

## ภาคผนวก จ.

## หลักการ Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR)

หลักการ Fourier Transform Infrared (FTIR) เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการจำแนกประเภทของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และพันธเคมีในโมเลกุล รวมถึงสามารถบอกถึงปริมาณองค์ประกอบที่มีอยู่ในโมเลกุลของสารผสมตัวอย่างที่ไม่ทราบชนิด โดยทำการตรวจวัดการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของตัวอย่างที่มีความถี่ต่าง ๆ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละพันธะ

## 1. การดูดกลืนรังสีอินฟราเรด

ที่อุณหภูมิสูงกว่าศูนย์องศาสมบูรณ์ อะตอมทุกตัวในโมเลกุลจะมีการสั่นอยู่ตลอดเวลา เมื่อความถี่ของการสั่นมีค่าเท่ากับความถี่ของรังสีอินฟราเรดที่ฉายมายังโมเลกุล และทำการดูดกลืนรังสี จำนวนแถบการดูดกลืนทั้งหมดที่ได้จะมีค่าไม่เท่ากับการสั่นมูลฐานของโมเลกุลทั้งหมด โดยจะมีค่าลดลง เพราะมีบางแถบพลังงานที่ไม่มีการตอบสนองต่อพลังงานในช่วงรังสีอินฟราเรด

## 2. ส่วนประกอบของเครื่องตรวจวัด

ระบบ FTIR มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ดังนี้

## ภาพที่ จ.1

ส่วนประกอบ และลำดับการทำงานของเครื่องตรวจวัด



ที่มา: Air Quality Analytical (Gaset – Usa), 2005.

1. แหล่งกำเนิดรังสีของ Infrared Spectrometer คือสารเฉื่อยที่ถูกทำให้ร้อนจนมีอุณหภูมิระหว่าง 1,000 – 1,800 องศาเซลเซียส

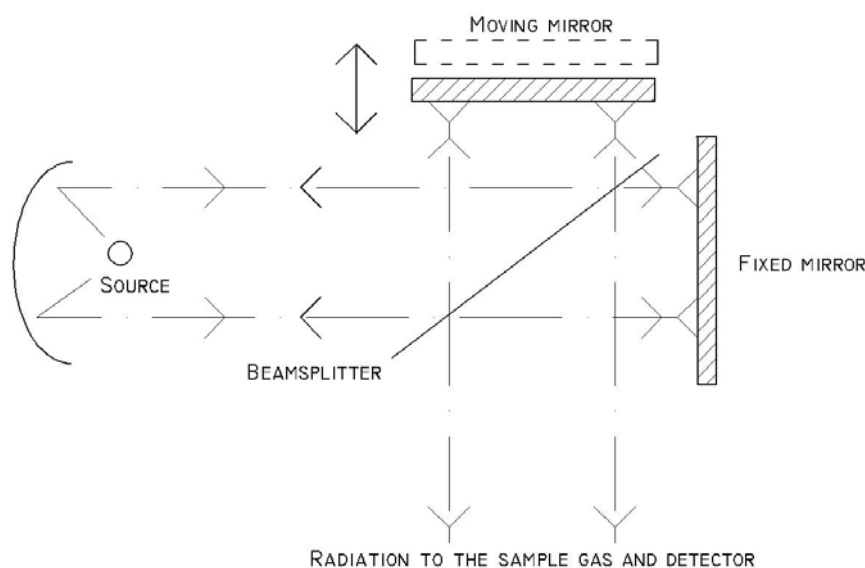
2. ตัวแยกรังสีแบบ Interferometer มีหน้าที่แยกลำรังสีออก ทำให้เกิด Path difference ระหว่างลำแสง แล้วทำการรวมสัญญาณการแทรกสอดซึ่งเป็นฟังก์ชันกับ Path difference โดยเครื่องตรวจวัด

3. เครื่องตรวจวัดทำหน้าที่ประมวลผลจากสัญญาณการแทรกสอดที่ส่งผ่านมาจากตัวแยกรังสี

รังสีอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดจะถูกฉายไปยัง Interferometer ซึ่งเครื่อง Gasmet DX4015 FT-IR คือ Michelson Interferometer ซึ่งประกอบด้วยกระจกที่สามารถเคลื่อนที่ได้ กระจกที่ตรึงอยู่กับที่ โดยทั้งสองตั้งฉากซึ่งกันและกัน และตัวแยกแสงซึ่งเป็นอุปกรณ์กึ่งสะท้อนแสง ลำรังสีครึ่งหนึ่งจะทะลุผ่านไปยังกระจกที่ตรึงอยู่กับที่ และอีกครึ่งหนึ่งจะสะท้อนไปยังกระจกที่สามารถเคลื่อนที่ได้ หลังจากนั้นลำรังสีก็จะสะท้อนจากกระจกกลับมารวมกันที่ตัวแยกแสง เกิดการแทรกสอดขึ้น หลังจากนั้นลำรังสีก็จะผ่านไปยังตัวอย่าง และในที่สุดก็จะตกลงบนเครื่องตรวจวัด

ภาพที่ จ.2

วิธีการทำงานของ FT-IR แบบ Michelson Interferometer



ที่มา: Air Quality Analytical (Gasmet – Usa), 2005.

Path difference ระหว่างลำรังสีที่ถูกแยกออกจากกัน เกิดขึ้นจากระยะทางสัมพัทธ์ ระหว่างกระจกทั้งสอง ถ้าแขนยึดกระจกทั้งสองข้างของ Interferometer ยาวเท่ากัน ลำรังสีทั้งสอง ก็จะเดินทางด้วยระยะทางที่เท่ากัน มีเฟสตรงกัน ทำให้สัญญาณที่ไปถึงเครื่องตรวจวัดมีค่ามากที่สุด เมื่อกระจกเคลื่อนที่เป็นระยะทาง  $\lambda/4$  ระยะทางเดินของรังสีจะเปลี่ยนเป็น  $\lambda/2$  รังสีทั้งสอง มีเฟสต่างกัน 180 องศา การแทรกสอดจะอยู่ในตำแหน่งหักล้าง เมื่อเคลื่อนกระจกเป็นระยะทาง อีก  $\lambda/4$  ระยะทางเดินของรังสีจะเปลี่ยนเป็น  $\lambda$  รังสีทั้งสองลำจะกลับมามีเฟสตรงกัน

เมื่อกระจกเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ความเข้มของสัญญาณที่เครื่องตรวจวัดวัดได้ จะมีลักษณะของ interferogram เป็นรูปคลื่น sine โดยกราฟจะพล็อตระหว่างการตอบสนองที่เครื่องตรวจวัดบันทึกได้และเวลาที่กระจกมีการเคลื่อนที่ ถ้าตัวอย่างเกิดการดูดกลืนรังสีที่ ค่าความถี่นี้ ขนาดของ แอมพลิจูด จะลดลงโดยสัมพันธ์กับปริมาณของตัวอย่าง หลังจากนั้นใช้ Fourier Transform ซึ่งเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในการแปลงผลที่ได้ (ขึ้นกับเวลา) ให้กลายเป็น ค่าความเข้มกับความถี่