

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ในครีมกันแดดด้วย

เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี

DETERMINATION OF LEAD, CADMIUM, ZINC IN SUNSCREEN BY
ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY



โครงการพิเศษนี้เป็นตามส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา เคมีอุตสาหกรรม - เครื่องมือวิเคราะห์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DETERMINATION OF LEAD, CADMIUM, ZINC IN SUNSCREEN BY
ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY**



**A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
IN INDUSTRIAL CHEMISTRY – ANALYTICAL INSTRUMENTATION
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

ACADAMIC YEAR 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และสังกะสีในครีมกันแดด
ด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอพซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี
Determination of Lead Cadmium Zinc in Sunscreen

By Atomic Absorption Spectrophotometry

นักศึกษา นางสาว ชรินทร์น์ บัวทอง 49050709

นางสาว ไปรมา รอมาลี 49050731

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.อรุณี คงศักดิ์ไพศาล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
อุตสาหกรรม – เครื่องมือวิเคราะห์ ประจำปีการศึกษา 2552

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ	
ดร.ณัฐวุฒิ เจริญชัย	
รศ.อรุณี คงศักดิ์ไพศาล	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ในครีมกันแดด ด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอสซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชรินทร์ บัวทอง นางสาวไพบรมา รอมาลี
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	เคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์
ปีการศึกษา	2552
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. อรุณี คงศักดิ์ไพศาล

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ในครีมกันแดด โดยเทคนิคอะตอมมิกแอสซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี ทำการย่อยสลายครีม ด้วยกรดไนตริก กรดซัลฟูริก และกรดไฮโดรฟลูออริก ด้วยระบบไมโครเวฟ หลังจากนั้นทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน แล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณด้วย เทคนิคอะตอมมิกแอสซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี โดยการทำกราฟมาตรฐานของตะกั่ว ที่ความยาวคลื่น 283.31 nm ในช่วงความเข้มข้น 0-20 ppb, แคดเมียม 228.80 nm ในช่วงความเข้มข้น 0-1 ppb และ สังกะสี 213.86 nm ในช่วงความเข้มข้น 0-1 ppb ซึ่งทำการวิเคราะห์ในตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Determination of Lead Cadmium Zinc in Sunscreen
By Atomic Absorption Spectrophotometry

Students Charinrat Buathong
Praima Romalee

Degree Bachelor of Science

Program Industry Chemistry – Analytical Instrumentation

Academic Year 2009

Advisor Assoc. Prof. Arunee Kongsakpaisal

ABSTRACT

Determination of Lead Cadmium and Zinc in sunscreen by Atomic Absorption Spectrophotometry. This sample was digested by conc. H_2SO_4 , Superpure HNO_3 and HF acid in Microwave system. After it has filled with deionized water, then qualitative analysis by Atomic Absorption Spectrophotometry. The calibration of Lead at wavelength 283.31 nm in concentration range 0-20 ppb, Cadmium at wavelength 228.80 nm in concentration range 0-1 ppb and Zinc at wavelength 213.86 nm in concentration range 0-1 ppb. The Analysis of four samples.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องจากด้วยคำแนะนำ คำปรึกษาและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ดีจาก รศ.อรุณี คงศักดิ์ไพศาล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมโครงการ กลุ่มผู้วิจัยซึ่งในความกรุณาและความอนุเคราะห์ จึงขอกราบขอบพระคุณทั้งสองท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อ.ณัฐวุฒิ เชิงชั้น และ อ.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ กรรมการการสอบโครงการ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการเป็นกรรมการพิจารณาโครงการ พร้อมกับให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ตลอดจนในการช่วยตรวจรายละเอียดต่างๆ ในโครงการฉบับนี้ให้เป็นที่ไปอย่างถูกต้องและสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่และนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ ศึกษาศาสตร์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยแนะนำเทคนิคการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ และที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคมี เครื่องมือและสถานที่สำหรับการทำการวิเคราะห์

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากโครงการ ฉบับนี้ กลุ่มผู้วิจัยขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาว ชรินทร์นั บัวทอง

นางสาวไปรมา รอมาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	1
1.4 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 คริมกันแดด	3
2.2 โลหะหนัก	4
2.3 ทฤษฎีของอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี	5
2.4 องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	6
2.5 ขั้นตอนของการทำวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS	10
2.6 การทำปริมาณวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS (Quantitative Analysis)	11
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	
3.1 ตัวอย่างและสารเคมี	14
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	14
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	15
3.4 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักโดยใช้เทคนิคเตากราฟไฟต์	18
3.5 หาช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน (Linear Range)	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	
4.1 ผลการทดลอง	22
4.2 กราฟมาตรฐาน	23
4.3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้ง 3 ชนิด	28
4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว, แคดเมียม และสังกะสีในตัวอย่าง ครีมกันแดดเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข	32
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	33
ภาคผนวก ก.	34
ภาคผนวก ข.	46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้น ของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว	23
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้น ของสารละลายมาตรฐานแคดเมียม	24
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้น ของสารละลายมาตรฐานสังกะสี	25
ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างครีมกันแดด พร้อมทั้งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	27
ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างครีมกันแดด พร้อมทั้งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	28
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในตัวอย่างครีมกันแดด พร้อมทั้งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดง transition diagram	6
รูปที่ 2.2 แสดงภาพองค์ประกอบของเครื่อง atomic absorption spectrophotometer	7
รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของ hollow cathode lamp	7
รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของการจัด temperature-programmed furnace ในกระบวนการ atomization	10
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะของ calibration curve	11
รูปที่ 4.1 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ในช่วงความเข้มข้น 0-20 ppb	23
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ในช่วงความเข้มข้น 0-1 ppb	24
รูปที่ 4.3 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานสังกะสี ในช่วงความเข้มข้น 0-1.5 ppb	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ

ในโครงการพิเศษนี้จะทำการวิเคราะห์ปริมาณ โลหะหนักในครีมกันแดด เนื่องจากในปัจจุบันผลิตภัณฑ์กันแดดมีบทบาทสำคัญมากในการป้องกันอันตรายจากแสงแดด UVA, UVB ได้ โดยสารโลหะหนักที่ช่วยในการป้องกันแสงแดด คือ ZnO และตัวช่วยให้ผิวหน้าขาวขึ้น คือ Pb ซึ่งหากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปเกินกำหนด จะเป็นอันตรายต่อร่างกายและอาจเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง รวมทั้งสารอันตรายอื่นๆ ที่มีการเพิ่มในเครื่องสำอางค์ ทางผู้ผลิตมีการเอาใจผู้บริโภคโดยการเติมทั้งสารกันแดดและสารที่ทำให้ขาวพร้อมๆกันในผลิตภัณฑ์ จึงเป็นสาเหตุทำให้ได้รับปริมาณโลหะหนักมากขึ้น ดังนั้นการวิเคราะห์สารโลหะหนักจึงมีความสำคัญ เพื่อทำให้ผู้บริโภคเกิดความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทางผู้จัดทำ ได้ใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตริเป็นตัวตรวจวัด หลังจากนั้นตัวอย่างไปผ่านการย่อยด้วยระบบไมโครเวฟในระบบปิด

1.2 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณของโลหะหนักในตัวอย่งครีมกันแดดชนิดต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี

1.3 ขอบเขต

1. หาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โลหะหนักโดยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี
2. ศึกษาสภาวะการเตรียมตัวอย่างโดยการย่อยสลายด้วยระบบไมโครเวฟเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในครีมกันแดด
3. ตรวจหาปริมาณของโลหะหนักในครีมกันแดด โดยเทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry และ Flame Atomic Absorption Spectrophotometry
4. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่า linear range และ precision

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถตรวจวัดปริมาณ โลหะหนักในครีมกันแดดหลากหลายชนิดได้อย่างแม่นยำและเที่ยงตรง
2. ทราบสถานะในการเตรียมตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะหนักในครีมกันแดด
3. สามารถนำวิธีวิเคราะห์ไปใช้ได้จริงและให้ผลที่ถูกต้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ครีมกันแดด [1]

ครีมกันแดดจะทำหน้าที่ป้องกันรังสีจากแสงแดดที่มีทั้ง รังสี UVB หรือรังสีอัลตราไวโอเล็ต, UVA และรังสีที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (visible light) ซึ่งรังสีทั้งหมดจะส่งผลกระทบต่อผิวหนัง UVA ทำลายคอลลาเจนทำให้ผิวเสื่อม เหี่ยวย่น UVB ทำให้ผิวไหม้แดด ผิวดำ และทำให้เกิดมะเร็งของผิวหนัง ตัวครีมกันแดดจะมีสารป้องกันได้ 2 แบบ โดยการ "ดูดแสง" (chemical sunscreen) และ "สะท้อนแสง" (physical sunscreen)

กลุ่มสะท้อนแสง (Protection by Reflection) สารในกลุ่มนี้เป็นสารกันแดดซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนแสง (Physical barrier) ป้องกันไม่ให้รังสี (UV) ผ่านผิวหนังได้ สารเหล่านี้ได้แก่ Titanium dioxide, Zinc oxide, Magnesium carbonate, Calcium carbonate, Iron oxide, Magnesium oxide เป็นต้น เนื่องจากสารกลุ่มนี้เป็นสารที่มีสีทึบและมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสีทุกชนิด (ตั้งแต่ช่วงคลื่น 290 – 760 nm.) เมื่อรังสีอุลตราไวโอเล็ตตกกระทบจะถูกสะท้อนออกหมด ดังนั้นจึงสามารถใช้เป็นสารป้องกันแดดเผาได้

กลุ่มดูดซับแสง (Protection by Absorption) สารประเภทนี้จะสามารถดูดกลืนรังสี อุลตราไวโอเล็ตไว้ได้ บางชนิดดูดกลืนได้เฉพาะรังสี UVA หรือ UVB อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่บางชนิดสามารถดูดกลืนได้ทั้ง UVA และ UVB

- Suntanning agents เป็นสารกันแดดที่สามารถดูดกลืนรังสี UVB ได้ประมาณ 85% และสามารถปล่อยรังสี UVA ผ่านผิวหนังได้ จึงทำให้ผิวเป็นสีแทน จึงใช้ทาเพื่อเปลี่ยนสีผิวเท่านั้น ไม่ควรใช้เป็นยาทากันแดด

- Sunburn preventive agents เป็นสารกันแดดที่มีประสิทธิภาพในการดูดกลืนรังสี UVB ได้ประมาณ 95% หรือมากกว่า

สารทั้ง 2 กลุ่มนี้อาจจะเป็นสารคนละตัวหรือสารตัวเดียวกันก็ได้ ถ้าเป็นสารตัวเดียวกันที่สามารถป้องกันได้ทั้ง UVA และ UVB มักจะใช้ความเข้มข้นสูงเพื่อใช้เป็น Sunburn preventive agents แต่หากใช้ในความเข้มข้นต่ำจะกลายเป็น Suntanning agents ได้

- Opaque sunblock agents เป็นสารกันแดดที่ทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนแสง เนื่องจากเป็นสารที่ทึบแสง รังสีทุกชนิดที่มากกระทบจะถูกสะท้อนออกหมด จึงเป็นได้ทั้ง Sunburn preventive agents และ Suntanning agents ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารนั้น

การ เลือกครีมกันแดดนั้นควรเลือกครีมที่มีสารกันแดดชนิดสะท้อนแสง UVA, UVB และ visible light ปนกัน อีกทั้งควรมีความเข้มข้นของสารแต่ละตัวอย่างพอเหมาะ ไม่มากเกินไปหรือน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนเกินไป และเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดควรดูค่าของครีมนั้นๆ ด้วยค่าที่ว่านี้จะมีค่าว่า SPF และ PA กำกับอยู่

SPF เป็นค่าวัดประสิทธิภาพของสารกันแดดที่กัน UVB เท่านั้น เป็นค่าบอกว่าจะอยู่กลางแจ้ง แดดนานแค่ไหน โดยไม่ทำให้ผิวไหม้หรือแสบร้อน เช่น SPF15 หมายถึง ครีมกันแดดนั้นป้องกัน UVB ได้ถึง 15 เท่าเทียบกับผิวที่ไม่ได้ทาครีมกันแดดที่จะไหม้แดดเอาในตอน 15-30 นาที เท่ากับว่า เมื่อทา SPF15 จะสามารถอยู่กลางแจ้งได้นานขึ้น 15 เท่า หรือ 3-4 ชั่วโมง

2.2 โลหะหนัก [2]

โลหะหนัก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นเกินกว่า 5 กรัม / ลบ.ซม. จัดอยู่ในกลุ่มธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 4 ขึ้นไป และส่วนใหญ่เป็นธาตุที่อยู่ในกลุ่ม Transition metals ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต โลหะหนักเป็นสารที่คงตัว ไม่สามารถสลายตัวได้ในกระบวนการธรรมชาติจึงมักปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ ดิน หรืออากาศ โลหะหนักเป็นวัตถุพิษที่ถูกนำมาใช้ในหลายภาคส่วน เช่น ในด้านอุตสาหกรรม เราใช้โลหะหนักในการผลิตพลาสติก พีวีซี สี ถ่านไฟฉาย สำหรับทางด้านการศึกษา โลหะหนักเป็นส่วนผสมของยาฆ่าแมลงและปุ๋ย ขณะเดียวกันทางการแพทย์ใช้โลหะหนักเป็นส่วนผสมของยา อุปกรณ์ทางการแพทย์และเครื่องสำอาง

ความเป็นพิษของโลหะหนัก เกิดจากโลหะหนักที่ร่างกายได้รับทางระบบต่าง ๆ ของร่างกายไปรบกวนการทำงานของระบบเอ็นไซม์ของเซลล์ และจับยึดกับเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้การควบคุมการลำเลียงของสารต่าง ๆ ของเยื่อหุ้มเซลล์ผิดปกติไป โลหะหนักบางชนิดมีผลต่อสมบัติทางด้านการโครงสร้าง หรือเคมีไฟฟ้าของเซลล์ ความเป็นพิษของโลหะหนัก ขึ้นอยู่กับรูปแบบทางเคมีของสารประกอบของโลหะหนักแต่ละชนิด และเส้นทางที่ร่างกายได้รับเข้าไป เช่น ทางระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ผิวหนัง ในที่นี้มีการบรรยายถึงโลหะหนัก 4 ตัว คือ ตะกั่ว แคดเมียม และสังกะสี ดังต่อไปนี้

2.2.1

ตะกั่ว(Lead)

ปัจจุบันอุตสาหกรรมมีการใช้ตะกั่วเป็นวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก จึงมีการปลดปล่อยตะกั่วในรูปของสารมลพิษออกสู่สภาวะแวดล้อม ทำให้มีการปนเปื้อนของตะกั่วทั้งในดิน น้ำ และอากาศ ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางอาหาร ทางการหายใจ และทางผิวหนัง เมื่อสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย ส่วนใหญ่จะจับยึดอยู่กับเม็ดเลือดแดง หมุนเวียนไปกับกระแสเลือดกระจายไปทั่วร่างกายสู่เนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ โดยสะสมมากที่สุดที่ไต โดยตะกั่วรวมตัวกับโปรตีนของเซลล์ภายในไต ทำให้หลอดไตทำงานผิดปกติ นอกจากนี้ ตะกั่วยังมีผลต่อตับ หัวใจและเส้นเลือด ภาวะเจริญพันธุ์ ไทรอยด์ และป็นสารชักนำให้เกิดโรคมะเร็ง และความพิการแต่กำเนิดอีกด้วย

2.2.2 แคดเมียม (Cadmium)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นธาตุที่มีอยู่น้อยในสภาพตามธรรมชาติ โดยทั่วไปจะพบแคดเมียมในระดับความเข้มข้นไม่เกิน 1 ส่วนในล้านส่วน แคดเมียมที่ปนเปื้อนอยู่ในสภาวะแวดล้อม จากอุตสาหกรรมหลายประเภท อาจเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ คือ ทางอากาศโดยการหายใจ ทางอาหาร น้ำ เมื่อได้รับเนื่องจากการสูดดมหรือการหายใจเอาควัน ที่มีแคดเมียมปนเปื้อนเข้าไปเล็กน้อย จะมีอาการแบบเฉียบพลันอย่างอ่อนที่เกิดขึ้นคือ คอแห้ง ระคายคอ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ เมื่อได้รับมากขึ้นจะมีอาการหายใจไม่ออก ไอไม่หยุด ถ้ายังคงสูดหายใจเข้าไปอีกก็อาจตายได้ ส่วนอาการที่เกิดจากการกินอาหารหรือน้ำที่มีแคดเมียมเจือปน คือ อาเจียนและท้องร่วง การได้รับพิษเรื้อรังที่เรียกว่า “ โรคิไต – อีไต ” ทำให้ผู้ได้รับพิษได้รับความเจ็บปวดทรมานมากเพราะเกิดอาการกระดูกและไตพิการ แคดเมียมที่เข้าสู่ร่างกายทำความเสียหายต่อระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายได้แก่ ไต กระดูก ปอด ตับ หัวใจและการทำงานของเอนไซม์

2.2.3 สังกะสี (Zinc)

สังกะสีจะพบในร่างกายมากเป็นอันดับสองรองจากเหล็ก สังกะสี มีบทบาทมากมายในร่างกาย ทั้งในด้านระบบประสาท ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การป้องกันอนุมูลอิสระ และการแบ่งตัวในระดับเซลล์ การได้รับสังกะสีในปริมาณสูงเป็นเวลานาน ๆ ก่อให้เกิดความผิดปกติในระบบภูมิคุ้มกันและความผิดปกติของไขมันในร่างกาย

2.3 ทฤษฎีของอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี [3]

เทคนิคทาง AAS เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำได้ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณวิเคราะห์ที่ได้รับความนิยมมากวิธีหนึ่ง เพราะเป็นเทคนิคที่ให้ความเที่ยง ความแม่นยำ มีสภาพไวสูงและเป็นเทคนิคที่เฉพาะดีมาก ประกอบกับค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ก็ไม่สูงนัก ดังนั้นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่ทันสมัย โดยทั่วไปจะมีเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์อยู่ด้วยเสมอ ความสามารถของเทคนิคนี้มีสูงมาก เพราะสามารถใช้วิเคราะห์ธาตุต่างๆ ได้ถึง 67 ธาตุ ซึ่งนับว่ามากพอควรสำหรับเครื่องมือเพียงอย่างเดียว ทำให้การใช้งานเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

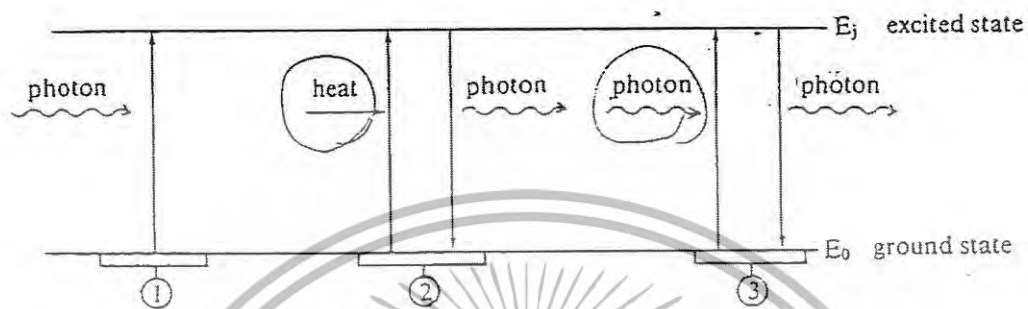
2.3.1 หลักการของอะตอมมิกแอบซอร์พชัน (Principles of Atomic Absorption)

อะตอมมิกแอบซอร์พชันเป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอมเสรีของธาตุดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นอันหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ ธาตุแต่ละชนิดจะมีระดับของพลังงานแตกต่างกัน จึงมีการดูดกลืนพลังงานแตกต่างกัน เช่น อะตอมของโซเดียมจะดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 589 nm เพราะแสงที่ความยาวคลื่นนี้เป็นแสงที่มีพลังงานพอดีที่จะทำให้อิเล็กตรอนของโซเดียมอะตอมเกิดการเปลี่ยนสถานะจากสถานะพื้นไปสู่สถานะกระตุ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งจะเห็นว่าความยาวคลื่นเหล่านี้จัดเป็น spectroscopic line ของอะตอมมิกสเปกตรัม ซึ่งเป็น

ลักษณะเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอะตอมเสรีได้นั้น ต้องมีการดูดกลืนพลังงานเข้าไป ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปต่าง ๆ กัน เช่น พลังงานความร้อนจากเปลวไฟ หรือความร้อนจากไฟฟ้า เป็นต้น ความร้อนจะทำให้เกิดกระบวนการแตกตัว (dissociation) หรือเปลี่ยนให้เป็นไอ (vaporization) หรืออาจแตกตัวเป็นอะตอม หรือทำให้อะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้น หรืออาจกลายเป็นไอออนก็ได้



รูปที่ 2.1 แสดง transition diagram สำหรับ

1. อะตอมมิกแอบซอร์พชัน
2. อะตอมมิกอิมิสชัน
3. อะตอมมิกฟลูออเรสเซนซ์

การเกิดอะตอมมิกแอบซอร์พชัน อิมิสชัน และฟลูออเรสเซนซ์ ซึ่งเป็นการเกิดแทรนซิชันจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก (First excited state) มีด้วยกัน 3 แบบคือ

แบบที่ 1 เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก โดยการดูดกลืนพลังงานจากโฟตอนเป็นอะตอมมิกแอบซอร์พชัน

แบบที่ 2 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากความร้อน ทำให้อิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก แล้วปล่อยพลังงานออกมา เมื่อกลับสู่สถานะพื้นจะให้โฟตอนออกมาเรียกว่า อะตอมมิกอิมิสชัน

แบบที่ 3 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากโฟตอนที่มาจากสเปกตรัมทำให้เปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้น เมื่อกลับมาสู่สถานะพื้นจะให้โฟตอนออกมาเรียกว่าเป็นการเกิดอะตอมมิกฟลูออเรสเซนซ์

2.4 องค์ประกอบที่สำคัญต่างๆของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

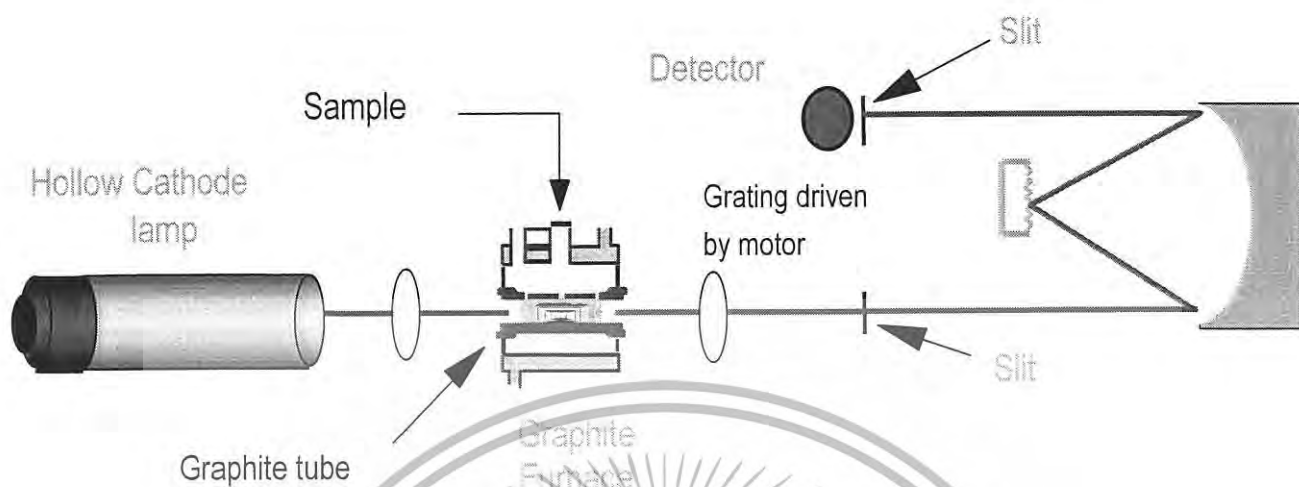
มี 5 ส่วนด้วยกัน คือ

1. แหล่งกำเนิดแสง (light source)
2. ส่วนที่ทำให้ธาตุดูดกลืนเป็นอะตอมเสรี (atomizer)
3. โมโนโครเมเตอร์ (monochromator) ซึ่งใช้แยกแสงให้ได้ความยาวคลื่นของแสงที่ต้องการ

4. ดีเทกเตอร์ (detector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องประมวลผลและอ่านผล (data system and read-out units)

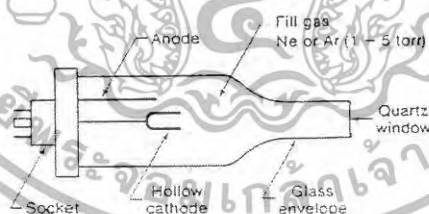


รูปที่ 2.2 แสดงภาพองค์ประกอบของเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

เครื่อง AAS แสดงด้วยแผนภาพดังรูป 2.2 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์มาก ที่แตกต่างกันเฉพาะส่วนที่ 1 และ 2 เท่านั้น นอกนั้นจะเหมือนกัน

2.4.1 แหล่งกำเนิดแสง (light source)

Hollow Cathode Lamps (HCLs)



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของ hollow cathode lamp

ลักษณะของ HCL จะประกอบด้วยขั้วแคโทด ซึ่งเป็นโลหะทำเป็นรูปทรงกระบอกกลางหรือรูปถ้วย (cup) แล้วฉาบด้วยโลหะหรือเป็นผงโลหะที่ต้องการให้ถูกกระตุ้น เพื่อให้ได้สเปกตรัมที่มี resonance lines ส่วนขั้วแอโนด (anode) ทำด้วยโลหะนิกเกิลหรือทังสเตน หรือเซอร์โคเนียมเป็นแท่งเล็ก ๆ ภายในหลอดแก้วบรรจุด้วยแก๊สนีออนหรืออาร์กอนที่ความดันประมาณ 4-10 torr. ส่วน window อาจเป็นแก้วไพเร็กซ์หรือควอร์ตซ์ ถ้าสเปกตรัมที่ได้อยู่ในช่วงยูวี window ต้องทำด้วยควอร์ตซ์หรือซิลิกา แต่ถ้าสเปกตรัมที่ได้อยู่ในช่วงวิสิเบิลก็อาจใช้แก้วไพเร็กซ์หรือควอร์ตซ์ได้และที่สำคัญ window จะต้องสะอาดเสมอในการใช้หลอด HCL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรจะต้องใช้กระแสไฟฟ้าให้ถูกต้อง โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 3-30 mA ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ เมื่อใช้กระแสไฟฟ้ามาก ๆ จะทำให้อายุของหลอดสั้นเข้า แต่ได้แสงมีความเข้มสูงเป็นการเพิ่ม S/N ratio

2.4.2 ส่วนที่ทำให้ธาตุกลายเป็นอะตอมเสรี (The Atomization Process หรือ Atomizer)

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทาง AAS นั้นจะประสบความสำเร็จอย่างดีมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของอะตอมเสรี (free atoms) ของธาตุที่ทำให้เกิดขึ้น เพราะอะตอมเสรีเป็นตัวดูดกลืนแสงที่จะทำการวัดโดยเลือกใช้ความยาวคลื่นของแสงที่เหมาะสมผ่านเข้าไป ดังนั้นความสำคัญจึงอยู่ที่ทำอะไรจึงจะทำให้ธาตุที่มีอยู่ในสารตัวอย่างที่จะวิเคราะห์แตกตัวเป็นอะตอมเสรีที่สถานะพื้นได้มาก ๆ

กระบวนการทำให้สารแตกตัวเป็นอะตอมเสรีด้วยความร้อนจากไฟฟ้า (Furnace หรือ Electrothermal หรือ Flameless Atomization)

จะเห็นว่า AAS เทคนิคที่ใช้เปลวไฟนั้นให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีมาก ทั้งง่าย สะดวก และใช้ประโยชน์ได้มาก แต่มีสภาพแวดล้อมข้างจำกัด flameless technique จึงได้เปรียบกว่าวิธีแรกหลายประการด้วยกัน คือ

1. วิธีนี้ให้สภาพไว (sensitivity) ที่ดีกว่า เช่น เมื่อใช้ graphite rod หรือ carbon rod atomizer จะให้สภาพไวสูงขึ้นถึง 100 เท่า เกือบทุกธาตุ
2. ใช้ปริมาณของสารตัวอย่างน้อย โดยทั่วไปตัวอย่างที่จะใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้จะอยู่ในช่วง 1-100 μL โดยใช้ไมโครปิเปตต์ แต่สำหรับ flameless technique จะใช้สารตัวอย่างอย่างน้อย 5 mL เพราะในบางกรณีสารตัวอย่างมีเพียงเล็กน้อย เทคนิคนี้ก็สามารถทำการวิเคราะห์ได้ เช่น ตัวอย่างเลือด หรือ biological specimens
3. การเตรียมสารตัวอย่างที่จะวิเคราะห์สามารถทำได้ง่าย ๆ แม้สารตัวอย่างเป็นของแข็งก็วิเคราะห์ได้โดยตรง ทำให้ลดขั้นตอนเตรียมสารตัวอย่างได้มาก และยังช่วยลดเกี่ยวกับการสูญเสียและการปนเปื้อนสารตัวอย่างอีกด้วย
4. เทคนิคนี้ช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนได้มาก โดยเฉพาะจากเปลวไฟ
5. สามารถใช้วิเคราะห์สารตัวอย่างที่มีความหนืด เป็นกรด หรือเป็นเบสมาก ๆ ได้
6. ช่วยลดปัญหาเรื่องการเตรียมสารตัวอย่างและสารมาตรฐานให้เหมือนกัน
7. การวิเคราะห์ทำได้รวดเร็ว

ในการวัดค่าแอมพลิจูดของธาตุในสารตัวอย่างโดยใช้เทคนิค flameless atomization นี้เป็นการวัดที่เรียกว่า วัดครั้งเดียว (single measurement) นั่นคือ เราใช้สารละลายตัวอย่างที่มีปริมาตรแน่นอน ซึ่งอาจเป็น 25 μL หรือ 50 μL เป็นต้น ซึ่งผิดกับการวิเคราะห์โดย flame atomization ที่เราใช้สารละลายผ่านเข้าไปในเปลวไฟอย่างสม่ำเสมอในช่วงเวลาหนึ่งที่ทำกรวัด

ดังนั้นในการตัดสินใจที่จะเลือกใช้วิธีวิเคราะห์นี้จะต้องคำนึงถึงเรื่องของความถูกต้องและความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่นยำเป็นอย่างมาก เพราะมีแฟกเตอร์หลายอย่างที่อาจทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์ธาตุปริมาณน้อยมาก ๆ เทคนิคก็มีสภาพไวสูง ข้อที่ควรจะต้องคำนึงถึงเสมอก็คือ

1. จะต้องทำความสะอาดด้วยความระมัดระวัง ตลอดจนการใช้เครื่อง
2. การเตรียมสารตัวอย่างทุกขั้นตอนต้องระมัดระวังอย่างมาก เพราะมีโอกาสที่สารตัวอย่างจะหายไปหรือเกิดการปนเปื้อนได้

3. ห้องปฏิบัติการที่ใช้ทำการวิเคราะห์จะต้องสะอาดมาก ๆ

4. อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น เครื่องแก้ว ปิเปตต์ ที่จะต้องสัมผัสกับสารตัวอย่างจะต้องสะอาด และ blank level ไม่ควรเกิน 10 % ของค่าที่จะวัดได้จากตัวอย่าง

5. สารเคมีที่จะใช้ตามขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการทางเคมีควรจะต้องเป็นเกรดที่บริสุทธิ์มาก ๆ มิฉะนั้นผลการวิเคราะห์อาจผิดพลาดได้มาก เพราะสารเคมีที่เติมลงไปมีมากกว่าในสารตัวอย่างเสียอีก

6. Read out system หรือ recorder จะต้องไวพอที่จะวัดสัญญาณได้

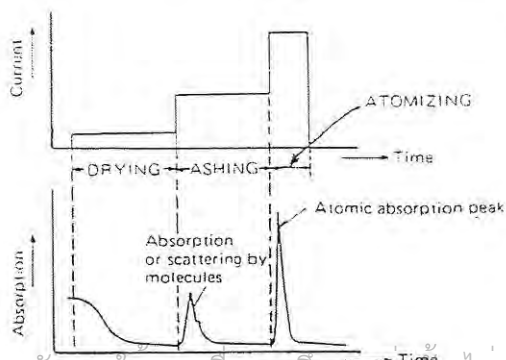
สำหรับตัว furnace นั้นอาจจะมีการออกแบบแตกต่างกันของแต่ละผู้ผลิต แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นแบบไหน furnace จะทำงานบนพื้นฐานเหมือนกันหมด นั่นคือ ทำให้เกิดกระบวนการ atomization ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ที่สามารถโปรแกรมได้ทั้งเวลาและอุณหภูมิ คือ

- (1) Drying stage เป็นขั้นตอนที่สารตัวอย่างจะค่อย ๆ ถูกให้ความร้อนเพื่อระเหยตัวทำละลายให้ออกไปก่อน โดยปกติจะใช้อุณหภูมิต่ำ (ต่ำกว่า 100°C)

- (2) Ashing stage เป็นขั้นตอนที่ให้ความร้อนสูงขึ้น อาจถึง $1,500^{\circ}\text{C}$ เพื่อกำจัดสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยโมเลกุลของสารเหล่านี้จะแตกสลายออกไปเหลือแต่สารอนินทรีย์ที่เสถียรเท่านั้น โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของโลหะออกไซด์

- (3) Atomization stage เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่สารที่เหลืออยู่ถูกเผาที่อุณหภูมิสูง อาจถึง $3,000^{\circ}\text{C}$ เพื่อให้สลายเป็นอะตอมเสรีเกิดขึ้นในช่องทางที่แสงผ่าน ซึ่งสามารถวัดสัญญาณของการดูดกลืนแสงได้ออกมาเป็นพีกแหลม (sharp peak) และความสูงของพีกจะเป็นปฏิภาคกับปริมาณธาตุในสาร

ตัวอย่างนั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของการจัด temperature-programmed furnace ในกระบวนการ atomization ลักษณะของ graphite furnace

เนื่องจากแกรไฟต์เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงมาก ๆ กับวัสดุประสงค์ของการทำ nonflame atomizer นั้นคือ

1. ต้องเป็นวัสดุที่นำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี
2. มีสมบัติเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี
3. ต้องบริสุทธิ์มาก ๆ โดยมีสิ่งเจือปนที่เป็นโลหะต่ำมาก ๆ
4. มีความพรุนน้อย
5. มีความแข็งแรงสูง แต่มีการขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำ
6. มีจุดหลอมเหลวสูง
7. สามารถดัดแปลงทำเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ด้วยเครื่องจักร

ดังนั้น แกรไฟต์จึงเป็นวัสดุที่ใช้ในการทำเป็น electrothermal atomizer แม้กระนั้น แกรไฟต์ก็ยังมีขีดจำกัดของการใช้ นั่นคือ มีความพรุน และสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีกับโลหะได้ดี กลายเป็นสารประกอบพวกคาร์ไบด์และเพื่อขจัดปัญหาเหล่านี้จึง ได้ใช้กรรมวิธีพิเศษด้วยการฉาบผิว แกรไฟต์ด้วย pyrolytic graphite

2.4.3 โมโนโครเมเตอร์ (Monochromator) และ ดีเทกเตอร์ (Detector)

เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์นั้นจะมีลักษณะเหมือนกันกับเครื่องยูวี - วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ทุกประการ ในปัจจุบัน เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์นั้น โดยทั่วไปจะต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถใช้ควบคุมการทำงานของเครื่อง ให้ข้อมูลของ parameters ต่างๆ ที่ต้องการ เพื่อคอยให้ความช่วยเหลือ เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เก็บข้อมูล คำนวณผล และพิมพ์รายงานผล

2.5 ขั้นตอนของการทำวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS

ในการวิเคราะห์สารตัวอย่างนั้น ถ้าตัดสินใจที่จะใช้เทคนิคทาง AAS ขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะต้องเตรียมให้พร้อมควรจะเป็นดังนี้

1. เตรียมสารตัวอย่างให้อยู่ในรูปสารละลายที่เหมาะสมและพร้อมที่จะใช้กับเครื่อง AAS
2. ตัดสินใจว่าจะทำการวิเคราะห์เพื่อหาอะไร และเลือกวิธีการให้เหมาะสม ทั้งในเชิงคุณภาพวิเคราะห์และปริมาณวิเคราะห์
3. จัดเครื่องมือให้พร้อมที่จะทำงานได้ ซึ่งถ้าเป็นเครื่องมือสมัยใหม่ที่ใช้คอมพิวเตอร์หรือ

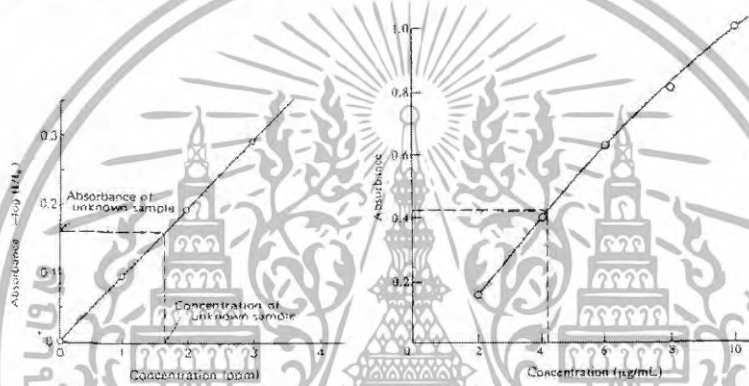
ไมโครโพรเซสเซอร์ควบคุม จะมี software ที่เก็บข้อมูลของธาตุแต่ละชนิดไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ก. เลือก HCL ของธาตุที่จะทำการวิเคราะห์ใส่เข้าไปในเครื่อง และเลือกกระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้
- ข. จัดเครื่องให้มีสภาพที่เหมาะสมกับเทคนิคที่ใช้ เช่น ใช้ flame หรือ flameless atomization การปรับอัตราการไหลของออกซิเจนที่ อากาศ และเชื้อเพลิง เป็นต้น
- ค. จัดความกว้างของช่องแสงเข้าออกจากโมโนโครเมเตอร์ให้เหมาะสม
- 4.เลือกโปรแกรมการวัดผล การคำนวณ ตลอดจนการรายงานผลวิเคราะห์

2.6 การทำปริมาณวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS (Quantitative Analysis)

ในกรณีที่สารตัวอย่างไม่ค่อยมีสิ่งรบกวนและสารตัวอย่างเจือจาง อาจทำการวิเคราะห์ได้ง่ายๆ โดยเทียบสารมาตรฐานที่ทราบเข้มข้นแน่นอนแล้ว



รูป 2.5 แสดงลักษณะของ calibration curve

วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยปรับสัญญาณที่ได้จาก blank ให้เป็นศูนย์ แล้วจึงวัดค่าแอมพลิจูดของสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆกัน (4-5 ความเข้มข้น) เมื่อใช้ flameless atomization technique อาจใช้วัด peak area หรือความสูงของพีค (peak height) แล้วนำมาเขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์กับความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลาย จะได้ calibration curve ซึ่งอาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ ในการเขียนกราฟ อาจให้เครื่องคอมพิวเตอร์หรือเครื่องคำนวณทำงานให้ ถ้าเป็นเส้นตรง ใช้ least squares fit แต่ถ้าเป็นเส้นโค้ง อาจใช้เครื่องลากเส้นโค้งให้ได้ พร้อมคำนวณความเข้มข้นให้ด้วยจากค่าที่วัดได้ของสารตัวอย่างซึ่งสะดวกมาก สิ่งที่สำคัญจะต้องไม่ลืมว่า calibration curve ที่ได้ ใช้ได้เฉพาะการวิเคราะห์แต่ละครั้งเท่านั้น เมื่อจะวิเคราะห์ใหม่ จะต้องทำใหม่ ทั้งนี้เพราะ parameters ต่างๆที่ใช้ อาจเปลี่ยนแปลงได้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bacon, J. R., Linge, K. L., Parrish, R. R., & van Vaeck, L. [4] ทำการศึกษาโลหะหนักที่ปนเปื้อนในผักซึ่งศึกษาถึงความแม่นยำและความว่องไวของวิธีวิเคราะห์ในการหาปริมาณโลหะ

โดยจะทำการแยกโลหะที่จะศึกษาออกจากตัวอย่าง โดยใช้กรดไนตริก และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไซด์ซึ่งจะทำการย่อยตัวอย่างในไมโครเวฟ แบบระบบปิด (microwave digestion) แล้วทำการตรวจวิเคราะห์หาโลหะด้วยเครื่อง Graphite furnace atomic absorption spectrometry (GFAAS) โดยตัวอย่างที่ใช้คือมะเขือเทศ พริกไทย และหอมหัวใหญ่แล้วนำมาสร้างกราฟมาตรฐาน จากนั้นติดตามความเป็นเส้นตรงและความว่องไวของโลหะกับขีดจำกัดของการตรวจวัด และช่วงการตรวจวัดของปริมาณที่ 0.05-2.20 และ 0.15-7.34 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับและศึกษาความแม่นยำโดยเทียบกับวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (NCS ZC85006 TOMATO) ที่กำหนดไว้

G.A. Zachariadis และ E. Sahanidou [5] ทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุแต่ละชนิดที่มีอยู่ในครีมกันแดด ซึ่งมีการใช้ 2 เทคนิค คือ เทคนิคแรก การใช้กรดผสม ช่วยในการย่อยโดยทำในสูญญากาศ แบบระบบปิด เทคนิคที่สอง คือ เป็นการนำตัวอย่างมาทำการทดสอบโดยตรง และสุดท้ายหาประสิทธิภาพในเรื่องของความหนืด และการไม่ละลายของของเหลว ในการเตรียมตัวอย่างจะทำการย่อยแบบเปียก โดยใช้กรด เทคนิค ICP-AES เป็นการสเปรย์โดยใช้ plasma และมีก๊าซอาร์กอนกำลังความถี่ที่ใช้เพื่อจะดูและแก้ไขในส่วน atomization ส่วนค่าที่ได้จากการทดสอบจะมีค่า recovery โดยเราจะทำการประเมินจากการทำ spiked sample จากการทดสอบได้ค่า recovery ของ Ti = 95.0% , Zn = 98.2% , Fe = 101.3% ส่วนค่า LOD อยู่ที่ 0.2 $\mu\text{g g}^{-1}$ สำหรับ Ti , Zn = 0.2 $\mu\text{g g}^{-1}$, Fe = 0.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ การวิเคราะห์จะมีปัญหาจากตัวรบกวน หลังจากเรานำเทคนิคนี้มาเปรียบเทียบกับค่า sensitivity กับ AAS ที่เป็นวิธีมาตรฐาน

Salvador a.*; M.C. Pascual-Martí a. J.R. Adell a. A. Requeñ a และ J.G. March b [6] ทำการวิเคราะห์หา TiO_2 ในครีมกันแดด โดยใช้ระบบไมโครเวฟเข้าช่วยในการย่อยพวกสารประกอบ ใช้ กรดไนตริกและกรดไฮโดรคลอริกในการย่อย การตรวจวัดไทเทเนียม โดยใช้เทคนิค ICP-AES AES วิธีการวิเคราะห์นี้ได้รับอนุญาต เนื่องจากมีความถูกต้องและแม่นยำในการวิเคราะห์โลหะออกไซด์ในครีมกันแดด จากการทดลองใช้เวลาน้อยกว่าวิธีเดิม จากการวิเคราะห์ครั้งนี้เพื่อกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์โลหะออกไซด์ในครีมกันแดดด้วย

I. Lavilla, N. Cabaleiro, M. Costas, I. de la Calle, C. Bendicho [7] ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่มีปริมาณน้อยในตัวอย่างเครื่องสำอางค์โดยใช้ Ultrasound-assisted ในการเตรียมตัวอย่างก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วย atomic spectrometric การวิเคราะห์จะดูการกระจายตัวของตัวอย่าง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการใช้ Ultrasound-assisted emulsification โดยจะศึกษาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด ตัวกลางที่ใช้คือ 0.5%(w/v) of SDS+3%(v/v)of HNO_3 หรือ HCL มีการให้ความร้อนในการเกิด emulsion มี speed ของปั๊ม ความเข้มข้นของรีเอเจนท์ และใช้สารละลายมาตรฐานในการ Calibration แบบ Standard addition และการหาค่า recovery ในการวิเคราะห์ใช้ การย่อยโดยใช้ระบบไมโครเวฟ และใช้เทคนิค ICP-MS โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เกิดขึ้นในการทดลองจากอิมัลชันทั้ง 5 ตัวที่เป็นอิสระ น้อยกว่า 9%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G. Chakrapani , P.L. Mahanta, D.S.R. Murty, B. Gomathy [8] ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทางธรณีวิทยา โดยใช้เทคนิค flame AAS หลังจากการย่อยเปียกแล้ว โดยการเพิ่มความเข้มข้น แก่ ทอง เงิน แพลเลเดียม ใน ตัวอย่างทางธรณีวิทยา เทคนิค flame AAS เทคนิคนี้ใช้ความเฉพาะของการดูดกลืนแสงของธาตุแต่ละชนิด โดยจะทำการกระตุ้นด้วยฟลักซ์บร้อนและมีกรดไฮโดรคลอริกเป็นตัวกลาง โดยการเตรียมตัวอย่างของสารจะทำการย่อยแบบเปียกโดยใช้กรดไนตริกและเปอร์คลอริก ในการวิเคราะห์จะมีการเติมสารมาตรฐานลงไปเพื่อเพิ่มความเข้มข้นให้แก่ตัวที่จะทำการวิเคราะห์ ในการหาความถูกต้องของเทคนิคก็ใช้การเติมสารมาตรฐานลงไป โดยทำการประยุกต์ใช้กับตัวอย่างทางธรณีวิทยาในการตรวจวิเคราะห์จะทำในระดับ $0.1 \text{ ppm} \pm 10\% \text{ R.S.D}$ โดยวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและเป็นที่ยอมรับตามห้องปฏิบัติการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวอย่างและสารเคมี

1. Modifiers

- 10 % $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ยี่ห้อ Perkin Elmer
- $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 1000 mg/L ยี่ห้อ Perkin Elmer
- Pd 1000mg/L Matrix $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2$ in 15 % HNO_3 ยี่ห้อ Perkin Elmer

2. 48%Hydrofluoric acid ยี่ห้อ AnalaR

3. Nitric acid Superpure ยี่ห้อ CARLO ERBA

4. 51% Sulfuric acid AR grad ยี่ห้อ Mallinckroat Chemicals

5. ตัวอย่างครีมกันแดด กวานอิม ซิเซโด ฟอนดีส การ์นิเย่

6. น้ำปราศจากไอออน

7. สารละลายมาตรฐาน Zn, Cd, และ Pb ความเข้มข้น 1000 mg/L เกรด AA ยี่ห้อ

Scharlau

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง Microwave รุ่น Multiwave 3000 ยี่ห้อ Perkin Elmer
2. เครื่อง Atomic Absorption Spectrometer รุ่น AAnalyst 200 ยี่ห้อ PerkinElmer
3. ขวดวัดปริมาตรพลาสติก ขนาด 50 ml
4. ขวดพลาสติกเก็บตัวอย่าง ขนาด 80 C.C.
5. บีเปต ขนาด 10 ml
- ขนาด 5 ml
- ขนาด 1 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 การย่อยสลายตัวอย่างด้วยระบบไมโครเวฟ

ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.3 g ใส่ใน liner นำไปเติมกรดไนตริก กรดซัลฟูริก กรดไฮโดรฟลูออริก ในอัตราส่วน 3:3:2 ml ตามลำดับ ทำการปิดฝาและประกอบเข้ากับCeramics Jacketนำไปวางใน roter โดยวางในตำแหน่งที่สมดุลกัน ปิดฝา roter แล้วนำเข้าเครื่องไมโครเวฟ

สภาวะของเครื่อง Microwave

Weight 0.3 g

Reagent

HNO₃ 3 ml

H₂SO₄ 3 ml

HF 2 ml

Power 700

p-Rate 0.4 bar/s

IR 210 °C

Pressure 36 bar

เวลาที่ใช้ในการย่อยทั้งหมดประมาณ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเปิดเครื่อง Microwave ยก roter วางในตู้ควีน แล้วทำการเปิดฝาของ liner เพื่อให้ไอกรดระเหย เตรียมขวดกำหนดปริมาตร (พลาสติก) ขนาด 50 ml พร้อมทั้งกรวยกรองและกระดาษกรอง ฉีดน้ำปราศจากไอออนลงบนกระดาษกรองเล็กน้อย เทสารในขวดปรับปริมาตรที่เตรียมไว้ แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน เทสารแต่ละตัวใส่ขวดพลาสติกที่เตรียมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน สต็อก ความเข้มข้น 1000 mg/L

3.3.2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว เข้มข้น 20 ppb ในกรดไนตริก 0.2 %

ปีเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ความเข้มข้น 1000 mg/L มา 1 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 10 ppm

ปีเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ความเข้มข้น 10 ppm มา 10 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 1 ppm

ปีเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ความเข้มข้น 1 ppm มา 10 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 100 ppb

ปีเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ความเข้มข้น 100 ppb มา 20 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 20 ppb

3.3.2.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม เข้มข้น 1 ppb ในกรดไนตริก 0.2 %

ปีเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ความเข้มข้น 1000 mg/L มา 1 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 10 ppm

ปีเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ความเข้มข้น 10 ppm มา 10 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 1 ppm

ปีเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ความเข้มข้น 1 ppm มา 10 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 100 ppb

ปีเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ความเข้มข้น 100 ppb มา 1 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 1 ppb

3.3.2.3 เตรียมสารละลายมาตรฐานสังกะสี เข้มข้น 1 ppb ในกรดไนตริก 0.2 %

ปีเปตสารละลายมาตรฐานสังกะสี ความเข้มข้น 1000 mg/L มา 1 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 10 ppm

ปีเปตสารละลายมาตรฐานสังกะสี ความเข้มข้น 10 ppm มา 10 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 1 ppm

ปีเปตสารละลายมาตรฐานสังกะสี ความเข้มข้น 1 ppm มา 10 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 100 ppb

ปีเปตสารละลายมาตรฐานสังกะสี ความเข้มข้น 100 ppb มา 1 ml ทำการปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยกรดไนตริก 0.2 % จะได้ความเข้มข้นเป็น 1 ppb

3.3.3 การเตรียม Chemical Modifier

3.3.3.1 เตรียม 10% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

ปีเปต 4 ml ของสารละลายมาตรฐานสต็อก $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน เป็น 10 ml

3.3.3.2 เตรียม $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$

ปีเปต 1.7 ml ของสารละลายมาตรฐานสต็อกแมงกานีส ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน เป็น 10 ml

3.3.3.3 เตรียม Pd + $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$

ปีเปต 3 ml ของ สต็อก Pd และ 0.3 ml ของ สต็อกแมงกานีส ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออน เป็น 10 ml

3.4 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักโดยใช้เทคนิคเตากราไฟต์

1. เปิดเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

- ระบบแก๊ส เปิดวาล์วแก๊สอาร์กอน
- ระบบไฟฟ้า Breaker, Voltage, Stabilizer, UPS
- เครื่องมือ เครื่อง AAnalyst 200, เครื่อง HGA 900 Graphle
Furnace
- ระบบระบายอากาศ
- เปิดคอมพิวเตอร์

2. เลือก Method

2.1 เข้าสู่โปรแกรม Software Winlab 32 ทำการเช็ค Methode โดยดูที่หน้าต่าง
ด้านบน ถ้าต้องการจะเปลี่ยน Methode เข้าไปที่ File → Changs Method → แล้ว
เลือก Method ที่เราต้องการ (ในกรณีนี้ ใช้เทคนิคกราไฟต์) → นำเตากราไฟต์และ
Autosample เข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อจะทำการวิเคราะห์ → ปิดSoftware แล้วเปิดใหม่
เพื่อให้เครื่องเช็คสถานะของเครื่องมือ โดยหน้าต่างจะแสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ

2.2 ทำการใส่หลอดกำเนิดแสง (HCL Lamp) ของธาตุที่เราต้องการวิเคราะห์ใน
ช่องบรรจุหลอด

2.3 สร้าง Method

คลิกที่ File → New → Method → เลือกธาตุที่
ต้องการวิเคราะห์ → OK → ป้อนค่า การอ่านซ้ำ 3 ครั้ง ที่หน้าต่างย่อย Settings
หน้าต่างหลัก Spectrometer → ระบบสมการที่ต้องการใช้ในหน้า Calibration – Equation
and Unite เป็น Linear Through Zero และระบุหน่วยของ Standard เป็น $\mu\text{g/L}$ และหน่วยของ
ตัวอย่างเป็น ppb (wt/wt)
→ ไปหน้า Calibration – Standard Concentrations ใส่ชื่อ ความเข้มข้น และตำแหน่งบน
Autosample ของ Standard ทุกตัวในหน้า → ทำการบันทึก Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

Element	Wavelength (nm)	Slit (nm)	Temperatures (°C)		Chemical Modifier
			Pyrolysis	Atomization	
Pb	283.31	2.7 / 1.05	700	1800	0.2 mg NH ₄ H ₂ PO ₄
Cd	228.80	2.7/1.35	850	1650	0.015 mg Pd + 0.01 mg Mg(NO ₃) ₂
Zn	213.86	2.7/1.8	700	1800	0.006 mg Mg(NO ₃) ₂

3.สร้าง Sample Information File

คลิกที่ File → New → Sample Information File →

Default

→ OK → ระบุตำแหน่งบน Autosample, ชื่อตัวอย่าง, น้ำหนักตัวอย่าง, ปริมาตรที่เตรียม, การเจือจาง และปริมาตรที่เจือจาง

4.ระบุชื่อ Results Data Set Name ในหน้า Autosample แล้วทำการบันทึก

5.เปิดหน้าต่างเพื่อเตรียมพร้อมการวิเคราะห์

หน้าต่าง Result → หน้าต่าง Calibration → หน้าต่าง Furnace

→ หน้าต่าง Auto → ทำการจัดให้สวยงามและทำการบันทึก Workspace เพื่อสะดวกในการเรียกหน้าจอกลับมาใหม่ โดยเลือก File → Save As → Workspace แล้วระบุชื่อที่ต้องการจะบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.เปิดหน้าต่าง Lamp แล้วกดเปิด lamp

7.ปิดหน้าต่าง Lamp

8.บรรจุสารตัวอย่างใส่ใน vessel แล้วนำไปวางตำแหน่งต่างๆใน ภาชนะวาง vessel

9.การทำ Check sensitivity

ไปหน้าต่าง Auto → เลือกหน้า Analyze → Click Selec loc.
ใส่ตำแหน่งที่เราต้องการเช็คแล้วคลิก OK → นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า Characteristic Mass

10.คำนวณหาค่า Characteristic Mass

ไปที่หน้าต่าง Analysis → ได้ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน → ใส่ค่าการดูดกลืนที่วัดได้ของสารมาตรฐานและแบดจ์ ค่าที่ได้ไม่ควรเกิน $\pm 20\%$

11.ทำการวิเคราะห์

คลิกหน้า Auto → เลือกหน้าย่อย Analyze → คลิก Rebuild List
ตำแหน่งของตัวอย่างจะปรากฏขึ้น → คลิก Analyze All เครื่องจะทำการวิเคราะห์

12.ผลการทดลอง

กราฟมาตรฐาน จะปรากฏในหน้า Calibration Display และผลการทดลองจะปรากฏในหน้า Results ทำการพิมพ์ผลโดย → คลิกที่หน้าต่างที่ต้องการพิมพ์ → File → Print → Active windows → OK

13.ทำการปิด Lamp

เปิดหน้าต่าง Lamp แล้วกดปิด Lamp

14.ปิดเครื่องมือตามขั้นตอนดังนี้

- คอมพิวเตอร์ ปิด Software WinLab32 for AA และคอมพิวเตอร์
- เครื่องมือ ปิดเครื่อง เครื่อง AAnalyst 200 และเครื่อง HGA 900
Graphle Furnace
- ระบบระบายอากาศ ปิดระบบระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบไฟฟ้า ปิด Voltage Stabilizer, UPS, Breaker
- ระบบแก๊ส ปิดวาล์วแก๊สอาร์กอน

หมายเหตุ คู่มือการใช้งานอย่างละเอียดได้ใน ภาคผนวก ข.

3.5 หาช่วงความเป็นเส้นตรงของสารมาตรฐาน (Linear Range)

3.5.1 วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0, 5, 10, 15 และ 20 ppb ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ

3.5.2 สร้างกราฟมาตรฐานหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสงของข้อ 3.5.1 เพื่อศึกษาความเป็นเส้นตรงและพิสัยแล้ว คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Correlation of determination, r^2) ซึ่งควรใกล้เคียงหรือเท่ากับ 1

หมายเหตุ สารละลายมาตรฐานแคดเมียมและสังกะสี ทำการวัดที่ความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 ppb



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Repl #	SampleConc ppb	StndConc ug/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	[15]		0.139	0.162	0.250	0.213	0.203	17:08:57	No
2	[15]		0.136	0.158	0.260	0.211	0.215	17:11:16	No
3	[15]		0.136	0.159	0.249	0.207	0.202	17:13:33	No
Mean:	[15]		0.137						
SD:	0		0.0020						
%RSD:	0		1.44						

Standard number 3 applied. [15]
 Correlation Coef.: 0.999676 Slope: 0.00916 Intercept: 0.00000

Sequence No.: 5 Autosampler Location: 3
 Sample ID: Calib Std 4 Date Collected: 10/3/2553 17:15:06
 Analyst: Data Type: Original
 uL dispensed: 5 from 2, 20 from 3

Replicate Data: Calib Std 4

Repl #	SampleConc ppb	StndConc ug/L	BlkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Bkgnd Area	Bkgnd Height	Time	Peak Stored
1	[20]		0.184	0.207	0.311	0.215	0.216	17:15:49	No
2	[20]		0.181	0.204	0.308	0.211	0.209	17:18:07	No
3	[20]		0.183	0.206	0.308	0.205	0.207	17:20:24	No
Mean:	[20]		0.183						
SD:	0		0.0016						
%RSD:	0		0.85						

Standard number 4 applied. [20]
 Correlation Coef.: 0.999870 Slope: 0.00916 Intercept: 0.00000

Calibration data for Pb 283.31 Equation: Linear Through Zero

ID	Mean Signal (Abs)	Entered Conc. ug/L	Calculated Conc. ug/L	Standard Deviation	%RSD
Calib Blank 1	0.0000	0	0.000	0.01	35.6
Calib Std 1	0.0447	5.0	4.884	0.01	12.1
Calib Std 2	0.0927	10.0	10.130	0.00	1.3
Calib Std 3	0.1369	15.0	14.955	0.00	1.4
Calib Std 4	0.1831	20.0	19.995	0.00	0.8

Correlation Coef.: 0.999870 Slope: 0.00916 Intercept: 0.00000



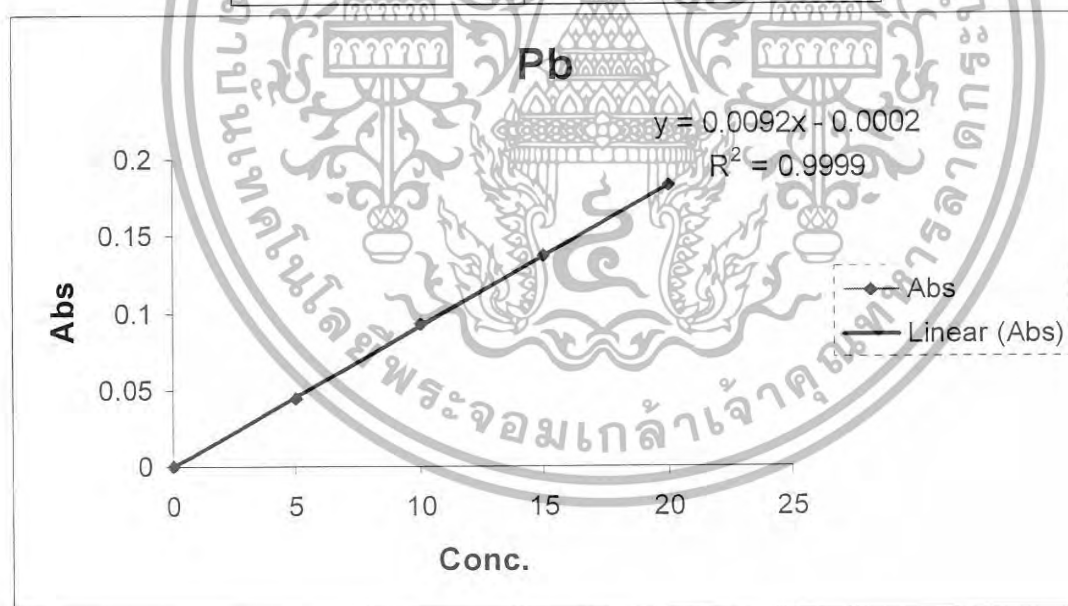
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 สรุปผล

สร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน ตะกั่ว แคดเมียม และสังกะสี ในช่วงความเข้มข้น 0-20 ppb , 0-1 ppb และ 0-1.5 ppb ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสง ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว

ความเข้มข้น (ppb)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0	0
5	0.0447
10	0.0927
15	0.1369
20	0.1831

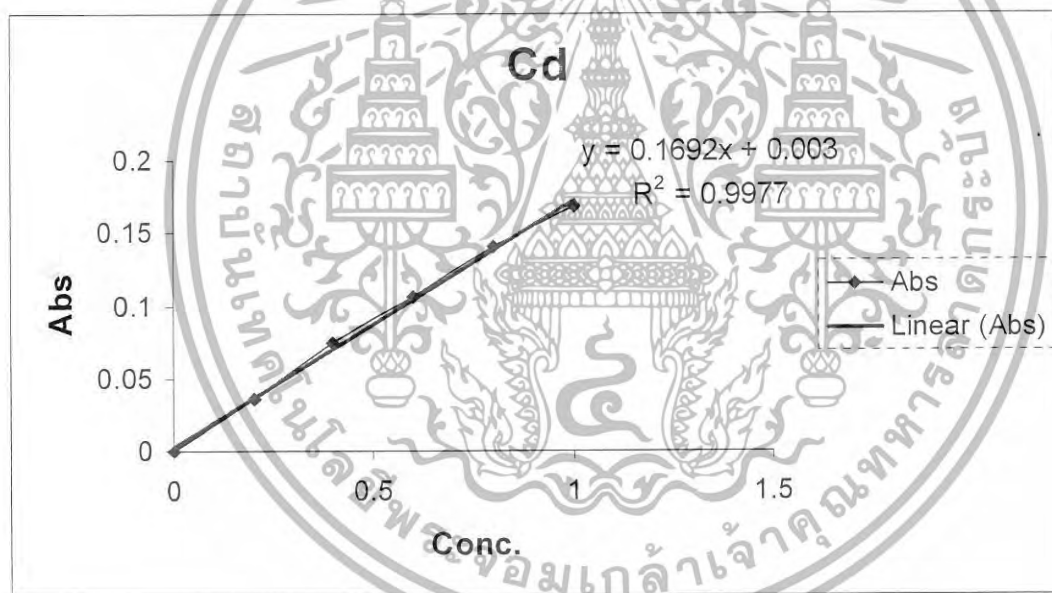


รูปที่ 4.1 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ในช่วงความเข้มข้น 0-20 ppb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคดเมียม

ความเข้มข้น (ppb)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0	0
0.2	0.0364
0.4	0.0747
0.6	0.1062
0.8	0.14
1	0.1684

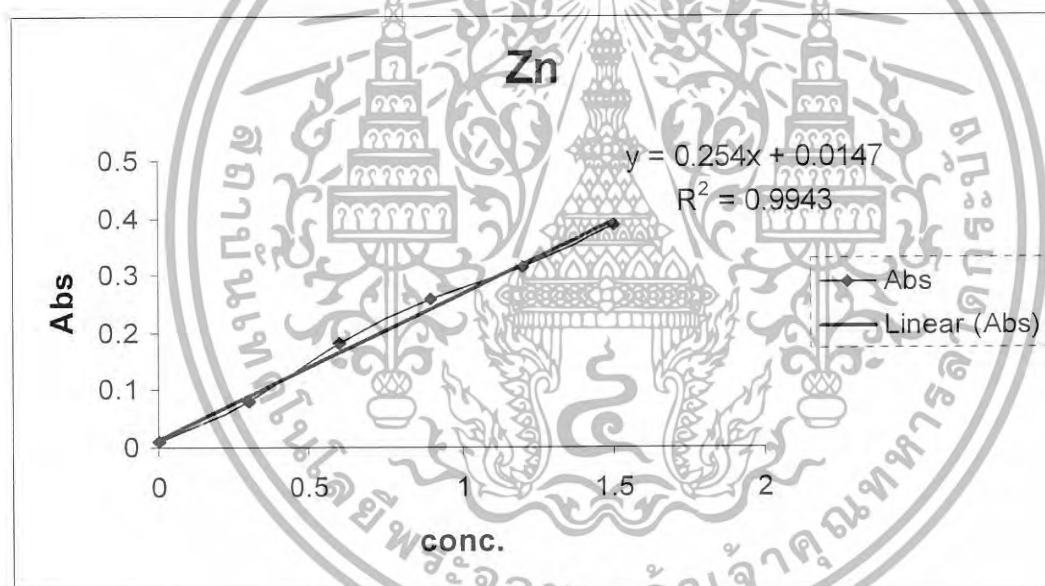


รูปที่ 4.2 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคดเมียม ในช่วงความเข้มข้น 0-1 ppb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานสังกะสี

ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสง (Abs)
0	0.009
0.3	0.082
0.6	0.181
0.9	0.257
1.2	0.314
1.5	0.388



รูปที่ 4.3 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานสังกะสี ในช่วงความเข้มข้น 0-1.5 ppb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 สรุปผลจากการตรวจวัดตัวอย่างด้วยเทคนิค GF-AAS ร่วมกับการย่อยสารด้วยระบบไมโครเวฟในระบบปิด

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างครีมกันแดดชนิดต่างๆ พร้อมทั้งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอย่าง	น้ำหนัก	ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นที่วัดได้(ppb)	ความเข้มข้น ppm	ค่าเฉลี่ย	SD	%RSD
ตัวอย่าง 1	0.3023	0.001	2.846	0.0471	0.0484	0.0016	3.3058
	0.3019	0.001	2.905	0.0481			
	0.3003	0.002	3.017	0.0502			
ตัวอย่าง 2	0.3126	-0.005	2.220	0.0370	0.0350	0.0025	7.1429
	0.3097	-0.006	2.161	0.0360			
	0.3010	-0.008	1.934	0.0321			
ตัวอย่าง 3	0.3054	-0.030	0.450	0.0074	0.0082	0.0046	56.0976
	0.3014	-0.031	0.246	0.0041			
	0.2954	-0.027	0.778	0.0132			
ตัวอย่าง 4	0.3038	-0.031	0.220	0.0036	0.0037	0.0026	70.2703
	0.3046	-0.031	0.245	0.0040			
	0.3023	-0.034	0.214	0.0035			

สูตรการคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้น} = \frac{\text{ความเข้มข้นของสารที่วัดได้ (Std Conc)} \times \text{ปริมาตรที่เตรียม}}{\text{น้ำหนักของสาร}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างครีมกันแดดชนิดต่างๆ พร้อมทั้งค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอย่าง	น้ำหนัก	ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้น (ppm)	ค่าเฉลี่ย	SD	%RSD
ตัวอย่าง 1	0.3023	0.129	ND	-	-	-
	0.3019	0.139	ND			
	0.3003	0.112	ND			
ตัวอย่าง 2	0.3126	0.019	ND	-	-	-
	0.3097	0.007	ND			
	0.3010	0.073	ND			
ตัวอย่าง 3	0.3054	0.014	ND	-	-	-
	0.3014	0.014	ND			
	0.2954	0.004	ND			
ตัวอย่าง 4	0.3038	0.016	ND	-	-	-
	0.3046	0.022	ND			
	0.3023	0.037	ND			

* ND = Non Detecable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณความเข้มข้นของสังกะสีในตัวอย่างครีมกันแดดชนิดต่างๆ พร้อมทั้งค่า

เบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอย่าง	น้ำหนัก	ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้นที่วัดได้(ppm)	ความเข้มข้น (%)	ค่าเฉลี่ย	SD	%RSD
ตัวอย่าง 1	0.3023	0.002	0.006	1.75	1.82	0.23	12.64
	0.3019	0.057	0.180	2.12			
	0.3003	0.231	0.818	1.58			
ตัวอย่าง 2	0.3126	0.462	1.865	15.96	15.38	1.43	9.29
	0.3097	0.198	0.688	13.75			
	0.3010	0.331	1.245	16.42			
ตัวอย่าง 3	0.3054	0.019	0.058	18.87	19.8	0.89	4.49
	0.3014	0.038	0.114	20.66			
	0.2954	0.009	0.028	19.87			
ตัวอย่าง 4	0.3038	0.008	0.025	16.5	17.05	0.72	4.22
	0.3046	0.034	-0.102	17.87			
	0.3023	0.058	-0.171	16.79			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว, แคดเมียม และสังกะสีในตัวอย่างครีมกันแดดเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข

ตัวอย่าง	Pb (ppm)	Zn(%)
ตัวอย่าง 1	0.0484 ± 0.0016	1.82 ± 0.23
ตัวอย่าง 2	0.0350 ± 0.0025	15.38 ± 1.43
ตัวอย่าง 3	0.0082 ± 0.0046	19.8 ± 0.89
ตัวอย่าง 4	0.0037 ± 0.0026	17.05 ± 0.72
ค่ามาตรฐาน	0.02	25

หมายเหตุ ค่ามาตรฐานของแคดเมียมไม่มีระบุไว้แต่หากในร่างกายมีเกิน 10 mg จะทำให้เป็นอันตรายต่อไตและอวัยวะภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงการนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณของโลหะหนัก 3 ชนิด คือ ตะกั่ว แคดเมียม และ สังกะสี ในตัวอย่างครีมกันแดดซึ่งนำไปย่อยสลายด้วยระบบไมโครเวฟ แล้วตรวจวัดด้วยเทคนิคอะตอมมิกเอกซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี จากผลการตรวจวัดพบว่าได้กราฟมาตรฐานที่มีความเป็นเส้นตรง และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์บางค่าที่สามารถยอมรับได้ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้อง จึงถือเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถเชื่อถือได้ และสำหรับปริมาณของโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างครีมกันแดด ถือเป็นปริมาณที่ต่ำมากในระดับ ppb ซึ่งถือว่ายังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานแล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

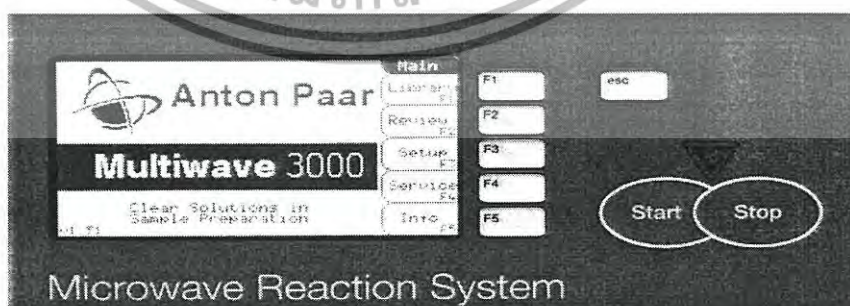
เครื่อง Microwave รุ่น Multiwave 3000

1. เปิดเครื่องมือตามขั้นตอนดังนี้

- ระบบไฟฟ้า Breaker, Voltage Stabilizer, UPS
- เครื่องมือ เครื่อง Multiwave 3000 (1)
- ระบบระบายอากาศ Fume Hood หรือ Ventilation Hood



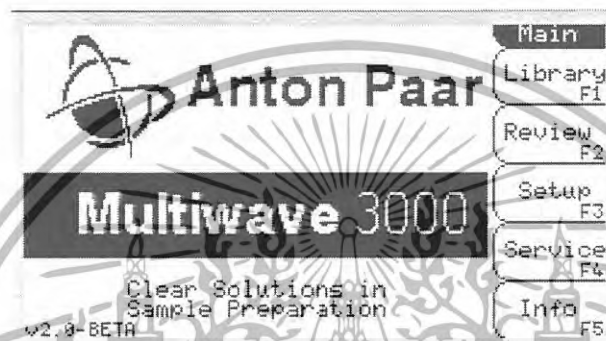
หน้าต่าง Display (2) จะแสดงรายละเอียดของ Software ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สร้าง / แก้ไข Method เพื่อใช้งานตามขั้นตอนดังนี้

หน้าต่างหลัก – เป็นหน้าต่างที่แสดงหลังจากเปิดเครื่อง มีรายละเอียดดังนี้



- F1 Library – ใช้ในการสร้างและปรับแต่งรายละเอียดใน method
- F2 Review – ใช้ในดูข้อมูลและกราฟที่ได้จากการ run
- F3 Setup – ใช้ในการตั้งค่าเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบที่ใช้
- F4 Service – ใช้ในการ maintenance
- F5 Info – ให้ความรู้รายละเอียดของผู้ผลิต

2.1 หน้าต่าง Library



แสดง method ที่มีอยู่ในเครื่อง และ method ที่ใช้ล่าสุด 4 method โดยสามารถเลือก method ที่ต้องการและกด F1 (Enter) เพื่อดูรายละเอียดใน method นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ไขทำได้โดยใช้ปุ่ม F2 (+) และ F3 (-) ในการปรับเพิ่ม/ลด ตัวเลขหรือตัวหนังสือ และปุ่ม F4 (←) และ F5 (→) ในการเลื่อนช่องไปซ้ายหรือขวา มีรายละเอียดการแก้ไขดังนี้

- Sample – ชื่อ method ที่ใช้
- Rotor – ชนิดของ rotor ที่ใช้
- Vessels – จำนวน vessels ที่ใช้
- Weight – น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง
- P-Program / T-Program – ระบุ program ที่ใช้ว่าเป็น power (P) หรือ temperature (T)
- Reagent – ชนิดและปริมาณกรดและสารเคมีที่ใช้
- Ph – Phase หรือ step ที่ใช้
- Power / Temp – ระบุ power หรือ temperature ที่ใช้
- Ramp – เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยน power หรือ temperature ใน step ก่อนหน้าไปเป็นที่ระบุ
- Hold – เวลาที่ใช้ในการคง power หรือ temperature ที่ระบุไว้
- Fan – ความแรงของพัดลมในเครื่อง (0-3)
- p-Rate – ชีตจำกัดของอัตราการเพิ่มความดันที่ยอมให้
- IR – ชีตจำกัดของอุณหภูมิที่ตรวจโดย IR Sensor ที่ยอมให้
- P – ชีตจำกัดของความดันที่ยอมให้
- Drive – การหมุนของ rotor
- Stirrer – การใช้งานของ stirrer

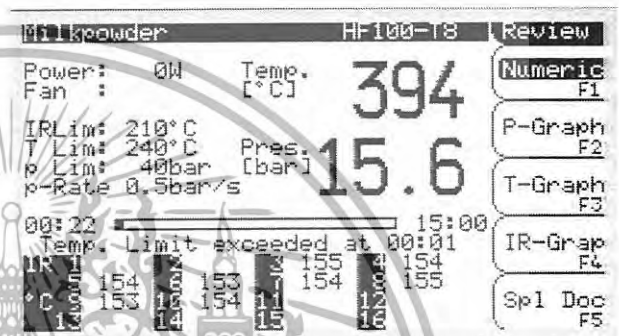
2.2 หน้าต่าง Review

Sample	Date	Review
Milkpowder	06/06/21 12:38	Enter F1
		Send F2
		Print F3
		↑ F4
		↓ F5

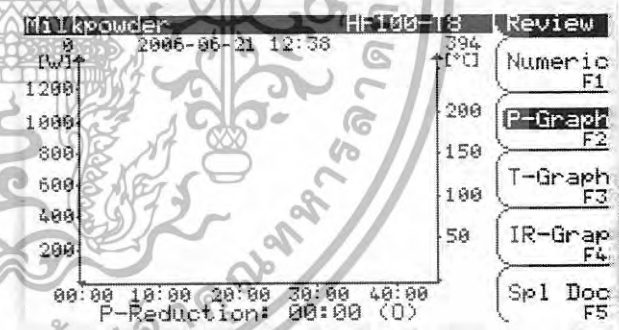
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงรายละเอียดต่างๆ ของการ run ที่ผ่านมาซึ่งสามารถเลือกและกด F1 (Enter) ซึ่งสามารถเลือกรูปแบบในการดูได้ดังนี้

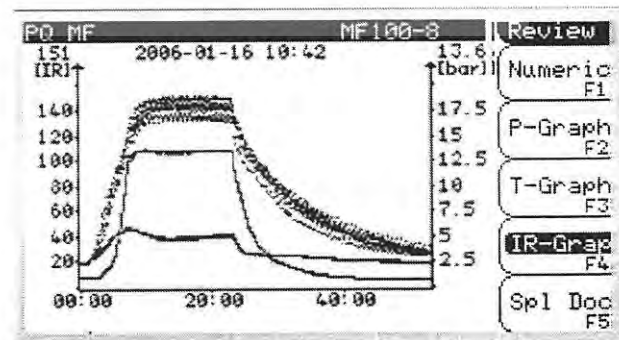
Numeric – แสดงความดันและอุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิของแต่ละ vessel



P-Graph – แสดงกราฟระหว่าง Power และความดัน เทียบกับเวลา



IR-Graph – แสดงกราฟระหว่าง อุณหภูมิของทุก vessel เทียบกับเวลา



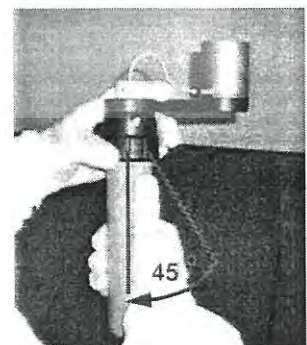
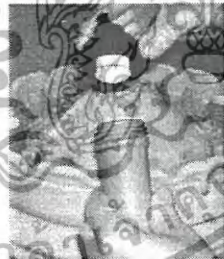
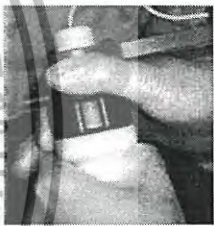
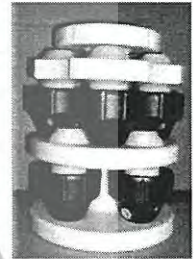
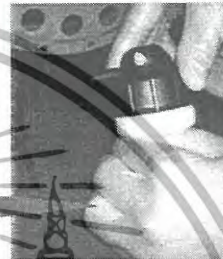
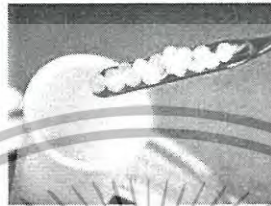
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การใช้งาน rotor เพื่อทำการย่อยตามขั้นตอนดังนี้

Rotor 16 HF100

ก่อนการ Digest

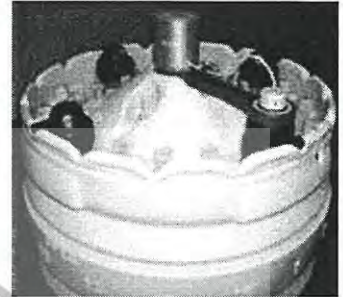
- ชั่งตัวอย่างใส่ลงใน liner
- เติมนกรดหรือสารเคมีที่ต้องการให้มีปริมาตรอย่างน้อย 6 mL
- ขยาย seal โดยใช้เครื่องมือที่มี
- ขยาย seal ของ p/T sensor โดยใช้เครื่องมือที่มี โดยระวังความเสียหายของ T-Probe
- ประกอบ seal เข้ากับ liner
- ปิด venting screw โดยใช้มือหมุนตั้งมือ
- ใส่ liner ลงใน ceramic jacket และหมุนเกลียวปิดด้วยมือจนสุด
- สำหรับ p/T sensor ให้หมุนเกลียวปิดด้วยมือจนสุด จากนั้นหมุนย้อนกลับประมาณ 45 องศาเพื่อให้ p/T sensor ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใส่ vessel ทั้งหมดลงใน rotor โดยให้ใส่ p/T sensor ลงในตำแหน่งที่

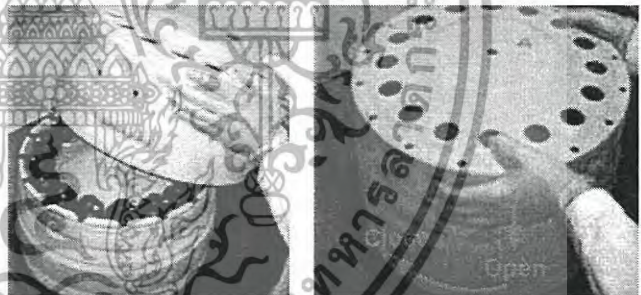
1



- ตรวจสอบว่าใส่ vessel ลงในตำแหน่งดังต่อไปนี้หรือไม่

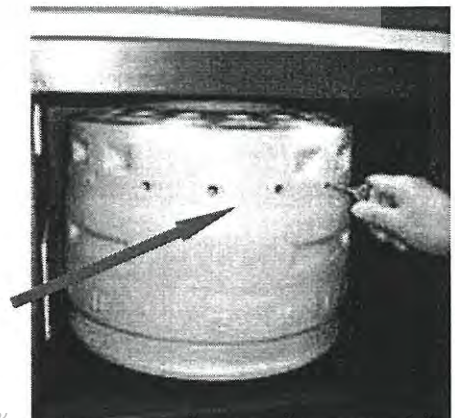


- ใส่ฝาครอบ (rotor lid) เข้ากับ rotor
- หมุนฝา rotor ตามเข็มนาฬิกาจนล็อก
- ใส่ rotor เข้าในเครื่อง microwave
- ปิดประตูแล้วเริ่ม run



หลังการ Digest

- เปิดประตูเครื่อง microwave
- ระบายความดันออกจาก vessel วิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้
ภายในเครื่อง microwave
- เลือกพัดลมความแรงระดับ 2 หรือ 3

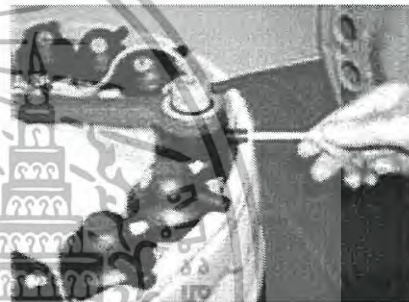


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้เครื่องมือลักษณะคล้ายกุญแจสอดผ่านช่องด้านข้าง rotor
- ค่อยๆ หมุนเครื่องมือทวนเข็มนาฬิกาจนกระทั่งได้ยินเสียง แก๊สออกจาก vessel โดยหมุนประมาณ 1 รอบ
- รอจนกระทั่งแก๊สระบายออกจาก vessel ออกหมด จึงยก rotor ออกจากเครื่องเพื่อเปิดฝาและนำ vessel ออก

ภายใน Fume Hood

- ยก rotor ออกจากเครื่อง
- เปิดฝา rotor โดยหมุนทวนเข็มนาฬิกา
- ใช้เครื่องมือลักษณะคล้ายกุญแจสอดเข้าที่ venting screw
- ค่อยๆ หมุนเครื่องมือทวนเข็มนาฬิกาจนกระทั่งได้ยินเสียง แก๊สออกจาก vessel หรือสังเกตเห็นควันสีน้ำตาล โดยหมุนประมาณ 1 รอบ
- รอจนกระทั่งแก๊สระบายออกจาก vessel ออกหมด จึงเปิดฝาและนำ vessel ออก

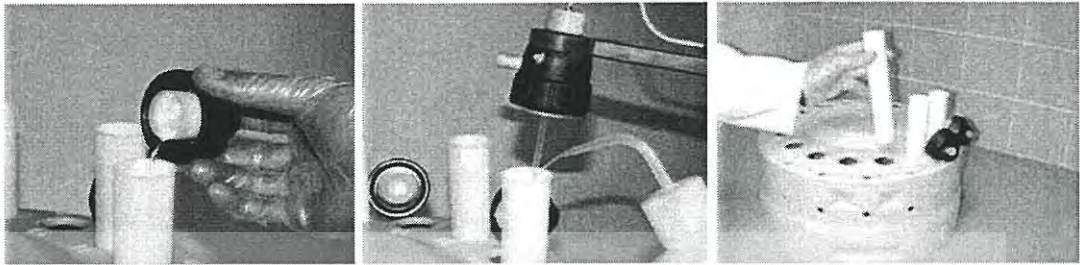


การเปิด Vessel

- คลาย screw ด้านบน rotor เพื่อนำ vessel ออก
- นำ liner และ seal holder ออกจาก ceramic jacket
- rinse seal และเทลงใน vessel
- วาง liner และ seal holder ใน rack หรือใช้ ฝา rotor
- นำสารละลายที่ได้ไปปรับปริมาตรเพื่อวิเคราะห์ต่อไป
- ตรวจสอบสภาพ seal, safety disk และ liner และทำการ maintenance ตามขั้นตอน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4. การดูแลรักษาหลังเลิกใช้งาน

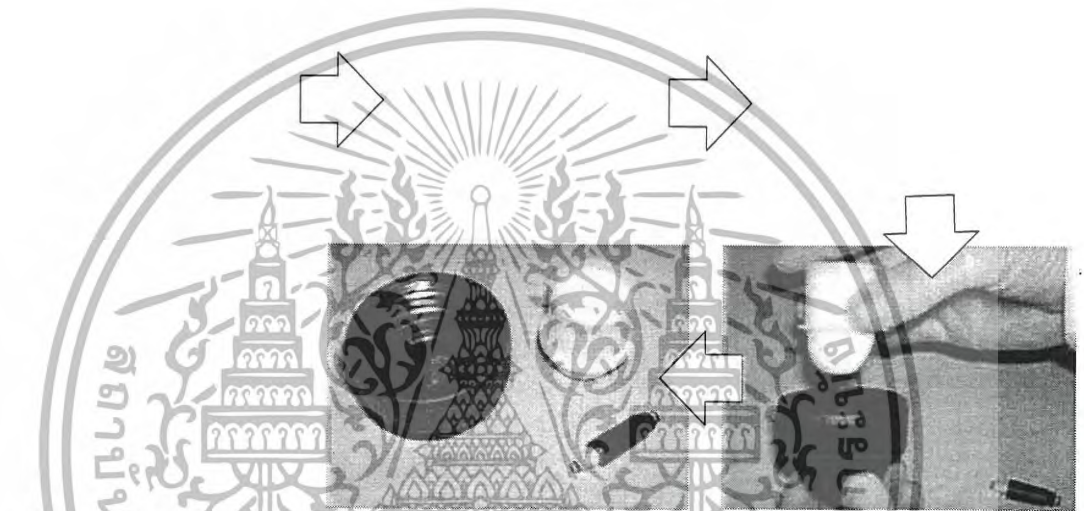
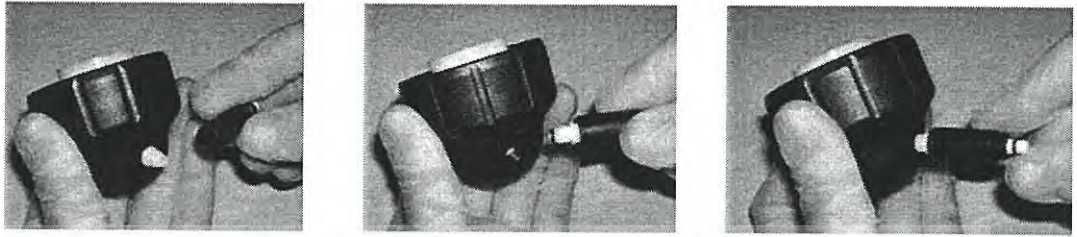
หลังเลิกใช้งานทุกครั้ง ให้ถอด seal ออกจาก seal holder ตามขั้นตอนดังนี้

1. ถอด venting screw ออก โดยคลายเกลียวออกจาก seal holder



2. ใช้ช่องสี่เหลี่ยมที่ด้านปลายของ venting screw เป็นอุปกรณ์ในการถอด syringe connector ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



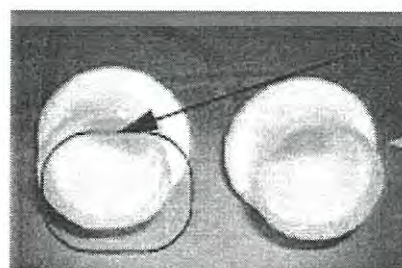
3. ใช้ไขควงขัน safety disk holder ออกในกรณีที่ต้องการเปลี่ยน safety disk



ล้างทำความสะอาด seal, venting screw, syringe connector และ seal holder พร้อมทั้งตรวจสอบ seal และ safety disk หากเกิดความเสียหายให้เปลี่ยนตามความเหมาะสม



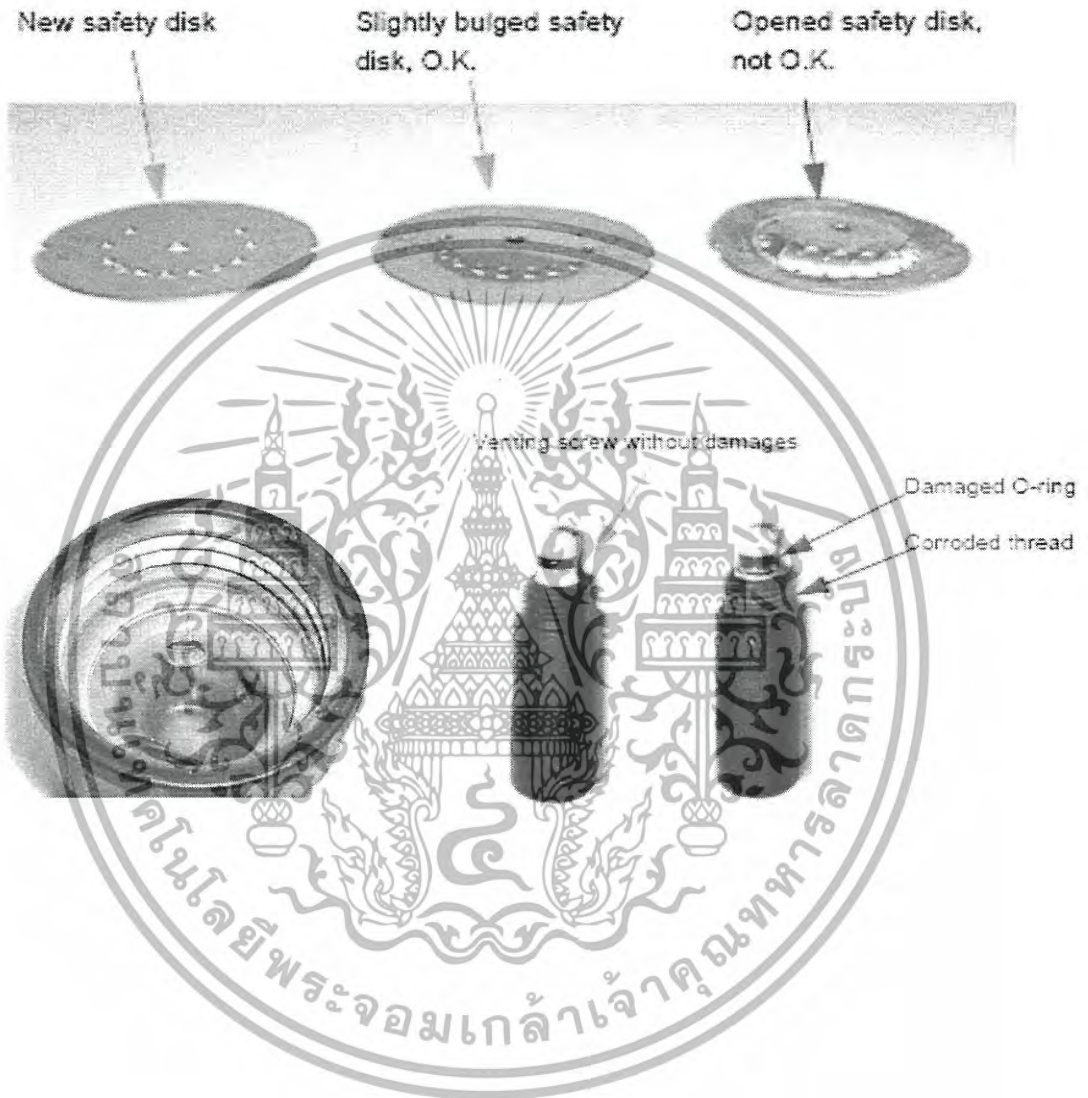
Damaged seal



Sealing lip damaged

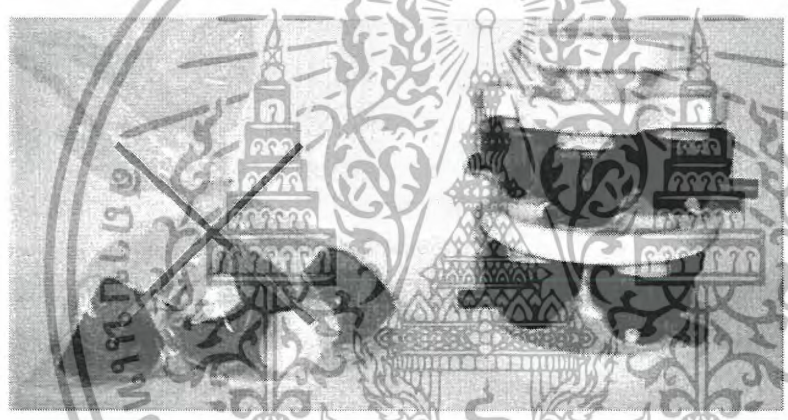
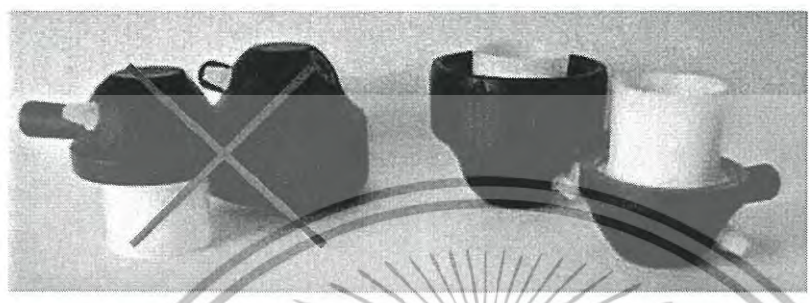
Sealing lip ok

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้างอุปกรณ์ด้วยน้ำสะอาดและทิ้งให้แห้ง ประกอบกลับคืนและเก็บไว้ในลักษณะที่ถูกต้องดังนี้



ข้อควรระวัง

- 1 การขึงสารตัวอย่างใส่ liner ควรใส่ให้ถึงกัน ไม่ควรเลอะข้าง liner อาจทำให้ส่วนนั้นร้อนจนเกิดระเบิดได้
- 2 ก่อนทำการประกอบ liner เข้ากับฝาควรเช็ดปาก liner ให้สะอาดป้องกันการไหม้ของฝา
- 3 หากหน้าของเครื่องไมโครเวฟมีอักษรขึ้นเตือนควรหยุดการทำงานของเครื่องก่อนโดยการกด stop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

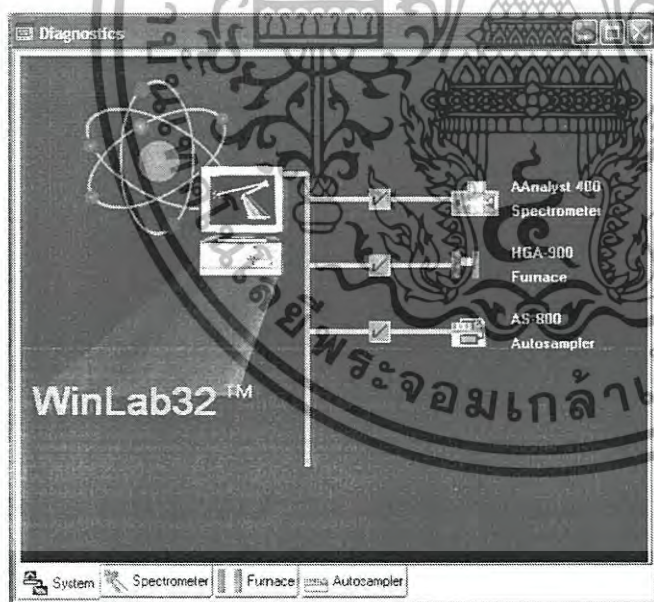
ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer รุ่น AAnalyst 200 สำหรับเทคนิค Graphite Furnace

เปิดเครื่องมือตามขั้นตอนดังนี้

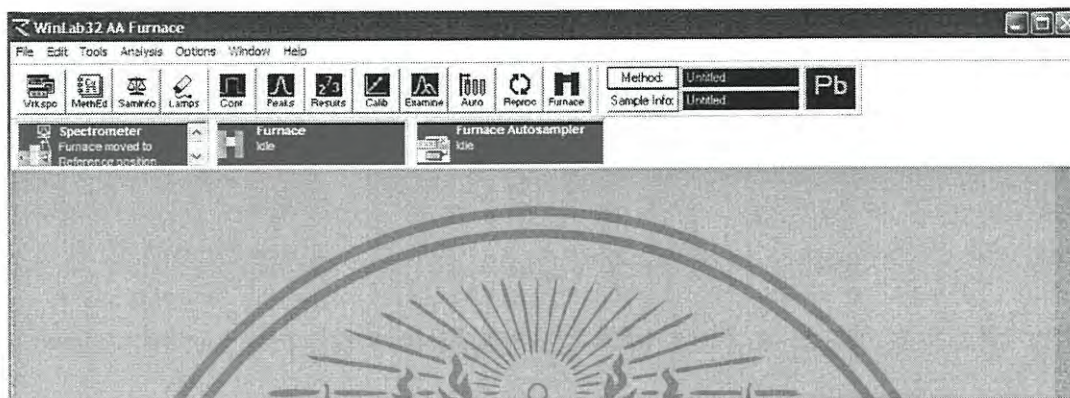
- ระบบแก๊ส (Graphite) Argon 50-60 psi
- ระบบไฟฟ้า Breaker, Voltage Stabilizer, UPS
- เครื่องมือ เครื่อง AAS, HGA900
- ระบบระบายอากาศ เมื่อต้องการ Run Graphite Furnace
- คอมพิวเตอร์ เข้าสู่ Software WinLab32 for AA

Software จะแสดงหน้า System Status เพื่อแสดงการเชื่อมต่อเครื่องมือและจะเข้าสู่หน้าการใช้งานหลัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

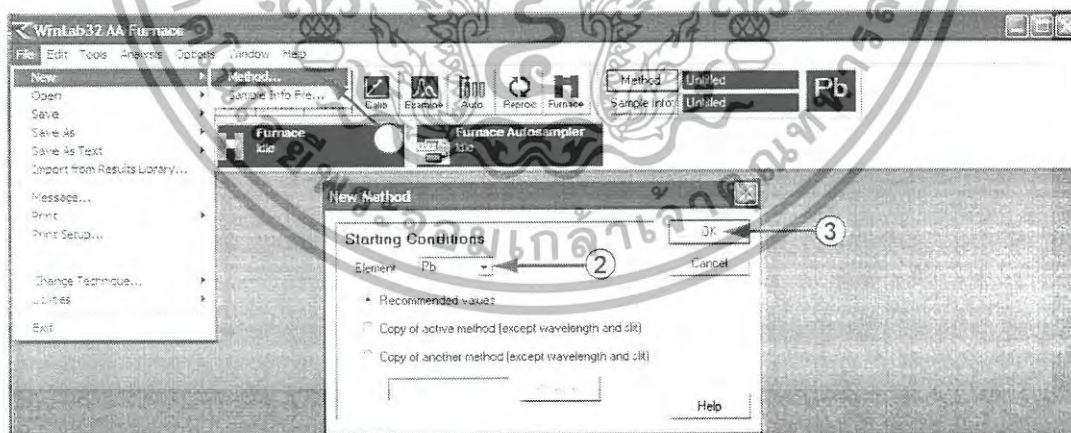
หน้าตางานใช้งานหลัก



Graphite 1. สร้าง Method เพื่อใช้งานตามขั้นตอนดังนี้

click ที่ File → New → Method (1) เลือกธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ (2) และ click

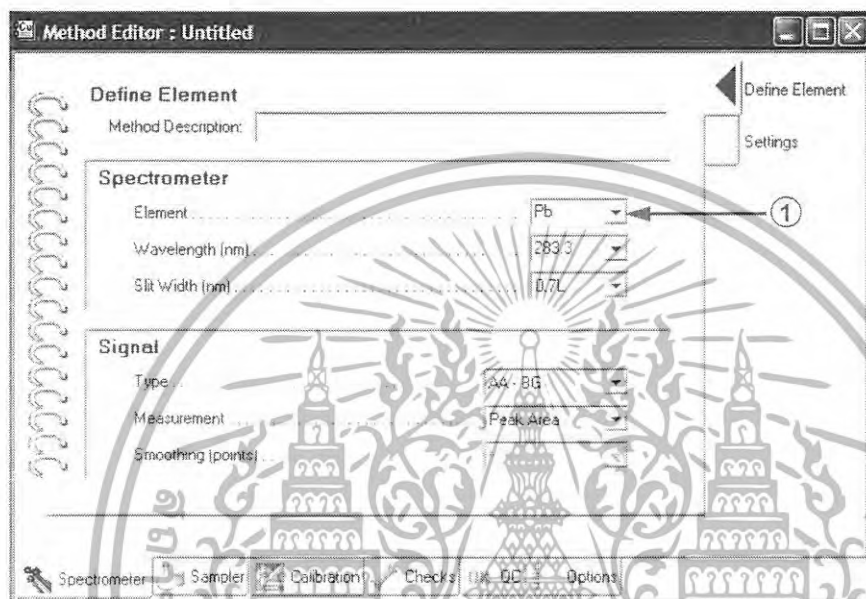
OK (3)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

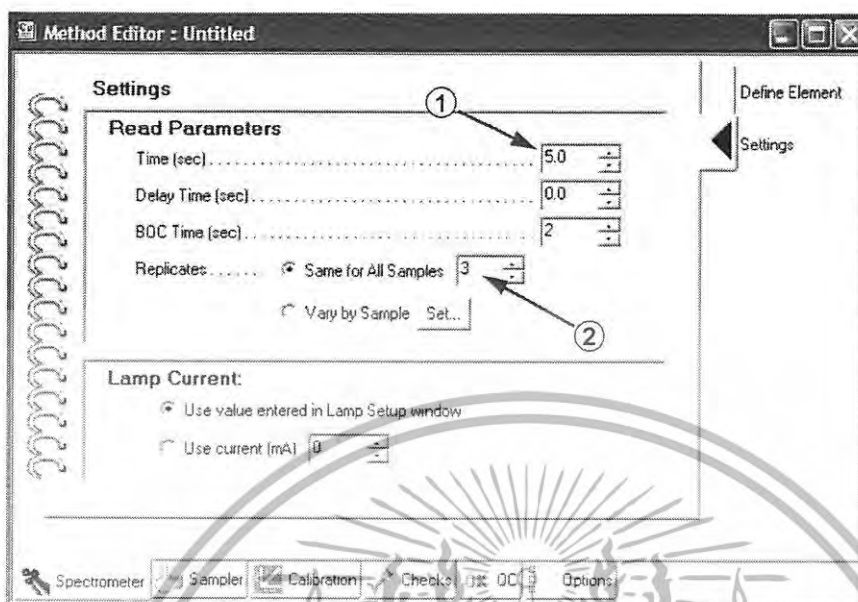
จากนั้นทำการตั้งค่าต่างๆ ดังนี้

1.1 Spectrometer-Define Element – หน้าแรกจะแสดงธาตุที่เลือก (1) โดยจะระบุความยาวคลื่นและ Slit ให้โดยอัตโนมัติ

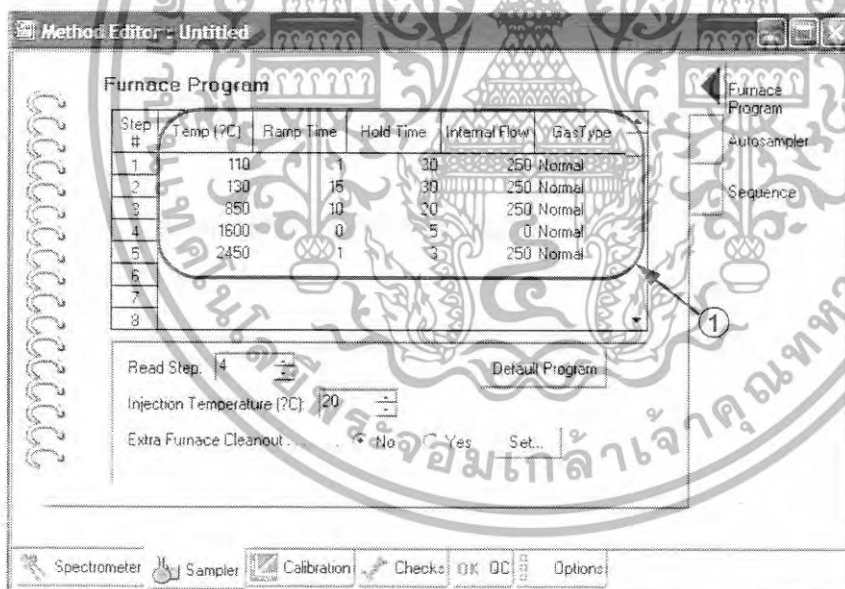


1.2 Spectrometer-Setting – โดยปกติจะใช้เวลาอ่านค่า Peak 5 วินาที (1) ซึ่งอาจปรับลดหรือเพิ่มได้ (เช่น 3-7 วินาที) เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะ Peak (Sharp หรือ Board) โดยใช้การอ่านซ้ำ 3 ครั้งต่อตัวอย่าง (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

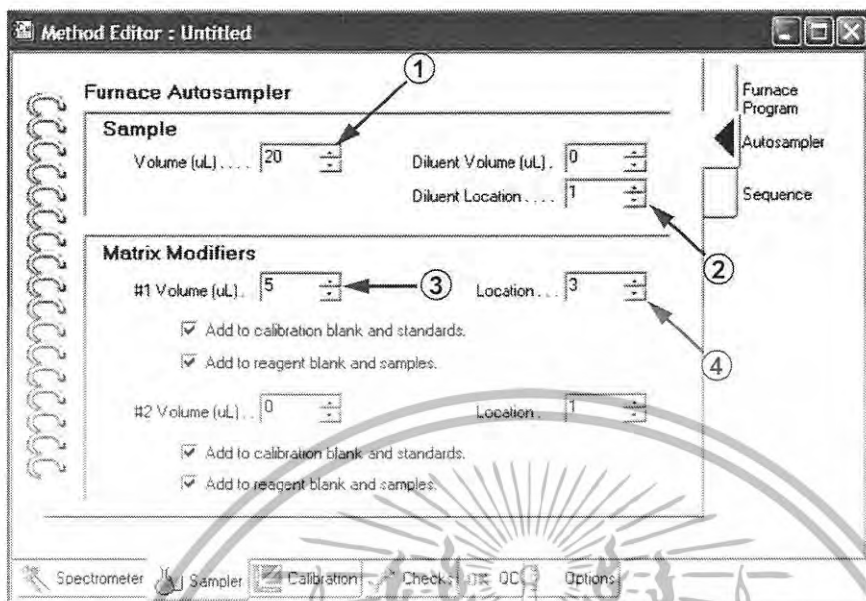


1.3 Sampler-Furnace Program – ปกติ Software จะตั้ง Furnace Program มาให้เหมาะสมกับธาตุที่เลือก (1) ซึ่งอาจปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตัวอย่างได้



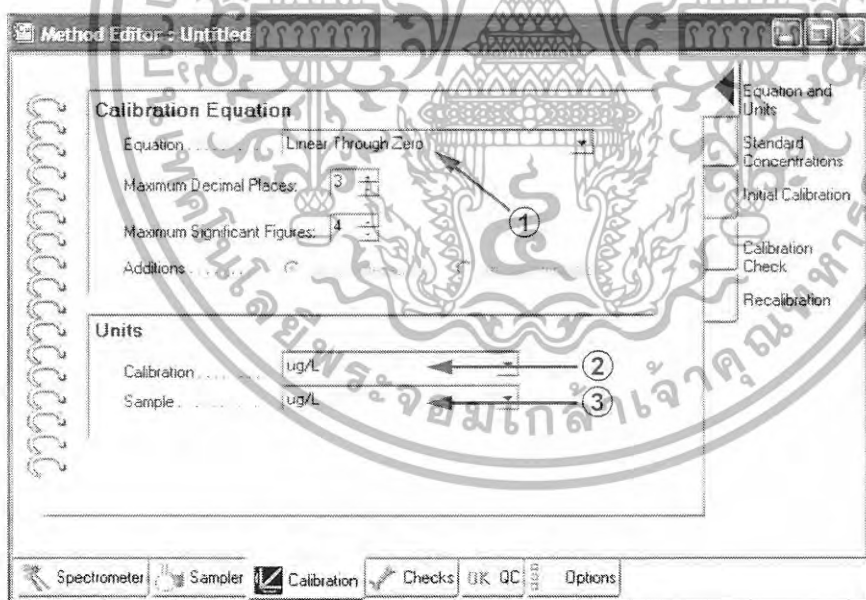
1.4 Sampler-Autosampler – ใช้ Sample Volume 20 μL (1) โดยกำหนดตำแหน่งของ Diluent (2) รวมถึงปริมาตรของ Matrix Modifier (3) และตำแหน่งของ Matrix Modifier (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1.5 Calibration-Equation and Units – ระบบสมการที่ต้องการใช้ (นิยมใช้ Linear Through Zero)

(1) และกำหนดหน่วยของ Standard (2) และหน่วยของตัวอย่าง (3) ที่ต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 Calibration-Standard Concentrations – ใส่ชื่อ (1) ความเข้มข้น (2) ตำแหน่งของ Autosampler (3) และปริมาตรของ Standard ที่ inject (โดยปกติใช้ 20 μ L) (4) ของ Standard ทุกตัวในกรณีที่เราเตรียม Standard เอง

หากต้องการให้เครื่องมือเตรียม Standard โดยอัตโนมัติ ให้เตรียม Stock Standard ความเข้มข้นหนึ่งและให้เครื่องมือเจือจางให้โดย click ที่ Calculate Standard Volumes (5) ระบุตำแหน่งของ Blank และ Reagent Blank (6) ตำแหน่งและความเข้มข้นของ Stock Standard (7) และความเข้มข้นของ Standard ที่ต้องการ (8) และ click OK (9)

The screenshot displays the 'Method Editor' window with a 'Standard Concentrations' table and a 'Calculate Standard Volumes' dialog box. The table lists various standards and their properties, while the dialog box allows for setting calibration concentrations, stock standards, and blank locations.

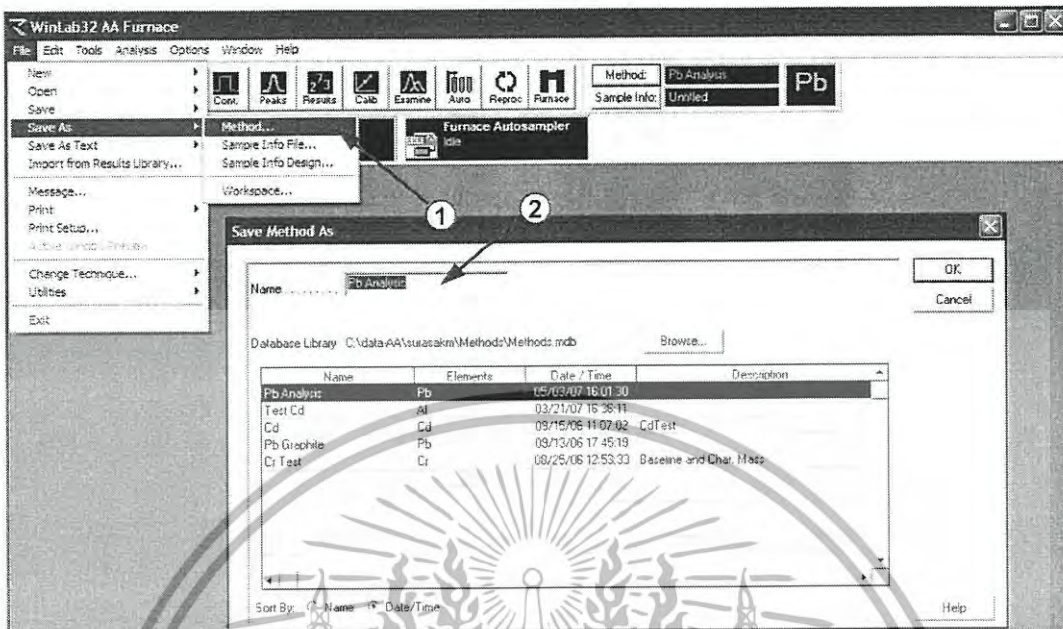
ID	Conc	A/S Loc.	Stock (uL)	Dil (uL)
Calib Blank	Calib Blank 1	1	20	0
Reslope Std.	Reslope Std.			
Reagent Blank	Reagent Blank	4	20	0
Standard 1	Calib Std 1	2	8	12
Standard 2	Calib Std 2	2	12	8
Standard 3	Calib Std 3	2	16	4
Standard 4	Calib Std 4	2	20	0
Standard 5				
Standard 6				
Standard 7				
Standard 8				

The 'Calculate Standard Volumes' dialog box includes the following sections:

- Calibration Concentrations:** A table with columns 'Standard' and 'Concentration'. Values: Reslope, Standard 1 (20), Standard 2 (30), Standard 3 (40), Standard 4 (50).
- Stock Standards:** A table with columns 'Location' and 'Concentration'. Values: 1 (50 ug/L), 2.
- Location of Blanks:** Checkboxes for 'Calibration Blank' (Location 1) and 'Reagent Blank' (Location 4).

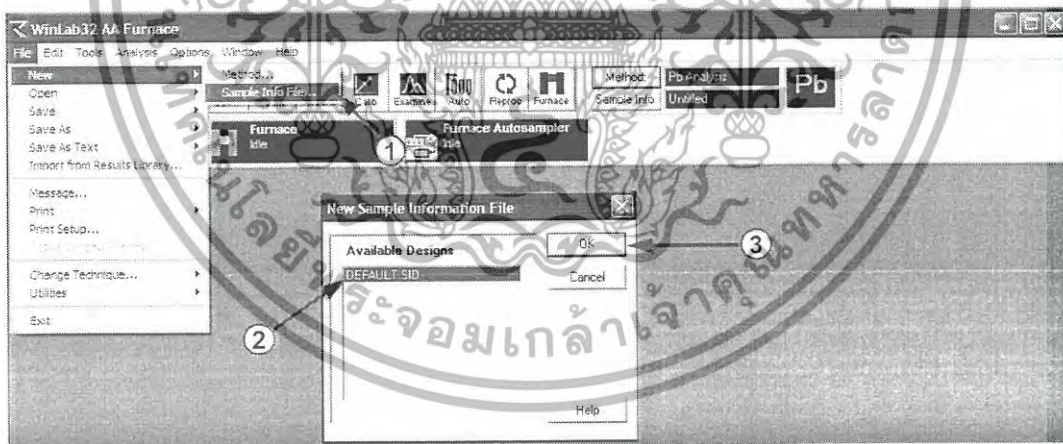
ทำการบันทึก Method โดย click ที่ File Save As Method (1) และระบุชื่อที่ต้องการ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



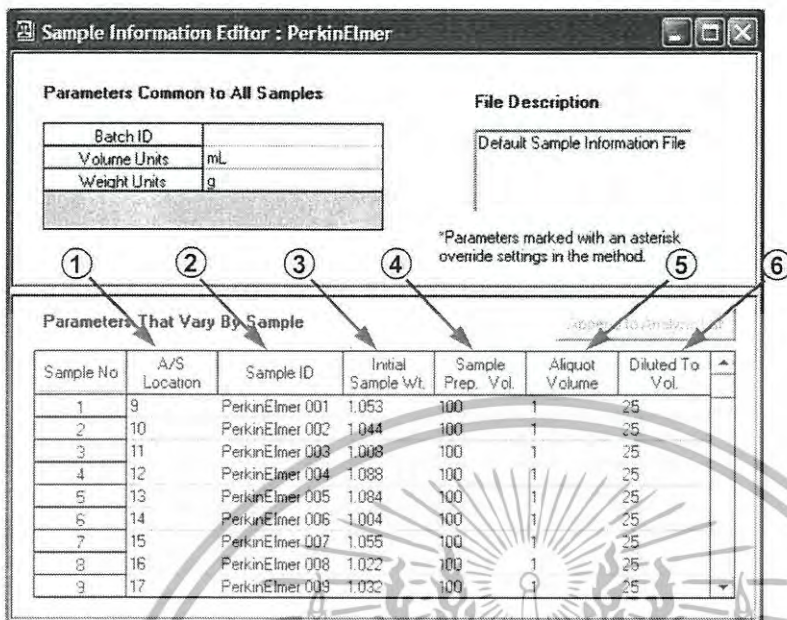
Graphite 2. สร้าง Sample Information File เพื่อใช้งานตามขั้นตอนดังนี้

click ที่ File → New → Sample Info File (1) เลือกที่ Default (2) และ click OK (3)



ระบุตำแหน่งบน Autosampler (1), ชื่อตัวอย่าง (2), น้ำหนักที่ชั่ง (3), ปริมาตรที่เตรียม (4) และการเจือจาง (โดยระบุปริมาตรที่ปีเปตมา (5) และปริมาตรที่เจือจางเป็น (6))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



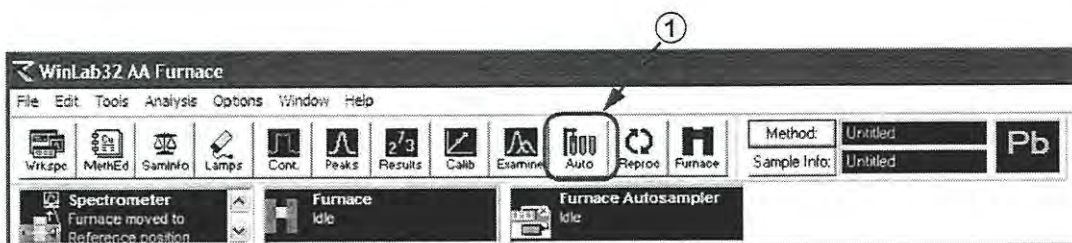
ทำการบันทึก Sample Information File โดย click ที่ File → Save As → Sample Info File (1) และระบุชื่อที่ต้องการ (2)



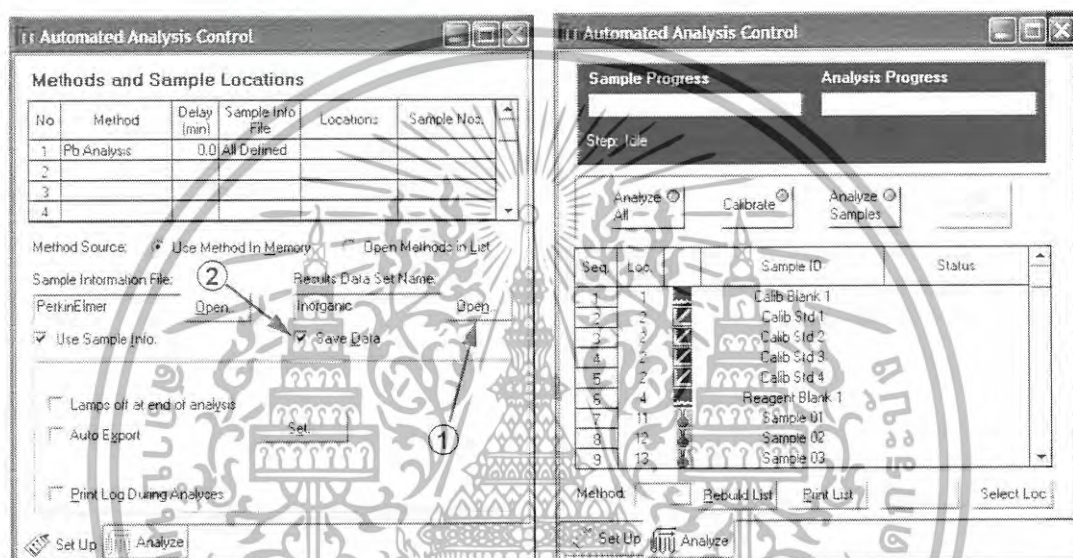
Graphite 3. ระบุชื่อ Results Data Set Name เพื่อบันทึกข้อมูลในการวิเคราะห์ดังนี้

click หน้า Auto (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



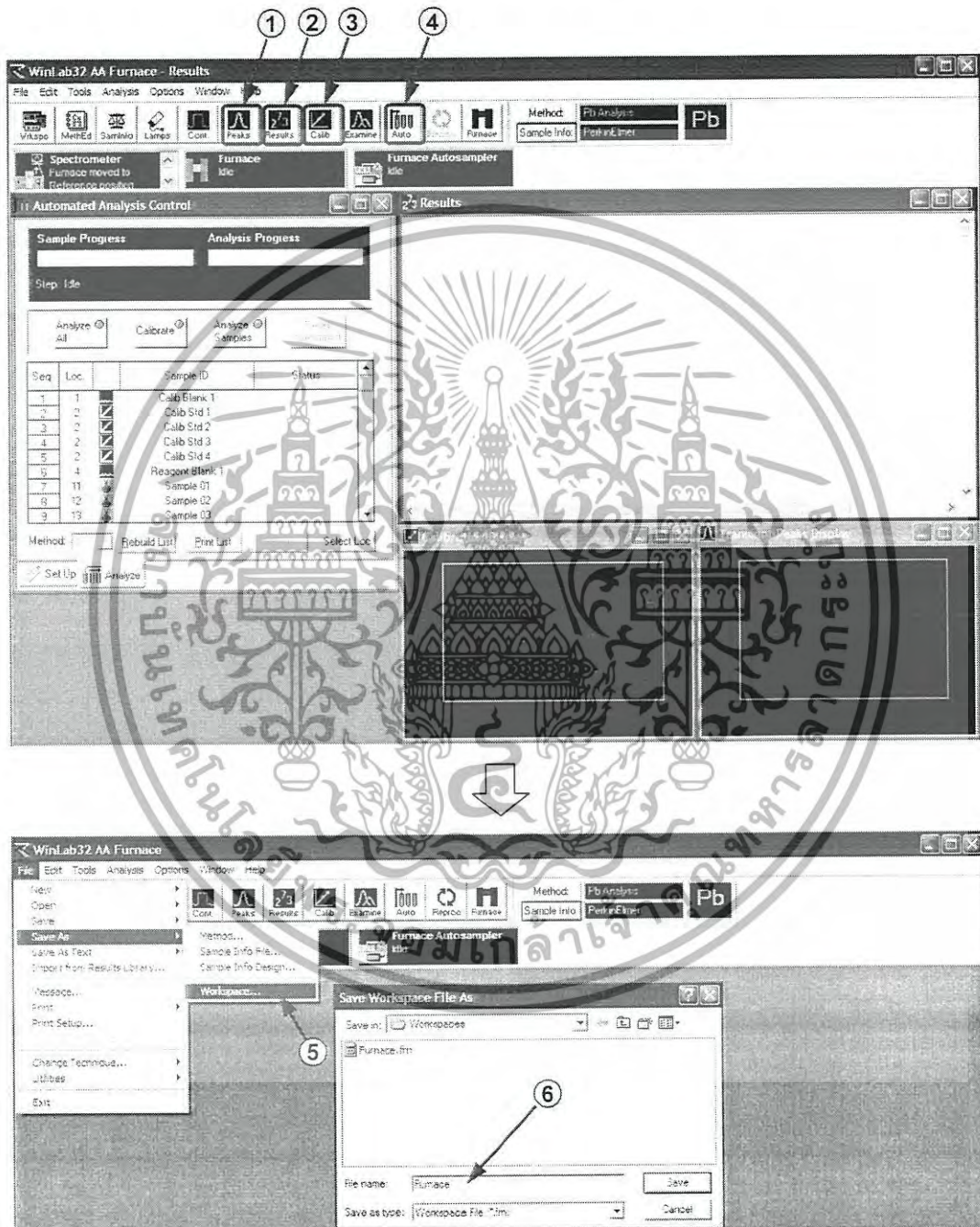
click Open (1) เพื่อระบุชื่อที่ต้องการบันทึก และช่อง Save Data จะถูก check ไว้ (2)



Graphite 4. เปิดหน้าต่างเพื่อเตรียมพร้อมวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

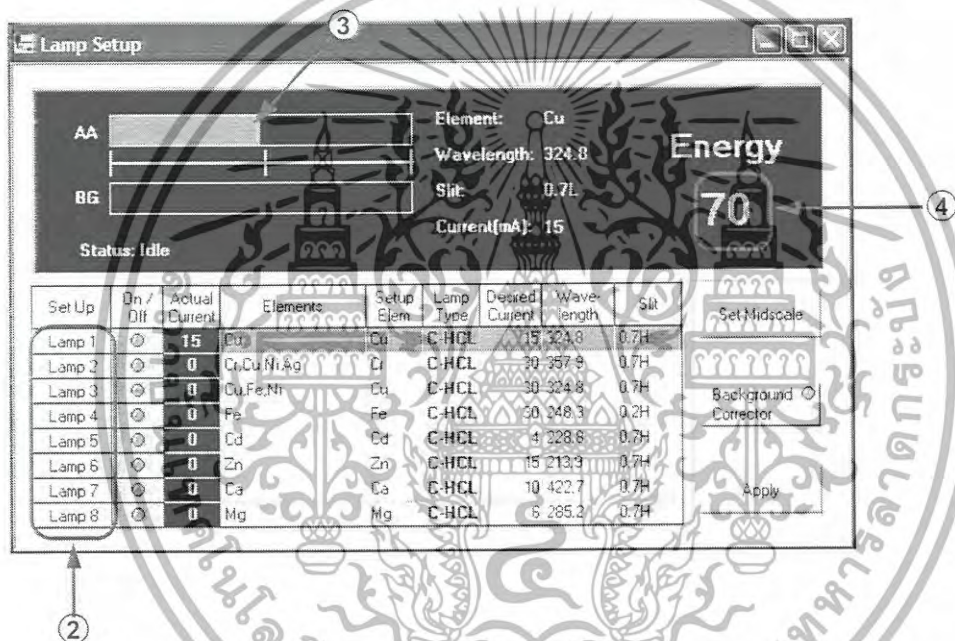
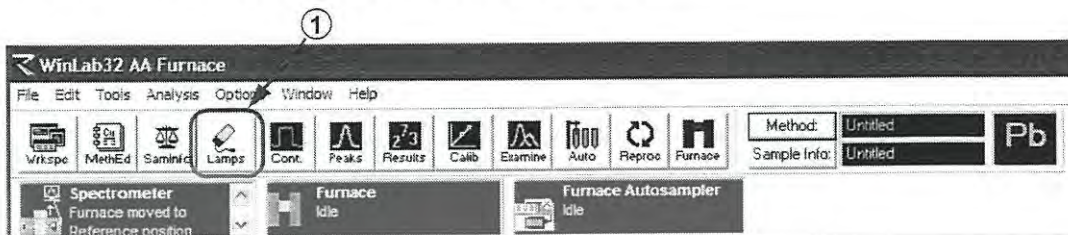
click เปิดหน้าต่างเพื่อแสดงผล Peaks (1), Result (2), Calibration (3) และหน้าต่างวิเคราะห์แบบ Auto (4) โดยอาจจัดหน้าต่างและบันทึกเป็น Workspace เพื่อความสะดวกในการเรียกหน้าจอกลับมาใหม่ได้โดย click ที่ File \Rightarrow Save As \Rightarrow Workspace (5) และระบุชื่อที่ต้องการ (6)



Graphite 5. Setup Lamp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

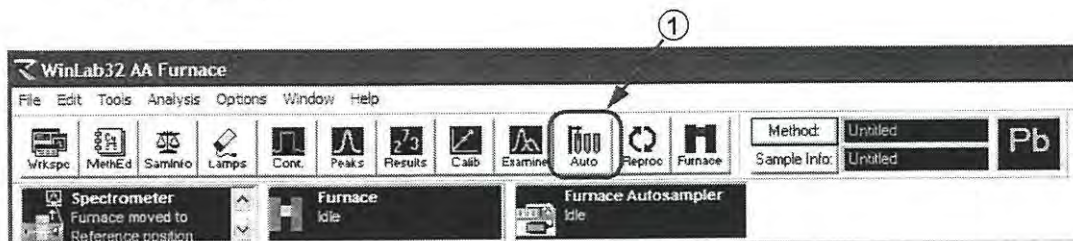
เปิดหน้าต่าง Lamp (1) และทำการ Setup Lamp ที่ต้องการใช้งานโดย click Set Up ที่หมายเลข Lamp ที่ต้องการ (2) เครื่องมือจะทำการ Setup ให้โดยอัตโนมัติ และจะแสดงแถบพลังงาน (3) และค่าพลังงาน (4) ของ Lamp นั้น โดยอาจ warm Lamp ไว้ 5-10 นาที



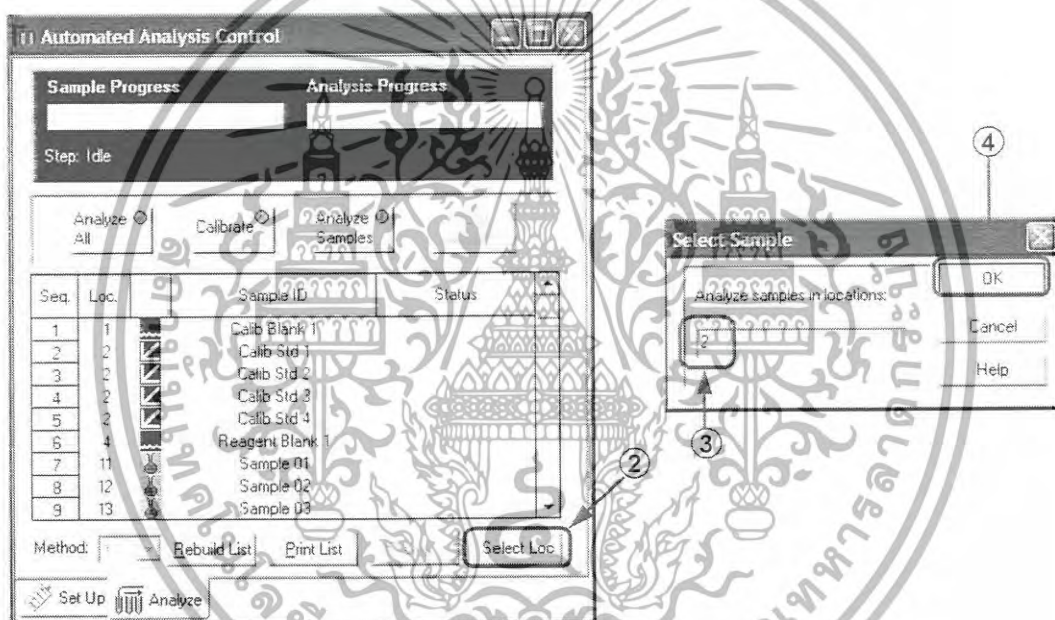
Graphite 6. Check sensitivity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เปิดหน้า Auto (1)

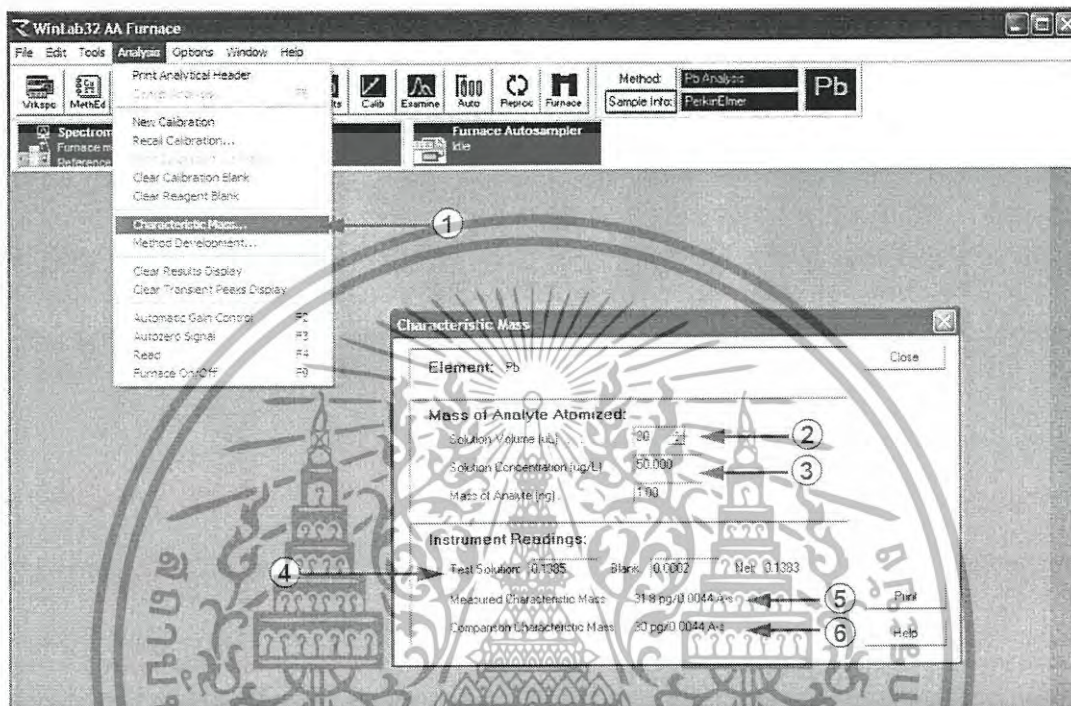


click Select Loc. (2) และใส่ตำแหน่งบน autosampler (3) ของ standard ที่ต้องการ check sensitivity และ click OK (4) เพื่อเริ่มวิเคราะห์และบันทึกค่า Absorbance ที่ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณ Characteristic Mass โดย click ที่  Analysis  Characteristic Mass. (1)
 ระบุปริมาตร (2) ความเข้มข้นของ Standard ที่ใช้ (3) และค่า Absorbance ที่ได้ (4) กด Tab 1 ครั้งเพื่อ
 คำนวณค่า โดยค่าที่คำนวณได้ (5) ควรอยู่ในช่วง $\pm 20\%$ ของค่าที่กำหนดไว้ (6)

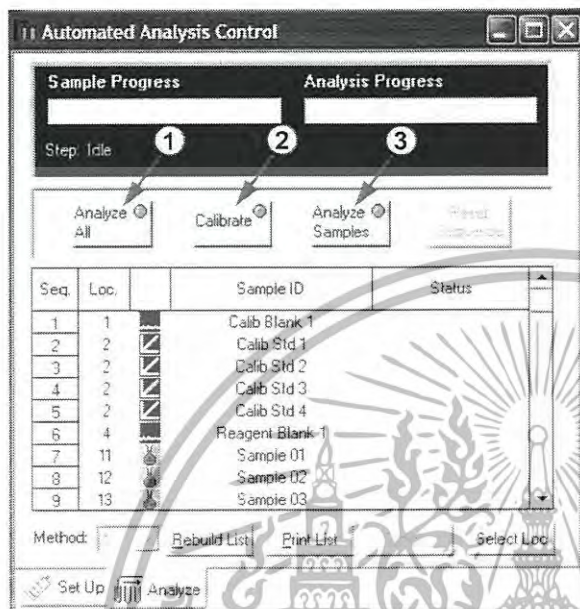


หากค่า Characteristic Mass ที่ได้ไม่อยู่ในช่วง $\pm 20\%$ โดยมีค่าน้อยกว่า 20% ส่วนใหญ่เกิดจากปนเปื้อนหรือเตรียม Standard ไม่ถูกต้อง แต่หากมีค่าเกิน 20% ส่วนใหญ่เกิดจากการที่สภาวะของเครื่องมือไม่เหมาะสม ให้ทำการตรวจสอบ Matrix Modifier ที่ใช้ หรือปรับ Temperature Program และทำการ check sensitivity ใหม่อีกครั้ง

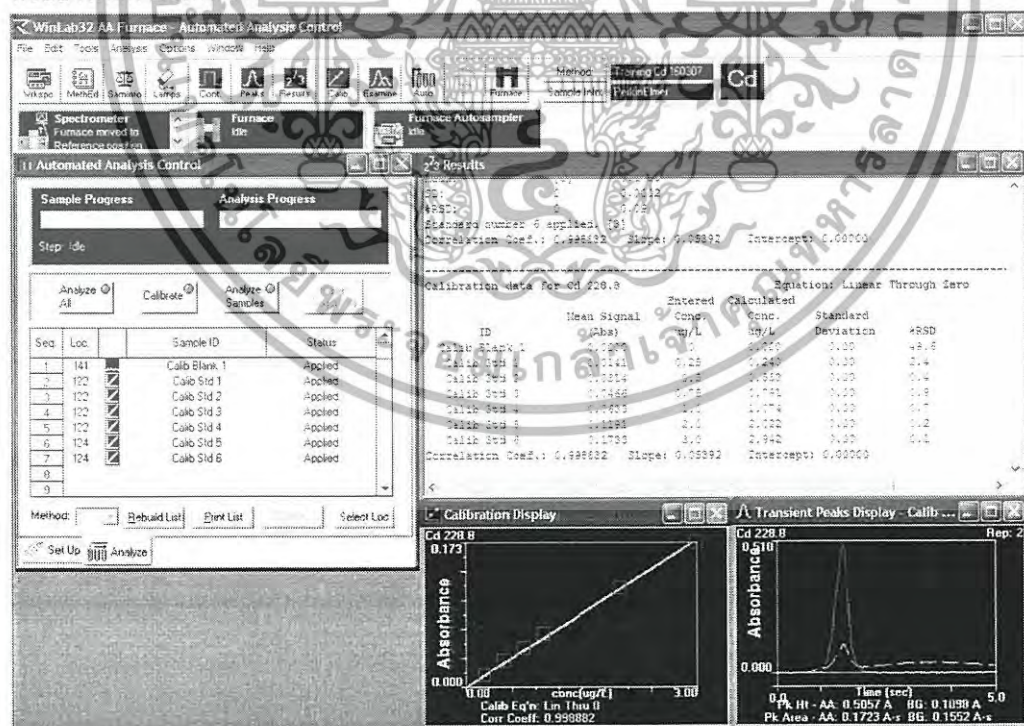
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graphite 7. ทำการวิเคราะห์

click Analyze All (1), หรือ Calibrate (2) และตามด้วย Analyze Sample (3)

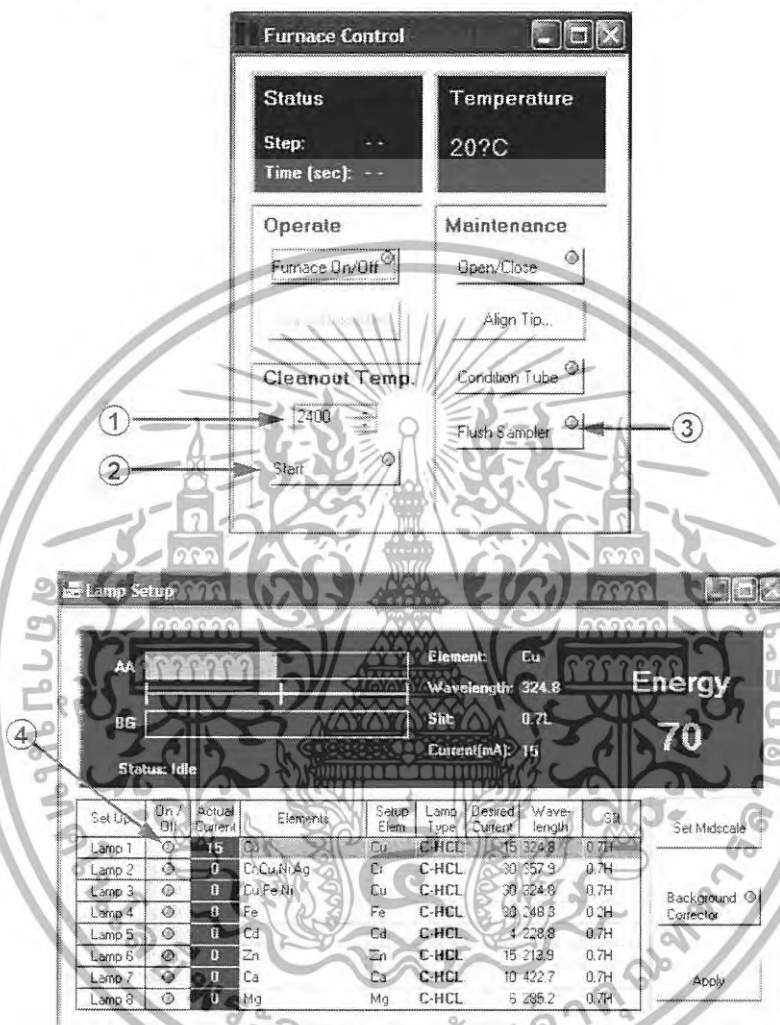


ตัวอย่างผลการวิเคราะห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการวิเคราะห์อาจทำการ clean furnace โดยเปิดหน้าต่าง Furnace และตั้งอุณหภูมิของการ clean (1) ไว้ที่ 2450 °C และ click Start (2) ประมาณ 10 วินาที และ click Start (2) อีกครั้ง อาจทำการ flush autosampler โดยการ click ที่ Flush Sampler (3) และปิด Lamp (4)



ปิดเครื่องมือตามขั้นตอนดังนี้

- คอมพิวเตอร์
- เครื่องมือ
- ระบบระบายอากาศ
- ระบบไฟฟ้า
- ระบบแก๊ส

ปิด Software WinLab32 for AA และคอมพิวเตอร์

ปิดเครื่อง HGA900, AAS

ปิดระบบระบายอากาศ

ปิด Voltage Stabilizer, UPS, Breaker

ปิด Acetylene, N₂O (ถ้าใช้), Argon และ Air พร้อมกับ Drain น้ำออกจาก Air filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้