

การวัดกัมมันตภาพรังสีในงานกระเบื้อง

DETERMINATION OF RADIOACTIVITY IN CERAMICS PLATE

วัตถุประสงค์

เพื่อหาชนิดของไอโซโทปรังสีที่สลายตัวจากงานกระเบื้อง
เพื่อวัดกัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) ในงานกระเบื้อง
เพื่อศึกษาเทคนิคการวัดรังสีและวิธีการใช้เครื่องมือวัดรังสี

ขอบเขต

วัดกัมมันตภาพรังสีในงานกระเบื้อง จำนวน 6 ตัวอย่าง
วัดกัมมันตภาพรังสีโดยใช้เครื่องสำรวจรังสี
วัดกัมมันตภาพรังสีโดยใช้หัววัดรังสี (HPGe)

ทฤษฎี

อันตรกิริยาของรังสีแกมมา

เนื่องจากกลไกการเกิดอันตรกิริยาของรังสีแกมมาในวัสดุมีความเป็นไปได้หลายกลไก แต่กลไกหลัก 3 ชนิด คือ ปฏิกิริยาโฟโตอิเล็กทริกเอฟเฟกต์, กระจิงคอมป์ตัน และเพอร์โฟรดักชัน กระบวนการทั้งหมดนี้ทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานบางส่วนหรือทั้งหมดจากรังสีแกมมาเป็นพลังงานของอิเล็กตรอนซึ่งเป็นผลให้รังสีแกมมาหายไปหรือกระจิงไปที่มุมต่างๆ ในบางกรณีที่รังสีแกมมาถูกพิจารณาในรูปของอนุภาค อาจถูกเรียกว่า โฟตอน (photon)

ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเอฟเฟกต์ (photoelectric effect)

เกิดจากโฟตอน(photon) ทำอันตรกิริยาอิเล็กตรอนในวงโคจร ทำให้โฟตอนหายไปและอิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาเรียกว่า โฟโตอิเล็กตรอน (photoelectron) กระบวนการนี้โฟตอนจะเสียพลังงานทั้งหมดให้กับอิเล็กตรอนแล้ว เมื่อโฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมจะทำให้เกิดช่องว่างในอะตอม อิเล็กตรอนที่อยู่ชั้นนอกจะเลื่อนเข้ามาแทนตำแหน่งเดิมที่ว่างพร้อมกับปล่อยรังสีเอกซ์เฉพาะตัว (characteristic x-ray) ออกมา

พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน (photoelectron) ที่หลุดออกมาจึงมีค่าเท่ากับพลังงานของโฟตอนลบด้วยพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอน ดังสมการ

$$T = E_{\gamma} - BE$$

เมื่อ T คือ พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากอะตอม

E_γ คือ พลังงานของรังสีแกมมาหรือโฟตอน

BE คือ พลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอน

ปรากฏการณ์คอมป์ตัน (The Compton Effect)

เมื่อรังสีแกมมาเข้าชนกับอะตอมของตัวกลางจะถ่ายเทพลังงานบางส่วนให้กับอิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมา ส่วนรังสีแกมมาจะกระเจิงทำมุม θ กับแนวการเคลื่อนที่เดิม

พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน

$$T = E_\gamma - E_{\gamma'}$$

เมื่อ T คือ พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากอะตอม

E_γ คือ พลังงานของรังสีแกมมาหรือโฟตอน

$E_{\gamma'}$ คือ พลังงานของรังสีแกมมาหรือโฟตอนที่กระเจิงเป็นมุม θ

$$E_{\gamma'} = \frac{E_\gamma}{1 + (1 - \cos \theta) \frac{E_\gamma}{mc^2}}$$

แฟร์โพรดักชัน (pair production)

แฟร์โพรดักชันเป็นอันตรกิริยาระหว่างโฟตอนกับสนามนิวเคลียส ส่งผลโฟตอนหายไป กลายเป็น อิเล็กตรอนและโพสิตรอนวิ่งไปในทิศทางตรงกันข้าม

เมื่อโพสิตรอนที่เกิดเคลื่อนไปจนพลังงานจลน์หมด ก็จะรวมตัวกับอิเล็กตรอน ทำให้เกิดโฟตอน 2 ตัวที่มีพลังงานตัวละ 0.511 MeV เคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้าม เรียกว่า ปรากฏการณ์แอนนิทิลชัน (annihilation) เป็นตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงมวลไปเป็นพลังงาน ตรงข้ามกับอันตรกิริยาแบบแฟร์โพรดักชัน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ชุดหัววัดชนิดสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor)
2. สารตัวอย่าง (ภาชนะกระเบื้องเคลือบ) จำนวน 6 ตัวอย่าง
3. Standard source ชนิด point source และ volume source ที่ทราบค่าพลังงาน
4. หัววัดแบบ Survey meter ชนิด Geiger Muller counter
5. ภาชนะใส่สารตัวอย่าง
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก

7. ค้อน
8. กระดาษ
9. ถุงซีป

ขั้นตอนการทดลอง

การเตรียมสารตัวอย่าง

1. เตรียมสารตัวอย่าง (ภาชนะกระเบื้องเคลือบ) ที่สุ่มจากท้องตลาด จำนวน 6 ตัวอย่าง นำสารตัวอย่างมาวัดด้วย Survey meter
2. นำสารตัวอย่างไปบดให้ละเอียดแล้วนำไปใส่ภาชนะบรรจุ พร้อมทั้งชั่งน้ำหนัก

การวัดสารตัวอย่างด้วยหัววัดชนิด HPGe

1. วัด Background เป็นเวลา 6 ชั่วโมง
2. นำสารตัวอย่างมาวัดที่ระยะติดหัววัดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง (21600 s)
3. ใช้โปรแกรม Genie 2000 วิเคราะห์ผลในรูป Peak Area
4. บันทึกค่า Peak Area และ Gamma ray Energy ของไอโซโทปต่างๆ ที่เป็น

ส่วนประกอบของสารตัวอย่าง