



2.1 การวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนแอกติเวชัน

การวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนแอกติเวชัน เป็นการวิเคราะห์ธาตุโดยการยิง (bombard) ธาตุด้วยอนุภาคนิวตรอน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียส (nuclear transformation) ของอะตอมของธาตุนั้น เกิดเป็นสารกัมมันตรังสี หรือ เรดิโอไอโซโทป ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือ ครึ่งชีวิต ชนิดของรังสีและพลังงานที่ปลดปล่อยออกมา คุณสมบัติเฉพาะตัวจะทำให้ทราบได้ว่าเป็นเรดิโอไอโซโทปของธาตุใด และจากปริมาณรังสีที่วัดได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีของสารมาตรฐานของธาตุนั้น ๆ ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน จะสามารถคำนวณปริมาณของธาตุที่วิเคราะห์ได้

การวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนแอกติเวชัน มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ

2.1.1 แหล่งกำเนิดนิวตรอน (Neutron source) อนุภาคนิวตรอนที่ใช้ในการอาบรังสีสารตัวอย่างในการทดลองนี้ได้จากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู (reactor) ซึ่งอนุภาคนิวตรอนนี้เกิดจากปฏิกิริยาการแตกตัว (fission reaction) ของเชื้อเพลิงปรมาณูยูเรเนียม-235 ในการแตกตัวแต่ละครั้งจะมีการปลดปล่อยนิวตรอนออกมา 2-3 อนุภาค ขณะเดียวกันจะเกิดพลังงานจำนวนมาก เนื่องจากอนุภาคนิวตรอนที่เกิดขึ้นในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูมีพลังงานต่าง ๆ กัน ซึ่งอาจจำแนกอนุภาคนิวตรอนตามขนาดของพลังงานได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.1.1.1 เทอร์มัลนิวตรอน (thermal neutron) เป็นอนุภาคนิวตรอนที่มีพลังงานต่ำ คือ 0.025 อิเล็กตรอนโวลต์ (electron volt, eV*)

* eV : เป็นหน่วยของพลังงานของอนุภาค เรียกว่า electron volt
1 eV. มีค่าเท่ากับ 1.6×10^{-19} Joule

สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ (nuclear reaction) กับธาตุได้แทบทุกชนิด เนื่องจากธาตุส่วนมากมีความสามารถในการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์กับเทอร์มนิวตรอน (thermal neutron cross-section) สูง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิกิริยาแบบ (n, γ)

2.1.1.2 อีพิเทอร์มนิวตรอน (epithermal neutron)

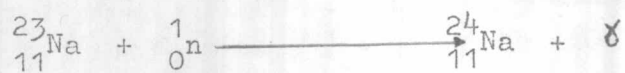
เป็นอนุภาคนิวตรอนที่มีพลังงานสูงกว่าเทอร์มนิวตรอน นิวตรอนที่วิ่งเร็ว (fast neutron) มีพลังงานสูงกว่า 0.1 มิลลิวินิลอิเล็กตรอนโวลต์ (million electron volt, MeV) ทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบ (n, p) หรือ (n, α) สำหรับนิวตรอนที่มีพลังงานสูง ๆ เช่น มากกว่า 1 มิลลิวินิลอิเล็กตรอนโวลต์ ขึ้นไป ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่จะเกิดมีได้หลายแบบ อาทิ ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบ (n, 2n) ซึ่งต้องการพลังงานของนิวตรอนประมาณ 10 มิลลิวินิลอิเล็กตรอนโวลต์ และปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบ (n, 3n) ต้องการพลังงานของนิวตรอนขนาด 30 มิลลิวินิลอิเล็กตรอนโวลต์ เป็นต้น

2.1.2 ปฏิกิริยาของนิวตรอนต่อสาร (Interaction of neutron with matter)

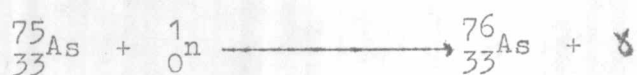
เมื่อยังอนุภาคนิวตรอนเข้าไปในนิวเคลียสของธาตุ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นมีดังนี้ คือ

2.1.2.1 ปฏิกิริยานิวตรอน-แกมมา (n, γ) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการยิงอนุภาคนิวตรอนเข้าไปในนิวเคลียสของธาตุแล้ว อะตอมของธาตุเปลี่ยนไปเป็นเรดิโอไอโซโทปของธาตุเดิมพร้อมกับปล่อยรังสีแกมมาออกมา

ตัวอย่างปฏิกิริยา (n, γ)



เขียนย่อว่า ${}_{11}^{23}\text{Na} (n, \gamma) {}_{11}^{24}\text{Na}$



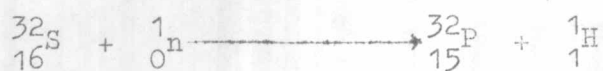
เขียนย่อว่า ${}_{33}^{75}\text{As} (n, \gamma) {}_{33}^{76}\text{As}$

2.1.2.2 ปฏิกิริยานิวตรอน-โปรตอน (n, p) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการยิงอนุภาคนิวตรอนที่มีพลังงานสูงเข้าไปในนิวเคลียสของธาตุ อะตอมของธาตุนั้นจะเปลี่ยนไปเป็นเรดิโอไอโซโทปของธาตุใหม่ พร้อมทั้งปล่อยอนุภาคโปรตอนออกมา

ตัวอย่างปฏิกิริยา (n, p)



เขียนย่อว่า ${}_{7}^{14}\text{N} (n, p) {}_{6}^{14}\text{C}$



เขียนย่อว่า ${}_{16}^{32}\text{S} (n, p) {}_{15}^{32}\text{P}$

2.1.2.3 ปฏิกิริยานิวตรอน-อัลฟา (n, α) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการยิงอนุภาคนิวตรอนเร็วเข้าไปในนิวเคลียสของธาตุ อะตอมของธาตุนั้นจะเปลี่ยนเป็นเรดิโอไอโซโทปของธาตุใหม่ พร้อมทั้งปล่อยอนุภาคอัลฟาออกมา

ตัวอย่างปฏิกิริยา (n, α)



เขียนย่อว่า ${}_{3}^6\text{Li} (n, \alpha) {}_{1}^3\text{H}$

ปฏิกิริยา (n, γ) เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคของนิวตรอนแอกติเวชัน เพราะกระทำได้สะดวก ส่วนปฏิกิริยา (n, p) และปฏิกิริยา (n, α) นั้นนิยมใช้ในการผลิตสารเรดิโอไอโซโทป ทั้งนี้เนื่องจากเรดิโอไอโซโทปที่เกิดขึ้นเป็นของธาตุใหม่ ซึ่งเป็นคนละชนิดกับธาตุเดิม ทำให้สะดวกในการแยกเรดิโอไอโซโทปนั้นออกมาอย่างบริสุทธิ์

2.1.3 การเกิดและการสลายตัวของเรดิโอไอโซโทป

เมื่อธาตุถูกยิงด้วยอนุภาคนิวตรอน จะมีบางส่วนของอะตอมของธาตุนั้นเกิดเป็นเรดิโอไอโซโทปขึ้น อัตราการเกิดเรดิโอไอโซโทป ขึ้นอยู่กับความเข้มของนิวตรอน (neutron flux) ความสามารถในการจับนิวตรอน (neutron cross section) ของธาตุที่นำเข้ามาอย่างดี จำนวนอะตอมของธาตุที่ถูกยิงด้วยอนุภาคนิวตรอน รวมทั้งสัดส่วนของปริมาณของธาตุนั้นที่มีอยู่ในธรรมชาติ

- ให้ P = อัตราการเกิดของเรดิโอไอโซโทป
 N = จำนวนอะตอมทั้งหมดของธาตุที่นำเข้ามาอย่างดี
 σ = ความสามารถในการจับนิวตรอนของธาตุ มีหน่วยเป็น บารน์ (barn)*
 ϕ = ความเข้มของนิวตรอน มีหน่วยเป็น นิวตรอนต่อ ตร.ซม. ต่อ วินาที

$$\text{อัตราการเกิดของเรดิโอไอโซโทป } P = N\sigma\phi \quad (2-1)$$

เมื่อเรดิโอไอโซโทปเกิดขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ เรดิโอไอโซโทปนั้นจะมีการสลายตัวตลอดเวลาดัง

- ให้ $\frac{dN}{dt}$ = อัตราการสลายตัว
 λ = ค่าคงตัวในการสลายตัวของเรดิโอไอโซโทปที่เกิดขึ้น (decay constant) มีค่าเป็น $\frac{0.693}{T_{1/2}}$
 $T_{1/2}$ = ครึ่งชีวิตของเรดิโอไอโซโทปที่เกิดขึ้น

* barn : เป็นหน่วยของค่า cross section ของธาตุในการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์

1 barn มีค่าเท่ากับ 10^{-24} ตร.ซม.

t = ระยะเวลาที่นำธาตุเข้าอามรังสี

N_a = จำนวนอะตอมของเรดิโอไอโซโทปที่มีอยู่เมื่อเริ่มแรก

A = ความแรงรังสีของเรดิโอไอโซโทปที่เกิดขึ้นหลังจากการอามรังสี หน่วยเป็น dps. (disintegration per second)

$$\frac{dN}{dt} = P - \lambda N$$

ดังนั้น

$$N = \frac{P}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t}) + N_a e^{-\lambda t}$$

$$= \frac{P}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t}) \quad , N_a = 0$$

$$\lambda N = P(1 - e^{-\lambda t})$$

เนื่องจากความแรงรังสีที่เกิดขึ้น $A = \lambda N$

$$\text{ดังนั้น} \quad A = P(1 - e^{-\lambda t}) \quad (2-2)$$

จากสมการ (2-1) และ (2-2) จะได้

$$\text{ความแรงรังสีของเรดิโอไอโซโทปที่เกิดขึ้น} \quad A = N\lambda (1 - e^{-\lambda t}) \quad (2-3)$$

จำนวนอะตอม (N) ของไอโซโทปเสถียรของธาตุที่นำเข้าอามรังสีคำนวณได้จากน้ำหนักทั้งหมดของธาตุ

$$N = \frac{N_0 W f}{M} \quad (2-4)$$

โดยที่ N_0 = ค่าคงที่ของอวอกาโดร (Avogadro's number)

$$= 6.02 \times 10^{23} \text{ อะตอมต่อโมล}$$

W = น้ำหนักของธาตุทั้งหมด หน่วยเป็น กรัม

f = สัดส่วนจำนวนของไอโซโทปเสถียรของธาตุนั้นในธรรมชาติ (abundance) หน่วยเป็น ร้อยละ

$$M = \text{น้ำหนักอะตอมของธาตุ}$$

ดังนั้น เมื่อแทนค่า N ลงในสมการ (2-3) จะได้เป็นสมการของนิว-
ตรอนแอกติเวชัน

$$A = \frac{N_0 W f \phi (1 - e^{-\lambda t})}{M} \quad (2-5)$$

หรือ

$$W = \frac{MA}{N_0 f \phi (1 - e^{-\lambda t})} \quad (2-6)$$

ความแรงของเรดิโอไอโซโทปที่เกิดขึ้นหลังจากถูกยิงด้วยนิวตรอนแล้ว
ที่เวลา T ใด ๆ เรดิโอไอโซโทปจะสลายตัวด้วย $e^{-\lambda T}$

ดังนั้น

$$A = \frac{N_0 W f \phi (1 - e^{-\lambda t})}{M} \cdot e^{-\lambda T} \quad (2-7)$$

หรือ

$$W = \frac{MA \cdot e^{\lambda T}}{N_0 f \phi (1 - e^{-\lambda t})}$$

จากความแรงที่เกิดขึ้น สามารถคำนวณปริมาณธาตุที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้
แต่ในทางปฏิบัติ เนื่องจากความเข้มข้นนิวตรอน ในระหว่างการอาบรังสีอาจมีค่าเปลี่ยนแปลงได้
และความสามารถในการจับนิวตรอนของธาตุไม่สามารถหาได้อย่างถูกต้อง
แน่นอน ดังนั้น การวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนแอกติเวชันจึงนิยมใช้วิธีเปรียบเทียบระหว่าง
ธาตุในสารตัวอย่างกับธาตุนั้นในสารมาตรฐาน โดยการนำสารมาตรฐานเข้าอาบรังสี
ในตำแหน่ง และระยะเวลาเดียวกันกับสารตัวอย่าง แล้ววัดความแรงรังสีเปรียบเทียบ
เทียบกัน จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้ คือ

$$\frac{\text{น้ำหนักของธาตุในสารตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักของธาตุในสารมาตรฐาน}} = \frac{\text{ความแรงรังสีของสารตัวอย่าง}}{\text{ความแรงรังสีของสารมาตรฐาน}} \quad (2-8)$$

2.2 เทคนิคของการวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนแอกติเวชัน

เทคนิคของการวิเคราะห์มี 2 แบบ คือ

2.2.1 การวิเคราะห์ควายนิวตรอนแอกติเวชัน โดยใช้เฉพาะเครื่องมือ นับรังสี เป็นการวิเคราะห์โดยการนำสารตัวอย่าง และสารมาตรฐานเข้าอ้อมรังสี พร้อมกัน แล้ววัดความแรงรังสีแกมมาของ เรกติโอไอโซโทปของธาตุที่ต้องการหาปริมาณเทียบกับสารมาตรฐานโดยตรง การวัดปริมาณจำเป็นต้องใช้เครื่องมือ นับรังสีที่สามารถแสดงสเปกตรัมของรังสีแกมมาตามขนาดพลังงานต่าง ๆ ได้ วิธีนี้ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญในการใช้เครื่องมือ นับรังสีเป็นอย่างมาก

2.2.2 การวิเคราะห์ควายนิวตรอนแอกติเวชัน โดยผ่านกรรมวิธี การแยกทางเคมี เป็นการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างตัวอย่าง และสารมาตรฐานมาผ่านกรรมวิธีทางเคมี เพื่อแยกชนิดของธาตุที่ต้องการก่อนหรือหลังการอ้อมรังสี ทั้งนี้เพื่อให้ปราศจากการรบกวนจากเรกติโอไอโซโทปของธาตุอื่นในสารตัวอย่างนั้น แล้วจึงวัดความแรงรังสีเทียบกับสารมาตรฐาน กรรมวิธีทางเคมีที่อาจนำมาใช้ เช่น การกลั่น การสกัด การตกตะกอน การทำละลาย การแลกเปลี่ยนไอออน เป็นต้น

2.3 ข้อดีของการวิเคราะห์ควายนิวตรอนแอกติเวชัน

2.3.1 ความไวของการวิเคราะห์สูง ความไวของการวิเคราะห์ในที่นี้ หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์ธาตุใดธาตุหนึ่งได้ต่ำสุดเท่าใด ภายใต้สภาวะที่กำหนด ความไวของการวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอนุภาคนิวตรอน ความสามารถในการจับนิวตรอน ด้กส่วนการมีอยู่ตามธรรมชาติของไอโซโทปเสถียรของธาตุ ถ้าสิ่งเหล่านี้มีค่ามากจะทำให้การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุในตัวอย่างมีความไวสูง สามารถวิเคราะห์หาปริมาณของธาตุในตัวอย่างที่มีปริมาณน้อย ๆ เป็นไมโครกรัมได้ดี แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ น้ำหนักอะตอมของธาตุนั้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ธาตุที่มีน้ำหนักอะตอม น้อยจะมีความไวของการวิเคราะห์สูงกว่าธาตุที่มีน้ำหนักอะตอมมาก

นอกจากนี้ ความไวของการวิเคราะห์ยังขึ้นกับประสิทธิภาพ (efficiency) ของเครื่องมือ นับรังสี เพราะปกติเครื่องมือ นับรังสีมีขีดความสามารถที่จะวัดรังสีได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ถ้าประสิทธิภาพของเครื่องมือ นับรังสีสูง ย่อมสามารถนับความแรง

รังสีได้ใกล้เคียงกับความแรงรังสีจริง ซึ่งจะให้ความไวของการวิเคราะห์สูงด้วย

$$\text{ความแรงรังสีจริง} = \frac{\text{จำนวนที่นับได้}}{\text{ประสิทธิภาพของเครื่องมือนับรังสี}} \times 100$$

ถ้าพิจารณาจากสมการ (2-6) คือ

$$W = \frac{MA}{N_0 f \phi (1 - e^{-\lambda t})}$$

จะเห็นว่า เมื่อนำธาตุเข้าอบรังสีเป็นเวลานานหลายเท่าของค่าครึ่งชีวิตของเรดิโอไอโซโทปของธาตุที่เกิดขึ้นนั้นแล้ว เทอม $(1 - e^{-\lambda t})$ ในสมการดังกล่าว ซึ่งเรียกว่าเป็นเทอมอิ่มตัว (saturation term) จะมีค่าใกล้ 1

$$\text{ดังนั้น } W = \frac{MA}{N_0 f \phi}$$

จะเห็นว่า ขีดจำกัดของการวิเคราะห์ (detection limit) ลดลง ซึ่งก็เท่ากับเป็นการเพิ่มความไวของการวิเคราะห์นั่นเอง

ในปี ค.ศ. 1973 Guinn ได้รายงานขีดต่ำสุดของการตรวจวิเคราะห์ธาตุบางชนิด โดยเทคนิคของนิวตรอนแอคทีเวชัน (100) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขีดจำกัดของการตรวจวิเคราะห์ของธาตุบางชนิดโดยวิธีนิวตรอนแอคที-
เวชัน (ความเข้มข้น 10^{13} นิวตรอน ต่อ ตร.ซม. ต่อ วินาที
เวลาอบรังสี 1 ชั่วโมง)

ขีดจำกัดค่าสุด (ส่วนในพันล้านส่วน)	ธาตุ
0.009	Mn, In
0.003	Co, Ir
0.009	Br, Au
0.03	V, Cu, As, Ag, I, W
0.09	Na, Sr, Sb, Cs, La, U
0.3	Al, Cl, K, Sc, Hg
0.9	Si, Ni, Rb, Cd, Ba, Pt
3.0	P, Zn, Mo, Sn
9.0	Mg, Ca, Bi
30.0	Cr, Zr
900.0	Fe

2.3.2 เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ไม่ต้องกังวลต่อชนิดผลผลิตที่จะเกิดจากสิ่ง
เจือปน ในระหว่างการปฏิบัติงานหลังการอบรังสีแล้ว เนื่องจากธาตุที่ทำการ
วิเคราะห์ได้กลายเป็นเรกิโอไอโซโทปซึ่งแตกต่างจากสิ่งเจือปนอื่น ๆ ซึ่งเป็นไอ-
โซโทปที่ไม่มีรังสี

2.3.3 สามารถวิเคราะห์ธาตุที่มีปริมาณน้อยมาก ซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์
ได้โดยวิธีทางเคมีธรรมดา (conventional chemical analysis) ทั้งนี้เพราะ

เทคนิคนี้คำนวณเฉพาะปริมาณรังสีที่จะเกิดขึ้น แม้ว่าจำเป็นต้องอาศัยกรรมวิธีทางเคมี
 เข้าช่วย ก็ยังสามารถเคมีไอโซโทปเสถียรของธาตุนั้นเป็นตัวพา เพื่อป้องกันการ
 สูญหายของ เรดิโอไอโซโทปของธาตุที่จะวิเคราะห์ได้ ทำให้สามารถปฏิบัติงานได้
 เหมือนวิธีวิเคราะห์ทางเคมีธรรมดา เนื่องจากมีธาตุนั้นมากพอ

2.3.4 เป็นวิธีที่ไม่จำเป็นต้องแยกธาตุที่วิเคราะห์ให้ออกมาอย่างสมบูรณ์
 เพียงแค่แยกออกมาให้บริสุทธิ์ และมากพอที่จะวัดปริมาณรังสีได้เท่านั้น เนื่องจาก
 สามารถปรับค่าเคมีคัลยัดได้ ให้เป็นร้อยละ 100 ได้จากปริมาณของตัวพาที่เติมลงไป
 ในสารตัวอย่างภายหลังจากการอบรังสี

2.3.5 ในการวิเคราะห์โดยใช้เฉพาะเครื่องมือนับรังสี สามารถวิเคราะห์
 สารตัวอย่างได้ทั้งในเชิงคุณภาพ (qualitative) และเชิงปริมาณ (quantita-
 tive) ได้สะดวกและรวดเร็ว โดยไม่ต้องเสียสารตัวอย่าง รวมทั้งรูปและลักษณะ
 ภายนอก

2.4 ข้อเสียของการวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนแอคติเวชัน

2.4.1 เป็นกรรมวิธีวิเคราะห์ที่ต้องใช้เงินลงทุนสูง เนื่องจากจำเป็นต้อง
 ต้องมีแหล่งกำเนิดนิวตรอน และเครื่องมือนับรังสีที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งทั้งสองสิ่งนี้
 มีราคาแพงมาก

2.4.2 จำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับป้องกัน และตรวจสอบรังสีชนิดต่าง ๆ
 อย่างพร้อมมูล

2.4.3 เป็นกรรมวิธีวิเคราะห์ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่า ธาตุที่วิเคราะห์
 นั้นอยู่ในรูปลักษณะใด และผลของการวิเคราะห์เป็นในรูปของปริมาณทั้งหมด (total)
 ของธาตุนั้น

2.4.4 ผู้ปฏิบัติการ จำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรม และมีความรู้เกี่ยวกับ
 กัมมันตภาพรังสีเป็นอย่างดี

2.4.5 เป็นกรรมวิธีวิเคราะห์ที่ไม่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ธาตุใดทุกตัวในตารางธาตุ

2.5 ข้อผิดพลาดในการวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนแอคติเวชัน

2.5.1 การสุ่มตัวอย่าง (sampling) เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยนิวตรอนแอคติเวชัน มีความไวของการวิเคราะห์สูง จึงใช้สารตัวอย่างปริมาณน้อย ฉะนั้นกรณีที่สารตัวอย่างมีเนื้อสารแตกต่างกัน การคลุกเคล้าไม่เป็นเนื้อเดียวกัน การสุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้เป็นตัวแทนทั้งหมด ทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดได้

2.5.2 การเตรียมสารตัวอย่าง (sample preparation) กรณีสารตัวอย่างทางชีววิทยาที่ต้องการวิเคราะห์ ต้องมีการเผาหรือทำให้แห้งก่อนการอบรังสี ดังนั้นอาจมีการสูญเสียของธาตุที่ระเหยเป็นไอได้ บางครั้งต้องผ่านการบดให้ละเอียด คลุกเคล้ากันให้ดี จึงอาจมีการเปราะเปื้อนจากภาชนะที่ใส่และเปราะเปื้อนจากฝุ่นละออง นอกจากนี้ถ้าภาชนะที่ใส่บรรจุสารตัวอย่างมีการเปราะเปื้อนยอมทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดได้เช่นกัน วิธีแก้ไขข้อผิดพลาดนี้คือ ต้องระมัดระวังการเตรียมสารตัวอย่างทุกขั้นตอนจนกว่าจะนำเข้าอบรังสีนิวตรอน

2.5.3 ความเข้มของนิวตรอนไม่คงที่ (flux inhomogeneity) เนื่องจากความเข้มของนิวตรอนจากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูที่ตำแหน่งต่าง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้นถ้านำสารตัวอย่าง และสารมาตรฐานเข้าอบรังสีในตำแหน่งต่างกัน หรือใช้เวลาดำเนินการแล้ว ปริมาณเรดิโอไอโซโทปที่เกิดขึ้นจากสารตัวอย่างและสารมาตรฐาน จะนำมาเปรียบเทียบกันไม่ได้ การแก้ไขกระทำได้โดยนำสารตัวอย่าง และสารมาตรฐานเข้าอบรังสีพร้อมกัน และใกล้กันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ในภาชนะสำหรับอบรังสี หรือแก้ปริมาณรังสีจากสารตัวอย่าง และสารมาตรฐานให้เข้ามาอยู่ในความเข้มของนิวตรอนเดียวกันโดยใช้สารเปรียบเทียบ (comparator)

2.5.4 การกำบังตนเองขณะอบรังสี (self-shielding) ข้อผิดพลาดนี้เกิดจากธาตุบางชนิดมีความสามารถในการจับอนุภาคนิวตรอนได้ดี ถ้าสาร

ตัวอย่างมีธาตุเหล่านี้มาก อนุภาคนิวตรอนจะไม่สามารถเข้าถึงบริเวณใจกลางของดาวตัวอย่างนั้นได้ ทำให้เรดิโอไอโซโทปของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์เกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่ ทำให้ขอผิดพลาดทางการวิเคราะห์ได้

อนึ่ง ถึงแม้จะนำสารตัวอย่าง และสารมาตรฐานเข้าอานรังสีพร้อมกัน แต่อยู่ในสถานะที่แตกต่างกันจะทำให้เกิดการกำบังตนเองขึ้นได้เช่นกัน ซึ่งยังผลให้เกิดขอผิดพลาดกับผลที่วิเคราะห์ได้

ฉะนั้น การแก้ไขอาจจะกระทำได้ โดยการเตรียมสารมาตรฐานให้มีการกระจายของธาตุ มีเนื้อสาร (matrix) ตลอดจนความเข้มข้นของธาตุและอยู่ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับสารตัวอย่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อขจัดปัญหาเกี่ยวกับการกำบังโดยตนเองหรือโดยธาตุอื่นที่ปะปน

2.5.5 ปฏิกริยานิวเคลียร์แทรกซ้อน (interference nuclear reaction) เป็นขอผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากสาเหตุ 2 ประการคือ ประการแรก ในสารตัวอย่างที่นำเข้าวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่พึงประสงค์ อาจจะมีธาตุอื่นที่ปนนำหนักอะตอมใกล้เคียงกับธาตุนั้น 1 หรือ 2 ค่า ปะปนอยู่ด้วย ประการหลังคือ ตำแหน่งที่นำสารเข้าอานรังสีนิวตรอนนั้น ไม่ได้มีนิวตรอนชนิดที่ต้องการเพียงอย่างเดียว ดังนั้น นอกจากปฏิกริยาที่ต้องการคือ นิวตรอน-แกมมา จากธาตุที่ต้องการวิเคราะห์แล้ว อาจจะมีปฏิกริยาอื่น ๆ เช่น นิวตรอน-โปรตอน และ/หรือ นิวตรอน-อัลฟา จากธาตุอื่นรวมด้วย ทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดไปได้ อย่างไรก็ตามโอกาสที่จะเกิดเป็นได้ค่อนข้างยาก ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการจับนิวตรอนที่มีพลังงานสูงของธาตุเหล่านี้มีค่าต่ำ การแก้ไขอาจกระทำได้โดยการเลือกตำแหน่งที่มีนิวตรอนชนิดที่ต้องการเพียงชนิดเดียว หรือใช้สารพิเศษบางอย่าง เช่น แคดเมียม ทำเป็นปลอกหุ้มสารตัวอย่าง และสารมาตรฐานก่อนนำเข้าอานรังสีนิวตรอนในตำแหน่งที่ต้องการ ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันนิวตรอนช้า หรือนำสารตัวอย่างเข้าอานรังสีในตำแหน่งที่จัดให้มีเฉพาะเทอร์มัลนิวตรอน เช่น เทอร์มัลคอลัมน์ (thermal column) เป็นต้น

2.5.6 ความผิดพลาดอื่น ๆ

การอบรังสีนิวตรอน สารตัวอย่างในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ซึ่งมีทั้งนิว-
ตรอนเร็ว และเทอร์มัลนิวตรอน อาจก่อให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ในกรณีที่สารตัวอย่าง
มีน้ำปะปนอยู่ด้วย เพราะจะทำให้มีปริมาณเทอร์มัลนิวตรอนเพิ่มขึ้นมากกว่าในสารตัว-
อย่างที่ปราศจากน้ำ

ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการนับรังสี ถ้าหากสารตัวอย่างและสาร
มาตรฐาน มีรูปร่าง-ขนาด (geometry) ต่างกัน และ/หรือ จัดวางบนตัววัดรังสี
ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน

เทคนิคการวิเคราะห์แบบนิวตรอนแอคติเวชัน โดยอาศัยวิธีเคมี อาจมีข้อ
ผิดพลาดจากการเปราะเปื้อนของเรดิโอไอโซโทปในระหว่างปฏิบัติงาน การถ่ายเท
สารตัวอย่างออกจากภาชนะบรรจุไม่หมด และอาจเกิดการดูดซับ (adsorption)
ที่ผิวของภาชนะที่บรรจุสารเข้าอบรังสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของสารมาตรฐาน
จะทำให้ความเข้มข้นผิดพลาดไปได้ (101, 102)

นอกจากความผิดพลาดเหล่านี้แล้ว ความผิดพลาดอาจเกิดจากเทคนิคใน
การปฏิบัติการทางเคมีธรรมดา เช่น การชั่งสาร การวัดปริมาตร และความบกพร่อง
ของผู้ปฏิบัติงาน