	

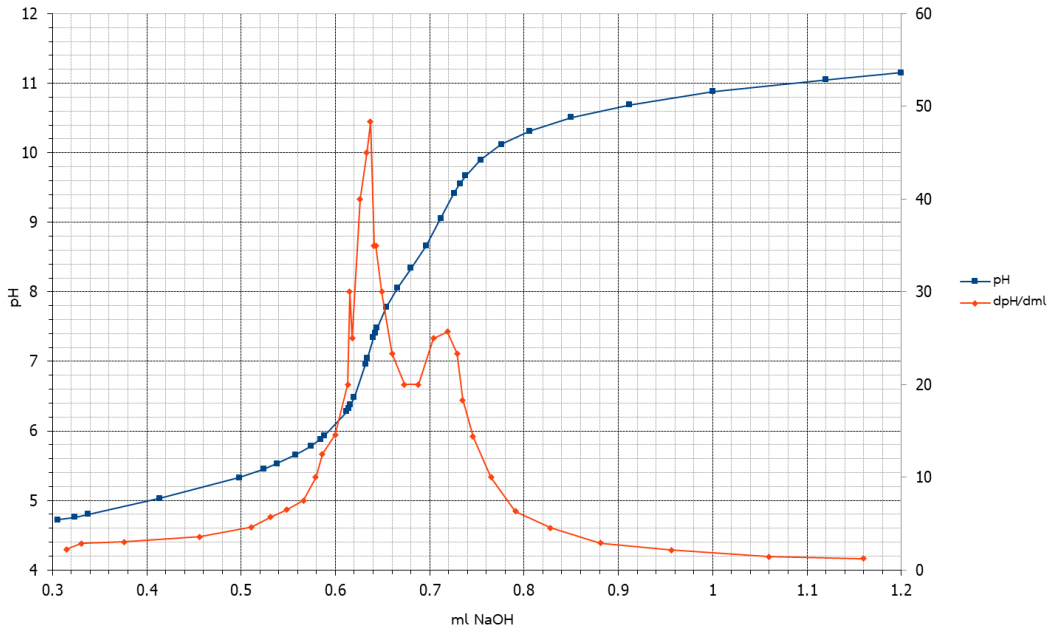
ตารางที่ ณ.59 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.302	4.67	
0.303		0.00
0.304	4.67	
0.333		2.59
0.362	4.82	
0.366		2.50
0.370	4.84	
0.405		2.86
0.440	5.04	
0.486		3.59
0.532	5.37	
0.545		4.62
0.558	5.49	
0.564		5.83
0.570	5.56	
0.583		6.92
0.596	5.74	
0.600		7.50
0.604	5.8	
0.608		10.00
0.612	5.88	
0.618		11.67
0.624	6.02	
0.627		13.33
0.630	6.1	
0.632		15.00
0.634	6.16	
0.637		18.33
0.640	6.27	
0.642		22.50
0.644	6.36	
0.646		27.50
0.648	6.47	
0.649		35.00
0.650	6.54	
0.651		35.00
0.652	6.61	
0.655		45.00
0.658	6.88	
0.659		65.00
0.660	7.01	
0.661		60.00
0.662	7.13	
0.663		60.00
0.664	7.25	
0.665		60.00
0.666	7.37	
0.667		50.00
0.668	7.47	
0.669		140.00
0.670	7.75	
0.676		24.17
0.682	8.04	
0.687		32.00
0.692	8.36	
0.697		30.00
0.702	8.66	
0.708		35.83
0.714	9.09	
0.719		31.00
0.724	9.4	
0.726		25.00
0.728	9.5	
0.735		18.57
0.742	9.76	
0.751		12.22
0.760	9.98	
0.772		7.92
0.784	10.17	
0.802		5.28
0.820	10.36	
0.846		3.65
0.872	10.55	
0.909		2.57
0.946	10.74	
0.998		1.73
1.050	10.92	
1.120		1.29
1.190	11.1	
1.195		1.00
1.200	11.11	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 2

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1028	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.60 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 2

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2059	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	31.90	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0022	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0757	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	36.75	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.31	
Total wt% ของ H_2O_2	38.06	

ตารางที่ ณ.60 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 2

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.72	
0.315		2.22
0.324	4.76	
0.331		2.86
0.338	4.8	
0.376		3.03
0.414	5.03	
0.456		3.57
0.498	5.33	
0.511		4.62
0.524	5.45	
0.531		5.71
0.538	5.53	
0.548		6.50
0.558	5.66	
0.566		7.50
0.574	5.78	
0.579		10.00
0.584	5.88	
0.586		12.50
0.588	5.93	
0.600		14.58
0.612	6.28	
0.613		20.00
0.614	6.32	
0.615		30.00
0.616	6.38	
0.618		25.00
0.620	6.48	
0.626		40.00
0.632	6.96	
0.633		45.00

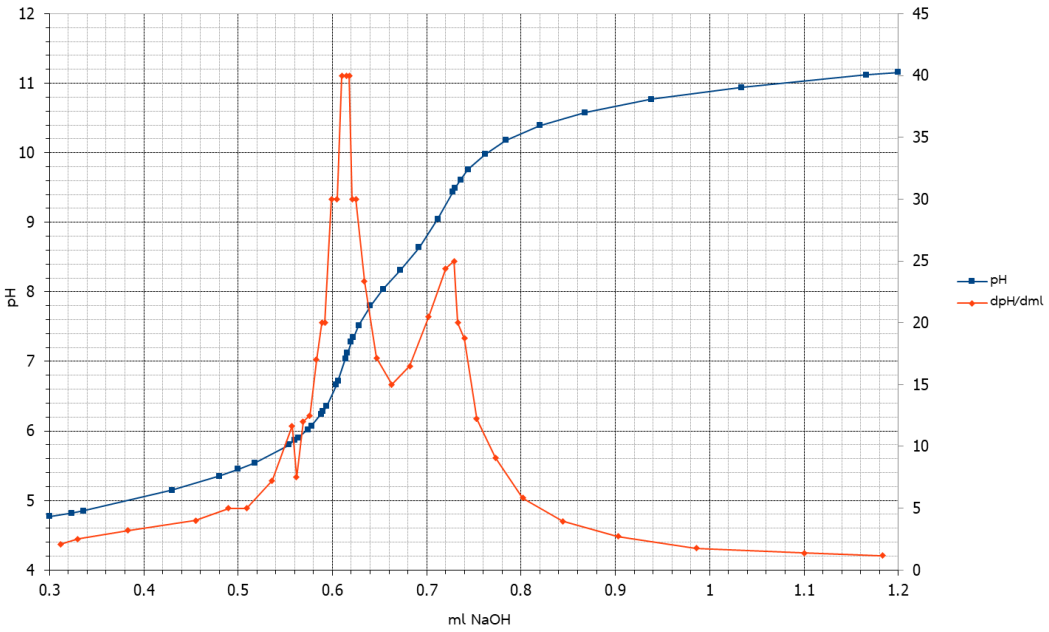
ml	pH	dpH/dml
0.634	7.05	
0.637		48.33
0.640	7.34	
0.641		35.00
0.642	7.41	
0.643		35.00
0.644	7.48	
0.649		30.00
0.654	7.78	
0.660		23.33
0.666	8.06	
0.673		20.00
0.680	8.34	
0.688		20.00
0.696	8.66	
0.704		25.00
0.712	9.06	
0.719		25.71
0.726	9.42	
0.729		23.33
0.732	9.56	
0.735		18.33
0.738	9.67	
0.746		14.38
0.754	9.9	
0.765		10.00
0.776	10.12	
0.791		6.33
0.806	10.31	
0.828		4.55
0.850	10.51	
0.881		2.90

ml	pH	dpH/dml
0.912	10.69	
0.956		2.16
1.000	10.88	
1.060		1.42
1.120	11.05	
1.160		1.25
1.200	11.15	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 3

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1031	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.61 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 3

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2068	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	31.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0022	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0754	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	36.48	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.89	
Total wt% ของ H_2O_2	38.37	

ตารางที่ ณ.61 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 3

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.77	
0.312		2.08
0.324	4.82	
0.330		2.50
0.336	4.85	
0.383		3.19
0.430	5.15	
0.455		4.00
0.480	5.35	
0.490		5.00
0.500	5.45	
0.509		5.00
0.518	5.54	
0.536		7.22
0.554	5.8	
0.557		11.67
0.560	5.87	
0.562		7.50
0.564	5.9	
0.569		12.00
0.574	6.02	
0.576		12.50
0.578	6.07	
0.583		17.00
0.588	6.24	
0.589		20.00
0.590	6.28	
0.592		20.00
0.594	6.36	
0.599		30.00
0.604	6.66	
0.605		30.00

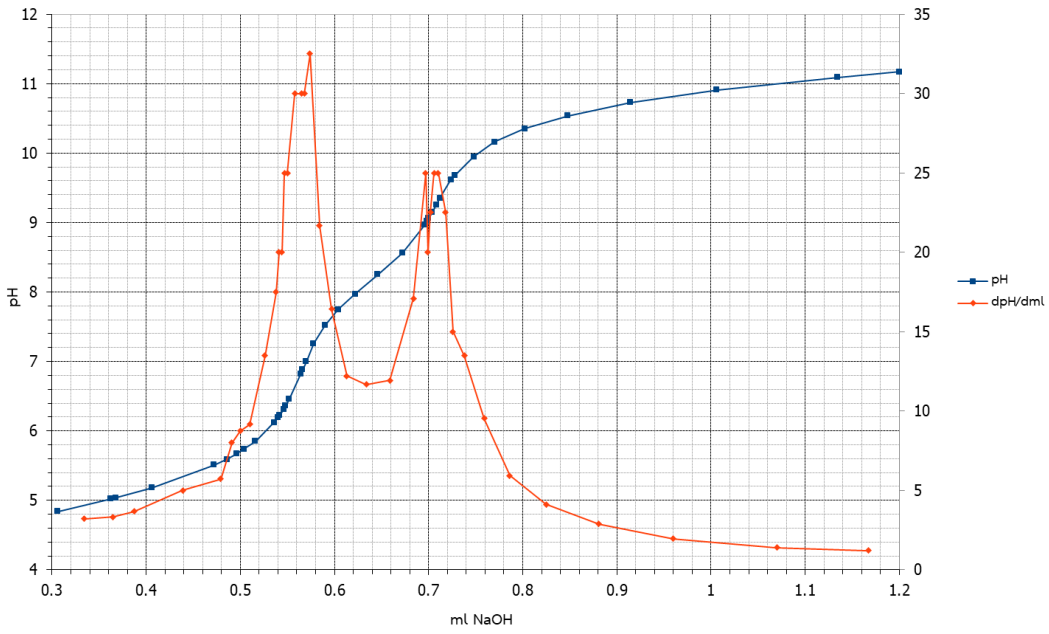
ml	pH	dpH/dml
0.606	6.72	
0.610		40.00
0.614	7.04	
0.615		40.00
0.616	7.12	
0.618		40.00
0.620	7.28	
0.621		30.00
0.622	7.34	
0.625		30.00
0.628	7.52	
0.634		23.33
0.640	7.8	
0.647		17.14
0.654	8.04	
0.663		15.00
0.672	8.31	
0.682		16.50
0.692	8.64	
0.702		20.50
0.712	9.05	
0.720		24.37
0.728	9.44	
0.729		25.00
0.730	9.49	
0.733		20.00
0.736	9.61	
0.740		18.75
0.744	9.76	
0.753		12.22
0.762	9.98	
0.773		9.09

ml	pH	dpH/dml
0.784	10.18	
0.802		5.83
0.820	10.39	
0.844		3.96
0.868	10.58	
0.903		2.71
0.938	10.77	
0.986		1.77
1.034	10.94	
1.100		1.36
1.166	11.12	
1.183		1.18
1.200	11.16	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1009	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.62 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2041	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	28.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0020	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0679	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	33.25	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.40	
Total wt% ของ H_2O_2	35.65	

ตารางที่ ณ.62 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.306	4.84	
0.334		3.21
0.362	5.02	
0.365		3.33
0.368	5.04	
0.387		3.68
0.406	5.18	
0.439		5.00
0.472	5.51	
0.479		5.71
0.486	5.59	
0.491		8.00
0.496	5.67	
0.500		8.75
0.504	5.74	
0.510		9.17
0.516	5.85	
0.526		13.50
0.536	6.12	
0.538		17.50
0.540	6.19	
0.541		20.00
0.542	6.23	
0.544		20.00
0.546	6.31	
0.547		25.00
0.548	6.36	
0.550		25.00
0.552	6.46	
0.558		30.00
0.564	6.82	
0.565		30.00

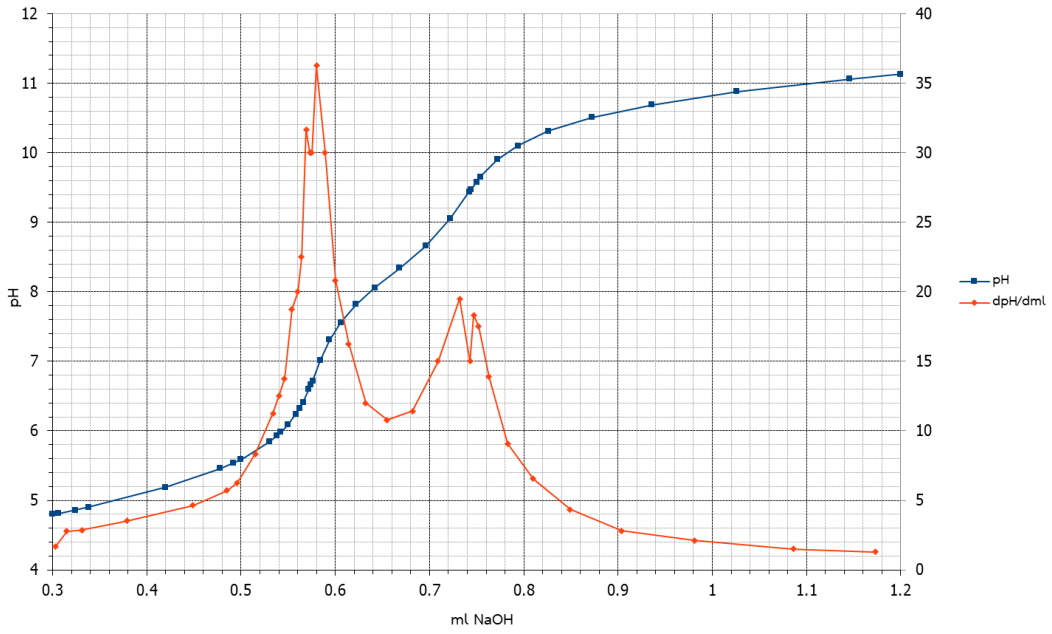
ml	pH	dpH/dml
0.566	6.88	
0.568		30.00
0.570	7	
0.574		32.50
0.578	7.26	
0.584		21.67
0.590	7.52	
0.597		16.43
0.604	7.75	
0.613		12.22
0.622	7.97	
0.634		11.67
0.646	8.25	
0.659		11.92
0.672	8.56	
0.684		17.08
0.696	8.97	
0.697		25.00
0.698	9.02	
0.699		20.00
0.700	9.06	
0.702		22.50
0.704	9.15	
0.706		25.00
0.708	9.25	
0.710		25.00
0.712	9.35	
0.718		22.50
0.724	9.62	
0.726		15.00
0.728	9.68	
0.738		13.50

ml	pH	dpH/dml
0.748	9.95	
0.759		9.55
0.770	10.16	
0.786		5.94
0.802	10.35	
0.825		4.13
0.848	10.54	
0.881		2.88
0.914	10.73	
0.960		1.96
1.006	10.91	
1.070		1.41
1.134	11.09	
1.167		1.21
1.200	11.17	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 10

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1065	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.63 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 10

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2074	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	27.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0019	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0659	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	31.79	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.34	
Total wt% ของ H_2O_2	34.13	

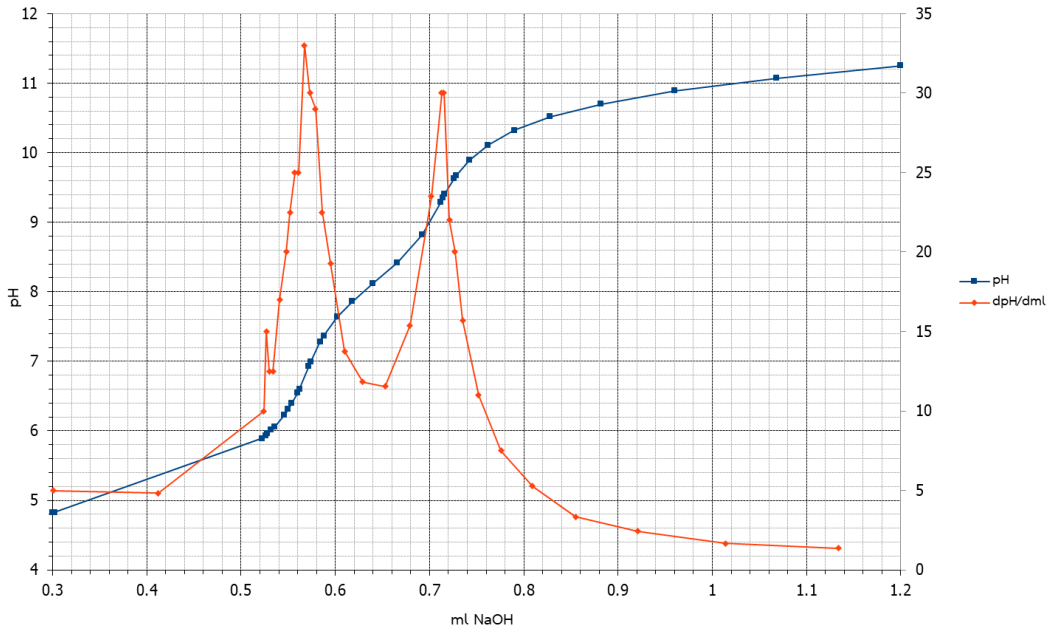
ตารางที่ ณ.63 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 10

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.8	
0.303		1.67
0.306	4.81	
0.315		2.78
0.324	4.86	
0.331		2.86
0.338	4.9	
0.379		3.54
0.420	5.19	
0.449		4.66
0.478	5.46	
0.485		5.71
0.492	5.54	
0.496		6.25
0.500	5.59	
0.515		8.33
0.530	5.84	
0.534		11.25
0.538	5.93	
0.540		12.50
0.542	5.98	
0.546		13.75
0.550	6.09	
0.554		18.75
0.558	6.24	
0.560		20.00
0.562	6.32	
0.564		22.50
0.566	6.41	
0.569		31.67
0.572	6.6	
0.573		30.00
0.574	6.66	
0.575		30.00
0.576	6.72	
0.580		36.25
0.584	7.01	
0.589		30.00
0.594	7.31	
0.600		20.83
0.606	7.56	
0.614		16.25
0.622	7.82	
0.632		12.00
0.642	8.06	
0.655		10.77
0.668	8.34	
0.682		11.43
0.696	8.66	
0.709		15.00
0.722	9.05	
0.732		19.50
0.742	9.44	
0.743		15.00
0.744	9.47	
0.747		18.33
0.750	9.58	
0.752		17.50
0.754	9.65	
0.763		13.89
0.772	9.9	
0.783		9.09
0.794	10.1	
0.810		6.56
0.826	10.31	
0.849		4.35
0.872	10.51	
0.904		2.81
0.936	10.69	
0.981		2.11
1.026	10.88	
1.086		1.50
1.146	11.06	
1.173		1.30
1.200	11.13	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1017	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฌ.64 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2164	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	27.00	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0019	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0650	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	30.02	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.35	
Total wt% ของ H_2O_2	32.37	

ตารางที่ ณ.64 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.82	
0.301		5.00
0.302	4.83	
0.412		4.82
0.522	5.89	
0.524		10.00
0.526	5.93	
0.527		15.00
0.528	5.96	
0.530		12.50
0.532	6.01	
0.534		12.50
0.536	6.06	
0.541		17.00
0.546	6.23	
0.548		20.00
0.550	6.31	
0.552		22.50
0.554	6.4	
0.557		25.00
0.560	6.55	
0.561		25.00
0.562	6.6	
0.567		33.00
0.572	6.93	
0.573		30.00
0.574	6.99	
0.579		29.00
0.584	7.28	
0.586		22.50
0.588	7.37	
0.595		19.29

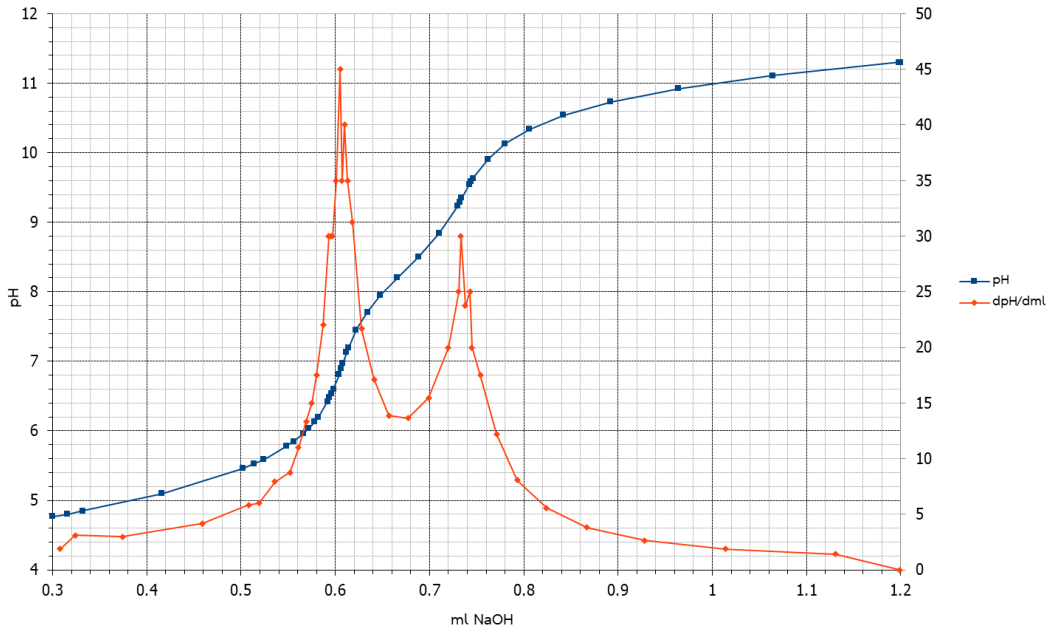
ml	pH	dpH/dml
0.602	7.64	
0.610		13.75
0.618	7.86	
0.629		11.82
0.640	8.12	
0.653		11.54
0.666	8.42	
0.679		15.38
0.692	8.82	
0.702		23.50
0.712	9.29	
0.713		30.00
0.714	9.35	
0.715		30.00
0.716	9.41	
0.721		22.00
0.726	9.63	
0.727		20.00
0.728	9.67	
0.735		15.71
0.742	9.89	
0.752		11.00
0.762	10.11	
0.776		7.50
0.790	10.32	
0.809		5.26
0.828	10.52	
0.855		3.33
0.882	10.7	
0.921		2.44
0.960	10.89	
1.014		1.67

ml	pH	dpH/dml
1.068	11.07	
1.134		1.36
1.200	11.25	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 23

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1035	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.65 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 23

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2103	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	22.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0016	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0538	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	25.58	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.02	
Total wt% ของ H_2O_2	27.60	

ตารางที่ ณ.65 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 23

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.77	
0.308		1.88
0.316	4.8	
0.324		3.12
0.332	4.85	
0.374		2.98
0.416	5.1	
0.459		4.19
0.502	5.46	
0.508		5.83
0.514	5.53	
0.519		6.00
0.524	5.59	
0.536		7.92
0.548	5.78	
0.552		8.75
0.556	5.85	
0.561		11.00
0.566	5.96	
0.569		13.33
0.572	6.04	
0.575		15.00
0.578	6.13	
0.580		17.50
0.582	6.2	
0.587		22.00
0.592	6.42	
0.593		30.00
0.594	6.48	
0.595		30.00
0.596	6.54	
0.597		30.00

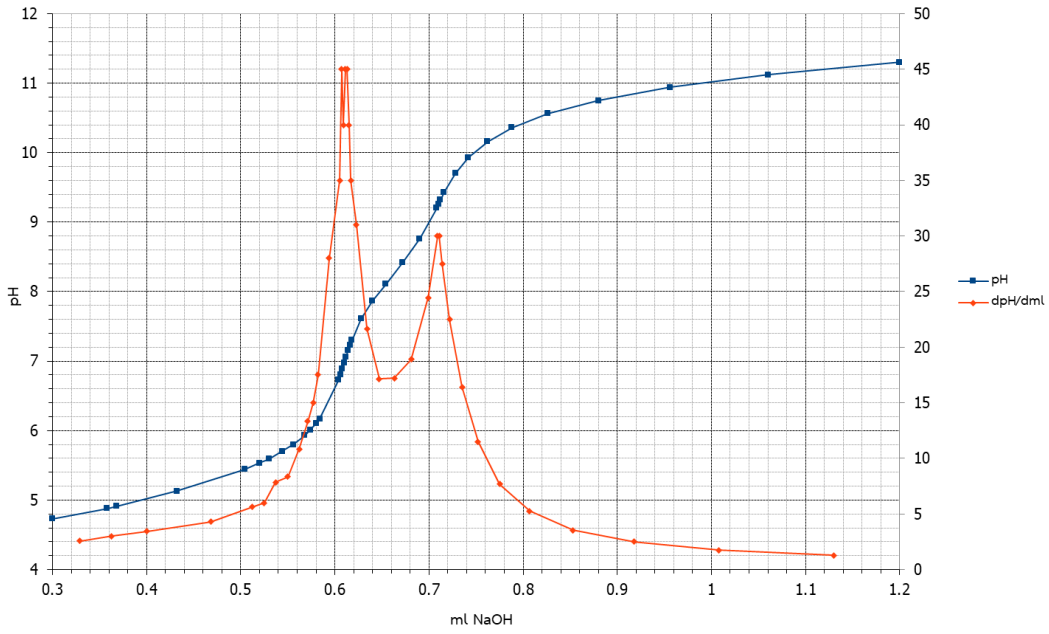
ml	pH	dpH/dml
0.598	6.6	
0.601		35.00
0.604	6.81	
0.605		45.00
0.606	6.9	
0.607		35.00
0.608	6.97	
0.610		40.00
0.612	7.13	
0.613		35.00
0.614	7.2	
0.618		31.25
0.622	7.45	
0.628		21.67
0.634	7.71	
0.641		17.14
0.648	7.95	
0.657		13.89
0.666	8.2	
0.677		13.64
0.688	8.5	
0.699		15.45
0.710	8.84	
0.720		20.00
0.730	9.24	
0.731		25.00
0.732	9.29	
0.733		30.00
0.734	9.35	
0.738		23.75
0.742	9.54	
0.743		25.00

ml	pH	dpH/dml
0.744	9.59	
0.745		20.00
0.746	9.63	
0.754		17.50
0.762	9.91	
0.771		12.22
0.780	10.13	
0.793		8.08
0.806	10.34	
0.824		5.56
0.842	10.54	
0.867		3.80
0.892	10.73	
0.928		2.64
0.964	10.92	
1.014		1.90
1.064	11.11	
1.131		1.42
1.198	11.3	
1.199		0.00
1.200	11.3	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 30

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1014	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฌ.66 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 30

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2127	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	19.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0297	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0015	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0500	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	23.51	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.61	
Total wt% ของ H_2O_2	25.12	

ตารางที่ ณ.66 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 30

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.73	
0.329		2.59
0.358	4.88	
0.363		3.00
0.368	4.91	
0.400		3.44
0.432	5.13	
0.468		4.31
0.504	5.44	
0.512		5.62
0.520	5.53	
0.525		6.00
0.530	5.59	
0.537		7.86
0.544	5.7	
0.550		8.33
0.556	5.8	
0.562		10.83
0.568	5.93	
0.571		13.33
0.574	6.01	
0.577		15.00
0.580	6.1	
0.582		17.50
0.584	6.17	
0.594		28.00
0.604	6.73	
0.605		35.00
0.606	6.8	
0.607		45.00
0.608	6.89	
0.609		40.00
0.610	6.97	
0.611		45.00
0.612	7.06	
0.613		45.00
0.614	7.15	
0.615		40.00
0.616	7.23	
0.617		35.00
0.618	7.3	
0.623		31.00
0.628	7.61	
0.634		21.67
0.640	7.87	
0.647		17.14
0.654	8.11	
0.663		17.22
0.672	8.42	
0.681		18.89
0.690	8.76	
0.699		24.44
0.708	9.2	
0.709		30.00
0.710	9.26	
0.711		30.00
0.712	9.32	
0.714		27.50
0.716	9.43	
0.722		22.50
0.728	9.7	
0.735		16.43
0.742	9.93	
0.752		11.50
0.762	10.16	
0.775		7.69
0.788	10.36	
0.807		5.26
0.826	10.56	
0.853		3.52
0.880	10.75	
0.918		2.50
0.956	10.94	
1.008		1.73
1.060	11.12	
1.130		1.29
1.200	11.3	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ญ
ข้อมูลดิบการไทเทรตด้วยเครื่อง Autor Titrator ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w เพื่อใช้เจือจาง

ข้อมูลการไทเทรตเพื่อหากรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้นและหากรดอะซีติกที่เหลือในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w เป็นระยะเวลา 14 วัน เพื่อจะนำไปเจือจางต่อไป โดยในวันที่เริ่มทำการทดลอง (วันที่ 0) จะเห็นจุดสมมูลของการไทเทรตเพียงจุดเดียวเท่านั้นซึ่งเป็นของกรดอะซีติก และเมื่อเกิดกรดเปอร์อะซีติกจะเห็นจุดสมมูลของการไทเทรต 2 จุด โดยจุดแรกจะเป็นจุดสมมูลของกรดอะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตจากเริ่มต้นจนถึงจุดสมมูลแรกจะเป็นปริมาณเบสที่ใช้ในการไทเทรตกรดอะซีติก ส่วนจุดสมมูลที่สองเป็นของกรดเปอร์อะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตระหว่างจุดสมมูลที่หนึ่งและจุดสมมูลที่สองคือปริมาณเบสที่ใช้ไทเทรตกรดเปอร์อะซีติก

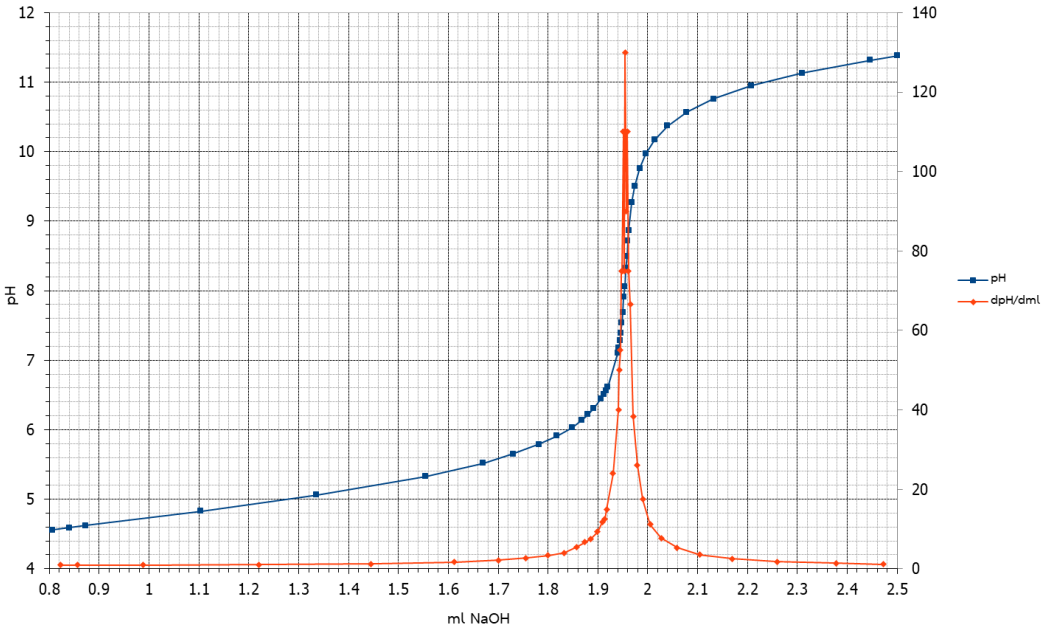
เตรียมสารละลายโดยการผสมกรดอะซีติก (Glacial) 180 ml กับน้ำกลั่น 24 ml ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อน จากนั้นค่อยเติมไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ 96 ml ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง และติดตามการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลา 14 วัน โดยนำตัวอย่างมาทำการไทเทรตด้วยเครื่อง Auto Titrator กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลจากการไทเทรตแสดงดังรูปที่ ญ.1-ญ.6 และตารางที่ ญ.1-ญ.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w (ก่อนเจือจาง) วันที่ 0-14

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1032	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ญ.1 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2369	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	23.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0279	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0017	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0562	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	23.73	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.00	
Total wt% ของ H_2O_2	23.73	

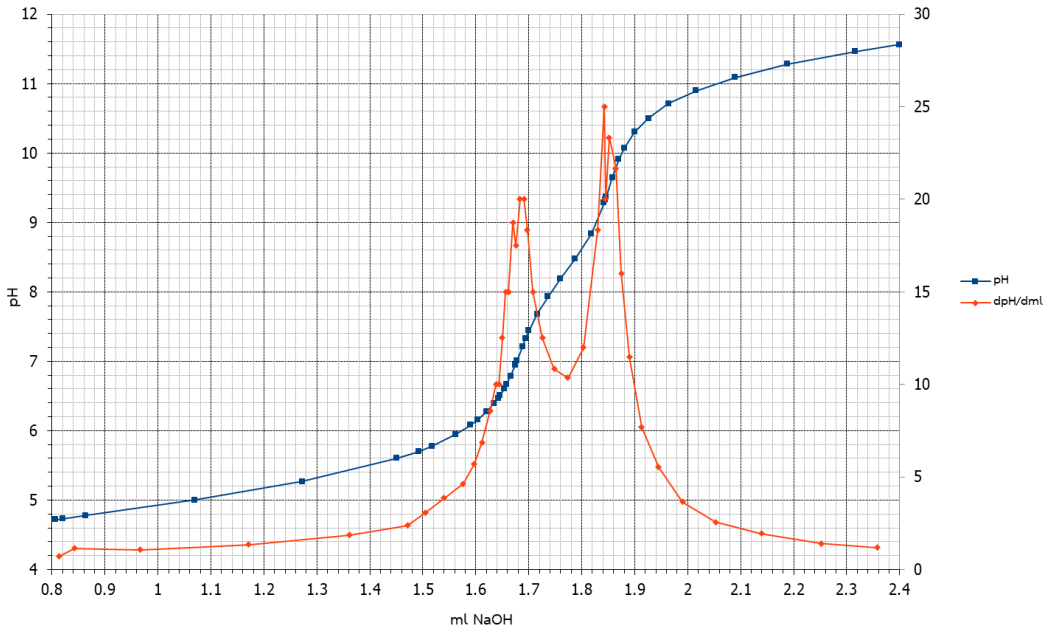
ตารางที่ ญ.1 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.806	4.56	
0.823		0.88
0.840	4.59	
0.856		0.94
0.872	4.62	
0.988		0.91
1.104	4.83	
1.220		0.99
1.336	5.06	
1.445		1.24
1.554	5.33	
1.612		1.64
1.670	5.52	
1.700		2.17
1.730	5.65	
1.756		2.69
1.782	5.79	
1.800		3.33
1.818	5.91	
1.833		4.00
1.848	6.03	
1.858		5.50
1.868	6.14	
1.874		6.67
1.880	6.22	
1.886		7.50
1.892	6.31	
1.899		9.29
1.906	6.44	
1.909		11.67
1.912	6.51	
1.914		12.500
1.916	6.56	
1.918		15.000
1.920	6.62	
1.930		24.000
1.940	7.1	
1.941		40.000
1.942	7.18	
1.943		50.000
1.944	7.28	
1.945		55.000
1.946	7.39	
1.947		75.000
1.948	7.54	
1.949		75.000
1.950	7.69	
1.951		110.000
1.952	7.91	
1.953		75.000
1.954	8.06	
1.955		130.000
1.956	8.32	
1.957		90.00
1.958	8.5	
1.959		110.00
1.960	8.72	
1.961		75.00
1.962	8.87	
1.965		66.67
1.968	9.27	
1.971		38.33
1.974	9.5	
1.979		26.00
1.984	9.76	
1.990		17.50
1.996	9.97	
2.005		11.11
2.014	10.17	
2.027		7.69
2.040	10.37	
2.059		5.26
2.078	10.57	
2.105		3.52
2.132	10.76	
2.170		2.50
2.208	10.95	
2.259		1.76
2.310	11.13	
2.378		1.40
2.446	11.32	
2.473		1.11
2.500	11.38	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1027	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ญ.2 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2179	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	18.50	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0277	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0013	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0436	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	20.00	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.43	
Total wt% ของ H_2O_2	22.42	

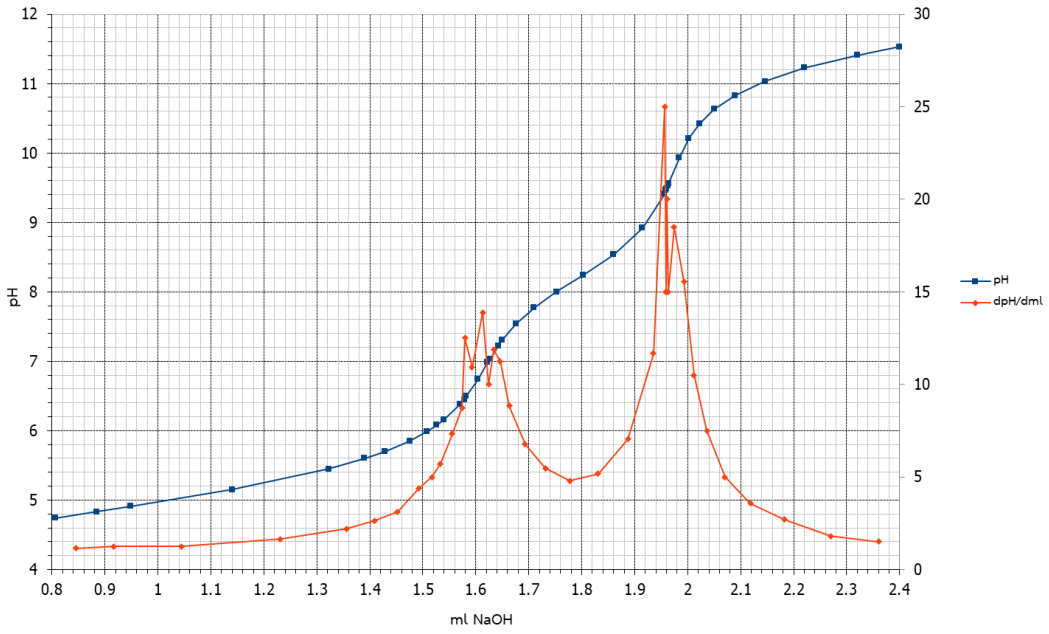
ตารางที่ ญ.2 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.806	4.72	
0.813		0.71
0.820	4.73	
0.842		1.14
0.864	4.78	
0.967		1.07
1.070	5	
1.171		1.34
1.272	5.27	
1.361		1.85
1.450	5.6	
1.471		2.38
1.492	5.7	
1.505		3.08
1.518	5.78	
1.540		3.86
1.562	5.95	
1.576		4.64
1.590	6.08	
1.597		5.71
1.604	6.16	
1.612		6.87
1.620	6.27	
1.627		8.57
1.634	6.39	
1.638		10.00
1.642	6.47	
1.644		10.00
1.646	6.51	
1.650		12.50
1.654	6.61	
1.656		15.00
1.658	6.67	
1.662		15.00
1.666	6.79	
1.670		18.75
1.674	6.94	
1.676		17.50
1.678	7.01	
1.683		20.00
1.688	7.21	
1.691		20.00
1.694	7.33	
1.697		18.33
1.700	7.44	
1.708		15.00
1.716	7.68	
1.726		12.50
1.736	7.93	
1.748		10.83
1.760	8.19	
1.774		10.36
1.788	8.48	
1.803		12.00
1.818	8.84	
1.830		18.33
1.842	9.28	
1.843		25.00
1.844	9.33	
1.845		20.00
1.846	9.37	
1.852		23.33
1.858	9.65	
1.864		21.67
1.870	9.91	
1.875		16.00
1.880	10.07	
1.890		11.50
1.900	10.3	
1.913		7.69
1.926	10.5	
1.945		5.53
1.964	10.71	
1.990		3.65
2.016	10.9	
2.053		2.57
2.090	11.09	
2.139		1.94
2.188	11.28	
2.252		1.41
2.316	11.46	
2.358		1.19
2.400	11.56	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 4

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1077	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ญ.3 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 4

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2175	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	13.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0009	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0315	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	14.49	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	5.23	
Total wt% ของ H_2O_2	19.73	

ตารางที่ ญ.3 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 4

ml	pH	dpH/dml
0.806	4.74	
0.845		1.15
0.884	4.83	
0.916		1.25
0.948	4.91	
1.044		1.25
1.140	5.15	
1.231		1.65
1.322	5.45	
1.356		2.21
1.390	5.6	
1.409		2.63
1.428	5.7	
1.452		3.12
1.476	5.85	
1.492		4.38
1.508	5.99	
1.517		5.00
1.526	6.08	
1.533		5.71
1.540	6.16	
1.555		7.33
1.570	6.38	
1.574		8.75
1.578	6.45	
1.580		12.50
1.582	6.5	
1.593		10.91
1.604	6.74	
1.613		13.89
1.622	6.99	
1.624		10.00

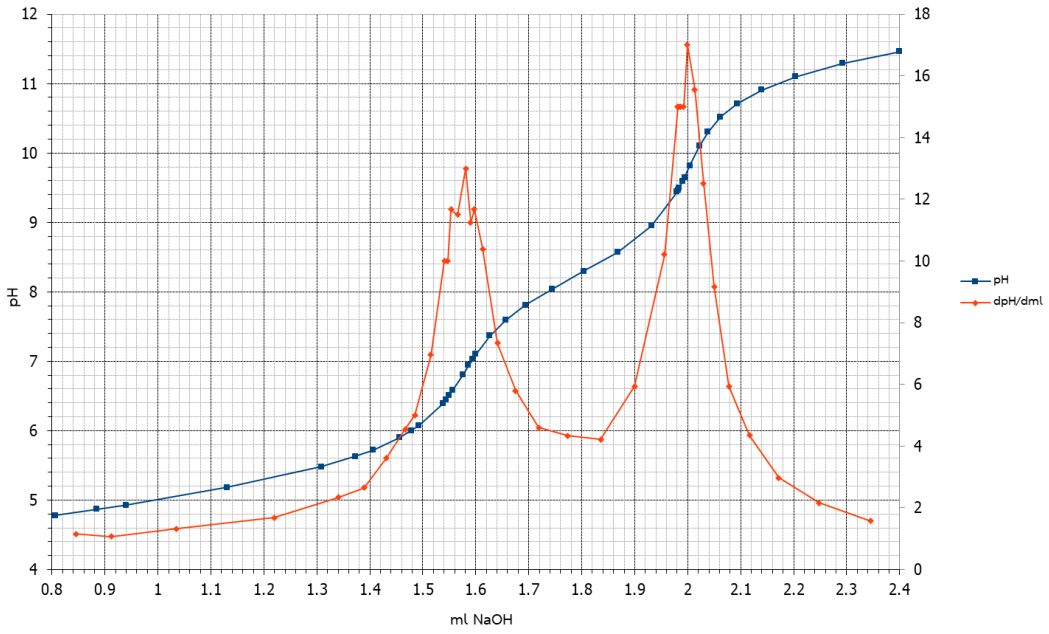
ml	pH	dpH/dml
1.626	7.03	
1.634		11.88
1.642	7.22	
1.646		11.25
1.650	7.31	
1.663		8.85
1.676	7.54	
1.693		6.76
1.710	7.77	
1.731		5.48
1.752	8	
1.777		4.80
1.802	8.24	
1.831		5.17
1.860	8.54	
1.887		7.04
1.914	8.92	
1.935		11.67
1.956	9.41	
1.957		25.00
1.958	9.46	
1.959		15.00
1.960	9.49	
1.961		20.00
1.962	9.53	
1.963		15.00
1.964	9.56	
1.974		18.50
1.984	9.93	
1.993		15.56
2.002	10.21	
2.012		10.50

ml	pH	dpH/dml
2.022	10.42	
2.036		7.50
2.050	10.63	
2.070		5.00
2.090	10.83	
2.118		3.57
2.146	11.03	
2.183		2.70
2.220	11.23	
2.270		1.80
2.320	11.41	
2.360		1.50
2.400	11.53	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1057	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ญ.4 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2271	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	12.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0009	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0291	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	12.82	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	6.48	
Total wt% ของ H_2O_2	19.30	

ตารางที่ ญ.4 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.806	4.78	
0.845		1.15
0.884	4.87	
0.912		1.07
0.940	4.93	
1.035		1.32
1.130	5.18	
1.219		1.69
1.308	5.48	
1.340		2.34
1.372	5.63	
1.389		2.65
1.406	5.72	
1.431		3.60
1.456	5.9	
1.467		4.55
1.478	6	
1.485		5.00
1.492	6.07	
1.515		6.96
1.538	6.39	
1.541		10.00
1.544	6.45	
1.547		10.00
1.550	6.51	
1.553		11.67
1.556	6.58	
1.566		11.50
1.576	6.81	
1.581		13.00
1.586	6.94	
1.590		11.25

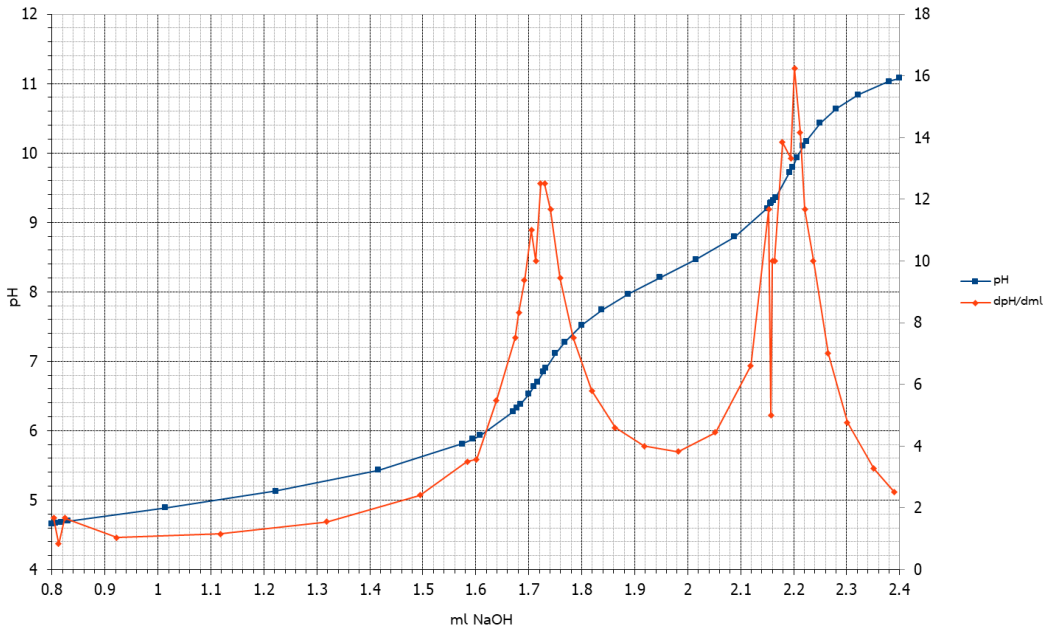
ml	pH	dpH/dml
1.594	7.03	
1.597		11.67
1.600	7.1	
1.613		10.38
1.626	7.37	
1.641		7.33
1.656	7.59	
1.675		5.79
1.694	7.81	
1.719		4.60
1.744	8.04	
1.774		4.33
1.804	8.3	
1.836		4.22
1.868	8.57	
1.900		5.94
1.932	8.95	
1.956		10.21
1.980	9.44	
1.981		15.00
1.982	9.47	
1.983		15.00
1.984	9.5	
1.987		15.00
1.990	9.59	
1.992		15.00
1.994	9.65	
1.999		17.00
2.004	9.82	
2.013		15.56
2.022	10.1	
2.030		12.50

ml	pH	dpH/dml
2.038	10.3	
2.050		9.17
2.062	10.52	
2.078		5.94
2.094	10.71	
2.117		4.35
2.140	10.91	
2.172		2.97
2.204	11.1	
2.248		2.16
2.292	11.29	
2.346		1.57
2.400	11.46	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 11

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1162	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ญ.5 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 11

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 11

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2047	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	10.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0254	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0007	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0225	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	10.97	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	6.77	
Total wt% ของ H_2O_2	17.74	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

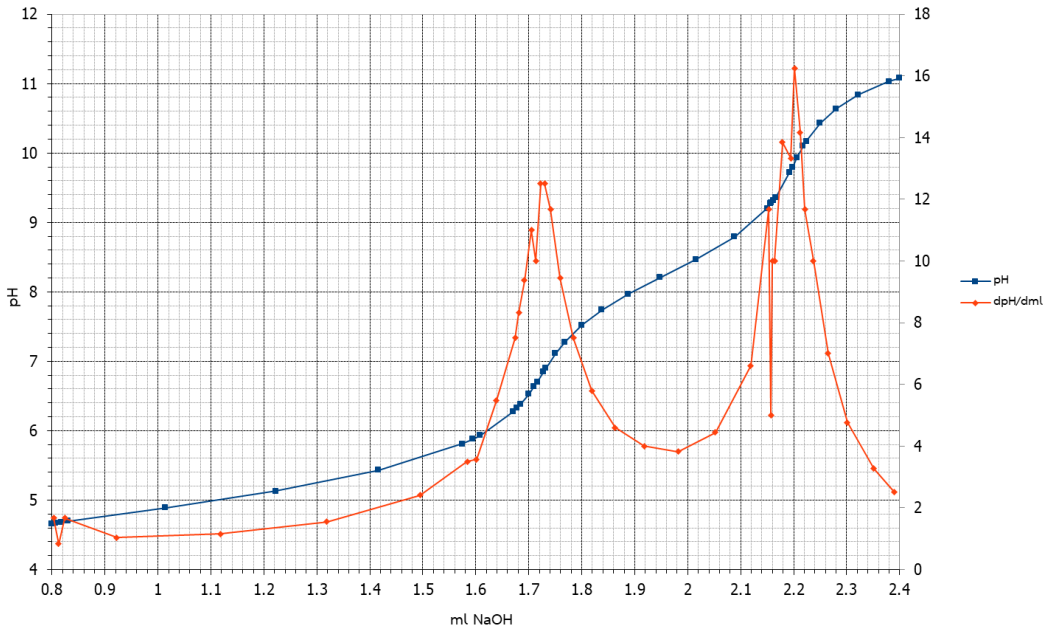
ตารางที่ ญ.5 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 11

ml	pH	dpH/dml
0.800	4.66	
0.803		1.67
0.806	4.67	
0.812		0.83
0.818	4.68	
0.824		1.67
0.830	4.7	
0.922		1.03
1.014	4.89	
1.118		1.15
1.222	5.13	
1.319		1.55
1.416	5.43	
1.495		2.41
1.574	5.81	
1.584		3.50
1.594	5.88	
1.601		3.57
1.608	5.93	
1.639		5.48
1.670	6.27	
1.674		7.50
1.678	6.33	
1.681		8.33
1.684	6.38	
1.692		9.38
1.700	6.53	
1.705		11.00
1.710	6.64	
1.713		10.00
1.716	6.7	
1.722		12.50
1.728	6.85	
1.730		12.50
1.732	6.9	
1.741		11.67
1.750	7.11	
1.759		9.44
1.768	7.28	
1.784		7.50
1.800	7.52	
1.819		5.79
1.838	7.74	
1.863		4.60
1.888	7.97	
1.918		4.00
1.948	8.21	
1.982		3.82
2.016	8.47	
2.052		4.44
2.088	8.79	
2.119		6.61
2.150	9.2	
2.153		11.67
2.156	9.27	
2.157		5.00
2.158	9.28	
2.160		10.00
2.162	9.32	
2.164		10.00
2.166	9.36	
2.179		13.85
2.192	9.72	
2.195		13.33
2.198	9.8	
2.202		16.25
2.206	9.93	
2.212		14.17
2.218	10.1	
2.221		11.67
2.224	10.17	
2.237		10.00
2.250	10.43	
2.265		7.00
2.280	10.64	
2.301		4.76
2.322	10.84	
2.351		3.28
2.380	11.03	
2.390		2.50
2.400	11.08	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1016	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ญ.6 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2086	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	9.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0272	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0007	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0227	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	10.86	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	6.76	
Total wt% ของ H_2O_2	17.63	

ตารางที่ ญ.6 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.800	4.77	
0.803		1.67
0.806	4.78	
0.812		1.67
0.818	4.8	
0.830		0.83
0.842	4.82	
0.924		1.28
1.006	5.03	
1.097		1.48
1.188	5.3	
1.267		2.28
1.346	5.66	
1.360		3.21
1.374	5.75	
1.382		3.75
1.390	5.81	
1.410		4.50
1.430	5.99	
1.441		5.91
1.452	6.12	
1.456		7.50
1.460	6.18	
1.467		7.86
1.474	6.29	
1.485		10.45
1.496	6.52	
1.498		12.50
1.500	6.57	
1.502		12.50
1.504	6.62	
1.514		14.00

ml	pH	dpH/dml
1.524	6.9	
1.534		14.00
1.544	7.18	
1.553		10.56
1.562	7.37	
1.576		7.86
1.590	7.59	
1.608		6.39
1.626	7.82	
1.649		5.22
1.672	8.06	
1.700		4.46
1.728	8.31	
1.759		4.52
1.790	8.59	
1.820		5.67
1.850	8.93	
1.875		9.40
1.900	9.4	
1.902		12.50
1.904	9.45	
1.906		15.00
1.908	9.51	
1.910		12.50
1.912	9.56	
1.920		15.63
1.928	9.81	
1.937		15.56
1.946	10.09	
1.956		12.00
1.966	10.33	
1.979		8.85

ml	pH	dpH/dml
1.992	10.56	
2.009		5.88
2.026	10.76	
2.050		4.17
2.074	10.96	
2.107		2.88
2.140	11.15	
2.185		2.11
2.230	11.34	
2.290		1.58
2.350	11.53	
2.375		1.40
2.400	11.6	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฎ
ข้อมูลดิบการไทเทรตด้วยเครื่อง Autor Titrator ในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w

ข้อมูลการไทเทรตเพื่อหากรดเปอร์อะซีติกหลังจากเจือจางและหากรดอะซีติกที่เหลือในการเจือจางกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w ให้เหลือความเข้มข้น 5%w/w โดยใช้น้ำกลั่นและน้ำที่มีแอนไอออนต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 14 วัน โดยในวันที่เริ่มทำการเจือจางจะเห็นจุดสมมูลของการไทเทรต 2 จุด โดยจุดแรกจะเป็นจุดสมมูลของกรดอะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตจากเริ่มต้นจนถึงจุดสมมูลแรกจะเป็นปริมาณเบสที่ใช้ในการไทเทรตกรดอะซีติก ส่วนจุดสมมูลที่สองเป็นของกรดเปอร์อะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตระหว่างจุดสมมูลที่หนึ่งและจุดสมมูลที่สองคือปริมาณเบสที่ใช้ไทเทรตกรดเปอร์อะซีติก

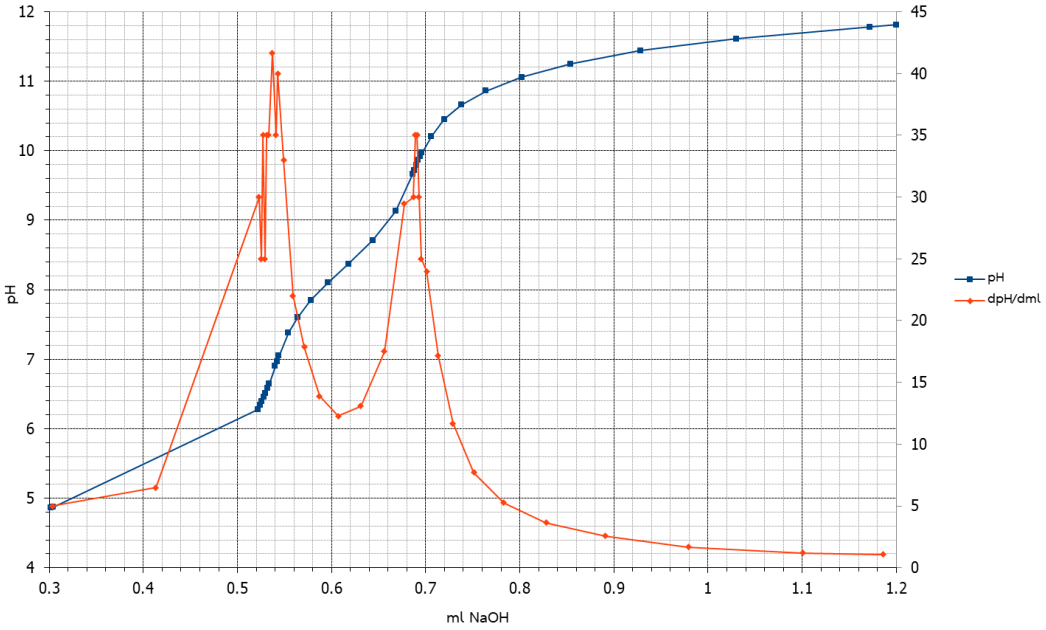
เตรียมสารละลายโดยการนำกรดเปอร์อะซีติกที่ผลิตได้จากภาคผนวก ญ มาทำการแบ่งใส่ขวด HDPE จำนวน 7 ขวด ขวดละ 25 ml ผสมน้ำกลั่นหรือน้ำที่มีแอนไอออนทั้ง 6 ชนิด 50 ml ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง และติดตามเปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลา 14 วัน โดยนำตัวอย่างมาทำการไทเทรตด้วยเครื่อง Auto Titrator กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลจากการไทเทรตแสดงดังรูปที่ ฎ.1-ฎ.40 และตารางที่ ฎ.1-ฎ.40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกด้วยน้ำกลั่น วันที่ 0-14

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1013	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.1 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2039	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0090	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.40	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.458094	
Total wt% ของ H_2O_2	6.86	

ตารางที่ ฎ.1 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

Ml	pH	dpH/dml
0.302	4.86	
0.303		5.00
0.304	4.87	
0.413		6.47
0.522	6.28	
0.523		30.00
0.524	6.34	
0.525		25.00
0.526	6.39	
0.527		35.00
0.528	6.46	
0.529		25.00
0.530	6.51	
0.531		35.00
0.532	6.58	
0.533		35.00
0.534	6.65	
0.537		41.67
0.540	6.9	
0.541		35.00
0.542	6.97	
0.543		40.00
0.544	7.05	
0.549		33.00
0.554	7.38	
0.559		22.00
0.564	7.6	
0.571		17.86
0.578	7.85	
0.587		13.89

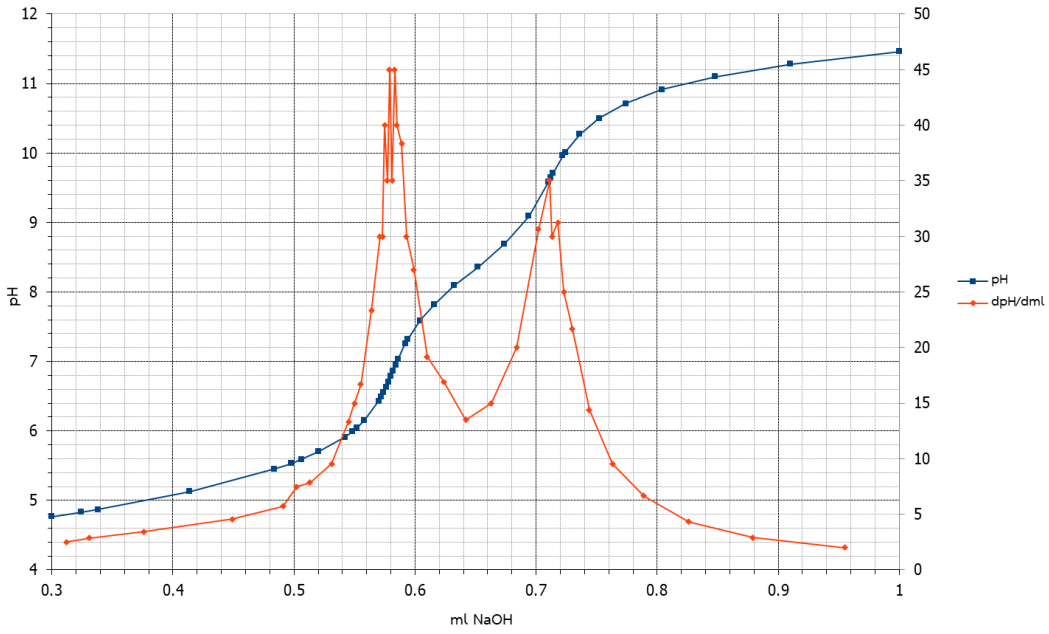
ml	pH	dpH/dml
0.596	8.1	
0.607		12.27
0.618	8.37	
0.631		13.08
0.644	8.71	
0.656		17.50
0.668	9.13	
0.677		29.44
0.686	9.66	
0.687		30.00
0.688	9.72	
0.689		35.00
0.690	9.79	
0.691		35.00
0.692	9.86	
0.693		30.00
0.694	9.92	
0.695		25.00
0.696	9.97	
0.701		24.00
0.706	10.21	
0.713		17.14
0.720	10.45	
0.729		11.67
0.738	10.66	
0.751		7.69
0.764	10.86	
0.783		5.26
0.802	11.06	
0.828		3.65

ml	pH	dpH/dml
0.854	11.25	
0.891		2.57
0.928	11.44	
0.979		1.67
1.030	11.61	
1.101		1.20
1.172	11.78	
1.186		1.07
1.200	11.81	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1045	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.2 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2132	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.90	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0095	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.43	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.07	
Total wt% ของ H_2O_2	6.50	

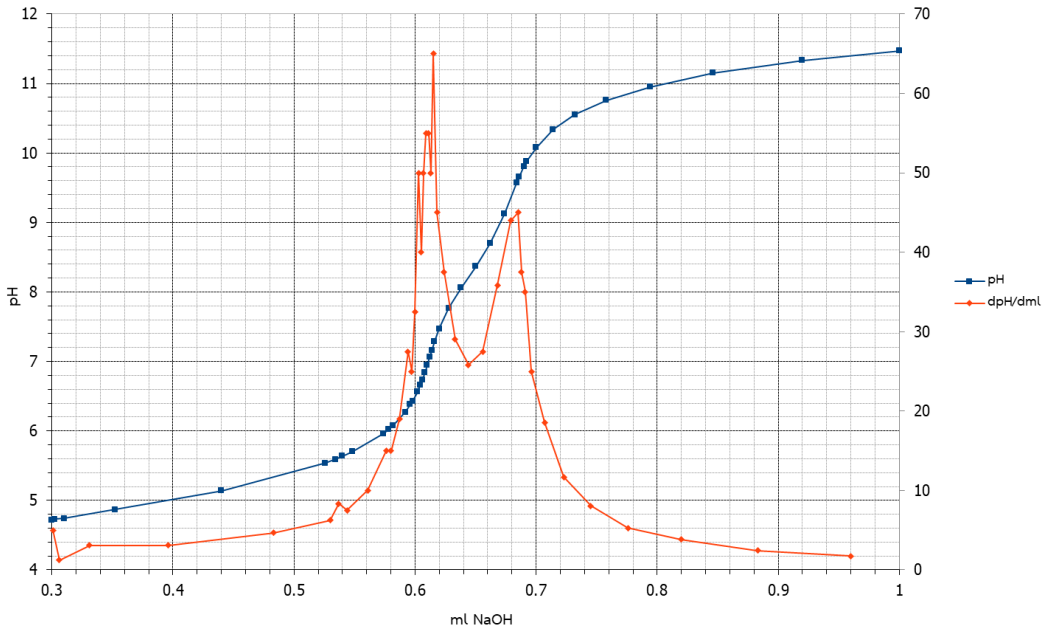
ตารางที่ ฎ.2 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.77	
0.312		2.50
0.324	4.83	
0.331		2.86
0.338	4.87	
0.376		3.42
0.414	5.13	
0.449		4.57
0.484	5.45	
0.491		5.71
0.498	5.53	
0.502		7.50
0.506	5.59	
0.513		7.86
0.520	5.7	
0.531		9.55
0.542	5.91	
0.545		13.33
0.548	5.99	
0.550		15.00
0.552	6.05	
0.555		16.67
0.558	6.15	
0.564		23.33
0.570	6.43	
0.571		30.00
0.572	6.49	
0.573		30.00
0.574	6.55	
0.575		40.00
0.576	6.63	
0.577		35.00
0.578	6.7	
0.579		45.00
0.580	6.79	
0.581		35.00
0.582	6.86	
0.583		45.00
0.584	6.95	
0.585		40.00
0.586	7.03	
0.589		38.33
0.592	7.26	
0.593		30.00
0.594	7.32	
0.599		27.00
0.604	7.59	
0.610		19.17
0.616	7.82	
0.624		16.88
0.632	8.09	
0.642		13.50
0.652	8.36	
0.663		15.00
0.674	8.69	
0.684		20.00
0.694	9.09	
0.702		30.63
0.710	9.58	
0.711		35.00
0.712	9.65	
0.713		30.00
0.714	9.71	
0.718		31.25
0.722	9.96	
0.723		25.00
0.724	10.01	
0.730		21.67
0.736	10.27	
0.744		14.38
0.752	10.5	
0.763		9.55
0.774	10.71	
0.789		6.67
0.804	10.91	
0.826		4.32
0.848	11.1	
0.879		2.90
0.910	11.28	
0.955		2.00
1.000	11.46	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 4

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1006	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.3 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 4

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2154	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.90	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0119	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.51	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.24	
Total wt% ของ H_2O_2	6.75	

ตารางที่ ฎ.3 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 4

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.72	
0.301		5.00
0.302	4.73	
0.306		1.25
0.310	4.74	
0.331		3.10
0.352	4.87	
0.396		3.07
0.440	5.14	
0.483		4.65
0.526	5.54	
0.530		6.25
0.534	5.59	
0.537		8.33
0.540	5.64	
0.544		7.50
0.548	5.7	
0.561		10.00
0.574	5.96	
0.576		15.00
0.578	6.02	
0.580		15.00
0.582	6.08	
0.587		19.00
0.592	6.27	
0.594		27.50
0.596	6.38	
0.597		25.00
0.598	6.43	
0.600		32.50
0.602	6.56	
0.603		50.00

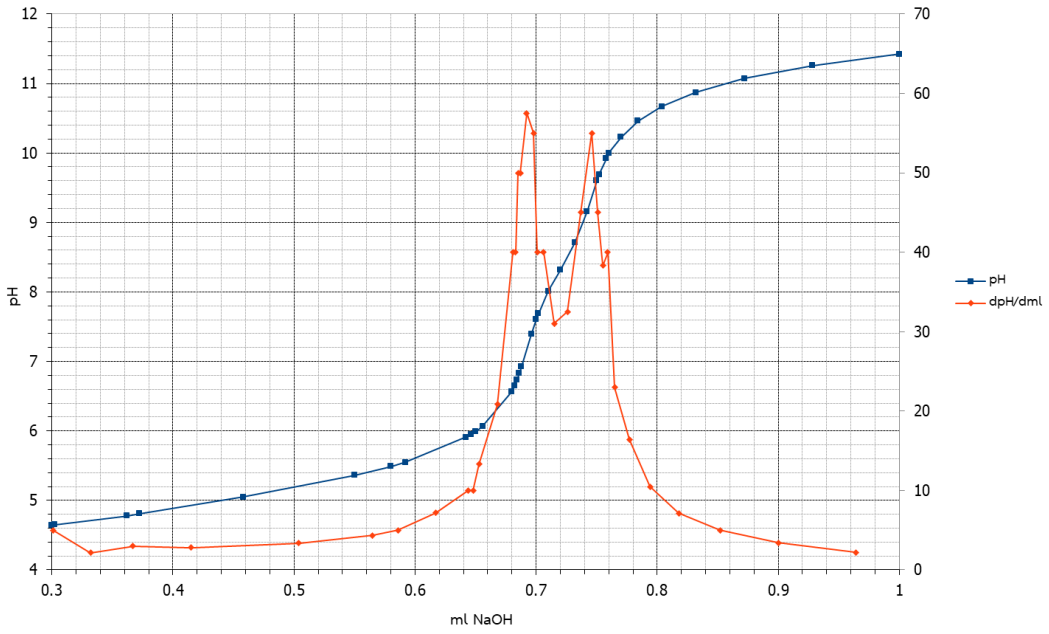
ml	pH	dpH/dml
0.604	6.66	
0.605		40.00
0.606	6.74	
0.607		50.00
0.608	6.84	
0.609		55.00
0.610	6.95	
0.611		55.00
0.612	7.06	
0.613		50.00
0.614	7.16	
0.615		65.00
0.616	7.29	
0.618		45.00
0.620	7.47	
0.624		37.50
0.628	7.77	
0.633		29.00
0.638	8.06	
0.644		25.83
0.650	8.37	
0.656		27.50
0.662	8.7	
0.668		35.83
0.674	9.13	
0.679		44.00
0.684	9.57	
0.685		45.00
0.686	9.66	
0.688		37.50
0.690	9.81	
0.691		35.00

ml	pH	dpH/dml
0.692	9.88	
0.696		25.00
0.700	10.08	
0.707		18.57
0.714	10.34	
0.723		11.67
0.732	10.55	
0.745		8.08
0.758	10.76	
0.776		5.28
0.794	10.95	
0.820		3.85
0.846	11.15	
0.883		2.43
0.920	11.33	
0.960		1.75
1.000	11.47	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 6

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1101	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.4 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 6

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2168	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	5.00	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0004	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0121	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.59	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.80	
Total wt% ของ H_2O_2	6.39	

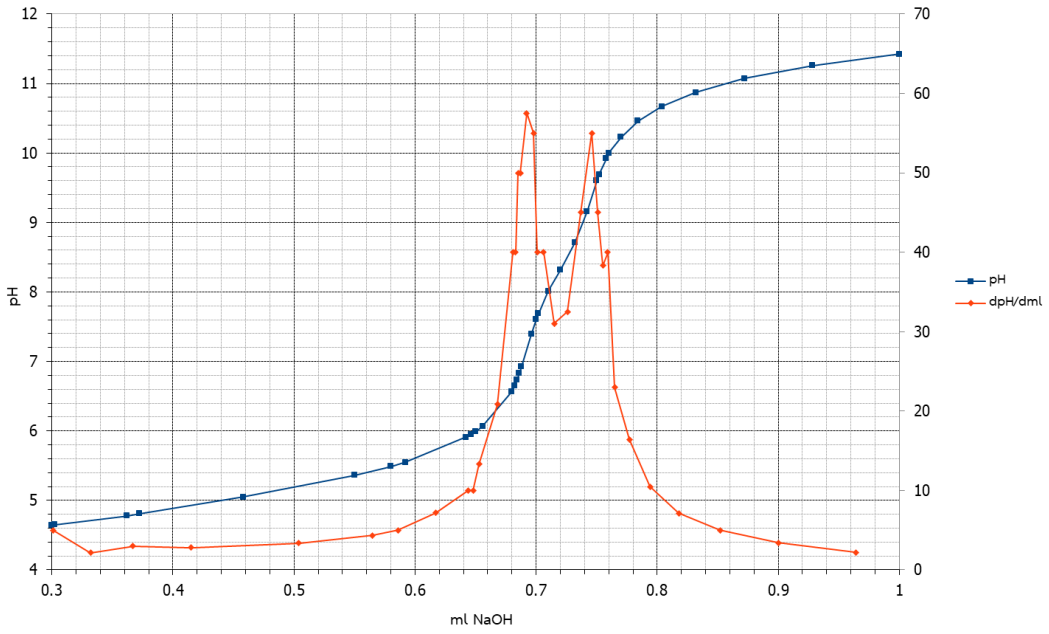
ตารางที่ ฎ.4 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 6

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.64	
0.301		5.00
0.302	4.65	
0.332		2.17
0.362	4.78	
0.367		3.00
0.372	4.81	
0.415		2.79
0.458	5.05	
0.504		3.37
0.550	5.36	
0.565		4.33
0.580	5.49	
0.586		5.00
0.592	5.55	
0.617		7.20
0.642	5.91	
0.644		10.00
0.646	5.95	
0.648		10.00
0.650	5.99	
0.653		13.33
0.656	6.07	
0.668		20.83
0.680	6.57	
0.681		40.00
0.682	6.65	
0.683		40.00
0.684	6.73	
0.685		50.00
0.686	6.83	
0.687		50.00
0.688	6.93	
0.692		57.50
0.696	7.39	
0.698		55.00
0.700	7.61	
0.701		40.00
0.702	7.69	
0.706		40.00
0.710	8.01	
0.715		31.00
0.720	8.32	
0.726		32.50
0.732	8.71	
0.737		45.00
0.742	9.16	
0.746		55.00
0.750	9.6	
0.751		45.00
0.752	9.69	
0.755		38.33
0.758	9.92	
0.759		40.00
0.760	10	
0.765		23.00
0.770	10.23	
0.777		16.43
0.784	10.46	
0.794		10.50
0.804	10.67	
0.818		7.14
0.832	10.87	
0.852		5.00
0.872	11.07	
0.900		3.39
0.928	11.26	
0.964		2.22
1.000	11.42	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1049	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.5 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2022	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0114	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.63	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.70	
Total wt% ของ H_2O_2	6.33	

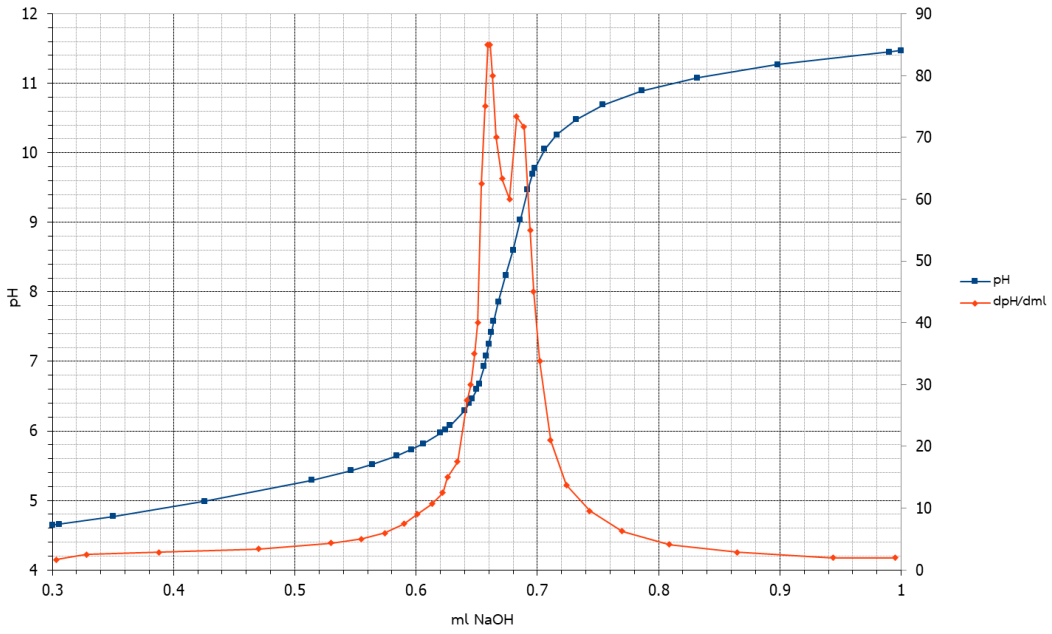
ตารางที่ ฎ.5 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.67	
0.331		2.42
0.362	4.82	
0.366		2.50
0.370	4.84	
0.407		2.97
0.444	5.06	
0.488		3.52
0.532	5.37	
0.546		4.64
0.560	5.5	
0.567		6.43
0.574	5.59	
0.580		5.83
0.586	5.66	
0.599		8.08
0.612	5.87	
0.616		10.00
0.620	5.95	
0.622		12.50
0.624	6	
0.637		19.23
0.650	6.5	
0.651		35.00
0.652	6.57	
0.653		40.00
0.654	6.65	
0.655		40.00
0.656	6.73	
0.659		56.67
0.662	7.07	
0.663		65.00
0.664	7.2	
0.665		65.00
0.666	7.33	
0.667		60.00
0.668	7.45	
0.670		60.00
0.672	7.69	
0.675		45.00
0.678	7.96	
0.682		40.00
0.686	8.28	
0.691		40.00
0.696	8.68	
0.700		53.75
0.704	9.11	
0.708		60.00
0.712	9.59	
0.713		55.00
0.714	9.7	
0.716		42.50
0.718	9.87	
0.719		35.00
0.720	9.94	
0.725		26.00
0.730	10.2	
0.736		18.33
0.742	10.42	
0.751		11.67
0.760	10.63	
0.773		8.08
0.786	10.84	
0.804		5.28
0.822	11.03	
0.848		3.65
0.874	11.22	
0.911		2.43
0.948	11.4	
0.974		1.92
1.000	11.5	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1018	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.6 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2188	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	5.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0004	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0124	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.65	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.48	
Total wt% ของ H_2O_2	6.13	

ตารางที่ ฎ.6 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

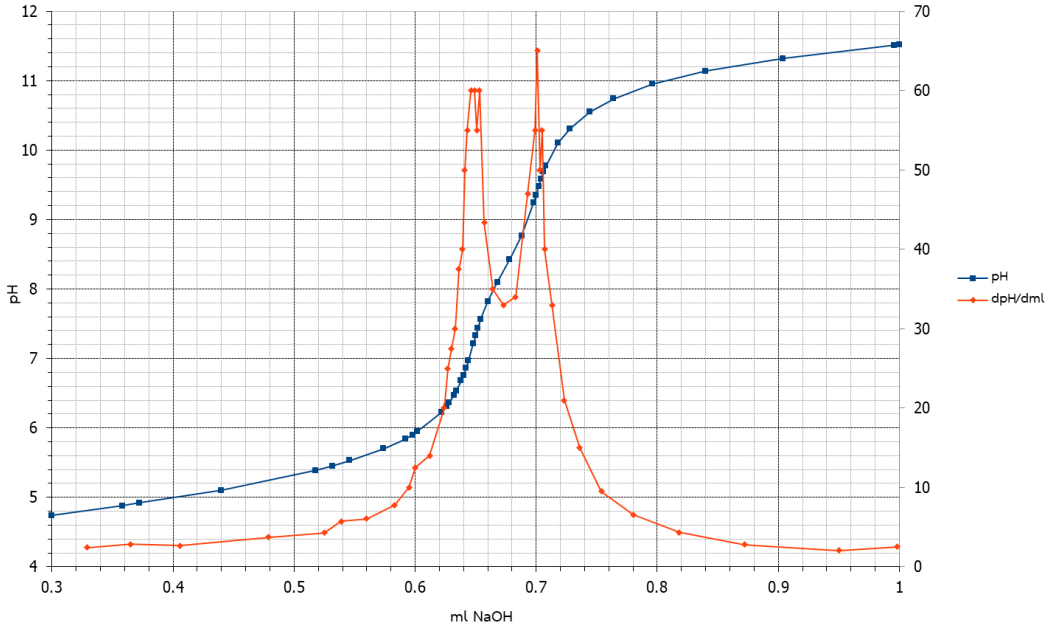
ml	pH	dpH/dml
0.300	4.65	
0.303		1.67
0.306	4.66	
0.328		2.50
0.350	4.77	
0.388		2.89
0.426	4.99	
0.470		3.41
0.514	5.29	
0.530		4.37
0.546	5.43	
0.555		5.00
0.564	5.52	
0.574		6.00
0.584	5.64	
0.590		7.50
0.596	5.73	
0.601		9.00
0.606	5.82	
0.613		10.71
0.620	5.97	
0.622		12.50
0.624	6.02	
0.626		15.00
0.628	6.08	
0.634		17.50
0.640	6.29	
0.642		27.50
0.644	6.4	
0.645		30.00
0.646	6.46	
0.648		35.00
0.650	6.6	
0.651		40.00
0.652	6.68	
0.654		62.50
0.656	6.93	
0.657		75.00
0.658	7.08	
0.659		85.00
0.660	7.25	
0.661		85.00
0.662	7.42	
0.663		80.00
0.664	7.58	
0.666		70.00
0.668	7.86	
0.671		63.33
0.674	8.24	
0.677		60.00
0.680	8.6	
0.683		73.33
0.686	9.04	
0.689		71.67
0.692	9.47	
0.694		55.00
0.696	9.69	
0.697		45.00
0.698	9.78	
0.702		33.75
0.706	10.05	
0.711		21.00
0.716	10.26	
0.724		13.75
0.732	10.48	
0.743		9.55
0.754	10.69	
0.770		6.25
0.786	10.89	
0.809		4.13
0.832	11.08	
0.865		2.88
0.898	11.27	
0.944		1.96
0.990	11.45	
0.995		2.00
1.000	11.47	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกด้วยโซเดียมคลอไรด์ วันที่ 0-7

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.108	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.7 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2040	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0090	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.40	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.335506	
Total wt% ของ H_2O_2	6.73	

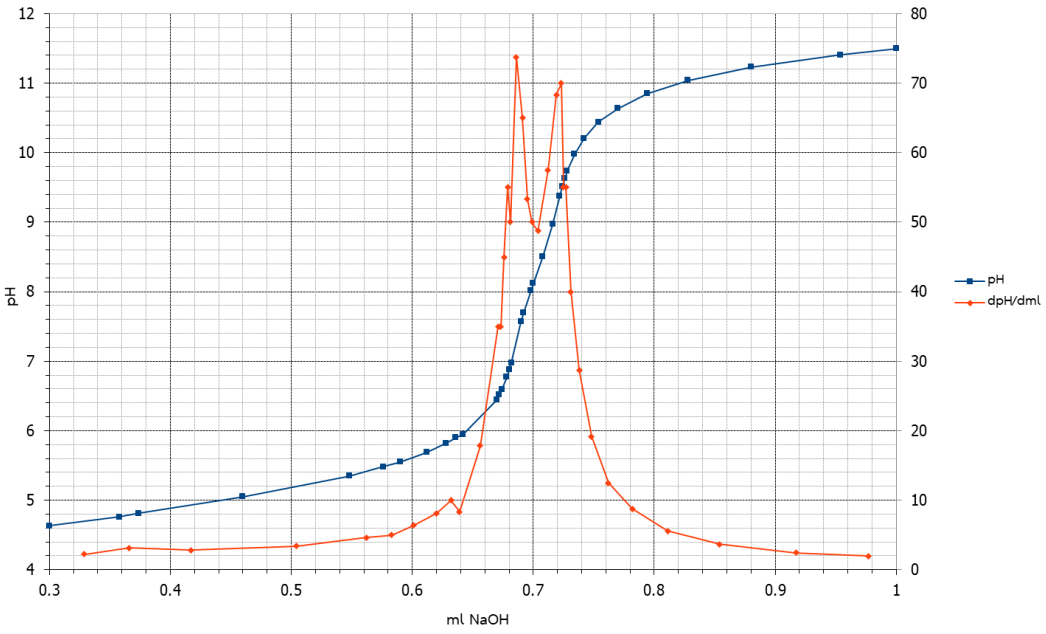
ตารางที่ ฎ.7 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.78	
0.331		2.74
0.362	4.95	
0.365		3.33
0.368	4.97	
0.387		3.42
0.406	5.1	
0.445		4.36
0.484	5.44	
0.493		5.56
0.502	5.54	
0.506		7.50
0.510	5.6	
0.520		8.00
0.530	5.76	
0.534		10.00
0.538	5.84	
0.542		11.25
0.546	5.93	
0.550		13.75
0.554	6.04	
0.556		15.00
0.558	6.1	
0.561		18.33
0.564	6.21	
0.567		23.33
0.570	6.35	
0.571		30.00
0.572	6.41	
0.573		20.00
0.574	6.45	
0.575		40.00
0.576	6.53	
0.577		30.00
0.578	6.59	
0.579		40.00
0.580	6.67	
0.581		35.00
0.582	6.74	
0.583		40.00
0.584	6.82	
0.585		35.00
0.586	6.89	
0.587		45.00
0.588	6.98	
0.589		35.00
0.590	7.05	
0.595		33.00
0.600	7.38	
0.605		23.00
0.610	7.61	
0.617		17.86
0.624	7.86	
0.633		13.89
0.642	8.11	
0.653		12.73
0.664	8.39	
0.666		80.00
0.668	8.71	
0.689		9.29
0.710	9.1	
0.719		28.33
0.728	9.61	
0.729		35.00
0.730	9.68	
0.731		35.00
0.732	9.75	
0.733		30.00
0.734	9.81	
0.735		35.00
0.736	9.88	
0.738		30.00
0.740	10	
0.746		22.50
0.752	10.27	
0.759		15.71
0.766	10.49	
0.776		10.50
0.786	10.7	
0.800		7.14
0.814	10.9	
0.834		5.00
0.854	11.1	
0.882		3.39
0.910	11.29	
0.950		2.25
0.990	11.47	
1.046		1.52
1.102	11.64	
1.151		1.22
1.200	11.76	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1039	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.8 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2067	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	1.60	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0001	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0039	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	1.88	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.58	
Total wt% ของ H_2O_2	2.46	

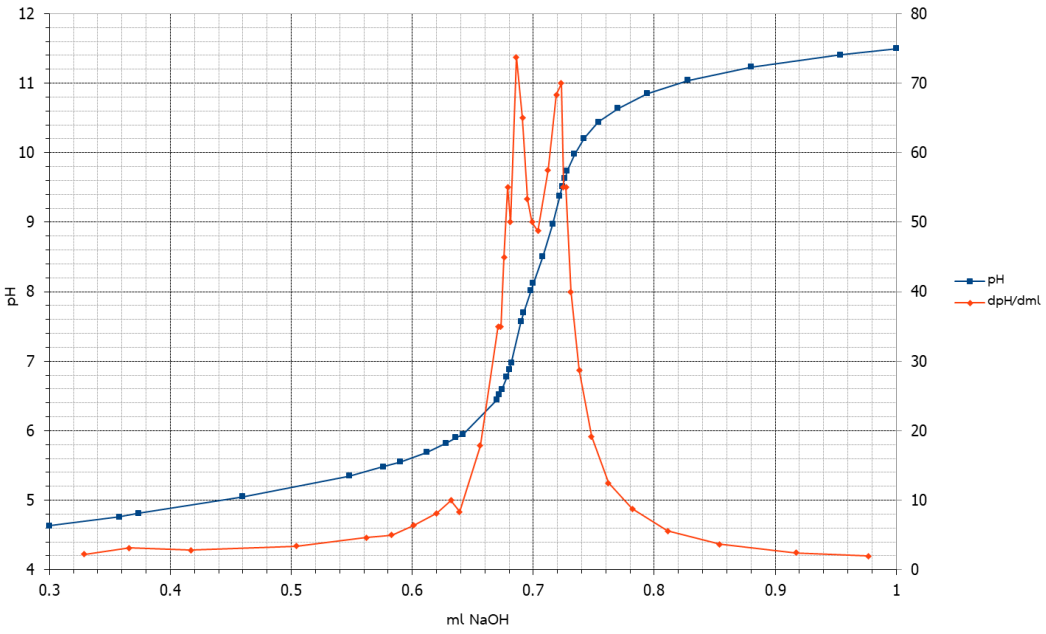
ตารางที่ ฎ.8 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.3	4.63	
0.329		2.24
0.358	4.76	
0.366		3.12
0.374	4.81	
0.417		2.79
0.46	5.05	
0.504		3.41
0.548	5.35	
0.562		4.64
0.576	5.48	
0.583		5.00
0.59	5.55	
0.601		6.36
0.612	5.69	
0.62		8.12
0.628	5.82	
0.632		10.00
0.636	5.9	
0.639		8.33
0.642	5.95	
0.656		17.86
0.67	6.45	
0.671		35.00
0.672	6.52	
0.673		35.00
0.674	6.59	
0.676		45.00
0.678	6.77	
0.679		55.00
0.68	6.88	
0.681		50.00
0.682	6.98	
0.686		73.75
0.69	7.57	
0.691		65.00
0.692	7.7	
0.695		53.33
0.698	8.02	
0.699		50.00
0.7	8.12	
0.704		48.75
0.708	8.51	
0.712		57.50
0.716	8.97	
0.719		68.33
0.722	9.38	
0.723		70.00
0.724	9.52	
0.725		55.00
0.726	9.63	
0.727		55.00
0.728	9.74	
0.731		40.00
0.734	9.98	
0.738		28.75
0.742	10.21	
0.748		19.17
0.754	10.44	
0.762		12.50
0.77	10.64	
0.782		8.75
0.794	10.85	
0.811		5.59
0.828	11.04	
0.854		3.65
0.88	11.23	
0.917		2.43
0.954	11.41	
0.977		1.96
1	11.5	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 4

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.103	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.9 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 4

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2152	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	1.00	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0001	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0024	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	1.13	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.00	
Total wt% ของ H_2O_2	1.13	

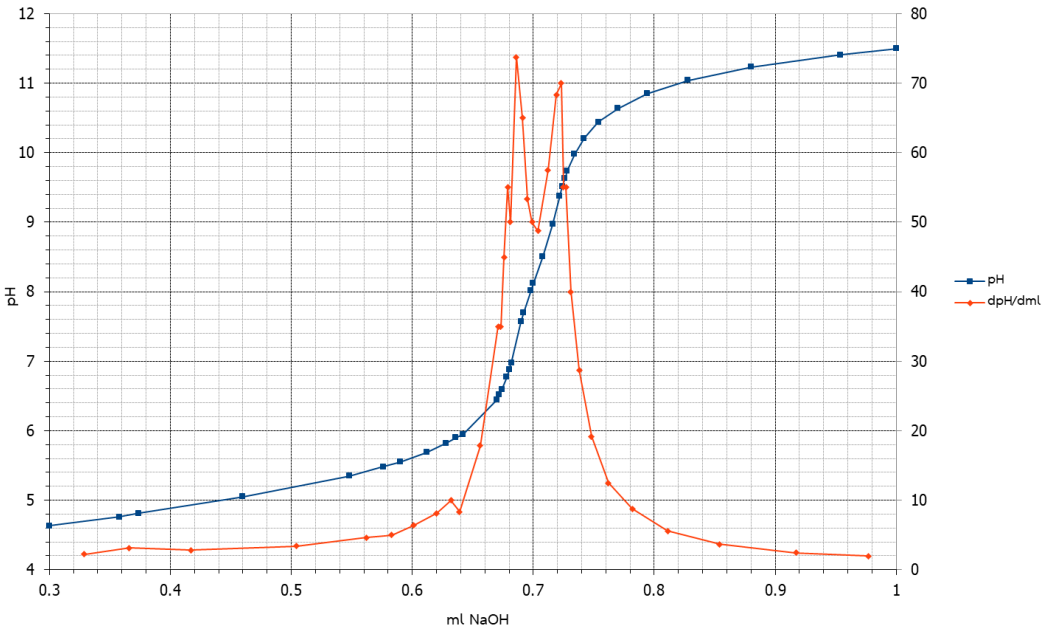
ตารางที่ ฎ.9 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 4

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.58	
0.302		2.50
0.304	4.59	
0.305		0.00
0.306	4.59	
0.385		2.34
0.464	4.96	
0.475		3.18
0.486	5.03	
0.504		3.06
0.522	5.14	
0.559		3.65
0.596	5.41	
0.612		5.00
0.628	5.57	
0.633		7.00
0.638	5.64	
0.643		6.00
0.648	5.7	
0.670		10.45
0.692	6.16	
0.693		20.00
0.694	6.2	
0.695		15.00
0.696	6.23	
0.699		23.33
0.702	6.37	
0.704		30.00
0.706	6.49	
0.707		35.00
0.708	6.56	
0.711		55.00
0.714	6.89	
0.715		105.00
0.716	7.1	
0.717		165.00
0.718	7.43	
0.719		370.00
0.720	8.17	
0.721		395.00
0.722	8.96	
0.723		180.00
0.724	9.32	
0.725		105.00
0.726	9.53	
0.728		70.00
0.730	9.81	
0.733		45.00
0.736	10.08	
0.740		28.75
0.744	10.31	
0.750		19.17
0.756	10.54	
0.764		12.50
0.772	10.74	
0.784		8.75
0.796	10.95	
0.813		5.59
0.830	11.14	
0.855		3.60
0.880	11.32	
0.917		2.43
0.954	11.5	
0.977		1.74
1.000	11.58	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1032	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.10 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2024	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0001	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0019	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	0.96	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.00	
Total wt% ของ H_2O_2	0.96	

ตารางที่ ฎ.10 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

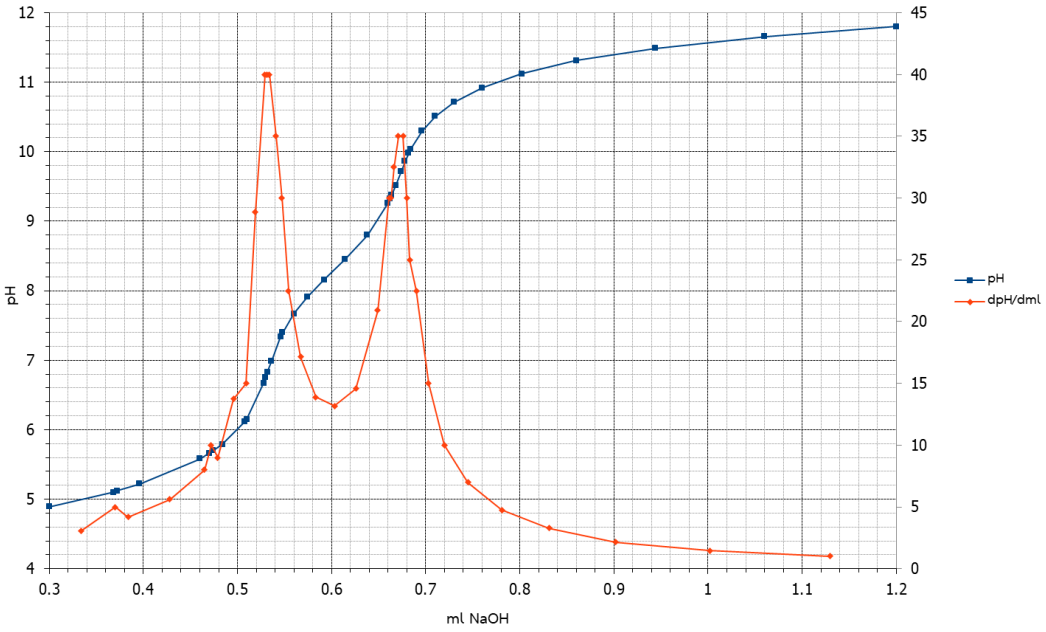
ml	pH	dpH/dml
0.300	4.61	
0.334		2.21
0.368	4.76	
0.371		1.67
0.374	4.77	
0.399		2.40
0.424	4.89	
0.451		2.59
0.478	5.03	
0.518		3.13
0.558	5.28	
0.578		4.00
0.598	5.44	
0.609		4.55
0.620	5.54	
0.631		5.45
0.642	5.66	
0.650		6.87
0.658	5.77	
0.665		7.86
0.672	5.88	
0.676		10.00
0.680	5.96	
0.684		13.75
0.688	6.07	
0.690		12.50
0.692	6.12	
0.697		18.00
0.702	6.3	
0.704		22.50
0.706	6.39	
0.707		30.00
0.708	6.45	
0.710		27.50
0.712	6.56	
0.715		50.00
0.718	6.86	
0.719		85.00
0.720	7.03	
0.721		155.00
0.722	7.34	
0.723		335.00
0.724	8.01	
0.725		460.00
0.726	8.93	
0.727		220.00
0.728	9.37	
0.729		130.00
0.730	9.63	
0.732		62.50
0.734	9.88	
0.737		43.33
0.740	10.14	
0.744		28.75
0.748	10.37	
0.754		19.17
0.760	10.6	
0.768		12.50
0.776	10.8	
0.788		8.33
0.800	11	
0.817		5.59
0.834	11.19	
0.859		3.60
0.884	11.37	
0.922		2.24
0.960	11.54	
0.980		2.00
1.000	11.62	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกด้วยโซเดียมซัลเฟต วันที่ 0-14

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1003	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.11 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2101	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.60	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0095	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.50	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.32	
Total wt% ของ H_2O_2	6.82	

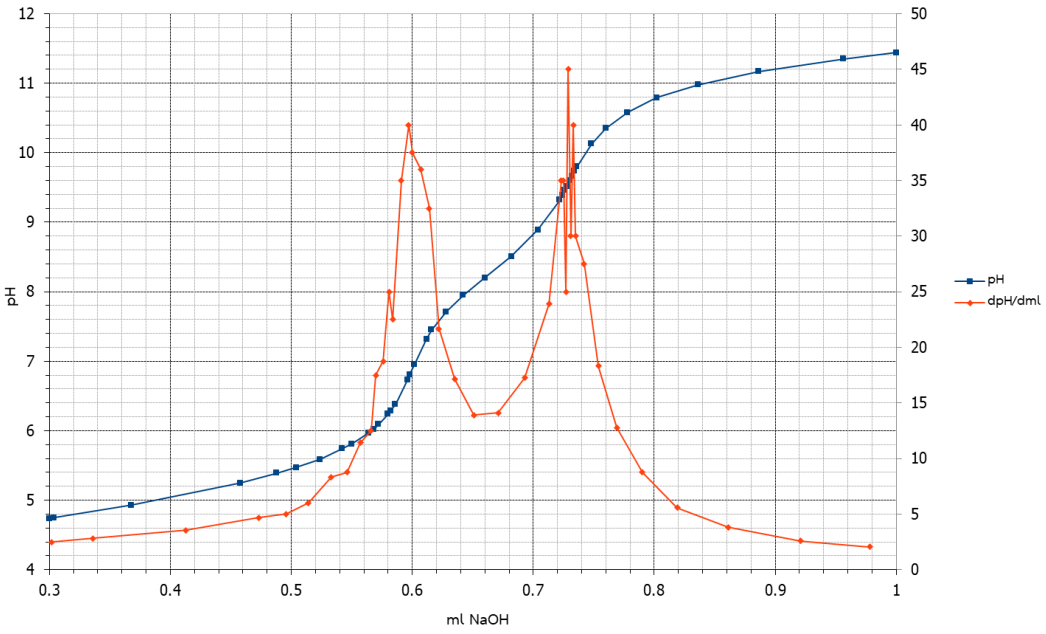
ตารางที่ ฎ.11 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.89	
0.334		3.09
0.368	5.1	
0.370		5.00
0.372	5.12	
0.384		4.17
0.396	5.22	
0.428		5.63
0.460	5.58	
0.465		8.00
0.470	5.66	
0.472		10.00
0.474	5.7	
0.479		9.00
0.484	5.79	
0.496		13.75
0.508	6.12	
0.509		15.00
0.510	6.15	
0.519		28.89
0.528	6.67	
0.529		40.00
0.530	6.75	
0.531		40.00
0.532	6.83	
0.534		40.00
0.536	6.99	
0.541		35.00
0.546	7.34	
0.547		30.00
0.548	7.4	
0.554		22.50
0.560	7.67	
0.567		17.14
0.574	7.91	
0.583		13.89
0.592	8.16	
0.603		13.18
0.614	8.45	
0.626		14.58
0.638	8.8	
0.649		20.91
0.660	9.26	
0.661		30.00
0.662	9.32	
0.663		30.00
0.664	9.38	
0.666		32.50
0.668	9.51	
0.671		35.00
0.674	9.72	
0.676		35.00
0.678	9.86	
0.680		30.00
0.682	9.98	
0.683		25.00
0.684	10.03	
0.690		22.50
0.696	10.3	
0.703		15.00
0.710	10.51	
0.720		10.00
0.730	10.71	
0.745		7.00
0.760	10.92	
0.781		4.76
0.802	11.12	
0.831		3.28
0.860	11.31	
0.902		2.14
0.944	11.49	
1.002		1.47
1.060	11.66	
1.130		1.00
1.200	11.8	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1077	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.12 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2046	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0092	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.50	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.01	
Total wt% ของ H_2O_2	6.51	

ตารางที่ ฎ.12 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.74	
0.302		2.50
0.304	4.75	
0.336		2.81
0.368	4.93	
0.413		3.56
0.458	5.25	
0.473		4.67
0.488	5.39	
0.496		5.00
0.504	5.47	
0.514		6.00
0.524	5.59	
0.533		8.33
0.542	5.74	
0.546		8.75
0.550	5.81	
0.557		11.43
0.564	5.97	
0.566		12.50
0.568	6.02	
0.570		17.50
0.572	6.09	
0.576		18.75
0.580	6.24	
0.581		25.00
0.582	6.29	
0.584		22.50
0.586	6.38	
0.591		35.00
0.596	6.73	
0.597		40.00

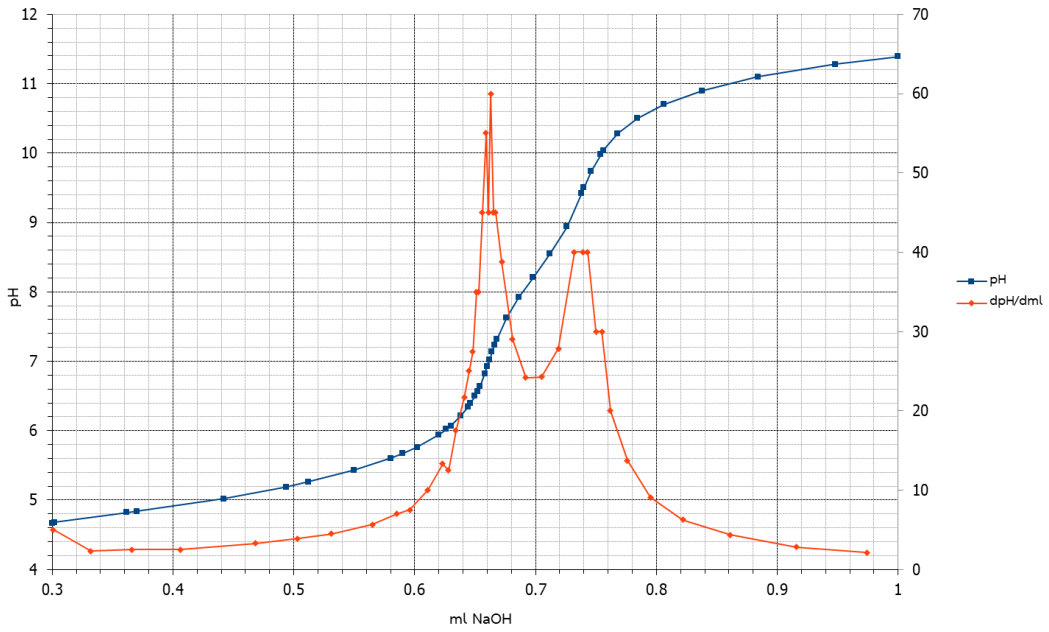
ml	pH	dpH/dml
0.598	6.81	
0.600		37.50
0.602	6.96	
0.607		36.00
0.612	7.32	
0.614		32.50
0.616	7.45	
0.622		21.67
0.628	7.71	
0.635		17.14
0.642	7.95	
0.651		13.89
0.660	8.2	
0.671		14.09
0.682	8.51	
0.693		17.27
0.704	8.89	
0.713		23.89
0.722	9.32	
0.723		35.00
0.724	9.39	
0.725		35.00
0.726	9.46	
0.727		25.00
0.728	9.51	
0.729		45.00
0.730	9.6	
0.731		30.00
0.732	9.66	
0.733		40.00
0.734	9.74	
0.735		30.00

ml	pH	dpH/dml
0.736	9.8	
0.742		27.50
0.748	10.13	
0.754		18.33
0.760	10.35	
0.769		12.78
0.778	10.58	
0.790		8.75
0.802	10.79	
0.819		5.59
0.836	10.98	
0.861		3.80
0.886	11.17	
0.921		2.57
0.956	11.35	
0.978		2.05
1.000	11.44	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 4

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1084	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.13 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 4

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2205	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0116	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.28	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.27	
Total wt% ของ H_2O_2	6.55	

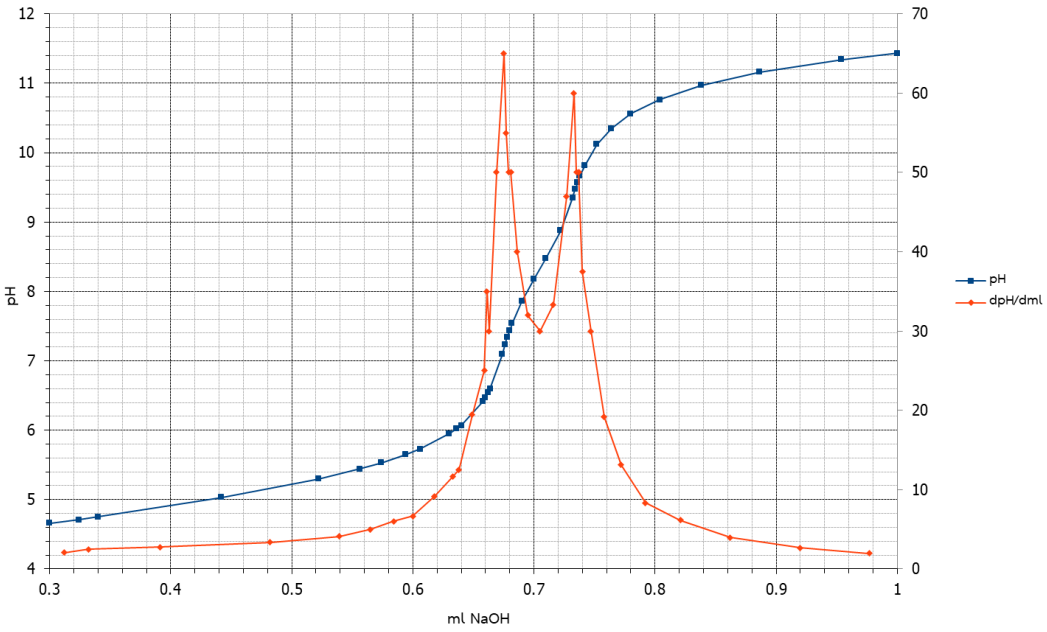
ตารางที่ ฎ.13 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 4

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.67	
0.301		5.00
0.302	4.68	
0.332		2.33
0.362	4.82	
0.366		2.50
0.370	4.84	
0.406		2.50
0.442	5.02	
0.468		3.27
0.494	5.19	
0.503		3.89
0.512	5.26	
0.531		4.47
0.550	5.43	
0.565		5.67
0.580	5.6	
0.585		7.00
0.590	5.67	
0.596		7.50
0.602	5.76	
0.611		10.00
0.620	5.94	
0.623		13.33
0.626	6.02	
0.628		12.50
0.630	6.07	
0.634		17.50
0.638	6.21	
0.641		21.67
0.644	6.34	
0.645		25.00
0.646	6.39	
0.648		27.50
0.650	6.5	
0.651		35.00
0.652	6.57	
0.653		35.00
0.654	6.64	
0.656		45.00
0.658	6.82	
0.659		55.00
0.660	6.93	
0.661		45.00
0.662	7.02	
0.663		60.00
0.664	7.14	
0.665		45.00
0.666	7.23	
0.667		45.00
0.668	7.32	
0.672		38.75
0.676	7.63	
0.681		29.00
0.686	7.92	
0.692		24.17
0.698	8.21	
0.705		24.29
0.712	8.55	
0.719		27.86
0.726	8.94	
0.732		40.00
0.738	9.42	
0.739		40.00
0.740	9.5	
0.743		40.00
0.746	9.74	
0.750		30.00
0.754	9.98	
0.755		30.00
0.756	10.04	
0.762		20.00
0.768	10.28	
0.776		13.75
0.784	10.5	
0.795		9.09
0.806	10.7	
0.822		6.25
0.838	10.9	
0.861		4.35
0.884	11.1	
0.916		2.81
0.948	11.28	
0.974		2.12
1.000	11.39	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 6

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1070	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.14 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 6

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2061	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0116	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.64	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.89	
Total wt% ของ H_2O_2	6.53	

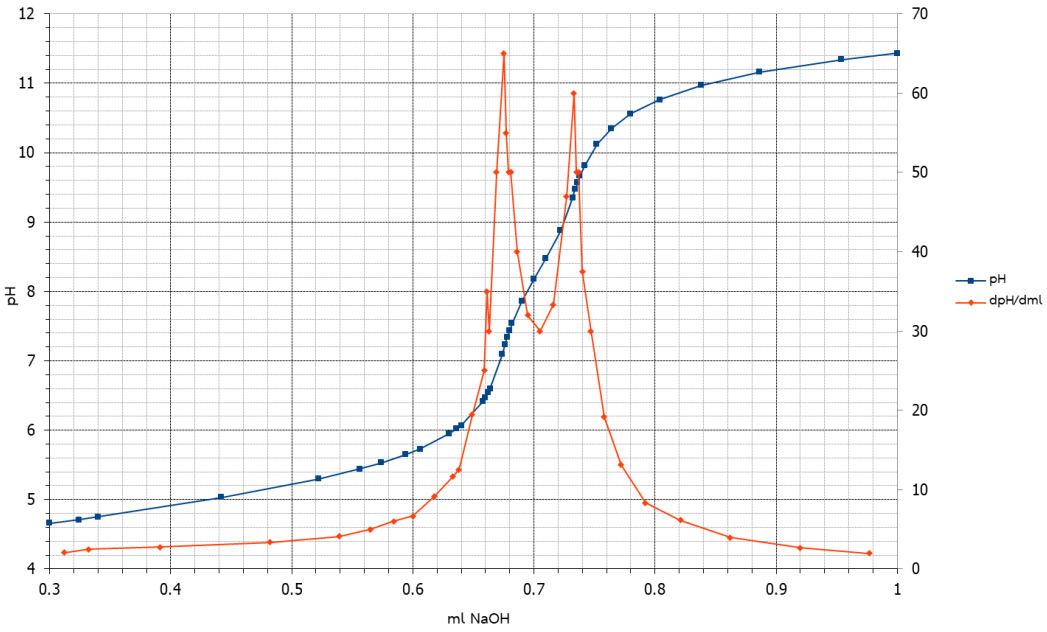
ตารางที่ ฎ.14 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 6

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.66	
0.312		2.08
0.324	4.71	
0.332		2.50
0.340	4.75	
0.391		2.75
0.442	5.03	
0.482		3.37
0.522	5.3	
0.539		4.12
0.556	5.44	
0.565		5.00
0.574	5.53	
0.584		6.00
0.594	5.65	
0.600		6.67
0.606	5.73	
0.618		9.17
0.630	5.95	
0.633		11.67
0.636	6.02	
0.638		12.50
0.640	6.07	
0.649		19.44
0.658	6.42	
0.659		25.00
0.660	6.47	
0.661		35.00
0.662	6.54	
0.663		30.00
0.664	6.6	
0.669		50.00
0.674	7.1	
0.675		65.00
0.676	7.23	
0.677		55.00
0.678	7.34	
0.679		50.00
0.680	7.44	
0.681		50.00
0.682	7.54	
0.686		40.00
0.690	7.86	
0.695		32.00
0.700	8.18	
0.705		30.00
0.710	8.48	
0.716		33.33
0.722	8.88	
0.727		47.00
0.732	9.35	
0.733		60.00
0.734	9.47	
0.735		50.00
0.736	9.57	
0.737		50.00
0.738	9.67	
0.740		37.50
0.742	9.82	
0.747		30.00
0.752	10.12	
0.758		19.17
0.764	10.35	
0.772		13.13
0.780	10.56	
0.792		8.33
0.804	10.76	
0.821		6.18
0.838	10.97	
0.862		3.96
0.886	11.16	
0.920		2.65
0.954	11.34	
0.977		1.96
1.000	11.43	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1135	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.15 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2142	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	5.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0004	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0124	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.77	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.72	
Total wt% ของ H_2O_2	6.49	

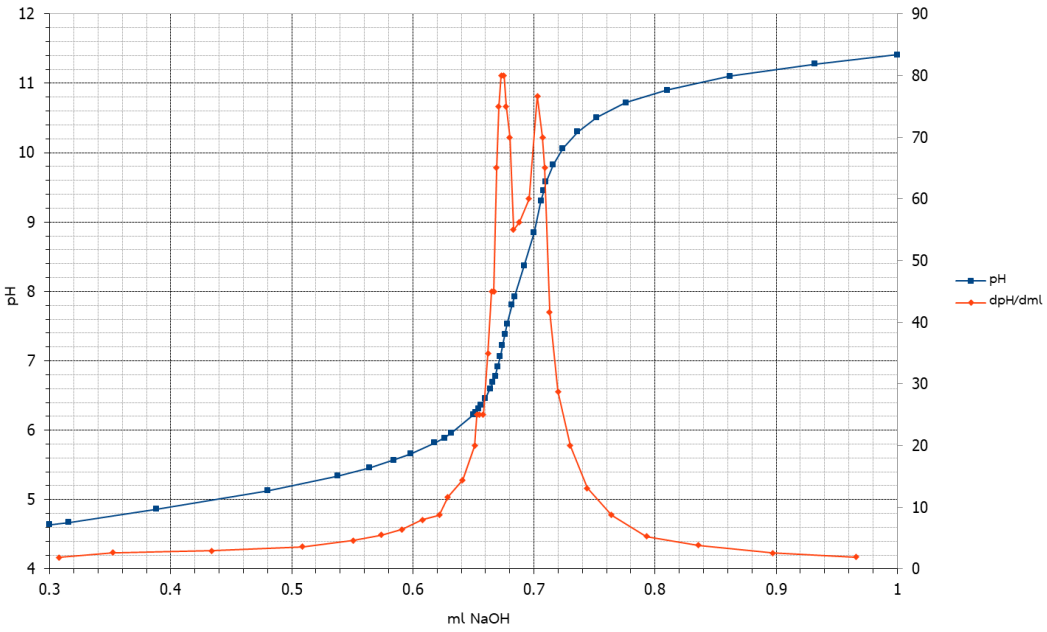
ตารางที่ ฎ.15 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.63	
0.312		1.25
0.324	4.66	
0.384		2.25
0.444	4.93	
0.461		2.94
0.478	5.03	
0.504		2.88
0.530	5.18	
0.566		3.61
0.602	5.44	
0.614		5.00
0.626	5.56	
0.632		5.00
0.638	5.62	
0.651		6.92
0.664	5.8	
0.669		9.00
0.674	5.89	
0.677		10.00
0.680	5.95	
0.686		10.83
0.692	6.08	
0.696		15.00
0.700	6.2	
0.702		20.00
0.704	6.28	
0.706		20.00
0.708	6.36	
0.712		26.25
0.716	6.57	
0.717		35.00
0.718	6.64	
0.719		35.00
0.720	6.71	
0.722		50.00
0.724	6.91	
0.725		60.00
0.726	7.03	
0.727		55.00
0.728	7.14	
0.730		60.00
0.732	7.38	
0.733		65.00
0.734	7.51	
0.735		40.00
0.736	7.59	
0.740		41.25
0.744	7.92	
0.748		35.00
0.752	8.2	
0.757		34.00
0.762	8.54	
0.767		41.00
0.772	8.95	
0.777		57.00
0.782	9.52	
0.783		60.00
0.784	9.64	
0.785		45.00
0.786	9.73	
0.787		40.00
0.788	9.81	
0.792		31.25
0.796	10.06	
0.802		20.00
0.808	10.3	
0.816		14.38
0.824	10.53	
0.835		9.09
0.846	10.73	
0.862		6.25
0.878	10.93	
0.901		4.13
0.924	11.12	
0.957		2.88
0.990	11.31	
0.995		3.00
1.000	11.34	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1050	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.16 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2075	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	5.00	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0004	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0121	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.84	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.47	
Total wt% ของ H_2O_2	6.31	

ตารางที่ ฎ.16 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.64	
0.308		1.88
0.316	4.67	
0.352		2.64
0.388	4.86	
0.434		2.93
0.480	5.13	
0.509		3.62
0.538	5.34	
0.551		4.62
0.564	5.46	
0.574		5.50
0.584	5.57	
0.591		6.43
0.598	5.66	
0.608		8.00
0.618	5.82	
0.622		8.75
0.626	5.89	
0.629		11.67
0.632	5.96	
0.641		14.44
0.650	6.22	
0.651		20.00
0.652	6.26	
0.653		25.00
0.654	6.31	
0.655		25.00
0.656	6.36	
0.658		25.00
0.660	6.46	
0.662		35.00

ml	pH	dpH/dml
0.664	6.6	
0.665		45.00
0.666	6.69	
0.667		45.00
0.668	6.78	
0.669		65.00
0.670	6.91	
0.671		75.00
0.672	7.06	
0.673		80.00
0.674	7.22	
0.675		80.00
0.676	7.38	
0.677		75.00
0.678	7.53	
0.680		70.00
0.682	7.81	
0.683		55.00
0.684	7.92	
0.688		56.25
0.692	8.37	
0.696		60.00
0.700	8.85	
0.703		76.67
0.706	9.31	
0.707		70.00
0.708	9.45	
0.709		65.00
0.710	9.58	
0.713		41.67
0.716	9.83	
0.720		28.75

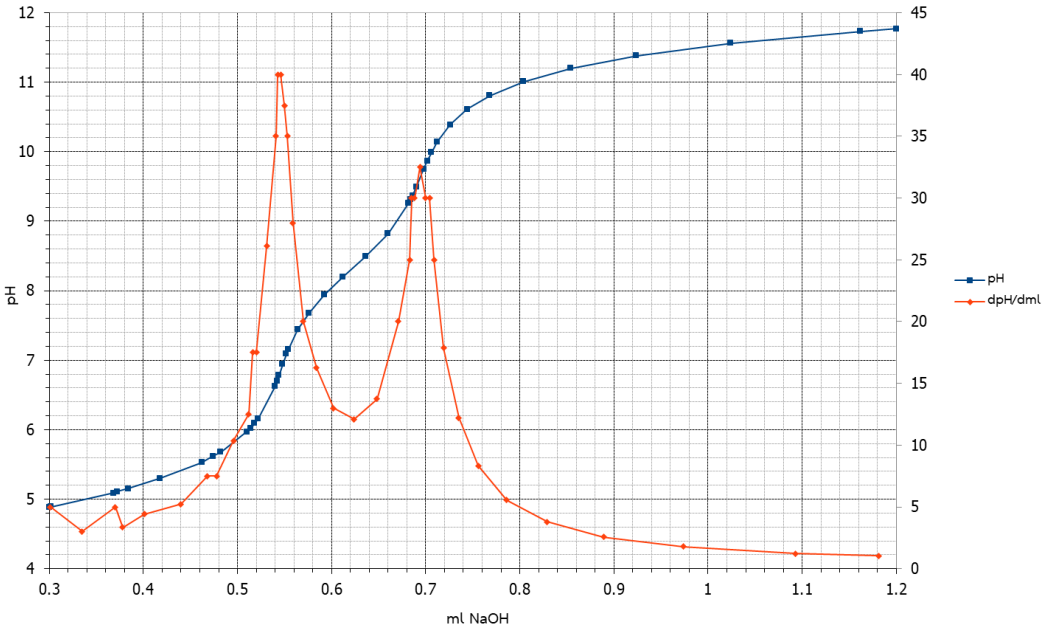
ml	pH	dpH/dml
0.724	10.06	
0.730		20.00
0.736	10.3	
0.744		13.12
0.752	10.51	
0.764		8.75
0.776	10.72	
0.793		5.29
0.810	10.9	
0.836		3.85
0.862	11.1	
0.897		2.57
0.932	11.28	
0.966		1.91
1.000	11.41	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต วันที่ 0-14

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1036	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.17 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2076	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0090	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.32	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.39	
Total wt% ของ H_2O_2	6.71	

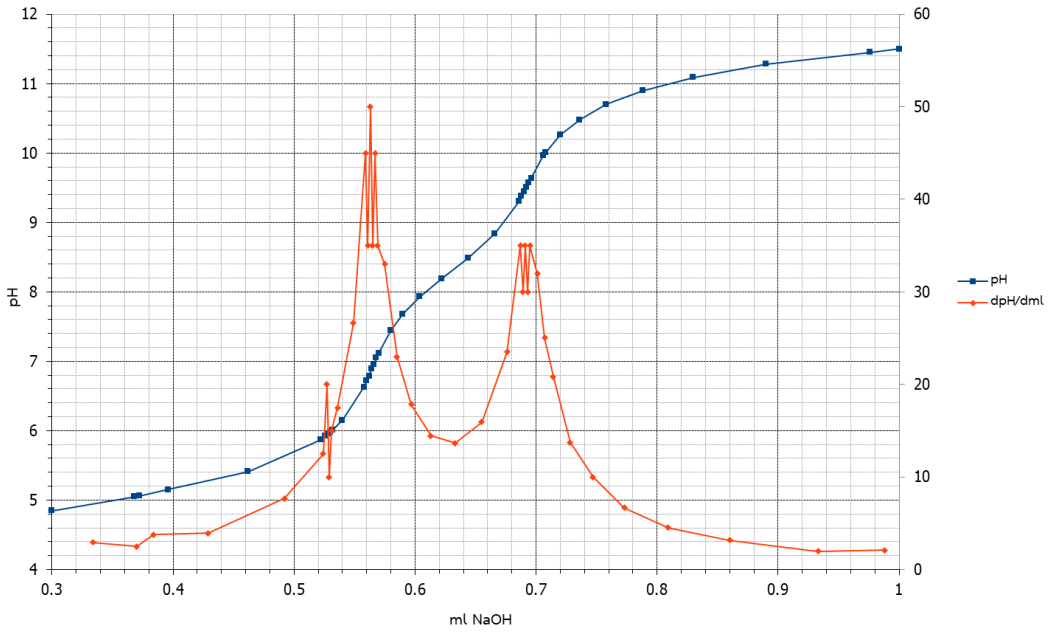
ตารางที่ ฎ.17 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.3	4.88	
0.301		5.00
0.302	4.89	
0.335		3.03
0.368	5.09	
0.37		5.00
0.372	5.11	
0.378		3.33
0.384	5.15	
0.401		4.41
0.418	5.3	
0.44		5.23
0.462	5.53	
0.468		7.50
0.474	5.62	
0.478		7.50
0.482	5.68	
0.496		10.36
0.51	5.97	
0.512		12.50
0.514	6.02	
0.516		17.50
0.518	6.09	
0.52		17.50
0.522	6.16	
0.531		26.11
0.54	6.63	
0.541		35.00
0.542	6.7	
0.543		40.00
0.544	6.78	
0.546		40.00
0.548	6.94	
0.55		37.50
0.552	7.09	
0.553		35.00
0.554	7.16	
0.559		28.00
0.564	7.44	
0.57		20.00
0.576	7.68	
0.584		16.25
0.592	7.94	
0.602		13.00
0.612	8.2	
0.624		12.08
0.636	8.49	
0.648		13.75
0.66	8.82	
0.671		20.00
0.682	9.26	
0.683		25.00
0.684	9.31	
0.685		30.00
0.686	9.37	
0.688		30.00
0.69	9.49	
0.694		32.50
0.698	9.75	
0.7		30.00
0.702	9.87	
0.704		30.00
0.706	9.99	
0.709		25.00
0.712	10.14	
0.719		17.86
0.726	10.39	
0.735		12.22
0.744	10.61	
0.756		8.33
0.768	10.81	
0.786		5.56
0.804	11.01	
0.829		3.80
0.854	11.2	
0.889		2.57
0.924	11.38	
0.974		1.80
1.024	11.56	
1.093		1.23
1.162	11.73	
1.181		1.05
1.2	11.77	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1047	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.18 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2144	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0090	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.18	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.00	
Total wt% ของ H_2O_2	6.18	

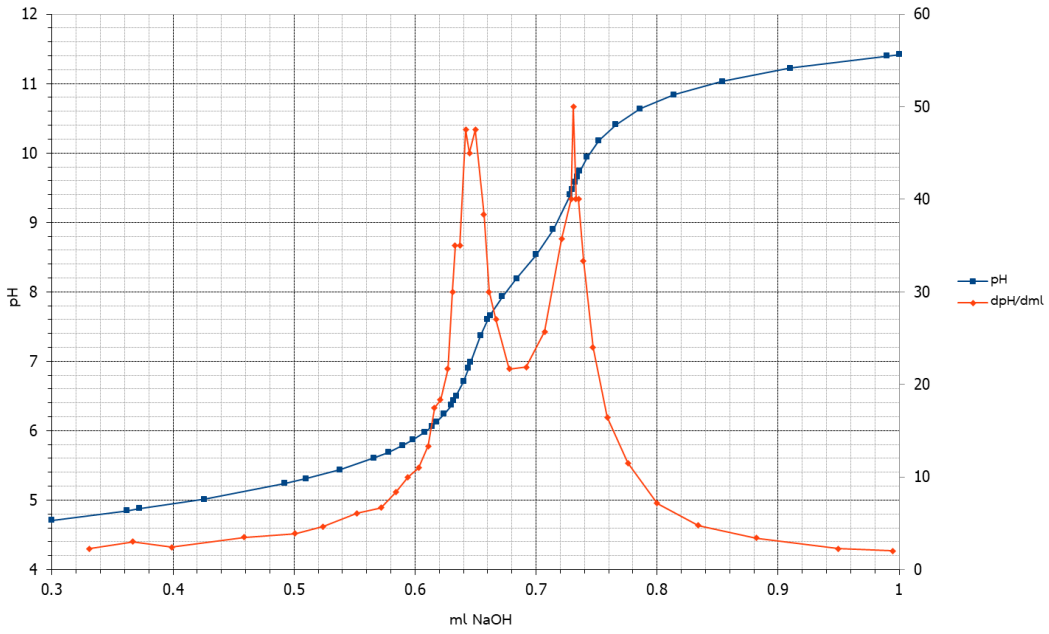
ตารางที่ ฎ.18 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.3	4.85	
0.334		2.94
0.368	5.05	
0.37		2.50
0.372	5.06	
0.384		3.75
0.396	5.15	
0.429		3.94
0.462	5.41	
0.492		7.67
0.522	5.87	
0.524		12.50
0.526	5.92	
0.527		20.00
0.528	5.96	
0.529		10.00
0.53	5.98	
0.531		15.00
0.532	6.01	
0.536		17.50
0.54	6.15	
0.549		26.67
0.558	6.63	
0.559		45.00
0.56	6.72	
0.561		35.00
0.562	6.79	
0.563		50.00
0.564	6.89	
0.565		35.00
0.566	6.96	
0.567		45.00
0.568	7.05	
0.569		35.00
0.57	7.12	
0.575		33.00
0.58	7.45	
0.585		23.00
0.59	7.68	
0.597		17.86
0.604	7.93	
0.613		14.44
0.622	8.19	
0.633		13.64
0.644	8.49	
0.655		15.91
0.666	8.84	
0.676		23.50
0.686	9.31	
0.687		35.00
0.688	9.38	
0.689		30.00
0.69	9.44	
0.691		35.00
0.692	9.51	
0.693		30.00
0.694	9.57	
0.695		35.00
0.696	9.64	
0.701		32.00
0.706	9.96	
0.707		25.00
0.708	10.01	
0.714		20.83
0.72	10.26	
0.728		13.75
0.736	10.48	
0.747		10.00
0.758	10.7	
0.773		6.67
0.788	10.9	
0.809		4.52
0.83	11.09	
0.86		3.17
0.89	11.28	
0.933		1.98
0.976	11.45	
0.988		2.08
1	11.5	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 4

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1084	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.19 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 4

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2056	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.00	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0097	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.71	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.35	
Total wt% ของ H_2O_2	6.06	

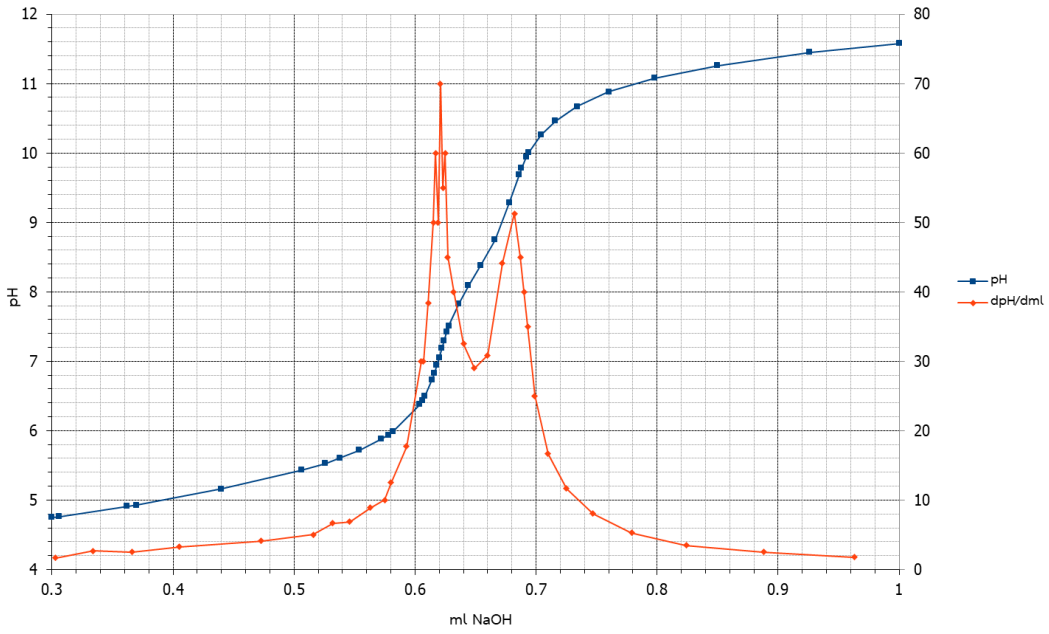
ตารางที่ ฎ.19 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 4

ml	pH	dpH/dml
0.3	4.71	
0.331		2.26
0.362	4.85	
0.367		3.00
0.372	4.88	
0.399		2.41
0.426	5.01	
0.459		3.48
0.492	5.24	
0.501		3.89
0.51	5.31	
0.524		4.64
0.538	5.44	
0.552		6.07
0.566	5.61	
0.572		6.67
0.578	5.69	
0.584		8.33
0.59	5.79	
0.594		10.00
0.598	5.87	
0.603		11.00
0.608	5.98	
0.611		13.33
0.614	6.06	
0.616		17.50
0.618	6.13	
0.621		18.33
0.624	6.24	
0.627		21.67
0.63	6.37	
0.631		30.00
0.632	6.43	
0.633		35.00
0.634	6.5	
0.637		35.00
0.64	6.71	
0.642		47.50
0.644	6.9	
0.645		45.00
0.646	6.99	
0.65		47.50
0.654	7.37	
0.657		38.33
0.66	7.6	
0.661		30.00
0.662	7.66	
0.667		27.00
0.672	7.93	
0.678		21.67
0.684	8.19	
0.692		21.88
0.7	8.54	
0.707		25.71
0.714	8.9	
0.721		35.71
0.728	9.4	
0.729		40.00
0.73	9.48	
0.731		50.00
0.732	9.58	
0.733		40.00
0.734	9.66	
0.735		40.00
0.736	9.74	
0.739		33.33
0.742	9.94	
0.747		24.00
0.752	10.18	
0.759		16.43
0.766	10.41	
0.776		11.50
0.786	10.64	
0.8		7.14
0.814	10.84	
0.834		4.75
0.854	11.03	
0.882		3.39
0.91	11.22	
0.95		2.25
0.99	11.4	
0.995		2.00
1	11.42	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 6

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1009	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.20 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 6

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2042	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0099	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.87	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.05	
Total wt% ของ H_2O_2	5.92	

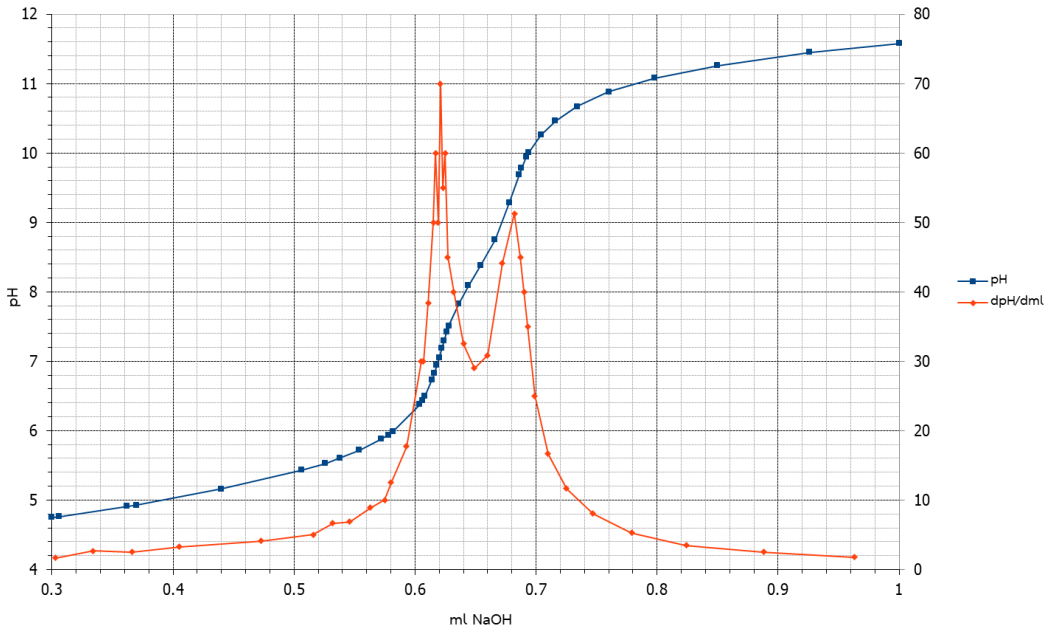
ตารางที่ ฎ.20 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 6

ml	pH	dpH/dml
0.3	4.75	
0.303		1.67
0.306	4.76	
0.334		2.68
0.362	4.91	
0.366		2.50
0.37	4.93	
0.405		3.29
0.44	5.16	
0.473		4.09
0.506	5.43	
0.516		5.00
0.526	5.53	
0.532		6.67
0.538	5.61	
0.546		6.87
0.554	5.72	
0.563		8.89
0.572	5.88	
0.575		10.00
0.578	5.94	
0.58		12.50
0.582	5.99	
0.593		17.73
0.604	6.38	
0.605		30.00
0.606	6.44	
0.607		30.00
0.608	6.5	
0.611		38.33
0.614	6.73	
0.615		50.00
0.616	6.83	
0.617		60.00
0.618	6.95	
0.619		50.00
0.62	7.05	
0.621		70.00
0.622	7.19	
0.623		55.00
0.624	7.3	
0.625		60.00
0.626	7.42	
0.627		45.00
0.628	7.51	
0.632		40.00
0.636	7.83	
0.64		32.50
0.644	8.09	
0.649		29.00
0.654	8.38	
0.66		30.83
0.666	8.75	
0.672		44.17
0.678	9.28	
0.682		51.25
0.686	9.69	
0.687		45.00
0.688	9.78	
0.69		40.00
0.692	9.94	
0.693		35.00
0.694	10.01	
0.699		25.00
0.704	10.26	
0.71		16.67
0.716	10.46	
0.725		11.67
0.734	10.67	
0.747		8.08
0.76	10.88	
0.779		5.26
0.798	11.08	
0.824		3.46
0.85	11.26	
0.888		2.50
0.926	11.45	
0.963		1.76
1	11.58	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1029	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.21 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2249	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.50	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0109	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.85	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.83	
Total wt% ของ H_2O_2	5.67	

ตารางที่ ฎ.21 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.3	4.73	
0.331		2.58
0.362	4.89	
0.366		2.50
0.37	4.91	
0.398		3.04
0.426	5.08	
0.469		3.84
0.512	5.41	
0.524		5.00
0.536	5.53	
0.542		5.00
0.548	5.59	
0.556		6.88
0.564	5.7	
0.575		8.64
0.586	5.89	
0.589		11.67
0.592	5.96	
0.593		10.00
0.594	5.98	
0.604		16.50
0.614	6.31	
0.615		25.00
0.616	6.36	
0.617		30.00
0.618	6.42	
0.619		30.00
0.62	6.48	
0.622		32.50
0.624	6.61	
0.625		45.00

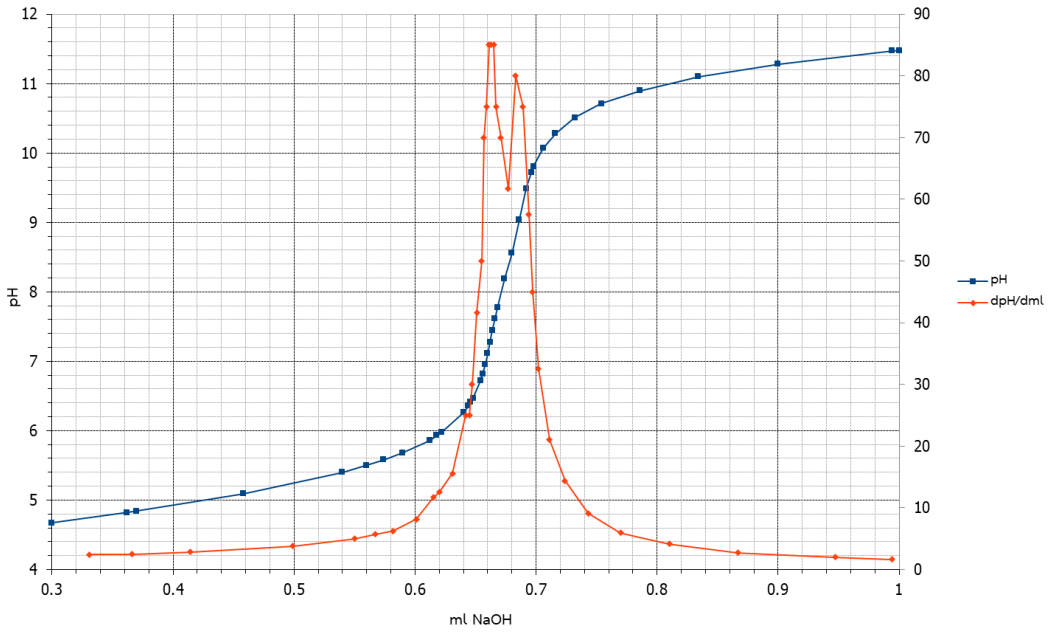
ml	pH	dpH/dml
0.626	6.7	
0.627		55.00
0.628	6.81	
0.629		55.00
0.63	6.92	
0.631		55.00
0.632	7.03	
0.633		65.00
0.634	7.16	
0.635		60.00
0.636	7.28	
0.637		65.00
0.638	7.41	
0.639		50.00
0.64	7.51	
0.644		46.25
0.648	7.88	
0.652		36.25
0.656	8.17	
0.661		35.00
0.666	8.52	
0.671		40.00
0.676	8.92	
0.68		55.00
0.684	9.36	
0.685		65.00
0.686	9.49	
0.687		55.00
0.688	9.6	
0.689		55.00
0.69	9.71	
0.691		40.00

ml	pH	dpH/dml
0.692	9.79	
0.696		35.00
0.7	10.07	
0.705		23.00
0.71	10.3	
0.717		15.00
0.724	10.51	
0.734		10.50
0.744	10.72	
0.758		7.14
0.772	10.92	
0.792		4.75
0.812	11.11	
0.841		3.28
0.87	11.3	
0.911		2.20
0.952	11.48	
0.976		1.67
1	11.56	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1036	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.22 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2083	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0099	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.77	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.44	
Total wt% ของ H_2O_2	5.21	

ตารางที่ ฎ.22 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

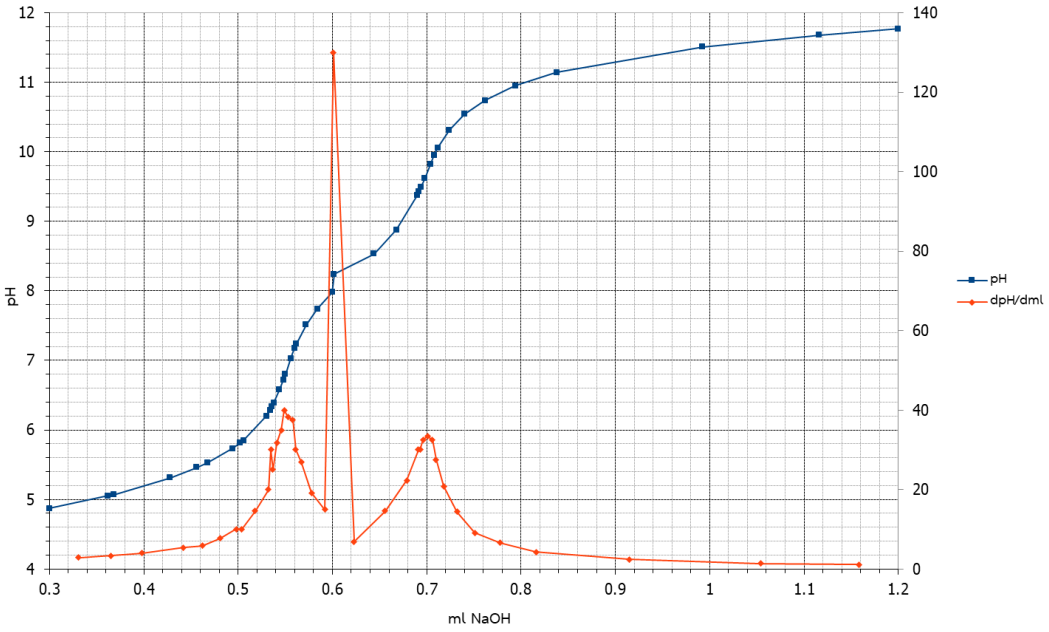
ml	pH	dpH/dml
0.3	4.67	
0.331		2.42
0.362	4.82	
0.366		2.50
0.37	4.84	
0.414		2.84
0.458	5.09	
0.499		3.78
0.54	5.4	
0.55		5.00
0.56	5.5	
0.567		5.71
0.574	5.58	
0.582		6.25
0.59	5.68	
0.601		8.18
0.612	5.86	
0.615		11.67
0.618	5.93	
0.62		12.50
0.622	5.98	
0.631		15.56
0.64	6.26	
0.642		25.00
0.644	6.36	
0.645		25.00
0.646	6.41	
0.647		30.00
0.648	6.47	
0.651		41.67
0.654	6.72	
0.655		50.00
0.656	6.82	
0.657		70.00
0.658	6.96	
0.659		75.00
0.66	7.11	
0.661		85.00
0.662	7.28	
0.663		85.00
0.664	7.45	
0.665		85.00
0.666	7.62	
0.667		75.00
0.668	7.77	
0.671		70.00
0.674	8.19	
0.677		61.67
0.68	8.56	
0.683		80.00
0.686	9.04	
0.689		75.00
0.692	9.49	
0.694		57.50
0.696	9.72	
0.697		45.00
0.698	9.81	
0.702		32.50
0.706	10.07	
0.711		21.00
0.716	10.28	
0.724		14.38
0.732	10.51	
0.743		9.09
0.754	10.71	
0.77		5.94
0.786	10.9	
0.81		4.17
0.834	11.1	
0.867		2.73
0.9	11.28	
0.947		2.02
0.994	11.47	
0.994		1.67
1	11.48	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกด้วยโซเดียมคาร์บอเนต วันที่ 0-14

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1052	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.23 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2070	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.50	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0002	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0085	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.10	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.37	
Total wt% ของ H_2O_2	6.46	

ตารางที่ ฎ.23 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.87	
0.331		2.90
0.362	5.05	
0.365		3.33
0.368	5.07	
0.398		4.00
0.428	5.31	
0.442		5.36
0.456	5.46	
0.462		5.83
0.468	5.53	
0.481		7.69
0.494	5.73	
0.498		10.00
0.502	5.81	
0.504		10.00
0.506	5.85	
0.518		14.58
0.530	6.2	
0.532		20.00
0.534	6.28	
0.535		30.00
0.536	6.34	
0.537		25.00
0.538	6.39	
0.541		31.67
0.544	6.58	
0.546		35.00
0.548	6.72	
0.549		40.00

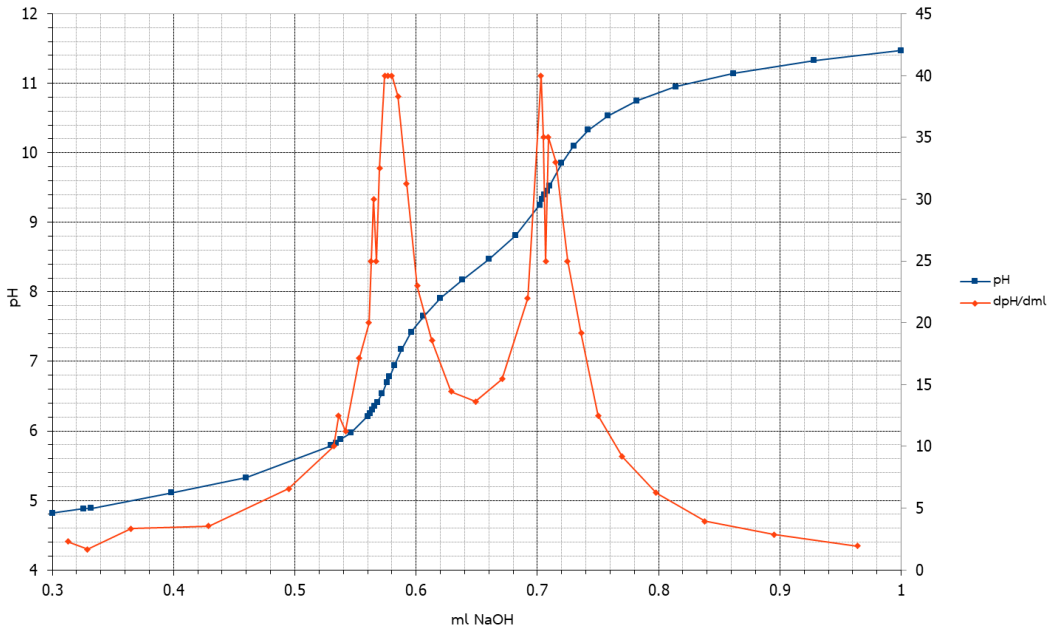
ml	pH	dpH/dml
0.550	6.8	
0.553		38.33
0.556	7.03	
0.558		37.50
0.560	7.18	
0.561		30.00
0.562	7.24	
0.567		27.00
0.572	7.51	
0.578		19.17
0.584	7.74	
0.592		15.00
0.600	7.98	
0.601		130.00
0.602	8.24	
0.623		6.90
0.644	8.53	
0.656		14.58
0.668	8.88	
0.679		22.27
0.690	9.37	
0.691		30.00
0.692	9.43	
0.693		30.00
0.694	9.49	
0.696		32.50
0.698	9.62	
0.701		33.33
0.704	9.82	
0.706		32.50

ml	pH	dpH/dml
0.708	9.95	
0.710		27.50
0.712	10.06	
0.718		20.83
0.724	10.31	
0.732		14.37
0.740	10.54	
0.751		9.09
0.762	10.74	
0.778		6.56
0.794	10.95	
0.816		4.32
0.838	11.14	
0.915		2.40
0.992	11.51	
1.054		1.37
1.116	11.68	
1.158		1.07
1.200	11.77	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1060	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.24 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2128	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0090	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.21	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.04	
Total wt% ของ H_2O_2	6.25	

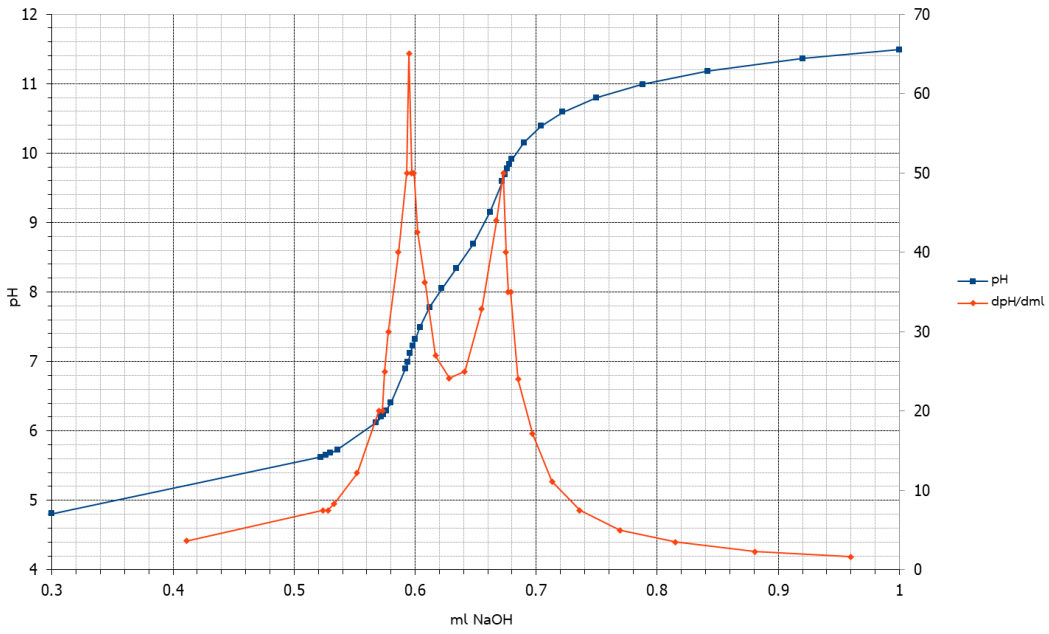
ตารางที่ ฎ.24 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.82	
0.313		2.31
0.326	4.88	
0.329		1.67
0.332	4.89	
0.365		3.33
0.398	5.11	
0.429		3.55
0.460	5.33	
0.495		6.57
0.530	5.79	
0.532		10.00
0.534	5.83	
0.536		12.50
0.538	5.88	
0.542		11.25
0.546	5.97	
0.553		17.14
0.560	6.21	
0.561		20.00
0.562	6.25	
0.563		25.00
0.564	6.3	
0.565		30.00
0.566	6.36	
0.567		25.00
0.568	6.41	
0.570		32.50
0.572	6.54	
0.574		40.00
0.576	6.7	
0.577		40.00
0.578	6.78	
0.580		40.00
0.582	6.94	
0.585		38.33
0.588	7.17	
0.592		31.25
0.596	7.42	
0.601		23.00
0.606	7.65	
0.613		18.57
0.620	7.91	
0.629		14.44
0.638	8.17	
0.649		13.64
0.660	8.47	
0.671		15.45
0.682	8.81	
0.692		22.00
0.702	9.25	
0.703		40.00
0.704	9.33	
0.705		35.00
0.706	9.4	
0.707		25.00
0.708	9.45	
0.709		35.00
0.710	9.52	
0.715		33.00
0.720	9.85	
0.725		25.00
0.730	10.1	
0.736		19.17
0.742	10.33	
0.750		12.50
0.758	10.53	
0.770		9.17
0.782	10.75	
0.798		6.25
0.814	10.95	
0.838		3.96
0.862	11.14	
0.895		2.88
0.928	11.33	
0.964		1.94
1.000	11.47	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 4

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1035	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.25 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 4

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2075	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0092	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.44	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.23	
Total wt% ของ H_2O_2	5.67	

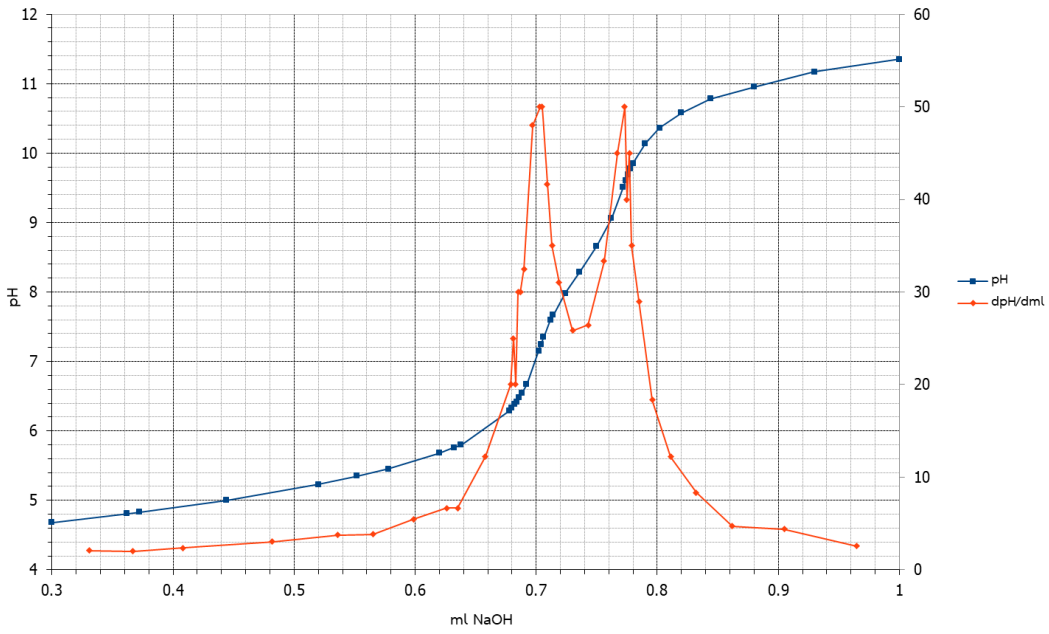
ตารางที่ ฎ.25 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 4

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.81	
0.411		3.65
0.522	5.62	
0.524		7.50
0.526	5.65	
0.528		7.50
0.530	5.68	
0.533		8.33
0.536	5.73	
0.552		12.19
0.568	6.12	
0.570		20.00
0.572	6.2	
0.573		20.00
0.574	6.24	
0.575		25.00
0.576	6.29	
0.578		30.00
0.580	6.41	
0.586		40.00
0.592	6.89	
0.593		50.00
0.594	6.99	
0.595		65.00
0.596	7.12	
0.597		50.00
0.598	7.22	
0.599		50.00
0.600	7.32	
0.602		42.50
0.604	7.49	
0.608		36.25
0.612	7.78	
0.617		27.00
0.622	8.05	
0.628		24.17
0.634	8.34	
0.641		25.00
0.648	8.69	
0.655		32.86
0.662	9.15	
0.667		44.00
0.672	9.59	
0.673		50.00
0.674	9.69	
0.675		40.00
0.676	9.77	
0.677		35.00
0.678	9.84	
0.679		35.00
0.680	9.91	
0.685		24.00
0.690	10.15	
0.697		17.14
0.704	10.39	
0.713		11.11
0.722	10.59	
0.736		7.50
0.750	10.8	
0.769		5.00
0.788	10.99	
0.815		3.52
0.842	11.18	
0.881		2.31
0.920	11.36	
0.960		1.63
1.000	11.49	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 6

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1135	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.26 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 6

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2122	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0104	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.91	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.01	
Total wt% ของ H_2O_2	5.92	

ตารางที่ ฎ.26 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 6

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.68	
0.331		2.10
0.362	4.81	
0.367		2.00
0.372	4.83	
0.408		2.36
0.444	5	
0.482		3.03
0.520	5.23	
0.536		3.75
0.552	5.35	
0.565		3.85
0.578	5.45	
0.599		5.48
0.620	5.68	
0.626		6.67
0.632	5.76	
0.635		6.67
0.638	5.8	
0.658		12.25
0.678	6.29	
0.679		20.00
0.680	6.33	
0.681		25.00
0.682	6.38	
0.683		20.00
0.684	6.42	
0.685		30.00
0.686	6.48	
0.687		30.00
0.688	6.54	
0.690		32.50

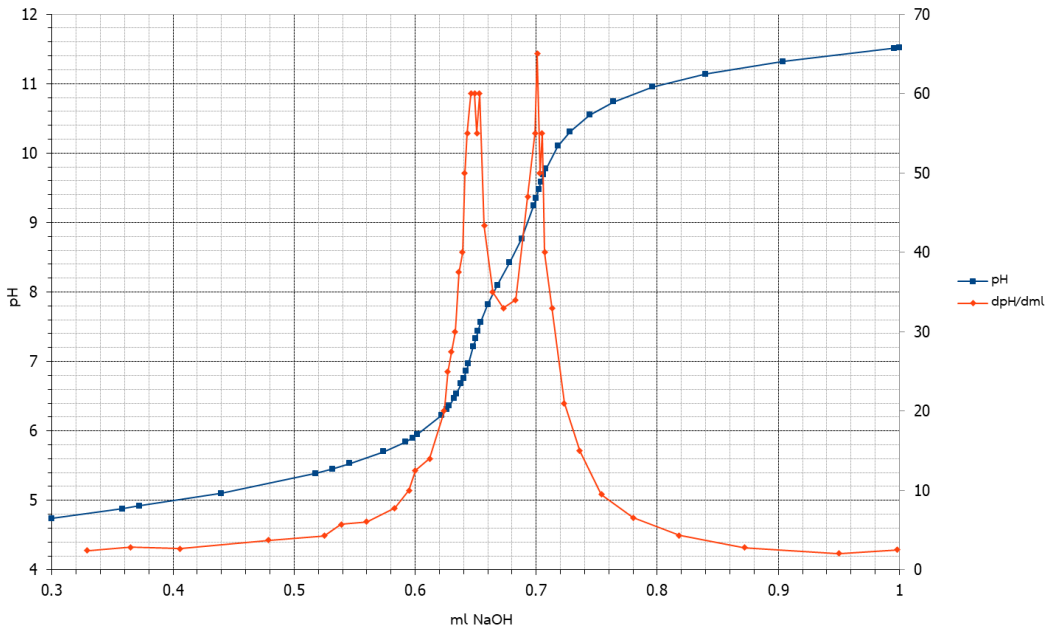
ml	pH	dpH/dml
0.692	6.67	
0.697		48.00
0.702	7.15	
0.703		50.00
0.704	7.25	
0.705		50.00
0.706	7.35	
0.709		41.67
0.712	7.6	
0.713		35.00
0.714	7.67	
0.719		31.00
0.724	7.98	
0.730		25.83
0.736	8.29	
0.743		26.43
0.750	8.66	
0.756		33.33
0.762	9.06	
0.767		45.00
0.772	9.51	
0.773		50.00
0.774	9.61	
0.775		40.00
0.776	9.69	
0.777		45.00
0.778	9.78	
0.779		35.00
0.780	9.85	
0.785		29.00
0.790	10.14	
0.796		18.33

ml	pH	dpH/dml
0.802	10.36	
0.811		12.22
0.820	10.58	
0.832		8.33
0.844	10.78	
0.862		4.72
0.880	10.95	
0.905		4.40
0.930	11.17	
0.965		2.57
1.000	11.35	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1028	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.27 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2100	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0099	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.73	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.83	
Total wt% ของ H_2O_2	5.56	

ตารางที่ ฎ.27 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.74	
0.329		2.41
0.358	4.88	
0.365		2.86
0.372	4.92	
0.406		2.65
0.440	5.1	
0.479		3.72
0.518	5.39	
0.525		4.29
0.532	5.45	
0.539		5.71
0.546	5.53	
0.560		6.07
0.574	5.7	
0.583		7.78
0.592	5.84	
0.595		10.00
0.598	5.9	
0.600		12.50
0.602	5.95	
0.612		14.00
0.622	6.23	
0.624		20.00
0.626	6.31	
0.627		25.00
0.628	6.36	
0.630		27.50
0.632	6.47	
0.633		30.00
0.634	6.53	
0.636		37.50

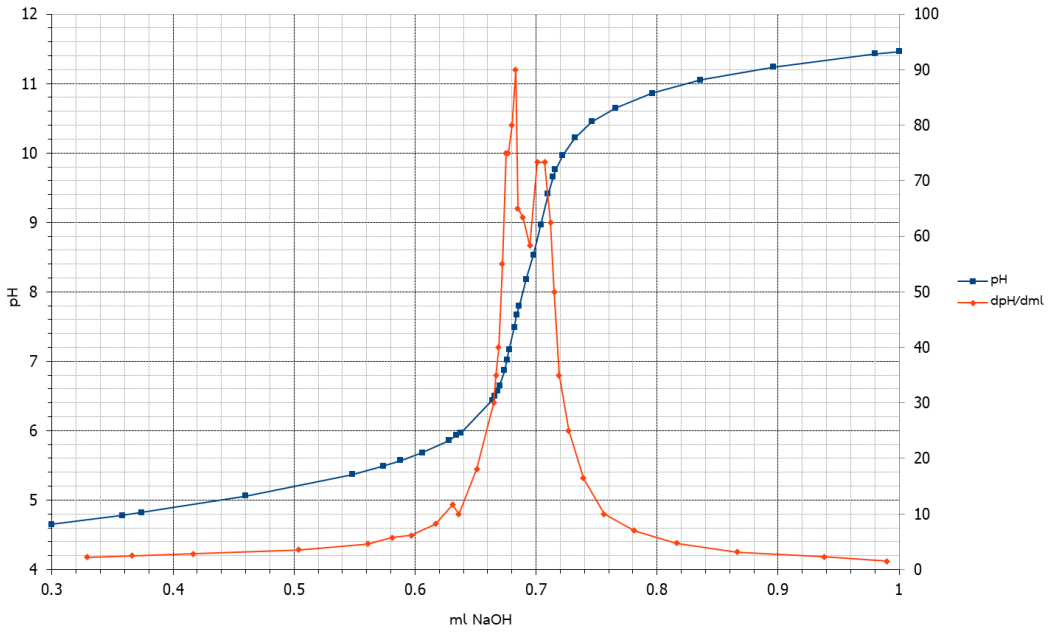
ml	pH	dpH/dml
0.638	6.68	
0.639		40.00
0.640	6.76	
0.641		50.00
0.642	6.86	
0.643		55.00
0.644	6.97	
0.646		60.00
0.648	7.21	
0.649		60.00
0.650	7.33	
0.651		55.00
0.652	7.44	
0.653		60.00
0.654	7.56	
0.657		43.33
0.660	7.82	
0.664		35.00
0.668	8.1	
0.673		33.00
0.678	8.43	
0.683		34.00
0.688	8.77	
0.693		47.00
0.698	9.24	
0.699		55.00
0.700	9.35	
0.701		65.00
0.702	9.48	
0.703		50.00
0.704	9.58	
0.705		55.00

ml	pH	dpH/dml
0.706	9.69	
0.707		40.00
0.708	9.77	
0.713		33.00
0.718	10.1	
0.723		21.00
0.728	10.31	
0.736		15.00
0.744	10.55	
0.754		9.50
0.764	10.74	
0.780		6.56
0.796	10.95	
0.818		4.32
0.840	11.14	
0.872		2.81
0.904	11.32	
0.950		2.07
0.996	11.51	
0.998		2.50
1.000	11.52	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1028	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.28 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2201	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.50	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0109	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.95	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.38	
Total wt% ของ H_2O_2	5.34	

ตารางที่ ฎ.28 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

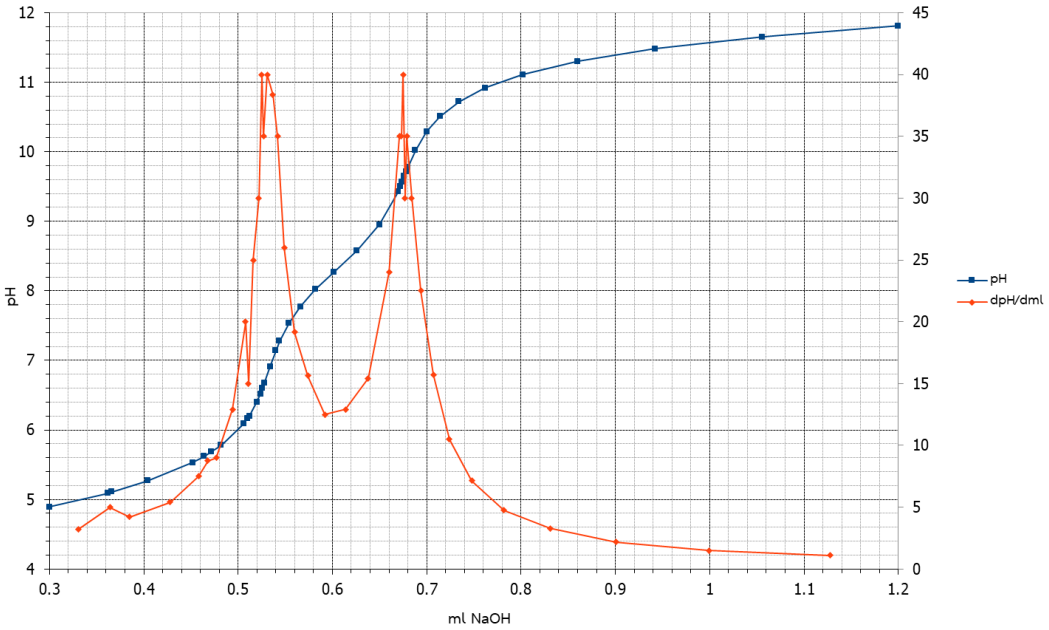
ml	pH	dpH/dml
0.300	4.65	
0.329		2.24
0.358	4.78	
0.366		2.50
0.374	4.82	
0.417		2.79
0.460	5.06	
0.504		3.52
0.548	5.37	
0.561		4.62
0.574	5.49	
0.581		5.71
0.588	5.57	
0.597		6.11
0.606	5.68	
0.617		8.18
0.628	5.86	
0.631		11.67
0.634	5.93	
0.636		10.00
0.638	5.97	
0.651		18.08
0.664	6.44	
0.665		30.00
0.666	6.5	
0.667		35.00
0.668	6.57	
0.669		40.00
0.670	6.65	
0.672		55.00
0.674	6.87	
0.675		75.00
0.676	7.02	
0.677		75.00
0.678	7.17	
0.680		80.00
0.682	7.49	
0.683		90.00
0.684	7.67	
0.685		65.00
0.686	7.8	
0.689		63.33
0.692	8.18	
0.695		58.33
0.698	8.53	
0.701		73.33
0.704	8.97	
0.707		73.33
0.710	9.41	
0.712		62.50
0.714	9.66	
0.715		50.00
0.716	9.76	
0.719		35.00
0.722	9.97	
0.727		25.00
0.732	10.22	
0.739		16.43
0.746	10.45	
0.756		10.00
0.766	10.65	
0.781		7.00
0.796	10.86	
0.816		4.75
0.836	11.05	
0.866		3.17
0.896	11.24	
0.938		2.26
0.980	11.43	
0.990		1.50
1.000	11.46	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ วันที่ 0-14

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1008	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.29 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2039	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0002	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0082	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.04	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.34	
Total wt% ของ H_2O_2	6.38	

ตารางที่ ฎ.29 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.89	
0.331		3.23
0.362	5.09	
0.364		5.00
0.366	5.11	
0.385		4.21
0.404	5.27	
0.428		5.42
0.452	5.53	
0.458		7.50
0.464	5.62	
0.468		8.75
0.472	5.69	
0.477		9.00
0.482	5.78	
0.494		12.92
0.506	6.09	
0.508		20.00
0.510	6.17	
0.511		15.00
0.512	6.2	
0.516		25.00
0.520	6.4	
0.522		30.00
0.524	6.52	
0.525		40.00
0.526	6.6	
0.527		35.00
0.528	6.67	
0.531		40.00

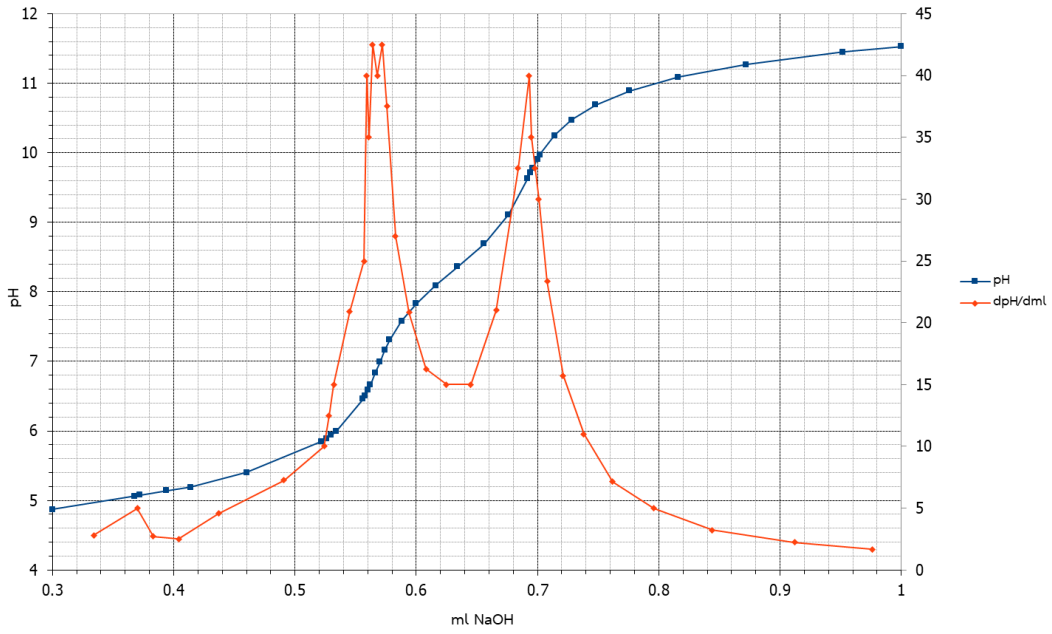
ml	pH	dpH/dml
0.534	6.91	
0.537		38.33
0.540	7.14	
0.542		35.00
0.544	7.28	
0.549		26.00
0.554	7.54	
0.560		19.17
0.566	7.77	
0.574		15.63
0.582	8.02	
0.592		12.50
0.602	8.27	
0.614		12.92
0.626	8.58	
0.638		15.42
0.650	8.95	
0.660		24.00
0.670	9.43	
0.671		35.00
0.672	9.5	
0.673		35.00
0.674	9.57	
0.675		40.00
0.676	9.65	
0.677		30.00
0.678	9.71	
0.679		35.00
0.680	9.78	
0.684		30.00

ml	pH	dpH/dml
0.688	10.02	
0.694		22.50
0.700	10.29	
0.707		15.71
0.714	10.51	
0.724		10.50
0.734	10.72	
0.748		7.14
0.762	10.92	
0.782		4.75
0.802	11.11	
0.831		3.28
0.860	11.3	
0.901		2.20
0.942	11.48	
0.999		1.49
1.056	11.65	
1.128		1.11
1.200	11.81	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1011	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.30 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2017	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.60	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0087	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.33	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.09	
Total wt% ของ H_2O_2	6.41	

ตารางที่ ฎ.30 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.87	
0.334		2.79
0.368	5.06	
0.370		5.00
0.372	5.08	
0.383		2.73
0.394	5.14	
0.404		2.50
0.414	5.19	
0.437		4.57
0.460	5.4	
0.491		7.26
0.522	5.85	
0.524		10.00
0.526	5.89	
0.528		12.50
0.530	5.94	
0.532		15.00
0.534	6	
0.545		20.91
0.556	6.46	
0.557		25.00
0.558	6.51	
0.559		40.00
0.560	6.59	
0.561		35.00
0.562	6.66	
0.564		42.50
0.566	6.83	
0.568		40.00
0.570	6.99	
0.572		42.50

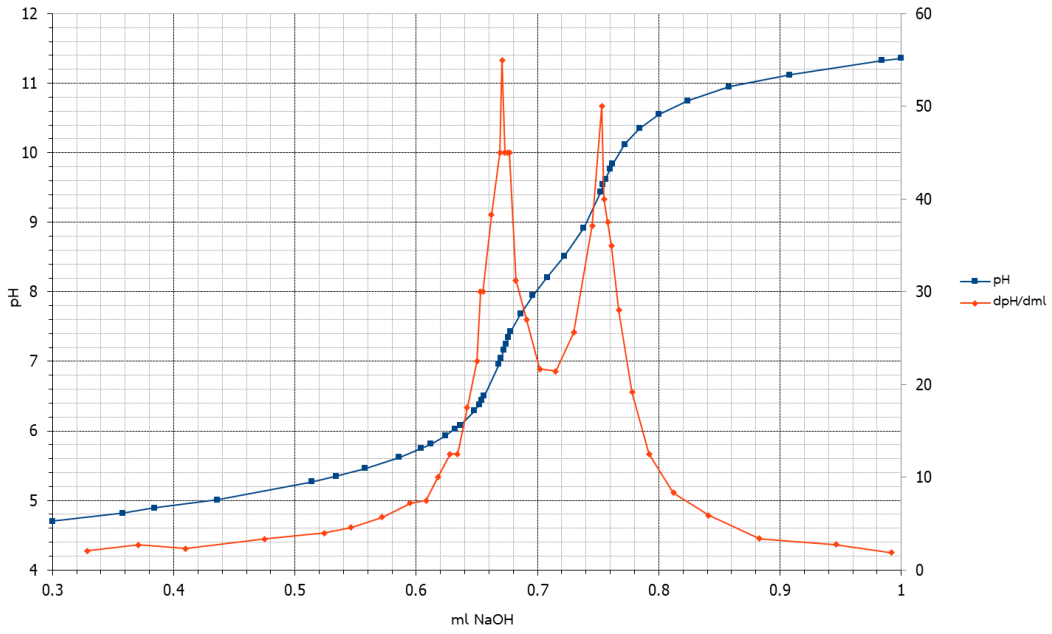
ml	pH	dpH/dml
0.574	7.16	
0.576		37.50
0.578	7.31	
0.583		27.00
0.588	7.58	
0.594		20.83
0.600	7.83	
0.608		16.25
0.616	8.09	
0.625		15.00
0.634	8.36	
0.645		15.00
0.656	8.69	
0.666		21.00
0.676	9.11	
0.684		32.50
0.692	9.63	
0.693		40.00
0.694	9.71	
0.695		35.00
0.696	9.78	
0.698		32.50
0.700	9.91	
0.701		30.00
0.702	9.97	
0.708		23.33
0.714	10.25	
0.721		15.71
0.728	10.47	
0.738		11.00
0.748	10.69	
0.762		7.14

ml	pH	dpH/dml
0.776	10.89	
0.796		5.00
0.816	11.09	
0.844		3.21
0.872	11.27	
0.912		2.25
0.952	11.45	
0.976		1.67
1.000	11.53	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 4

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1117	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.31 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 4

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2099	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0099	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.73	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.20	
Total wt% ของ H_2O_2	5.94	

ตารางที่ ฎ.31 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 4

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.7	
0.329		2.07
0.358	4.82	
0.371		2.69
0.384	4.89	
0.410		2.31
0.436	5.01	
0.475		3.33
0.514	5.27	
0.524		4.00
0.534	5.35	
0.546		4.58
0.558	5.46	
0.572		5.71
0.586	5.62	
0.595		7.22
0.604	5.75	
0.608		7.50
0.612	5.81	
0.618		10.00
0.624	5.93	
0.628		12.50
0.632	6.03	
0.634		12.50
0.636	6.08	
0.642		17.50
0.648	6.29	
0.650		22.50
0.652	6.38	
0.653		30.00
0.654	6.44	
0.655		30.00

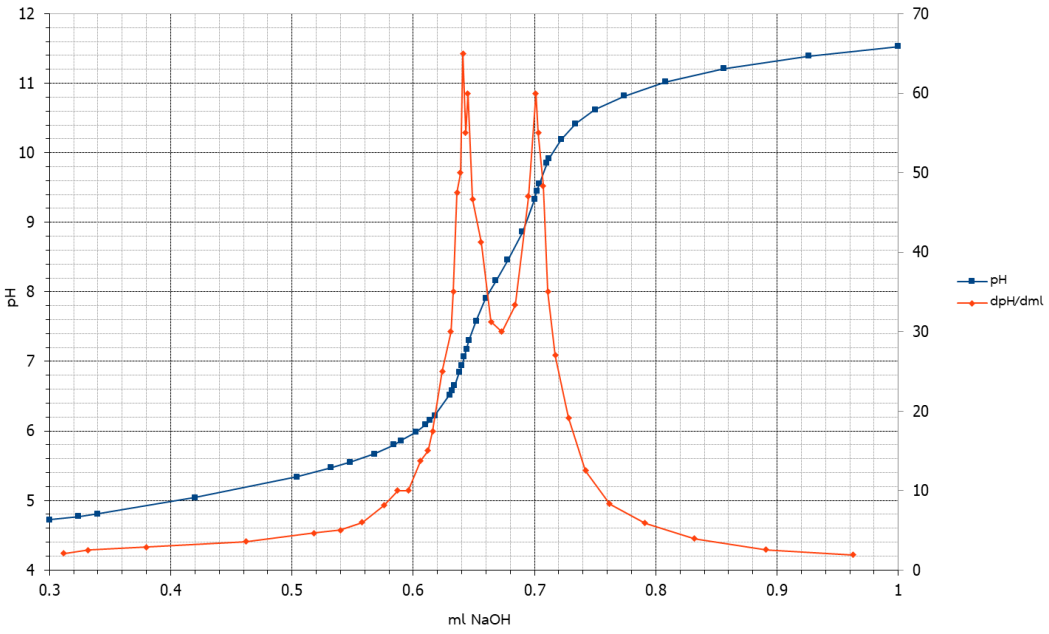
ml	pH	dpH/dml
0.656	6.5	
0.662		38.33
0.668	6.96	
0.669		45.00
0.670	7.05	
0.671		55.00
0.672	7.16	
0.673		45.00
0.674	7.25	
0.675		45.00
0.676	7.34	
0.677		45.00
0.678	7.43	
0.682		31.25
0.686	7.68	
0.691		27.00
0.696	7.95	
0.702		21.67
0.708	8.21	
0.715		21.43
0.722	8.51	
0.730		25.63
0.738	8.92	
0.745		37.14
0.752	9.44	
0.753		50.00
0.754	9.54	
0.755		40.00
0.756	9.62	
0.758		37.50
0.760	9.77	
0.761		35.00

ml	pH	dpH/dml
0.762	9.84	
0.767		28.00
0.772	10.12	
0.778		19.17
0.784	10.35	
0.792		12.50
0.800	10.55	
0.812		8.33
0.824	10.75	
0.841		5.88
0.858	10.95	
0.883		3.40
0.908	11.12	
0.946		2.76
0.984	11.33	
0.992		1.87
1.000	11.36	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 6

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1030	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.32 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 6

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2158	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0102	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.72	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.95	
Total wt% ของ H_2O_2	5.67	

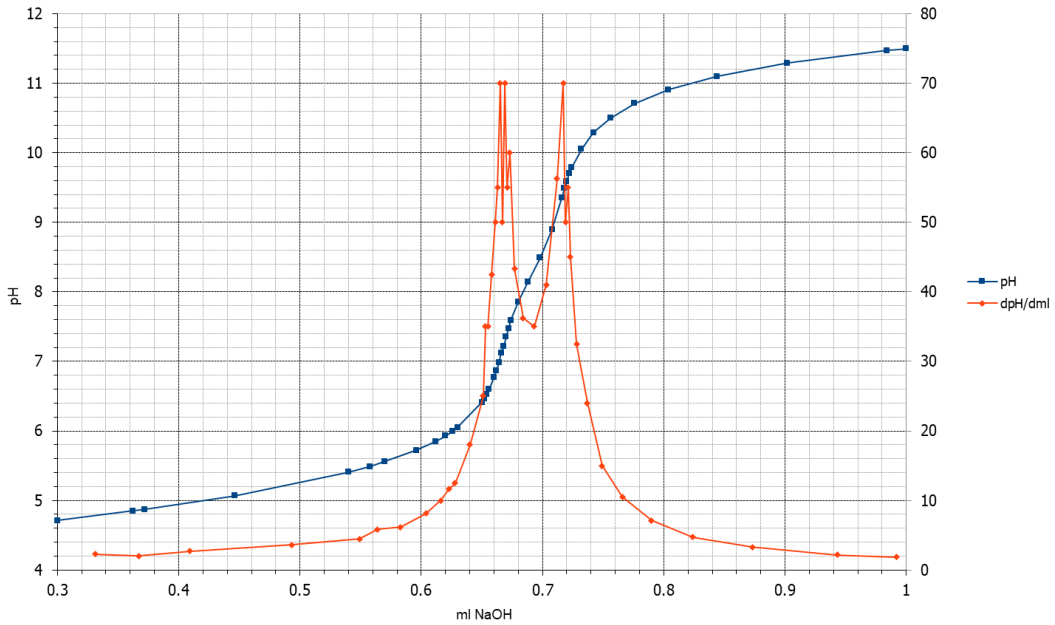
ตารางที่ ฎ.32 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 6

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.72	
0.312		2.08
0.324	4.77	
0.332		2.50
0.340	4.81	
0.380		2.88
0.420	5.04	
0.462		3.57
0.504	5.34	
0.518		4.64
0.532	5.47	
0.540		5.00
0.548	5.55	
0.558		6.00
0.568	5.67	
0.576		8.12
0.584	5.8	
0.587		10.00
0.590	5.86	
0.596		10.00
0.602	5.98	
0.606		13.75
0.610	6.09	
0.612		15.00
0.614	6.15	
0.616		17.50
0.618	6.22	
0.624		25.00
0.630	6.52	
0.631		30.00
0.632	6.58	
0.633		35.00
0.634	6.65	
0.636		47.50
0.638	6.84	
0.639		50.00
0.640	6.94	
0.641		65.00
0.642	7.07	
0.643		55.00
0.644	7.18	
0.645		60.00
0.646	7.3	
0.649		46.67
0.652	7.58	
0.656		41.25
0.660	7.91	
0.664		31.25
0.668	8.16	
0.673		30.00
0.678	8.46	
0.684		33.33
0.690	8.86	
0.695		47.00
0.700	9.33	
0.701		60.00
0.702	9.45	
0.703		55.00
0.704	9.56	
0.707		48.33
0.710	9.85	
0.711		35.00
0.712	9.92	
0.717		27.00
0.722	10.19	
0.728		19.17
0.734	10.42	
0.742		12.50
0.750	10.62	
0.762		8.33
0.774	10.82	
0.791		5.88
0.808	11.02	
0.832		3.96
0.856	11.21	
0.891		2.57
0.926	11.39	
0.963		1.89
1.000	11.53	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1062	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.33 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2111	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.20	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0102	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.82	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.74	
Total wt% ของ H_2O_2	5.56	

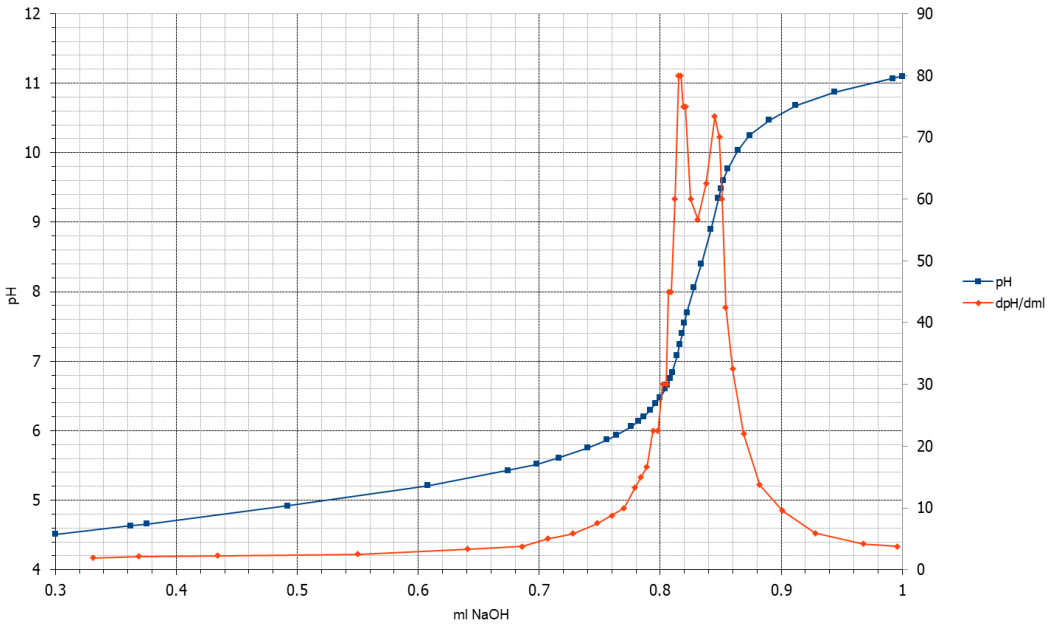
ตารางที่ ฎ.33 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.71	
0.331		2.26
0.362	4.85	
0.367		2.00
0.372	4.87	
0.409		2.70
0.446	5.07	
0.493		3.62
0.540	5.41	
0.549		4.44
0.558	5.49	
0.564		5.83
0.570	5.56	
0.583		6.15
0.596	5.72	
0.604		8.12
0.612	5.85	
0.616		10.00
0.620	5.93	
0.623		11.67
0.626	6	
0.628		12.50
0.630	6.05	
0.640		18.00
0.650	6.41	
0.651		25.00
0.652	6.46	
0.653		35.00
0.654	6.53	
0.655		35.00
0.656	6.6	
0.658		42.50
0.660	6.77	
0.661		50.00
0.662	6.87	
0.663		55.00
0.664	6.98	
0.665		70.00
0.666	7.12	
0.667		50.00
0.668	7.22	
0.669		70.00
0.670	7.36	
0.671		55.00
0.672	7.47	
0.673		60.00
0.674	7.59	
0.677		43.33
0.680	7.85	
0.684		36.25
0.688	8.14	
0.693		35.00
0.698	8.49	
0.703		41.00
0.708	8.9	
0.712		56.25
0.716	9.35	
0.717		70.00
0.718	9.49	
0.719		50.00
0.720	9.59	
0.721		55.00
0.722	9.7	
0.723		45.00
0.724	9.79	
0.728		32.50
0.732	10.05	
0.737		24.00
0.742	10.29	
0.749		15.00
0.756	10.5	
0.766		10.50
0.776	10.71	
0.790		7.14
0.804	10.91	
0.824		4.75
0.844	11.1	
0.873		3.28
0.902	11.29	
0.943		2.20
0.984	11.47	
0.992		1.87
1.000	11.5	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1257	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.34 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2158	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0099	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.60	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.44	
Total wt% ของ H_2O_2	5.05	

ตารางที่ ฎ.34 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

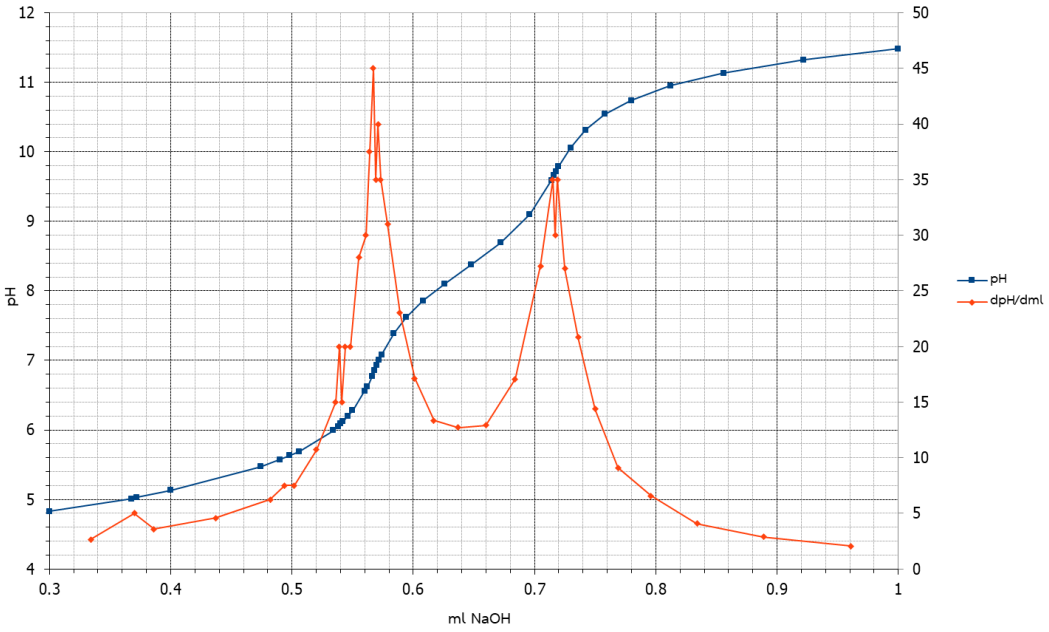
ml	pH	dpH/dml
0.300	4.51	
0.331		1.94
0.362	4.63	
0.369		2.14
0.376	4.66	
0.434		2.24
0.492	4.92	
0.550		2.50
0.608	5.21	
0.641		3.33
0.674	5.43	
0.686		3.75
0.698	5.52	
0.707		5.00
0.716	5.61	
0.728		5.83
0.740	5.75	
0.748		7.50
0.756	5.87	
0.760		8.75
0.764	5.94	
0.770		10.00
0.776	6.06	
0.779		13.33
0.782	6.14	
0.784		15.00
0.786	6.2	
0.789		16.67
0.792	6.3	
0.794		22.50
0.796	6.39	
0.798		22.50
0.800	6.48	
0.802		30.00
0.804	6.6	
0.805		30.00
0.806	6.66	
0.807		45.00
0.808	6.75	
0.809		45.00
0.810	6.84	
0.812		60.00
0.814	7.08	
0.815		80.00
0.816	7.24	
0.817		80.00
0.818	7.4	
0.819		75.00
0.820	7.55	
0.821		75.00
0.822	7.7	
0.825		60.00
0.828	8.06	
0.831		56.67
0.834	8.4	
0.838		62.50
0.842	8.9	
0.845		73.33
0.848	9.34	
0.849		70.00
0.850	9.48	
0.851		60.00
0.852	9.6	
0.854		42.50
0.856	9.77	
0.860		32.50
0.864	10.03	
0.869		22.00
0.874	10.25	
0.882		13.75
0.890	10.47	
0.901		9.55
0.912	10.68	
0.928		5.94
0.944	10.87	
0.968		4.17
0.992	11.07	
0.996		3.75
1.000	11.1	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการเจือจางกรดเปอร์อะซีติกด้วยโซเดียมไนไตรท์ วันที่ 0-14

วันที่ 0 (เริ่มการทดลอง)

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1045	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.35 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 0

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 0

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2146	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.10	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0002	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0075	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	3.50	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	2.38	
Total wt% ของ H_2O_2	5.88	

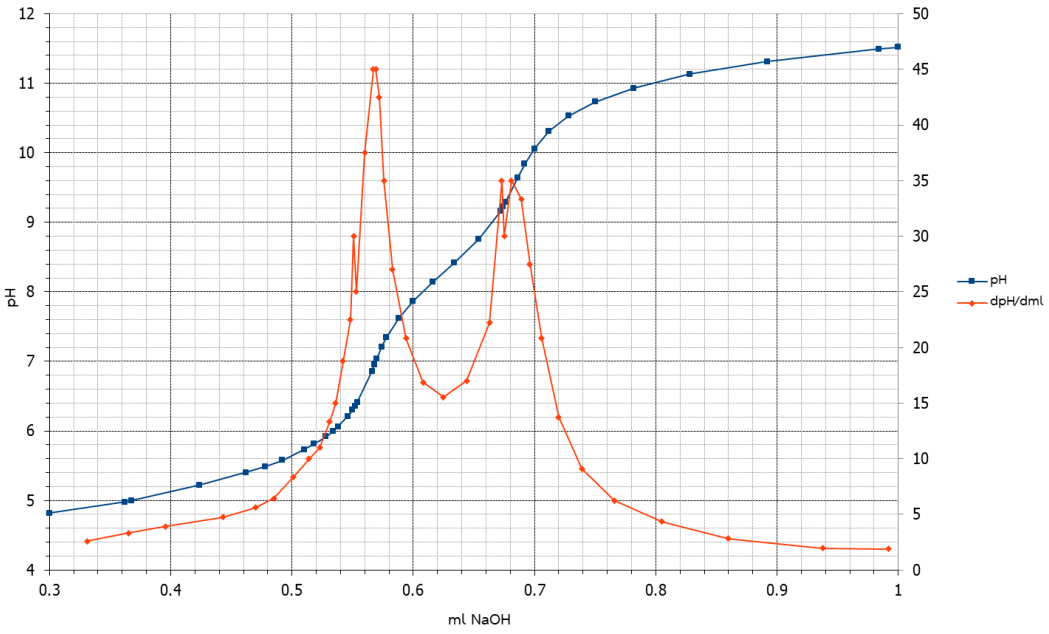
ตารางที่ ฎ.35 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 0

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.83	
0.334		2.65
0.368	5.01	
0.370		5.00
0.372	5.03	
0.386		3.57
0.400	5.13	
0.437		4.59
0.474	5.47	
0.482		6.25
0.490	5.57	
0.494		7.50
0.498	5.63	
0.502		7.50
0.506	5.69	
0.520		10.71
0.534	5.99	
0.536		15.00
0.538	6.05	
0.539		20.00
0.540	6.09	
0.541		15.00
0.542	6.12	
0.544		20.00
0.546	6.2	
0.548		20.00
0.550	6.28	
0.555		28.00
0.560	6.56	
0.561		30.00
0.562	6.62	
0.564		37.50
0.566	6.77	
0.567		45.00
0.568	6.86	
0.569		35.00
0.570	6.93	
0.571		40.00
0.572	7.01	
0.573		35.00
0.574	7.08	
0.579		31.00
0.584	7.39	
0.589		23.00
0.594	7.62	
0.601		17.14
0.608	7.86	
0.617		13.33
0.626	8.1	
0.637		12.73
0.648	8.38	
0.660		12.92
0.672	8.69	
0.684		17.08
0.696	9.1	
0.705		27.22
0.714	9.59	
0.715		35.00
0.716	9.66	
0.717		30.00
0.718	9.72	
0.719		35.00
0.720	9.79	
0.725		27.00
0.730	10.06	
0.736		20.83
0.742	10.31	
0.750		14.37
0.758	10.54	
0.769		9.09
0.780	10.74	
0.796		6.56
0.812	10.95	
0.834		4.09
0.856	11.13	
0.889		2.88
0.922	11.32	
0.961		2.05
1.000	11.48	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 1

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1006	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.36 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 1

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2042	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	3.50	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0002	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0085	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	4.15	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.86	
Total wt% ของ H_2O_2	6.01	

ตารางที่ ฎ.36 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 1

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.82	
0.331		2.58
0.362	4.98	
0.365		3.33
0.368	5	
0.396		3.93
0.424	5.22	
0.443		4.74
0.462	5.4	
0.470		5.63
0.478	5.49	
0.485		6.43
0.492	5.58	
0.501		8.33
0.510	5.73	
0.514		10.00
0.518	5.81	
0.523		11.00
0.528	5.92	
0.531		13.33
0.534	6	
0.536		15.00
0.538	6.06	
0.542		18.75
0.546	6.21	
0.548		22.50
0.550	6.3	
0.551		30.00
0.552	6.36	
0.553		25.00
0.554	6.41	
0.560		37.50

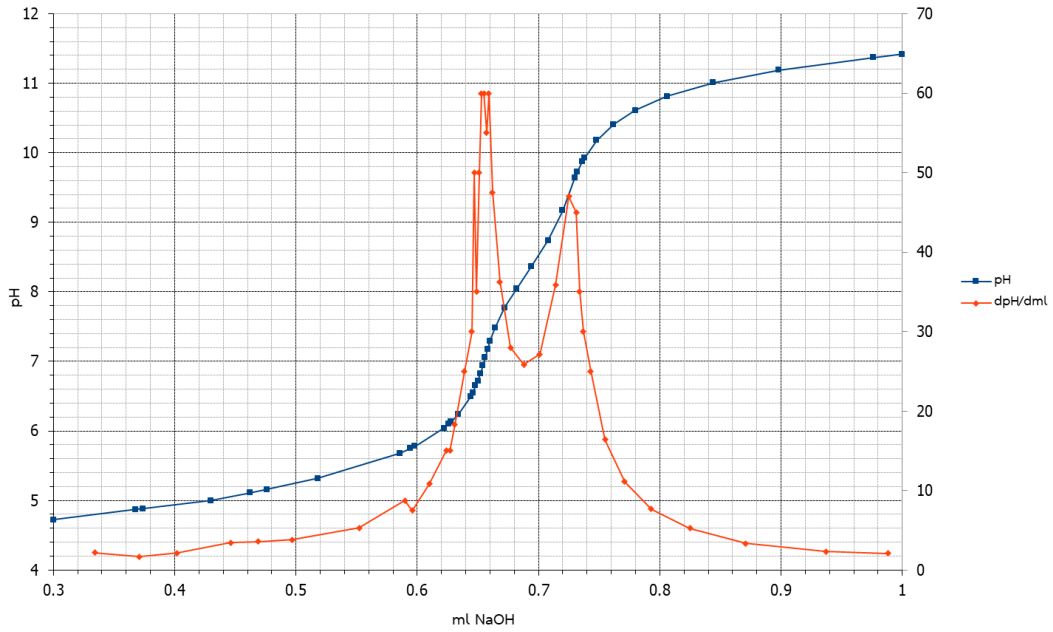
ml	pH	dpH/dml
0.566	6.86	
0.567		45.00
0.568	6.95	
0.569		45.00
0.570	7.04	
0.572		42.50
0.574	7.21	
0.576		35.00
0.578	7.35	
0.583		27.00
0.588	7.62	
0.594		20.83
0.600	7.87	
0.608		16.88
0.616	8.14	
0.625		15.56
0.634	8.42	
0.644		17.00
0.654	8.76	
0.663		22.22
0.672	9.16	
0.673		35.00
0.674	9.23	
0.675		30.00
0.676	9.29	
0.681		35.00
0.686	9.64	
0.689		33.33
0.692	9.84	
0.696		27.50
0.700	10.06	
0.706		20.83

ml	pH	dpH/dml
0.712	10.31	
0.720		13.75
0.728	10.53	
0.739		9.09
0.750	10.73	
0.766		6.25
0.782	10.93	
0.805		4.35
0.828	11.13	
0.860		2.81
0.892	11.31	
0.938		1.96
0.984	11.49	
0.992		1.87
1.000	11.52	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 4

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1068	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.37 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 4

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 4

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2030	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0104	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.13	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	1.10	
Total wt% ของ H_2O_2	6.24	

Chulalongkorn University

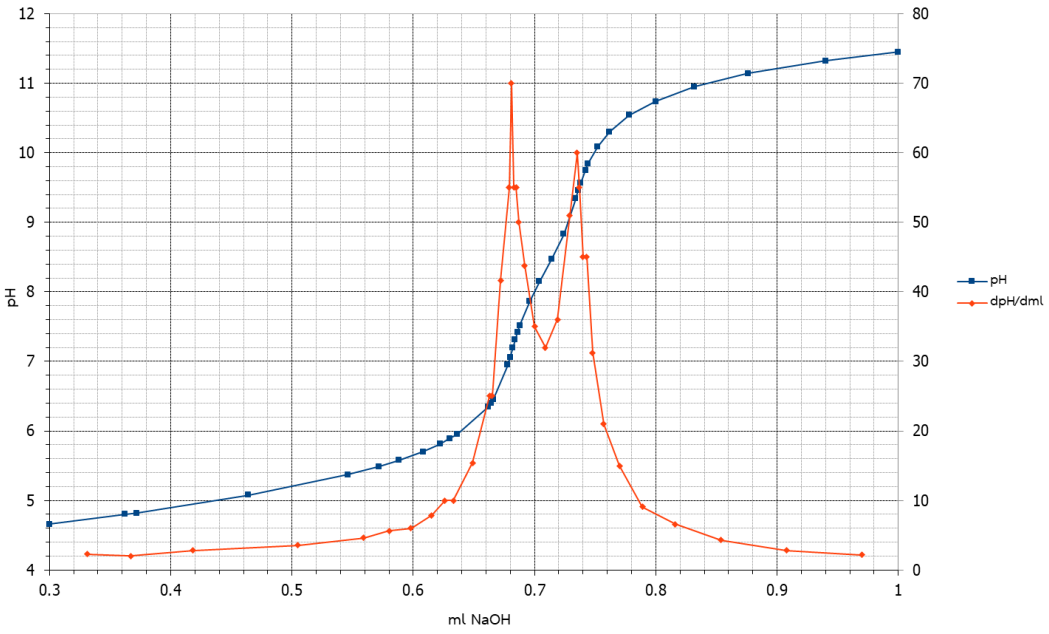
ตารางที่ ฎ.37 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 4

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.72	
0.334		2.21
0.368	4.87	
0.371		1.67
0.374	4.88	
0.402		2.14
0.430	5	
0.446		3.44
0.462	5.11	
0.469		3.57
0.476	5.16	
0.497		3.81
0.518	5.32	
0.552		5.29
0.586	5.68	
0.590		8.75
0.594	5.75	
0.596		7.50
0.598	5.78	
0.610		10.83
0.622	6.04	
0.624		15.00
0.626	6.1	
0.627		15.00
0.628	6.13	
0.631		18.33
0.634	6.24	
0.639		25.00
0.644	6.49	
0.645		30.00
0.646	6.55	
0.647		50.00
0.648	6.65	
0.649		35.00
0.650	6.72	
0.651		50.00
0.652	6.82	
0.653		60.00
0.654	6.94	
0.655		60.00
0.656	7.06	
0.657		55.00
0.658	7.17	
0.659		60.00
0.660	7.29	
0.662		47.50
0.664	7.48	
0.668		36.25
0.672	7.77	
0.677		28.00
0.682	8.05	
0.688		25.83
0.694	8.36	
0.701		27.14
0.708	8.74	
0.714		35.83
0.720	9.17	
0.725		47.00
0.730	9.64	
0.731		45.00
0.732	9.73	
0.734		35.00
0.736	9.87	
0.737		30.00
0.738	9.93	
0.743		25.00
0.748	10.18	
0.755		16.43
0.762	10.41	
0.771		11.11
0.780	10.61	
0.793		7.69
0.806	10.81	
0.825		5.26
0.844	11.01	
0.871		3.33
0.898	11.19	
0.937		2.31
0.976	11.37	
0.988		2.08
1.000	11.42	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 6

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1067	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.38 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 6

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2009	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0107	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.31	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.83	
Total wt% ของ H_2O_2	6.13	

ตารางที่ ฎ.38 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 6

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.66	
0.331		2.26
0.362	4.8	
0.367		2.00
0.372	4.82	
0.418		2.83
0.464	5.08	
0.505		3.54
0.546	5.37	
0.559		4.62
0.572	5.49	
0.580		5.62
0.588	5.58	
0.598		6.00
0.608	5.7	
0.615		7.86
0.622	5.81	
0.626		10.00
0.630	5.89	
0.633		10.00
0.636	5.95	
0.649		15.38
0.662	6.35	
0.663		25.00
0.664	6.4	
0.665		25.00
0.666	6.45	
0.672		41.67
0.678	6.95	
0.679		55.00
0.680	7.06	
0.681		70.00

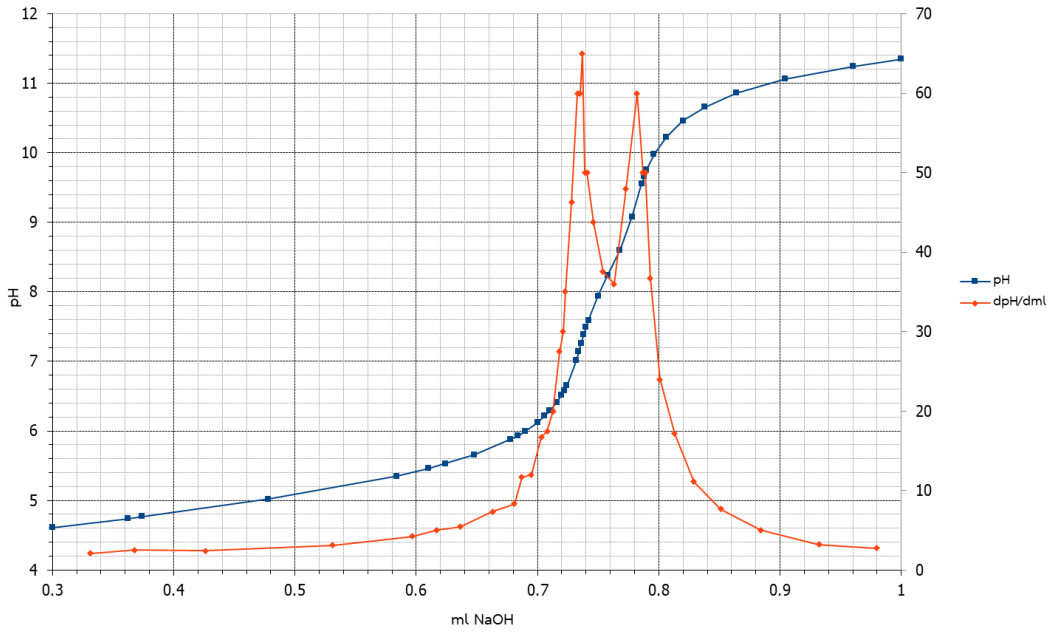
ml	pH	dpH/dml
0.682	7.2	
0.683		55.00
0.684	7.31	
0.685		55.00
0.686	7.42	
0.687		50.00
0.688	7.52	
0.692		43.75
0.696	7.87	
0.700		35.00
0.704	8.15	
0.709		32.00
0.714	8.47	
0.719		36.00
0.724	8.83	
0.729		51.00
0.734	9.34	
0.735		60.00
0.736	9.46	
0.737		55.00
0.738	9.57	
0.740		45.00
0.742	9.75	
0.743		45.00
0.744	9.84	
0.748		31.25
0.752	10.09	
0.757		21.00
0.762	10.3	
0.770		15.00
0.778	10.54	
0.789		9.09

ml	pH	dpH/dml
0.800	10.74	
0.816		6.56
0.832	10.95	
0.854		4.32
0.876	11.14	
0.908		2.81
0.940	11.32	
0.970		2.17
1.000	11.45	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 7

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1141	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.39 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 7

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2106	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0114	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.41	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.64	
Total wt% ของ H_2O_2	6.05	

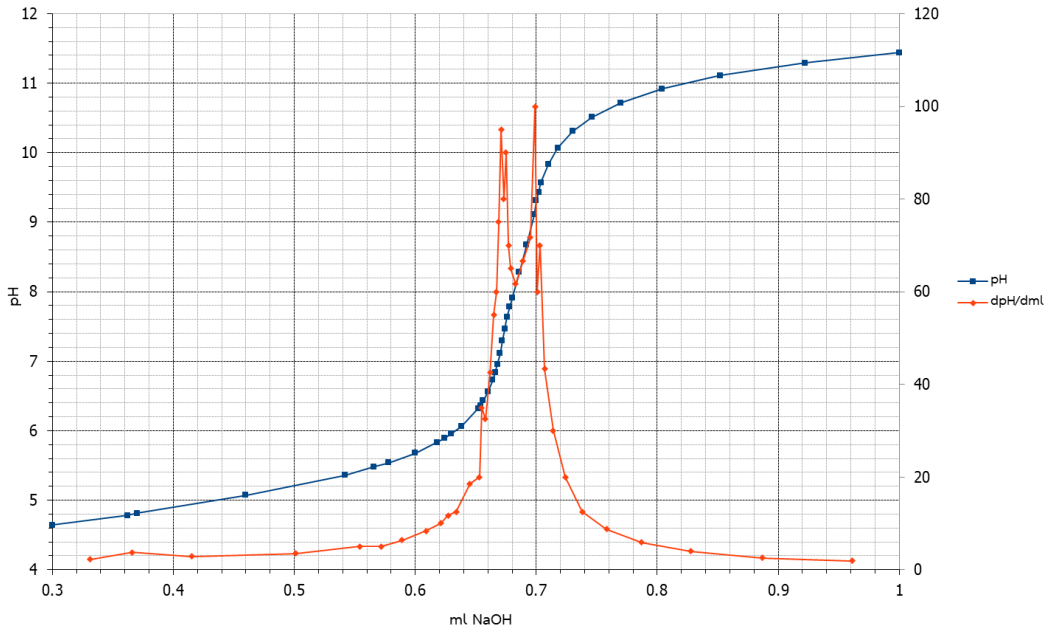
ตารางที่ ฎ.39 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 7

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.61	
0.331		2.10
0.362	4.74	
0.368		2.50
0.374	4.77	
0.426		2.40
0.478	5.02	
0.531		3.11
0.584	5.35	
0.597		4.23
0.610	5.46	
0.617		5.00
0.624	5.53	
0.636		5.42
0.648	5.66	
0.663		7.33
0.678	5.88	
0.681		8.33
0.684	5.93	
0.687		11.67
0.690	6	
0.695		12.00
0.700	6.12	
0.703		16.67
0.706	6.22	
0.708		17.50
0.710	6.29	
0.713		20.00
0.716	6.41	
0.718		27.50
0.720	6.52	
0.721		30.00
0.722	6.58	
0.723		35.00
0.724	6.65	
0.728		46.25
0.732	7.02	
0.733		60.00
0.734	7.14	
0.735		60.00
0.736	7.26	
0.737		65.00
0.738	7.39	
0.739		50.00
0.740	7.49	
0.741		50.00
0.742	7.59	
0.746		43.75
0.750	7.94	
0.754		37.50
0.758	8.24	
0.763		36.00
0.768	8.6	
0.773		48.00
0.778	9.08	
0.782		60.00
0.786	9.56	
0.787		50.00
0.788	9.66	
0.789		50.00
0.790	9.76	
0.793		36.67
0.796	9.98	
0.801		24.00
0.806	10.22	
0.813		17.14
0.820	10.46	
0.829		11.11
0.838	10.66	
0.851		7.69
0.864	10.86	
0.884		5.00
0.904	11.06	
0.932		3.21
0.960	11.24	
0.980		2.75
1.000	11.35	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 14

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1041	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4803	M



รูปที่ ฎ.40 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 14

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2212	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	4.70	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0285	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0003	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0114	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	5.15	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	0.44	
Total wt% ของ H_2O_2	5.59	

ตารางที่ ฎ.40 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 14

ml	pH	dpH/dml
0.300	4.64	
0.331		2.26
0.362	4.78	
0.366		3.75
0.370	4.81	
0.415		2.89
0.460	5.07	
0.501		3.54
0.542	5.36	
0.554		5.00
0.566	5.48	
0.572		5.00
0.578	5.54	
0.589		6.36
0.600	5.68	
0.609		8.33
0.618	5.83	
0.621		10.00
0.624	5.89	
0.627		11.67
0.630	5.96	
0.634		12.50
0.638	6.06	
0.645		18.57
0.652	6.32	
0.653		20.00
0.654	6.36	
0.655		35.00
0.656	6.43	
0.658		32.50
0.660	6.56	
0.662		42.50
0.664	6.73	
0.665		55.00
0.666	6.84	
0.667		60.00
0.668	6.96	
0.669		75.00
0.670	7.11	
0.671		95.00
0.672	7.3	
0.673		80.00
0.674	7.46	
0.675		90.00
0.676	7.64	
0.677		70.00
0.678	7.78	
0.679		65.00
0.680	7.91	
0.683		61.67
0.686	8.28	
0.689		66.67
0.692	8.68	
0.695		71.67
0.698	9.11	
0.699		100.00
0.700	9.31	
0.701		60.00
0.702	9.43	
0.703		70.00
0.704	9.57	
0.707		43.33
0.710	9.83	
0.714		30.00
0.718	10.07	
0.724		20.00
0.730	10.31	
0.738		12.50
0.746	10.51	
0.758		8.75
0.770	10.72	
0.787		5.88
0.804	10.92	
0.828		3.96
0.852	11.11	
0.887		2.57
0.922	11.29	
0.961		1.92
1.000	11.44	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฏ
ข้อมูลดิบการไทเทรตด้วยเครื่อง Autor Titrator ในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w เพื่อนำผลไปเปรียบเทียบกับกรดเปอร์อะซีติก 5%w/w

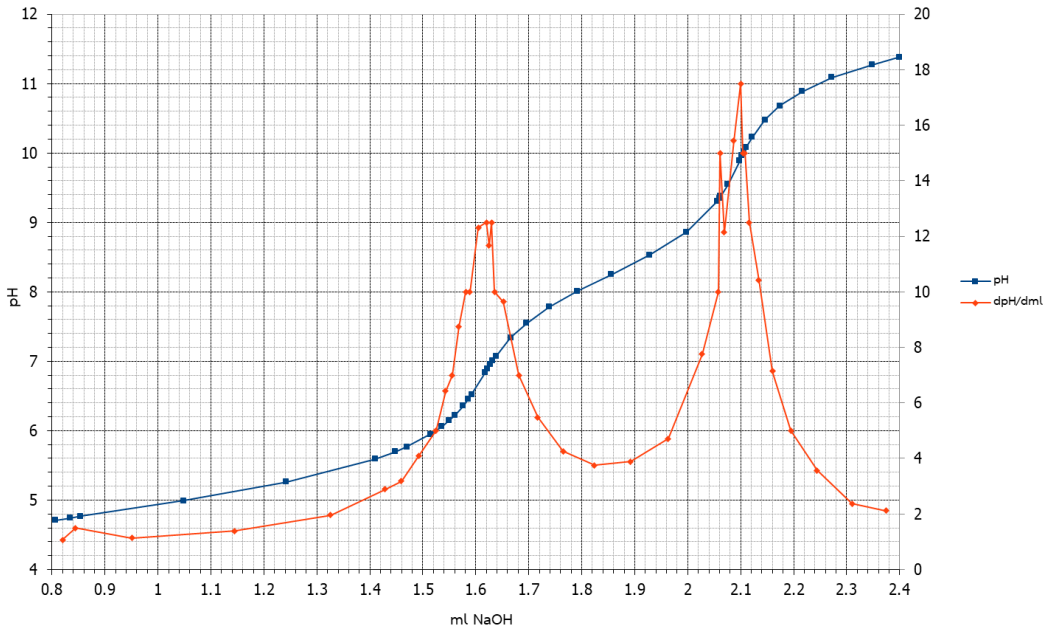
ข้อมูลการไทเทรตเพื่อหากรดเปอร์อะซีติกที่เกิดขึ้นและหากรดอะซีติกที่เหลือในการผลิตกรดเปอร์อะซีติก 15%w/w เป็นระยะเวลา 20 วัน เพื่อนำไปยืนยันว่ากรดเปอร์อะซีติกความเข้มข้นสูงสามารถทำปฏิกิริยากับภาชนะ HDPE โดยเริ่มไทเทรตวันที่ 3 หลังจากทำการผสม ซึ่งจะเห็นจุดสมมูลของการไทเทรต 2 จุด โดยจุดแรกจะเป็นจุดสมมูลของกรดอะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตจากเริ่มต้นจนถึงจุดสมมูลแรกจะเป็นปริมาณเบสที่ใช้ในการไทเทรตกรดอะซีติก ส่วนจุดสมมูลที่สองเป็นของกรดเปอร์อะซีติก ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตระหว่างจุดสมมูลที่หนึ่งและจุดสมมูลที่สองคือปริมาณเบสที่ใช้ไทเทรตกรดเปอร์อะซีติก

เตรียมสารละลายโดยการผสมกรดอะซีติก (Glacial) 85 ml กับน้ำกลั่น 10 ml ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อน จากนั้นค่อยเติมไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ 40 ml ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง และ9 ติดตามการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลา 20 วัน โดยนำตัวอย่างมาทำการไทเทรตด้วยเครื่อง Auto Titrator กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลจากการไทเทรตแสดงดังรูปที่ ฏ.1-ฏ.4 และตารางที่ ฏ.1-ฏ.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 3

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1079	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4788	M



รูปที่ ฎ.1 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 3

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2098	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	9.60	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0280	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0007	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0229	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	10.90	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	7.24	
Total wt% ของ H_2O_2	18.14	

ตารางที่ ฎ.1 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 3

ml	pH	dpH/dml
0.806	4.71	
0.820		1.07
0.834	4.74	
0.844		1.50
0.854	4.77	
0.951		1.13
1.048	4.99	
1.145		1.39
1.242	5.26	
1.326		1.96
1.410	5.59	
1.429		2.89
1.448	5.7	
1.459		3.18
1.470	5.77	
1.492		4.09
1.514	5.95	
1.525		5.00
1.536	6.06	
1.543		6.43
1.550	6.15	
1.555		7.00
1.560	6.22	
1.568		8.75
1.576	6.36	
1.581		10.00
1.586	6.46	
1.589		10.00
1.592	6.52	
1.605		12.31
1.618	6.84	
1.620		12.50

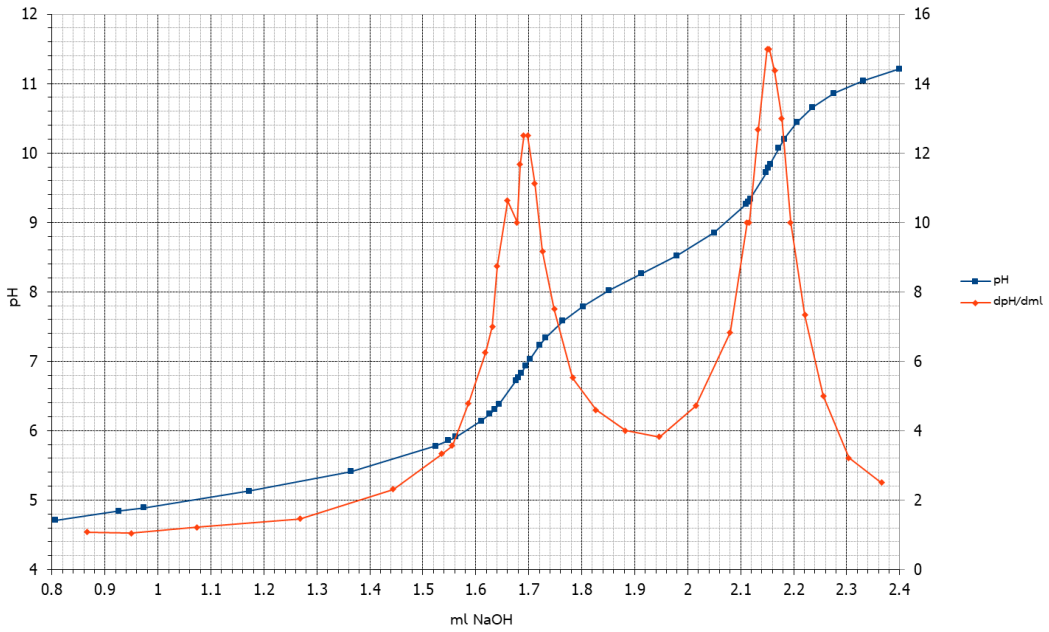
ml	pH	dpH/dml
1.622	6.89	
1.625		11.67
1.628	6.96	
1.630		12.50
1.632	7.01	
1.635		10.00
1.638	7.07	
1.652		9.64
1.666	7.34	
1.681		7.00
1.696	7.55	
1.717		5.48
1.738	7.78	
1.765		4.26
1.792	8.01	
1.824		3.75
1.856	8.25	
1.892		3.89
1.928	8.53	
1.963		4.71
1.998	8.86	
2.027		7.76
2.056	9.31	
2.058		10.00
2.060	9.35	
2.061		15.00
2.062	9.38	
2.069		12.14
2.076	9.55	
2.087		15.45
2.098	9.89	
2.100		17.50

ml	pH	dpH/dml
2.102	9.96	
2.104		15.00
2.106	10.02	
2.108		15.00
2.110	10.08	
2.116		12.50
2.122	10.23	
2.134		10.42
2.146	10.48	
2.160		7.14
2.174	10.68	
2.195		5.00
2.216	10.89	
2.244		3.57
2.272	11.09	
2.310		2.37
2.348	11.27	
2.374		2.12
2.400	11.38	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 6

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1107	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4788	M



รูปที่ ฎ.2 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 6

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2052	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	9.30	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0280	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0007	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0221	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	10.79	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	6.77	
Total wt% ของ H_2O_2	17.56	

ตารางที่ ฏ.2 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 6

ml	pH	dpH/dml
0.806	4.71	
0.866		1.08
0.926	4.84	
0.950		1.04
0.974	4.89	
1.073		1.21
1.172	5.13	
1.268		1.46
1.364	5.41	
1.444		2.31
1.524	5.78	
1.536		3.33
1.548	5.86	
1.555		3.57
1.562	5.91	
1.586		4.79
1.610	6.14	
1.618		6.25
1.626	6.24	
1.631		7.00
1.636	6.31	
1.640		8.75
1.644	6.38	
1.660		10.63
1.676	6.72	
1.678		10.00
1.680	6.76	
1.683		11.67
1.686	6.83	
1.690		12.50
1.694	6.93	
1.698		12.50

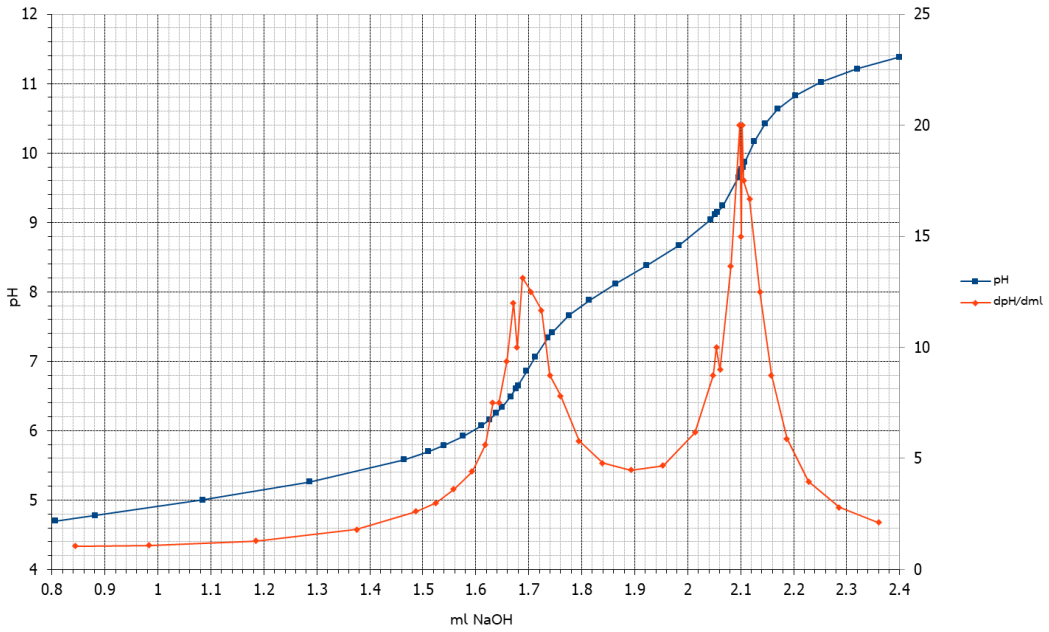
ml	pH	dpH/dml
1.702	7.03	
1.711		11.11
1.720	7.23	
1.726		9.17
1.732	7.34	
1.748		7.50
1.764	7.58	
1.783		5.53
1.802	7.79	
1.827		4.60
1.852	8.02	
1.882		4.00
1.912	8.26	
1.946		3.82
1.980	8.52	
2.015		4.71
2.050	8.85	
2.080		6.83
2.110	9.26	
2.112		10.00
2.114	9.3	
2.116		10.00
2.118	9.34	
2.133		12.67
2.148	9.72	
2.150		15.00
2.152	9.78	
2.154		15.00
2.156	9.84	
2.164		14.38
2.172	10.07	
2.177		13.00

ml	pH	dpH/dml
2.182	10.2	
2.194		10.00
2.206	10.44	
2.221		7.33
2.236	10.66	
2.256		5.00
2.276	10.86	
2.304		3.21
2.332	11.04	
2.366		2.50
2.400	11.21	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 13

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1048	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.3 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 13

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2132	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	10.40	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0271	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0007	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0240	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	11.24	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	6.46	
Total wt% ของ H_2O_2	17.70	

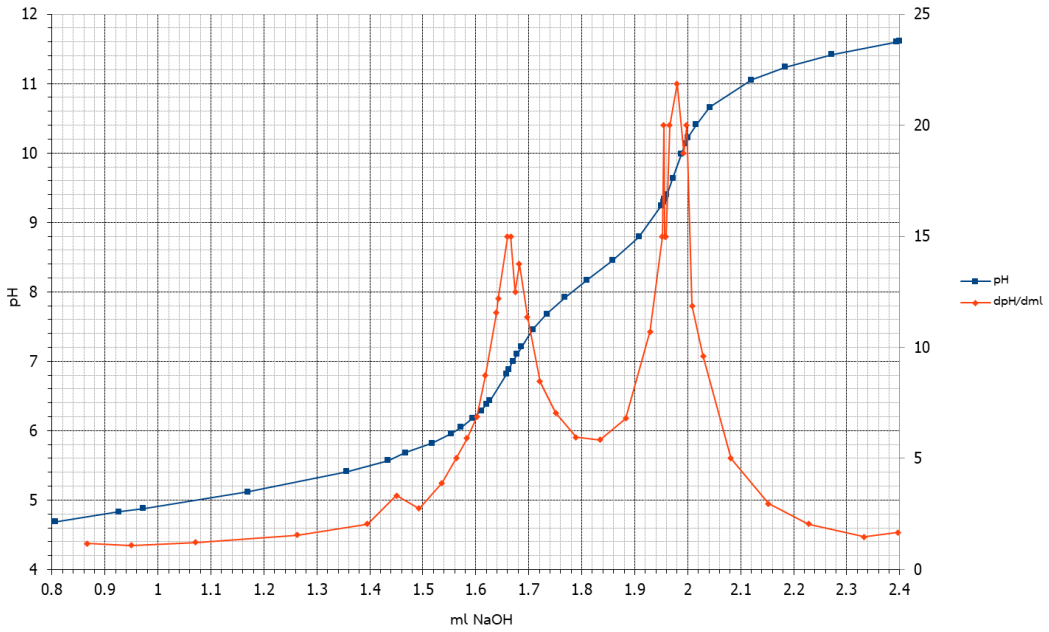
ตารางที่ ฎ.3 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 13

ml	pH	dpH/dml
0.806	4.7	
0.844		1.05
0.882	4.78	
0.983		1.09
1.084	5	
1.185		1.29
1.286	5.26	
1.375		1.80
1.464	5.58	
1.487		2.61
1.510	5.7	
1.525		3.00
1.540	5.79	
1.558		3.61
1.576	5.92	
1.593		4.41
1.610	6.07	
1.618		5.63
1.626	6.16	
1.632		7.50
1.638	6.25	
1.644		7.50
1.650	6.34	
1.658		9.38
1.666	6.49	
1.671		12.00
1.676	6.61	
1.678		10.00
1.680	6.65	
1.688		13.13
1.696	6.86	
1.704		12.50
1.712	7.06	
1.724		11.67
1.736	7.34	
1.740		8.75
1.744	7.41	
1.760		7.81
1.776	7.66	
1.795		5.79
1.814	7.88	
1.839		4.80
1.864	8.12	
1.893		4.48
1.922	8.38	
1.953		4.68
1.984	8.67	
2.014		6.17
2.044	9.04	
2.048		8.75
2.052	9.11	
2.054		10.00
2.056	9.15	
2.061		9.00
2.066	9.24	
2.081		13.67
2.096	9.65	
2.098		20.00
2.100	9.73	
2.101		15.00
2.102	9.76	
2.103		20.00
2.104	9.8	
2.106		17.50
2.108	9.87	
2.117		16.67
2.126	10.17	
2.136		12.50
2.146	10.42	
2.158		8.75
2.170	10.63	
2.187		5.88
2.204	10.83	
2.228		3.96
2.252	11.02	
2.286		2.79
2.320	11.21	
2.360		2.13
2.400	11.38	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วันที่ 20

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้หากรดทั้งหมด	0.1032	g
ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	0.4817	M



รูปที่ ฎ.4 กราฟระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับค่า pH และกราฟระหว่างปริมาตรโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เติมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า pH (ค่า dpH/dml) วันที่ 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การหาปริมาณไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่เหลืออยู่วันที่ 20

ไทเทรต H_2O_2 2 ครั้ง ใช้ตัวอย่าง	0.2101	g
ใช้สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	7.80	ml
ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$)	0.0283	M
จำนวนโมล H_2O_2	0.0006	mol
คิดเป็นน้ำหนัก	0.0188	g
wt% H_2O_2 ที่เหลือ	8.39	
wt% H_2O_2 ที่ไปเป็น PAA	4.86	
Total wt% ของ H_2O_2	13.79	

ตารางที่ ฏ.4 ผลการไทเทรตจากเครื่อง Auto Titrator วันที่ 20

ml	pH	dpH/dml
0.806	4.69	
0.866		1.17
0.926	4.83	
0.949		1.09
0.972	4.88	
1.071		1.21
1.170	5.12	
1.263		1.56
1.356	5.41	
1.395		2.05
1.434	5.57	
1.451		3.33
1.467	5.68	
1.493		2.75
1.518	5.82	
1.536		3.89
1.554	5.96	
1.563		5.00
1.572	6.05	
1.583		5.91
1.594	6.18	
1.602		6.87
1.610	6.29	
1.618		8.75
1.620	6.38	
1.639		11.58
1.626	6.43	
1.642		12.19
1.658	6.82	
1.660		15.00
1.662	6.88	
1.666		15.00

ml	pH	dpH/dml
1.670	7	
1.674		12.50
1.678	7.1	
1.682		13.75
1.686	7.21	
1.697		11.36
1.708	7.46	
1.721		8.46
1.734	7.68	
1.751		7.06
1.768	7.92	
1.789		5.95
1.810	8.17	
1.834		5.83
1.858	8.45	
1.883		6.80
1.908	8.79	
1.929		10.71
1.950	9.24	
1.952		15.00
1.954	9.3	
1.955		20.00
1.956	9.34	
1.957		15.00
1.958	9.37	
1.959		15.00
1.960	9.4	
1.966		20.00
1.972	9.64	
1.980		21.88
1.988	9.99	
1.992		18.75

ml	pH	dpH/dml
1.996	10.14	
1.998		20.00
2.000	10.22	
2.008		11.88
2.016	10.41	
2.029		9.62
2.042	10.66	
2.081		5.00
2.120	11.05	
2.152		2.97
2.184	11.24	
2.228		2.05
2.272	11.42	
2.333		1.48
2.394	11.6	
2.397		1.67
2.400	11.61	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

[1] MIXWELL MARKETING CO., L. *Peracetic, Bacteria, Yeasts, Fungi and Virus*. 2553; Available from:https://www.mixwell.co.th/Download/mixwell's%20news%202553%20vol%201.pdf?fbclid=IwAR1U3SPFUQq-Q_YlxNaYNfd9IlQGJMynWgNeQQUe613jzIMj_FzE0SFxDAU.

[2] M. G. Evans and N. Uri, The dissociation constant of hydrogen peroxide and the electron affinity of the HO_2 radical. 1949. 45: p. 224-230.

[3] Atkins RC, Carey FA, Ong CW. Organic chemistry: A brief course. 2013:47.

[4] Chen, J.-H., J.-W. Xu, and C.-X. Shing, Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. The Journal of prosthetic dentistry, 1993. 69(1): p. 46-48.

[5] McMillen and W. Mark, STABILIZED HYDROGEN PEROXIDE. 1989.

[6] ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, Hydrogen peroxide / ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์. Available from: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1924/hydrogen-peroxide-ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

[7] ศูนย์พัฒนานโยบายแห่งชาติด้านสารเคมีสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาร่วมกับคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. HYDROGEN PEROXIDE (>60% SOLUTION IN WATER) April 2000; Available from: http://fdathaiteci.fda.moph.go.th/PDF1700/0164.pdf.

[8] ampro_content. กรดอะซิติกคืออะไรและมีประโยชน์อย่างไร? ; Available from: https://amprohealth.com/nutrition/acetic-acid/.

[9] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกรมโรงงานอุตสาหกรรม. เอกสารข้อมูลความปลอดภัย : Acetic acid. Available from: https://www.tailiang.co.th/MSDS/MSDS_AceticAcid.pdf.

[10] ampro_content. อันตรายจากกรดอะซิติก. Available from: https://amprohealth.com/nutrition/acetic-acid/.

[11] PeroxyChem, SAFETY DATA SHEET PERACETIC ACID 35% W/H_2SO_4. 2015.

[12] ภญ. วรรณา ศรีสุคนธรัตน์, สารต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในบ้านเรือนหรือทางสาธารณสุข. Peracetic acid. 2558: มิถุนายน 2558. 28.

[13] Suess, H. U. and M. Janik, On the decomposition of hydrogen peroxide via the peroxocarbonic acid anion. Technical Articles, Technical Association of the Pulp and Paper Industry of Southern Africa/TAPPSA, 2009.

[14] Keating, K.B. and A.G. Rozner, Decomposition of Hydrogen Peroxide on Glass. 1965. 3658-3660.

[15] Inczédy, J. and L. Erdey, The role of perhydroxyl ions in the reactions of hydrogen peroxide. Periodica Polytechnica Chemical Engineering, 1962. 6(4): p. 195-202.

[16] Nicoll, W. and A. Smith, Stability of dilute alkaline solutions of hydrogen peroxide. Industrial & Engineering Chemistry, 1955. 47(12): p. 2548-2554.

[17] Suess, H. U. and J. D. Kronis, Impact of carbonate ions on H_2O_2 performance in pulp bleaching 2002: p. 1-5.

[18] Anbar, M. and H. Taube, Interaction of nitrous acid with hydrogen peroxide and with water. Journal of the American Chemical Society, 1954. 76(24): p. 6243-6247.

[19] Livingston, R.S. and W.C. Bray, The catalytic decomposition of hydrogen peroxide in an acid chlorine-chloride solution. Journal of the American Chemical Society, 1925. 47(8): p. 2069-2082.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวชัญญานุช จันทเตมีย์
วัน เดือน ปี เกิด	5 กันยายน 2540
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ณ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ ฉะเชิงเทรา และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สาขาวิศวกรรมเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2563
ที่อยู่ปัจจุบัน	50/8 หมู่ 6 ตำบลเสม็ดเหนือ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา 24110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University