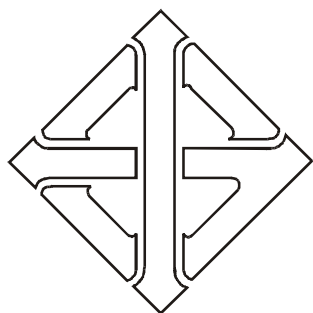




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 217— 2549

กรดไฮโดรคลอริกสำหรับอุตสาหกรรม

HYDROCHLORIC ACID FOR INDUSTRIAL USE

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 71.100.01

ISBN 974-1508-52-2

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรดไฮโดรคลอริกสำหรับอุตสาหกรรม

มอก. 217 – 2549

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 124 ตอนพิเศษ 37ง
วันที่ 28 มีนาคม พุทธศักราช 2550

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 191
มาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก

ประธานกรรมการ

นางศรีจันทร์ อุทัยภาส

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

กรรมการ

นางสาวจิรสา กรงกรด

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ดร.อรรพรรณ ชัยลภากุล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดร.อภิชาติ อิ่มยิ้ม

นางสาวสุลัดดา เตียวทอง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นายภาคภูมิ จิรรัตน์

สภาหอการค้าไทย

นายมหาปীর โกเดอร์

บริษัท ไทยอาซาฮีเคมีภัณฑ์ จำกัด

นางสาวสุภัทรา ลาภเจริญ

นายกมล โตอารีย์มิตร

บริษัท สยามเมมี จำกัด (มหาชน)

นายสิทธิเดช จันทร์สุขศรี

บริษัท สยาม พีวีเอส เคมิคอลส์ จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นางกิตติยา อัลภาชน์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรดไฮโดรคลอริกสำหรับอุตสาหกรรม นี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) สำหรับใช้ในทางอุตสาหกรรม มาตรฐานเลขที่ มอก. 217-2520 ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 94 ตอนที่ 73 วันที่ 9 สิงหาคม พุทธศักราช 2520 และแก้ไขครั้งที่ 1 เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.217-2536 ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 110 ตอนที่ 75 วันที่ 10 มิถุนายน พุทธศักราช 2536 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสม ถูกต้อง สอดคล้องกับเอกสารอ้างอิงและความก้าวหน้าทางวิชาการและเทคโนโลยีปัจจุบัน จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากผู้ทำ ผู้ใช้ และเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

IS 265:1993	Hydrochloric acid-Specification
BS 3993 : 1966(1997)	Hydrochloric acid,commercial type 1 and 2
ASTM E 200-97 (Reapproved 2001)	Standard Practice for Preparation,Standardization,and Storage of Standard and Reagent Solutions for Chemical Analysis
ASTM E 224-96 (Reapproved 2002)	Standard Test Methods for Analysis of Hydrochloric Acid
Chemical Reagent 8th Edition	
มอก. 2150-2546	พอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ชนิดเหลว

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม
มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3567 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) สำหรับใช้ในทางอุตสาหกรรม

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กรดไฮโดรคลอริกสำหรับอุตสาหกรรม

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) สำหรับใช้ในทางอุตสาหกรรม มาตรฐานเลขที่ มอก.217-2536

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 273 (พ.ศ. 2520) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) สำหรับใช้ในทางอุตสาหกรรม ลงวันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2520 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1881 (พ.ศ. 2536) เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) สำหรับใช้ในทางอุตสาหกรรม (แก้ไขครั้งที่ 1) ลงวันที่ 11 พฤษภาคม 2536 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรดไฮโดรคลอริกสำหรับอุตสาหกรรม มาตรฐานเลขที่ มอก.217-2549 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้าย ประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 90 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2549

นายสุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรดไฮโดรคลอริกสำหรับอุตสาหกรรม

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะกรดไฮโดรคลอริกสำหรับอุตสาหกรรม ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “กรดไฮโดรคลอริก”

2. ชั้นคุณภาพ

- 2.1 กรดไฮโดรคลอริก แบ่งเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ
 - 2.1.1 ชั้นคุณภาพ 1
 - 2.1.2 ชั้นคุณภาพ 2

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 3.1 ลักษณะทั่วไป
ต้องเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีเหลืองอ่อน และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้
การทดสอบให้ตรวจพินิจ
- 3.2 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี
ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี
(ข้อ 3.2)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด		วิธีวิเคราะห์ตาม
		ชั้นคุณภาพ 1	ชั้นคุณภาพ 2	
1	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	1.166	1.166	ภาคผนวก ข.
2	ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า	34.5	34.5	ภาคผนวก ค.
3	ส่วนที่เหลือจากการเผา ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.01	0.05	ภาคผนวก ง.
4	ซัลเฟตทั้งหมด (คำนวณเป็น H_2SO_4) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.05	0.05	ภาคผนวก จ.
5	เหล็ก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	5.0	15.0	ภาคผนวก ฉ.
6	คลอรีนอิสระ ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.02	0.02	ภาคผนวก ช.
7	ปรอท มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	0.1	–	ภาคผนวก ซ.
8	สารหนู มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	1.0	–	ภาคผนวก ฌ.
9	โลหะหนักทั้งหมด (ในรูปของ Pb) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	1.0	–	ภาคผนวก ฎ.

4. การบรรจุ

- 4.1 ให้บรรจุกรดไฮโดรคลอริกในภาชนะบรรจุที่ทนการกัดกร่อน และไม่ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก
- 4.2 หากมิได้ตกลงกันเป็นอย่างอื่น ให้น้ำหนักสุทธิของกรดไฮโดรคลอริกในแต่ละภาชนะบรรจุเป็น 25 กิโลกรัม 50 กิโลกรัม หรือ 1 000 กิโลกรัม และต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

5. เครื่องหมายและฉลาก

- 5.1 ที่ภาชนะบรรจุกรดไฮโดรคลอริกทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (1) คำว่า “กรดไฮโดรคลอริกสำหรับอุตสาหกรรม” หรือ “กรดไฮโดรคลอริก”
 - (2) ชั้นคุณภาพ
 - (3) น้ำหนักสุทธิ เป็นกิโลกรัม

- (4) เดือน ปี ที่ทำ และ/หรือรหัสรุ่นที่ทำ
 - (5) สัญลักษณ์ ข้อความเตือนอันตรายและบอกความเป็นอันตรายให้เป็นไปตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
 - (6) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- 6.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

7. การทดสอบ

7.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 7.1.1 ให้ใช้วิธีที่กำหนดในมาตรฐานนี้หรือวิธีอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งให้ใช้วิธีที่กำหนดในมาตรฐานนี้
- 7.1.2 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น น้ำกลั่นและสารเคมีที่ใช้ต้องมีความบริสุทธิ์เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 6.1)

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง กรดไฮโดรคลอริกชั้นคุณภาพเดียวกัน ที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน ที่ทำในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.1.1 กรณีภาชนะบรรจุขนาดไม่เกิน 30 กิโลกรัม
 รุ่น หมายถึง กรดไฮโดรคลอริกซึ่งบรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือซื้อขายในวันเดียวกัน
- ก.1.2 กรณีภาชนะบรรจุขนาดเกิน 30 กิโลกรัม
 รุ่น หมายถึง กรดไฮโดรคลอริกในภาชนะบรรจุเดี่ยวภาชนะนั้น
- ก.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก (เฉพาะกรณีภาชนะบรรจุขนาดไม่เกิน 30 กิโลกรัม)
- ก.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ ก.1
- ก.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 5. ในแต่ละรายการ ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ ก.1 จึงจะถือว่ากรดไฮโดรคลอริกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ก.1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก

(กรณีภาชนะบรรจุขนาดไม่เกิน 30 กิโลกรัม)

(ข้อ ก.2.1.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนะบรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 150	2	0
151 ถึง 1 200	8	1
1 201 ถึง 3 200	13	2
เกิน 3 200	20	3

ก.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการ

ก.2.2.1 กรณีภาชนะบรรจุขนาดไม่เกิน 30 กิโลกรัม

ให้ใช้ตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องการบรรจุแล้ว โดยชักตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุภาชนะบรรจุละเท่า ๆ กัน ผสมกันจนได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม

ในกรณีที่ตัวอย่างไม่พอ ให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจนได้น้ำหนักตามที่กำหนด

ก.2.2.2 กรณีภาชนะบรรจุขนาดเกิน 30 กิโลกรัม

ให้ชักตัวอย่างจากภาชนะเดี่ยวภาชนะนั้น โดยชักตัวอย่างที่ระดับบน กลาง และล่าง ในปริมาณเท่า ๆ กัน ผสมกันจนได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม

ก.2.2.3 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3. ทุกรายการ จึงจะถือว่ากรดไฮโดรคลอริกรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสิน

ก.3.1 กรณีภาชนะบรรจุขนาดไม่เกิน 30 กิโลกรัม

ตัวอย่างกรดไฮโดรคลอริกต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.1.2 และข้อ ก.2.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่ากรดไฮโดรคลอริกนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ก.3.2 กรณีภาชนะบรรจุขนาดเกิน 30 กิโลกรัม

ตัวอย่างกรดไฮโดรคลอริกต้องเป็นไปตามข้อ ก.2.2.3 จึงจะถือว่ากรดไฮโดรคลอริกนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข.

การทดสอบหาความหนาแน่นสัมพัทธ์
(ตารางที่ 1)

ข.1 เครื่องมือ

ไฮโดรมิเตอร์ที่สามารถปรับแก้ค่าตามอุณหภูมิที่ใช้ทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 ค่าตรวจแก้ (correction) ความหนาแน่นสัมพัทธ์สำหรับไฮโดรมิเตอร์
(ข้อ ข.1)

อุณหภูมิของของเหลวที่ใช้ทดสอบ °C	ค่าตรวจแก้ความหนาแน่นสัมพัทธ์สำหรับไฮโดรมิเตอร์ซึ่งมีค่ามาตรฐานที่	
	15 °C	20 °C
30	-0.000 5	-0.000 3

หมายเหตุ ให้นำค่าตรวจแก้ไปบวกกับค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์

ข.2 วิธีทดสอบ

เทตัวอย่างประมาณ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในกระบอกแก้ว ไล่ฟองอากาศออกให้หมด ปรับอุณหภูมิของตัวอย่างให้คงที่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ค่อย ๆ หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงในตัวอย่าง รอจนไฮโดรมิเตอร์อยู่ในระดับคงที่ อ่านค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์จากสเกลของไฮโดรมิเตอร์โดยให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกับตัวอย่าง อ่านค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์หรือองศาโบเมจากสเกลแล้วปรับค่าตรวจแก้ตามตารางที่ ข.1

ข.3 จากค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์หรือองศาโบเมที่อ่านได้จากข้อ ข.2 อาจนำไปเทียบหาความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกได้จากตารางเทียบการแปลงผัน ดังแสดงในตารางที่ ข.2

ตารางที่ ข.2 ตารางการแปลงผันค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก
ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
(ข้อ ข.3)

องศาโบเม (Baume)	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก ร้อยละโดยน้ำหนัก
19.7	1.157 8	32.75
19.8	1.158 8	32.98
19.9	1.159 7	33.12
20.0	1.160 6	33.31
20.1	1.161 6	33.50
20.2	1.162 5	33.60
20.3	1.163 5	33.88
20.4	1.164 4	34.07
20.5	1.165 4	34.26
20.6	1.166 3	34.45
20.7	1.167 3	34.64
20.8	1.168 2	34.83
20.9	1.169 2	35.02
21.0	1.170 1	35.21
21.1	1.171 1	35.40
21.2	1.171 6	35.59
21.3	1.172 6	35.78
21.4	1.173 5	35.97
21.46	1.173 6	36.16
21.56	1.174 5	36.35
21.66	1.175 5	36.54
21.76	1.176 5	36.73
21.86	1.177 5	36.93

หมายเหตุ ถ้าของเหลวที่ต้องการหาความหนาแน่นสัมพัทธ์มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือเกิน 30 องศาเซลเซียส และอยู่ในช่วง 15.0 องศาโบเมถึง 22.0 องศาโบเมให้นำค่า 0.06 องศาโบเมหรือความหนาแน่นสัมพัทธ์ $\pm 0.000 54$ ไปบวกหรือลบออกจากค่าในตารางที่ ข.2 ต่อทุกๆ องศาเซลเซียสที่เปลี่ยนไป

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก
(ตารางที่ 1)

ค.1 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

ค.1.1 โพแทสเซียมไฮโดรเจนทาเลตปฐุมภูมิ

ชั่งโพแทสเซียมไฮโดรเจนทาเลตปฐุมภูมิ 10 กรัมถึง 20 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปลอ่ยให้เย็นในเดซิกเคเตอร์

ค.1.2 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์

ละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัมในเอทานอล (ร้อยละ 95 โดยปริมาตร) 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค.1.3 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 กรัม ที่ทราบมวลแน่นอนในน้ำที่ปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สอบเทียบมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์โดย ชั่งโพแทสเซียมไฮโดรเจนทาเลตปฐุมภูมิจากข้อ ค.1.1 มา (4.75 ± 0.05) กรัมที่ทราบมวลแน่นอน ถ่ายใส่ขวดรูปกรวยขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำที่ปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนเบาๆ เพื่อให้ละลาย หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์ 2 หยดถึง 3 หยด นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จนถึงจุดยุติเมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน คำนวณหาความเข้มข้น

$$\frac{\text{ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์}}{\text{โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร}} = \frac{m}{0.20423 \times V_1}$$

เมื่อ m คือ มวลของโพแทสเซียมไฮโดรเจนทาเลตปฐุมภูมิ เป็นกรัม

V_1 คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

ค.2 วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัมถึง 3 กรัมที่ทราบมวลแน่นอนในขวดรูปกรวย เติมน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร อย่างช้าๆ และระมัดระวัง ปิดจุก แล้วทำให้เย็น หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์ 2 หยดถึง 3 หยด ไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์จนถึงจุดยุติเมื่อสีของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน

ค.3 วิธีคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{c \times V_2 \times 3.646}{m_0}$$

เมื่อ c คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต เป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

m_0 คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์หาปริมาณส่วนที่สูญเสียจากการเผา
(ตารางที่ 1)

ง.1 เครื่องมือ

ง.1.1 เตาเผาไฟฟ้าที่ปรับอุณหภูมิได้ที่ (800 ± 50) องศาเซลเซียส

ง.1.2 ชามกระเบื้อง ความจุประมาณ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เเผาที่อุณหภูมิ (800 ± 50) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์ที่ทราบมวลแน่นอนแล้ว

ง.2 วิธีวิเคราะห์

ใส่ตัวอย่างประมาณ 100 กรัมที่ทราบมวลแน่นอนในชามกระเบื้อง หยดกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 หยด ระบายให้แห้ง นำมาเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ (800 ± 50) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ซึ่ง หักมวลของชามกระเบื้องออก จะได้มวลของส่วนที่สูญเสียจากการเผา

ง.3 วิธีคำนวณ

ส่วนที่สูญเสียจากการเผา ร้อยละโดยน้ำหนัก = $\frac{m_1 \times 100}{m_0}$

เมื่อ m_1 คือ มวลของส่วนที่สูญเสียจากการเผา เป็นกรัม

m_0 คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

ภาคผนวก จ.

การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตทั้งหมด (ตารางที่ 1)

จ.1 เครื่องมือ

- จ.1.1 ไมโครบิวเรตต์ ความจุ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ.1.2 หลอดทดลอง ขนาด 16 มิลลิเมตร × 125 มิลลิเมตร จำนวน 2 หลอด

จ.2 สารละลายและวิธีเตรียม

- จ.2.1 สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.5 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- จ.2.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- จ.2.3 สารละลายกรดซัลฟิวริก 0.001 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
- จ.2.4 ซัลเฟต ซีดดิ้ง รีเอเจนต์ (sulphate seeding reagent) ที่เตรียมขึ้นใหม่
ละลายแบเรียมคลอไรด์ 2 กรัมในน้ำกลั่น 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น (ร้อยละ 95 โดยปริมาตร)
20 ลูกบาศก์เซนติเมตรและสารละลายกรดซัลฟิวริก 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จ.3 วิธีวิเคราะห์

- จ.3.1 ใส่ตัวอย่าง 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรในขามกระเบื้องหรือขามซิลิกา เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำไปประเหยให้แห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ละลายส่วนที่เหลือด้วยน้ำร้อน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าสารละลายขุ่นให้กรองปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมซัลเฟต ซีดดิ้ง รีเอเจนต์ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่ายสารละลายใส่ในหลอดทดลองหลอดที่ 1 เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ.3.2 ทำแบลงก์เปรียบเทียบกับหลอดที่ 2 โดยใส่สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซัลเฟต ซีดดิ้ง รีเอเจนต์ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และน้ำกลั่น 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- จ.3.3 เปรียบเทียบความขุ่นของสารละลายทั้ง 2 หลอด โดยเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกจากไมโครบิวเรตต์ลงในสารละลายหลอดที่ 2 จนได้ความขุ่นเท่ากัน
หมายเหตุ ถ้าต้องใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเกิน 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรเพื่อให้สารละลายหลอดที่ 2 ขุ่นเท่ากับหลอดที่ 1 ให้ทำการวิเคราะห์ใหม่ทั้งหมดโดยใช้ตัวอย่างน้อยลง

จ.4 วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณซัลเฟตทั้งหมด (คำนวณเป็น H}_2\text{SO}_4\text{) ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{98 \times 10^{-4} \times V_1}{d \times V_2}$$

เมื่อ d คือ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของตัวอย่างที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

V_1 คือ ปริมาตรของสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ใช้ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

V_2 คือ ปริมาตรของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาคผนวก จ.

การวิเคราะห์หาปริมาณหลัก
(ตารางที่ 1)

ให้ใช้วิธีวิเคราะห์ต่อไปนี้ หรืออาจใช้วิธีอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์

จ.1 เครื่องมือ

จ.1.1 ขวดซัง

จ.1.2 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

จ.2 สารละลายและวิธีเตรียม

จ.2.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

จ.2.2 สารละลายไฮดรอกซิลามีนไฮโดรคลอไรด์ 100 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายไฮดรอกซิลามีนไฮโดรคลอไรด์ ($\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$) 10 กรัมในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จ.2.3 สารละลายแอมโมเนียมแอสซีเตต 300 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายแอมโมเนียมแอสซีเตต ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) 30 กรัมในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จ.2.4 สารละลายไบพริดีล 10 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายไบพริดีล (2,2'-bipyridyl) 1 กรัมในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จ.2.5 สารละลายมาตรฐานเหล็ก 2.00 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ซังเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซะไฮเดรต 7.022 กรัม $\pm$ 0.001 กรัมให้ทราบมวลแน่นอนใส่ปิกรเกอร์ละลายด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่ายใส่ขวดปริมาตรขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีเหล็กอยู่ 2.00 มิลลิกรัม

จ.2.6 สารละลายมาตรฐานเหล็ก 0.20 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรที่เตรียมขึ้นใหม่

ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานเหล็กจากข้อ จ.2.5 มา 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ขวดปริมาตรขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีเหล็กอยู่ 0.20 มิลลิกรัม

จ.2.7 สารละลายมาตรฐานเหล็ก 0.010 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ที่เตรียมขึ้นใหม่

ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานเหล็กจากข้อ จ.2.6 มา 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ขวดปริมาตรขนาด 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

สารละลายนี้ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีเหล็กอยู่ 10 ไมโครกรัม

ฉ.3 วิธีสร้างกราฟสอบเทียบ

ใช้ปีเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานหลัก (ข้อ ฉ.2.7) ที่มีปริมาตรต่างกัน 0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถึง 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรโดยเรียงตามอนุกรมเพิ่มขึ้นใบละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 11 ใบ ตามลำดับ แต่ละใบเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรประมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรและสารละลายไฮดรอกซิลามีนไฮโดรคลอไรด์ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปล่อยให้เป็นเวลา 5 นาที แล้วเติมสารละลายแอมโมเนียมแอสซิเตต 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรและสารละลายโบพิริดิล 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่า ปล่อยให้เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปวัดค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร เขียนกราฟระหว่างค่าความดูดกลืนที่อ่านได้กับปริมาตรหลัก

ฉ.4 วิธีเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างประมาณ 50 กรัมให้ทราบมวลแน่นอนในขวดชั่ง เทใส่บีกเกอร์ นำไปประเหยให้แห้งบนเครื่องอังน้ำหรือเครื่องอังไอน้ำ (steam bath) ทำให้เย็น แล้วเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรและน้ำกลั่น 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มจนละลายหมด ถ่ายใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่า กรองถ้าสารละลายขุ่น

ฉ.5 วิธีวิเคราะห์

ใช้ปีเปตต์ดูดสารละลายตัวอย่างจากข้อ ฉ.4 มาจำนวนหนึ่งซึ่งทราบปริมาตรแน่นอนและมีปริมาณหลักตั้งแต่ 50 ไมโครกรัมถึง 500 ไมโครกรัมใส่ในขวดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสารละลายไฮดรอกซิลามีนไฮโดรคลอไรด์ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปล่อยให้เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงเติมสารละลายแอมโมเนียมแอสซิเตต 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรและสารละลายโบพิริดิล 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่า ปล่อยให้เป็นเวลา 10 นาที นำไปวัดค่าความดูดกลืนเทียบกับแบล่งก์ที่ความยาวคลื่นเดียวกับข้อ ฉ.3

ฉ.6 วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณหลัก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม} = \frac{V_1 \times 100}{m_0 \times m_1}$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรของสารละลายตัวอย่าง เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

m_1 คือ ปริมาณหลักที่อ่านได้จากกราฟสอบเทียบ เป็นไมโครกรัม

m_0 คือ มวลของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ เป็นกรัม

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์หาปริมาณคลอรีนอิสระ
(ตารางที่ 1)

ข.1 เครื่องมือ

ข.1.1 ขวดซึ่งขนาด 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข.1.2 ขวดรูปกรวยขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร พร้อมจุกปิด

ข.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

ข.2.1 ผลิกโพแทสเซียมไอโอไดด์

ข.2.2 สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 100 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 กรัมในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข.2.3 น้ำแป้ง

ผสมแป้ง 0.5 กรัมกับน้ำ 2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากัน ค่อยๆ เทลงในน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตรทีละน้อย ต้มให้เดือดโดยคนตลอดเวลาเป็นเวลา 15 นาที เก็บไว้ในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ด้วยการต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ข.2.4 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 25 กรัมด้วยน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่และปล่อยให้เย็นแล้ว 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 0.11 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ต้มเดือดใหม่และปล่อยให้เย็นแล้วจนปริมาตรเป็น 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปล่อยให้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บสารละลายนี้ในขวดแก้วสีชาที่ปิดได้สนิท

สอบเทียบมาตรฐานโดยบดโพแทสเซียมไดโครเมตปฐมภูมิ ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 2 กรัมใส่ถ้วยแพลทินัมเผาที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ซึ่งมาประมาณ (0.21 ± 0.01) กรัมให้ทราบมวลแน่นอนใส่ขวดปริมาตรขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่มีจุกปิดเติมน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้ละลาย แล้วเติมโพแทสเซียมไอโอไดด์ 3 กรัม โซเดียมไบคาร์บอเนต 2 กรัมและสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยเติมอย่างรวดเร็ว แล้วปิดจุก เขย่า ปล่อยให้ในที่มืดเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นล้างจุกปิดและผนังด้านในขวดรวมน้ำล้างนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน เติมน้ำแป้ง (10 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร) 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไทเทรตต่อจนเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมฟ้า คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต จากสูตร

$$\frac{\text{ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต}}{\text{โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร}} = \frac{m_1}{0.04904 \times V_1}$$

เมื่อ V_1 คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไทเทรต เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร
 m_1 คือ มวลของโพแทสเซียมไดโครเมตที่ใช้ เป็นกรัม

ช.3 การทดสอบเบื้องต้น

ใส่ตัวอย่างประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรในขวดรูปกรวยขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมโพแทสเซียมไอโอไดด์ 1 ผสมและน้ำแป้ง 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากัน ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเนื่องจากเกิดไอโอดีนให้วิเคราะห์ต่อไปตามข้อ ช.4

ช.4 วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างประมาณ 50 กรัมในขวดซึ่งให้ทราบมวลแน่นอนใส่ขวดรูปกรวยซึ่งใส่น้ำกลั่นไว้แล้ว 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก แล้วทำให้เย็น เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก เขย่าปล่อยไว้เป็นเวลา 2 นาที นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตจนได้สีเหลืองอ่อน เติมน้ำแป้ง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไทเทรตต่อจนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป

ช.5 วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณคลอรีนอิสระ ร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{c \times V_2 \times 0.0355}{m_0} \times 100$$

เมื่อ c คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไทเทรต เป็นโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไทเทรต เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

m_0 คือ มวลของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ เป็นกรัม

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์หาปริมาณปรอท

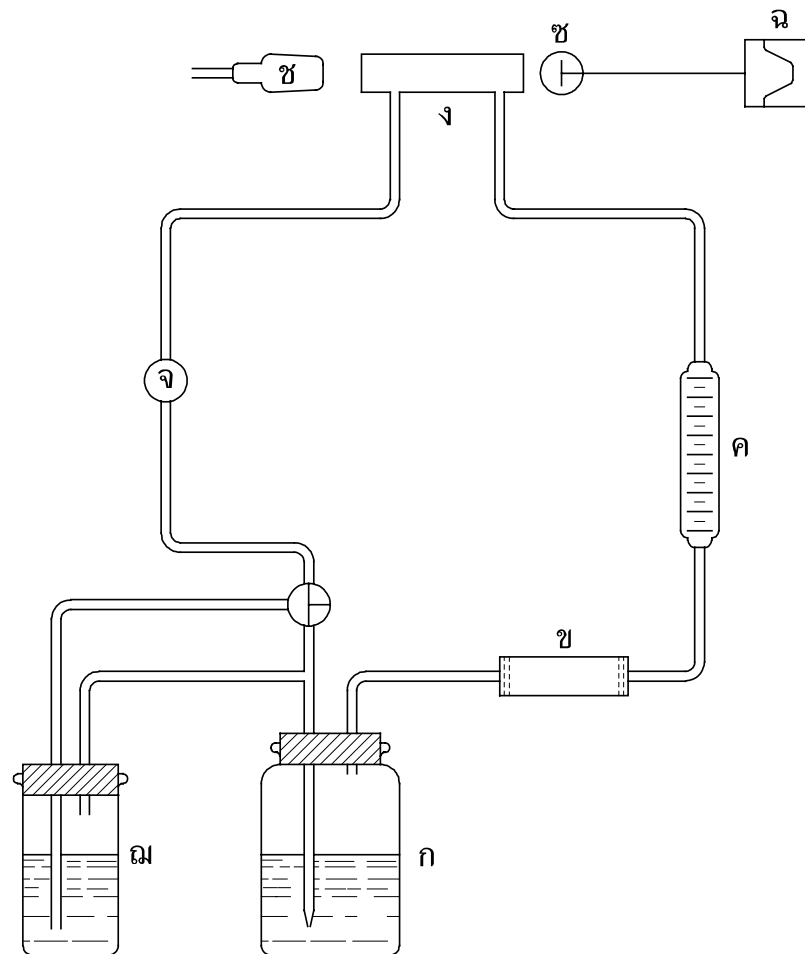
(ตารางที่ 1)

ข.1 เครื่องมือ

ข.1.1 อะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์ พร้อมฮอลโลว์แคโทดแลมป์ (hollow cathode lamp) สำหรับปรอท

ข.1.2 เครื่องผลิตไอระเหย (vapor producing reduction device) ใช้ประกอบกับเครื่องอะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์ ที่มีส่วนประกอบ ดังนี้ (ดูรูปที่ 1)

- (1) ปี่ลมแบบมีไดอะแฟรม (diaphragm) หรือเทียบเท่าที่สามารถส่งผ่านลมได้ 0.5 ลูกบาศก์เดซิเมตร ต่อนาที ถึง 3 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อนาที
- (2) หลอดแก้วเชื่อมต่อ ที่ทำด้วยท่อพอลิไวนิลคลอไรด์อ่อน เช่น ท่อยางซิลิโคน หรือท่อที่สามารถดูดซับปรอทได้
- (3) ขวดรีตีวซิง เป็นขวดแก้วหรือขวดรูปกรวยขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตรถึง 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือขวดสำหรับล้าง (washing bottle) ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีแผ่นกรอง สำหรับระบบตัวส่งอากาศแบบเปิด สามารถใช้กรวยแยกขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรแทนได้
- (4) หลอดทำให้แห้ง ในหลอดสำหรับทำให้แห้งหรือหลอดรูปตัวยูบรรจุด้วยแมกนีเซียมเพอร์คลอเรต หรือแคลเซียมคลอไรด์แห้ง
- (5) เซลล์สำหรับดูดซับ เป็นท่อที่ทำด้วยควอตซ์หรือท่อแก้วหรือท่อพอลิไวนิลคลอไรด์ ปลายเปิดทั้งสองด้านมีความยาว 100 มิลลิเมตรถึง 300 มิลลิเมตร



รูปที่ 1 ตัวอย่างระบบหมุนเวียนแบบปิด
(ข้อ ช.1.2)

- ก ขวดรีติวซิง
- ข หลอดทำให้แห้ง
- ค อุปกรณ์วัดอัตราการไหล
- ง เซลล์สำหรับดูดซับ
- จ ปัมลม
- ณ เครื่องบันทึก
- ช สวิตช์ควบคุมไฟ
- ช ตัววัดสำหรับอะตอมิกแอบซอร์ปชัน
- ณ ขวดใส่สารปรอท

ช.1.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

- ช.1.2.1 กรดไนตริกเข้มข้น (ความหนาแน่น 1.40 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
- ช.1.2.2 โพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต ชั้นคุณภาพวิเคราะห์
- ช.1.2.3 สารละลายไฮดรอกซิลแอมโมเนียมคลอไรด์ 0.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ละลายไฮดรอกซิลแอมโมเนียมคลอไรด์ 20 กรัมด้วยน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ช.1.2.4 สารละลายกรดซัลฟิวริก 1+ 3
- ช.1.2.5 สารละลายทิน(II)คลอไรด์ เตรียมไว้ใช้ไม่เกิน 1 สัปดาห์
ละลายทิน(II)คลอไรด์ไดไฮเดรต 10 กรัมในสารละลายกรดซัลฟิวริก 1+10 ปริมาตร 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ช.1.2.6 สารละลายมาตรฐานปรอทเก็บไว้ใช้ 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ซิงเกอร์คิวรี(II)คลอไรด์ 0.135 กรัมใส่บีกเกอร์ขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายในกรดไนตริก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรและน้ำกลั่น 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่ายใส่ขวดปริมาตรขนาด 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เก็บไว้ในขวดแก้ว
- ช.1.2.7 สารละลายมาตรฐานปรอท 0.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่เตรียมขึ้นใหม่
ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายจากข้อ ช.1.2.6 มา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ขวดปริมาตรขนาด 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายนี้มา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ขวดปริมาตรขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

ช.1.3 วิธีวิเคราะห์

- ช.1.3.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัมให้ทราบมวลแน่นอนถึง 0.001 กรัมใส่ขวดปริมาตรขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร กรดไนตริกเข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต 1 กรัม เขย่าให้เข้ากัน นำไปวางไว้บนเครื่องอังน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- ช.1.3.2 ขณะทำให้ร้อน ถ้าไม่ปรากฏสีของโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต ให้นำขวดสารละลายตัวอย่างมาทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า เติมโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนตลงไปอีก 1 กรัม ทำให้ร้อนบนเครื่องอังน้ำอีกครั้ง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้จนกว่าสีของโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนตคงอยู่เป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที
- ช.1.3.3 หลังจากนั้นปล่อยให้เย็น เทสารละลายที่ได้ลงในขวด ก เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่า หยดสารละลายไฮดรอกซิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ละลายจนกระทั่งสีของโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนตหายไป
- ช.1.3.4 เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่า เติมสารละลายทิน (II) คลอไรด์ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อขวด ก เข้ากับอุปกรณ์ตามรูปที่ 1 ในกรณีเป็นระบบเปิดให้ปิดจุกก๊อกในแต่ละท่อของกรวยแยก เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกและสารละลายทิน (II) คลอไรด์ ปิดจุกก๊อก เขย่าเป็นเวลา 2 นาที และต่อเข้ากับอุปกรณ์ เปิดปั๊มลม วัดค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตรด้วยหลอดสอลโลว์แคโทดแลมป์

ช.1.3.5 ทำแปลงเปรียบเทียบโดยใส่น้ำกลั่น 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรในขวด ก แล้วปฏิบัติตามข้อ ช.1.3.1 ถึงข้อ ช.1.3.4 วัดค่าความดูดกลืนของตัวอย่างที่ความยาวคลื่นเดียวกับข้อ ช.1.3.4 โดยใช้สารละลายแปลง

ช.1.3.6 วิธีสร้างกราฟมาตรฐาน

(1) ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานปรอทที่มีปริมาตรต่างกัน 0 ลูกบาศก์เซนติเมตรถึง 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่ขวด ก โดยเรียงตามอนุกรมเพิ่มขึ้นใบละ 0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 21 ใบ ตามลำดับ แต่ละใบเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วปฏิบัติตามข้อ ช.1.3.4

(2) เขียนกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณปรอทกับค่าความดูดกลืน

ช.1.4 วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณปรอท เป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม} = \frac{m_1}{m_0}$$

เมื่อ m_0 คือ มวลตัวอย่าง เป็นกรัม

m_1 คือ ปริมาณปรอทที่อ่านจากกราฟสอบเทียบ เป็นไมโครกรัม

ภาคผนวก ณ.

การวิเคราะห์หาปริมาณสารหนู
(ตารางที่ 1)

ณ.1 เครื่องมือ

ณ.1.1 อะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์ พร้อมฮอลล์แคโทดแลมป์สำหรับสารหนู

ณ.1.2 เครื่องกำเนิดอาร์เซนิกไฮไดรด์แบบต่อเนื่อง (continuous-type arsenic hydride generating apparatus)

ณ.1.3 ก๊าซพาหะ (carrier gas)

ณ.2 สารละลายและวิธีเตรียม

ณ.2.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1+1

ณ.2.2 สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดต์ 0.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่เตรียมขึ้นใหม่

ละลายโพแทสเซียมไอโอไดต์ 20 กรัมด้วยน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ณ.2.3 สารละลายโซเดียมโบรอนไฮไดรด์ 0.01 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่เตรียมขึ้นใหม่

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัมและโซเดียมโบรอนไฮไดรด์ 10 กรัมด้วยน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ณ.2.4 สารละลายมาตรฐานสารหนู 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

อบไดอาร์เซนิกไตรออกไซด์ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์ หลังจากนั้นชั่งมา 0.132 กรัมใส่ปิกรเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดด้วยกระจกนาฬิกา เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วให้ความร้อนเพื่อละลายไดอาร์เซนิกไตรออกไซด์ ปล่อยให้เย็น ถ่ายใส่ขวดปริมาตรขนาด 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1+50 ล้างปิกรเกอร์หลาย ๆ ครั้ง แล้วเจือจางด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1+50 จนถึงขีดปริมาตร

ณ.2.5 สารละลายมาตรฐานสารหนู 0.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานสารหนูจากข้อ ณ.2.4 มา 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายนี้มา 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ขวดปริมาตรขนาด 1 000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

ณ.3 วิธีวิเคราะห์

ณ.3.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัมให้ทราบมวลแน่นอนถึง 1 มิลลิกรัมใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

ณ.3.2 ใช้ปีเปตต์ดูดสารละลายจากข้อ ณ.3.1 มา 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรประมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรและสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดต์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้ความร้อนเป็นเวลา 30 นาทีโดยไม่ให้เดือด หลังจากนั้นทำให้เย็น ถ่ายใส่ขวดปริมาตรขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

ณ.3.3 นำสารละลายจากข้อ ณ.3.2 มาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมโบรอนไฮไดรด์โดยผ่านเครื่องกำเนิดอาร์เซนิกไฮไดรด์แบบต่อเนื่องด้วยก๊าซพาหะ วัดค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 193.7 นาโนเมตร

ณ.4 วิธีเตรียมกราฟสอบเทียบ

ใช้ปีเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานสารหนูจากข้อ ณ.2.5 ที่มีปริมาตรต่างกัน 0 ลูกบาศก์เซนติเมตรถึง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร แยกใส่บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยเรียงตามอนุกรมเพิ่มขึ้นใบละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 11 ใบ ตามลำดับ แต่ละใบเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรประมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรและสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดต์ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้ความร้อนเป็นเวลา 30 นาทีโดยไม่ให้เดือด หลังจากนั้นทำให้เย็น ถ่ายใส่ขวดปริมาตรขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร นำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมโบรอนไฮไดรด์โดยผ่านเครื่องกำเนิดอาร์เซนิกไฮไดรด์แบบต่อเนื่องด้วยก๊าซพาหะ วัดค่าความดูดกลืนที่ความยาวคลื่นเดียวกันกับข้อ ณ.3.3 เขียนกราฟระหว่างค่าความดูดกลืนกับปริมาณสารหนู

ณ.5 วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณสารหนู มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม} = \frac{m_1}{m_0 \times (5/100)}$$

เมื่อ m_0 คือ มวลของตัวอย่าง เป็นกรัม

m_1 คือ ปริมาณสารหนูที่อ่านได้จากกราฟสอบเทียบ (ข้อ ณ.4) เป็นไมโครกรัม

ภาคผนวก ณ.

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้งหมด (ในรูปของ Pb)
(ตารางที่ 1)

ณ.1 เครื่องมือ

ณ.1.1 หลอดทดสอบ ความจุ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ณ.1.2 ปีกเกอร์ ขนาด 150 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ณ.1.3 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

ณ.2 สารเคมี สารละลายและวิธีเตรียม

ณ.2.1 สารละลายกรดแอสติก 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ณ.2.2 สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ที่มีปริมาณแอมโมเนีย ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (10% NH₃)

ณ.2.3 น้ำไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เตรียมขึ้นใหม่

ณ.2.4 สารละลายมาตรฐานตะกั่ว 1 000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ชั้นคุณภาพวิเคราะห์ทางสเปกโทรเมตริก (spectrometry grade)

ณ.2.5 สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 0.1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ละลายโซเดียมซัลไฟด์ 0.15 กรัมด้วยน้ำกลั่น 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ณ.2.6 สารละลายมาตรฐานตะกั่ว 10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 1 000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (ข้อ ณ.2.4) มา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

ณ.3 วิธีเตรียมตัวอย่าง

ใส่ตัวอย่าง 20 กรัม (17 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ในปีกเกอร์ เติมน้ำไฮโดรเจนคาร์บอเนตประมาณ 10 มิลลิกรัม นำไปประเหยให้แห้งบนเครื่องอังไอน้ำ ละลายกากที่เหลือด้วยน้ำกลั่นประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ณ.4 วิธีวิเคราะห์

ณ.4.1 ใส่ตัวอย่าง (ข้อ ณ.3) ในหลอดทดสอบหลอดที่ 1 ปรับด้วยสารละลายกรดแอสติกหรือสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ให้มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 3 ถึง 4 โดยวัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรของตัวอย่างเป็น 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่า

ณ.4.2 ทำหลอดควบคุมในหลอดทดสอบหลอดที่ 2 โดยใส่น้ำกลั่น 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนปริมาตรเป็น 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่า ปรับด้วยสารละลายกรดแอสติกหรือสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ให้มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 3 ถึง 4 โดยวัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรของตัวอย่างเป็น 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่า

ญ.4.3 นำแต่ละหลอดมาเติมน้ำไฮโดรเจนคลอไรด์ที่เตรียมขึ้นใหม่หรือสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 10 ลูกบาศก์ เซนติเมตร เขย่า

ญ.4.4 เปรียบเทียบสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นภายในเวลา 5 นาที โดยสีน้ำตาลในหลอดที่ 1 ต้องไม่เข้มกว่าในหลอดที่ 2
