หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 คำนำ

ประเทศไทยได้มีการใช้ประโยชน์ของพลังงานปรมาณูเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2496 มีการติดตั้งเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเพื่อการวิจัยขึ้นในปี พ.ศ. 2506 และได้มีการศึกษาวิจัยเรื่อยมา ปัจจุบันนี้สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ สามารถผลิตไอโซโทปกัมมันตรังสีได้หลายชนิดด้วยกัน ตัวอย่างเช่น ไอโอดีน–131 ทอง–198 ฟอสฟอรัส–32 โบรมีน–82 เทคนีเชียม–99 m โปแตสเซียม–42 และโซเดียม–24 เป็นต้น

ไอโอดีน–131 เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นที่นิยมแพร่หลายมากในวงการแพทย์ แพทย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์แก่ผู้ป่วยได้ทั้งการวินิจฉัยและการรักษาโรค ตามรายงานของคณะอนุกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ประเทศไทย (2) ไอโอดีน–131 สามารถผลิตได้ในประเทศไทยเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2509 โดยสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และได้ทำการผลิตเพื่อบริการผู้ใช้ตลอดมา ปัจจุบันความต้องการของผู้ใช้เพิ่มมากขึ้น โรงพยาบาลต่าง ๆ จึงต้องสั่งซื้อไอโอดีน–131 จากต่างประเทศ นับได้ว่าการผลิตไอโอดีน–131 ภายในประเทศ ยังไม่สามารถสนองความต้องการของแพทย์ได้อย่างเพียงพอ ดังนั้นการวิจัยเกี่ยวกับวิธีแยกไอโอดีน–131 หรือการศึกษาขั้นตอนการผลิตไอโอดีน–131 ครั้งนี้ จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มปริมาณการผลิตเพื่อสนองความต้องการของแพทย์ต่อไปในอนาคต

1.2 <u>ความเป็นมาของปัญหา</u>

จากการศึกษาถึงข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับวิธีการผลิตไอโอดีน–131 ทั้งวิธีที่ผลิตโดยสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และวิธีอื่น ๆ ในรายงานของต่างประเทศ (10) พบว่าการผลิตไอโอดีน–131 สามารถเลือกใช้ปฏิกริยานิวเคลียร์ ได้สองแบบ คือ

ก. นิวเคลียร์ฟิสชั่น ของยูเรเนียม–235

ข. นิวตรอนแอกติเวชั่น ของ เทลลูเรียม–130

ผลจากปฏิกริยานิวเคลียร์ทั้งสองแบบนี้ จะเกิดอะตอมของไอโอดีน–131 ปะปนอยู่กับสารตั้งต้นและอะตอมของธาตุอื่นซึ่งเกิดจากปฏิกริยานิวเคลียร์นั้น ดังนั้น ปัญหาสำคัญในการที่จะนำไอโอดีน–131 ออกมาใช้ประโยชน์จึงอยู่ที่การแยก หรือการทำไอโอดีน–131 ให้บริสุทธิ์ ปัญหาดังกล่าวนี้เป็นต้นเหตุให้เกิดกรรมวิธีต่าง ๆ สำหรับการผลิตไอโอดีน–131 ขึ้นมากมาย จากการติดตามข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ พอจะสรุปหลักการในการแยกไอโอดีน–131 ออกจากสารตั้งต้นที่อาบรังสีได้ สองวิธีคือ

1. การใช้เทคนิคทางเคมี ทำโดยการนำสารตั้งต้นมาทำให้เป็นสารละลาย แล้วแยกด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การกลั่น การแยกด้วยวิธีโครมาโตกราฟฟี และการแยกด้วยวิธีอีเลคโตรไลซีส เป็นต้น

2. การใช้วิธีการทางฟิสิกส์ ทำโดยการกลั่นแห้ง หรือการเผาสารตั้งต้นที่อุณหภูมิพอเหมาะเพื่อให้ไอโอดีน–131 ระเหิดออกมาจากผลึกของสารตั้งต้น และถูกจับด้วยสารละลายต่าง วิธีนี้เรียกว่า Dry Distillation

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทดลองใช้วิธีทางฟิสิกส์หรือการกลั่นแห้ง (Dry Distillation) มาใช้กับการแยกไอโอดีน-131 ออกจากสารประกอบของเทลลูเรียมที่อาบรังสีนิวตรอน และเลือกใช้เทลลูเรียมไดออกไซด์เป็นสารตั้งต้น โดยคาดว่า การแยกไอโอดีน-131 โดยวิธีนี้ จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นวิธีผลิตไอโอดีน-131 ในประเทศไทย ต่อไป

1.3 <u>วัตถุประสงค์</u>

1.3.1 เพื่อพัฒนาวิธีการผลิตไอโอดีน-131 ให้ได้ผลผลิตมากและมีความบริสุทธิ์สูง

1.3.2 พัฒนาเทคนิคของการกลั่นแบบแห้ง (Dry Distillation) เพื่อให้ได้วิธีการผลิตที่สะดวก ปลอดภัย และเหมาะกับการที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นวิธีผลิตไอโอดีน-131 ในประเทศไทย

1.3.3 เพื่อลดปัญหาในการเลือกใช้สารตั้งต้น เพราะคุณสมบัติทางเคมีของสารประกอบของเทลลูเรียม เป็นปัญหามากในการผลิตไอโอดีน-131 โดยการแยกวิธีทางเคมี

1.3.4 เพื่อลดปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิต เนื่องจากสารประกอบของเทลลูเรียมราคาแพง การแยกวิธีเคมีต้องใช้สารเคมีหลายชนิด ต้องใช้อุปกรณ์หลายอย่าง และใช้เวลาในการแยกนานมาก แต่การแยกโดยวิธีกลั่นแบบแห้ง สามารถทำได้สะดวกใช้เวลาน้อย และใช้อุปกรณ์ไม่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารตั้งต้นที่ใช้แล้วอาจนำมาใช้ซ้ำได้อีก

1.3.5 เพื่อลดปัญหาเรื่องการขจัดกากกัมมันตภาพรังสี และอันตรายจากการฟุ้งกระจายของไอโอดีน-131 เพราะการผลิตโดยวิธีกลั่นแบบแห้งนี้กากกัมมันตภาพรังสีจะเป็นของแข็ง และมีจำนวนน้อย สำหรับการป้องกันการฟุ้งกระจายของไอโอดีน-131 ทำได้โดยการพัฒนาระบบกลั่นให้ดีขึ้น

1.4 <u>ขอบเขตและแผนการวิจัย</u>

การวิจัยครั้งนี้เน้นหนักในเรื่องการแยกเอาอะตอมของไอโอดีน-131 ออก

จากผลึกของเทลลูเรียมไดออกไซด์ที่อาบรังสีนิวตรอน โดยจะศึกษาถึงวิธีการที่จะแยกเอาไอโอดีน–131 ออกมามาก และมีความบริสุทธิ์สูง

สำหรับแผนการวิจัย ได้แบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1.4.1 การเตรียมงานวิจัย ประกอบด้วยการค้นคว้าเอกสารเพื่อสำรวจการวิจัยอื่น ๆ การศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับงานวิจัย และการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้น

1.4.2 การวิจัยขั้นต้น เป็นการทดลองโดยไม่ต้องใช้สารตั้งต้นไปอาบรังสีนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู การทดลองขั้นนี้ทำการทดลองกลั่นแห้ง โดยผสมไอ–โอดีน–131 ที่ทราบปริมาณแน่นอนผสมกับเทลลูเรียมไดออกไซด์ แล้วศึกษาสภาวะต่าง ๆ ดังนี้

1.4.2.1 เลือกใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นตัวจับไอโอดีน–131

1.4.2.2 เลือกใช้อัตราการไหลของอากาศ ที่จะเป็นตัวพาในระบบกลั่น

1.4.2.3 การทดสอบคุณสมบัติของไอโอดีน–131 ที่กลั่นได้

1.4.3 การวิจัยโดยการทดลองกลั่นแห้ง เทลลูเรียมไดออกไซด์ที่อาบรังสีนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู การทดลองขั้นนี้ประกอบด้วย

1.4.3.1 การศึกษาการเกิดไอโอดีน–131 จากการสลายตัวของเทลลูเรียม–131 และ เทลลูเรียม–131 m

1.4.3.2 การเลือกใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการกลั่นแห้ง เทลลูเรียมไดออกไซด์ที่อาบรังสีนิวตรอน เพื่อให้ได้ไอโอดีน–131 มาก และบริสุทธิ์

1.4.3.3 การทดลองใช้เทลลูเรียมไดออกไซด์ที่กลั่นแล้ว มากลั่นซ้ำโดยการนำไปอาบรังสีนิวตรอน แล้วนำมากลั่นแยกไอโอดีน–131 อีก

1.4.3.4 การทดลองหาเงื่อนไขการอาบรังสีสำหรับการผลิตไอโอดีน–131 ที่จะได้ผลผลิตมากที่สุด โดยทดลองเปลี่ยนเวลาที่ใช้อาบรังสี เทียบกับการอาบรังสี

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ในเวลาจำกัด แต่เพิ่มปริมาณสารตั้งต้น

1.4.3.5 การทดสอบคุณภาพ ของไอโอดีน-131 ที่แยกได้และการหาอายุครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131

1.5 <u>ความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย</u>

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการแยกไอโอดีน-131 จากผลึกของเทลลูเรียมไดออกไซด์ที่อาบรังสีนิวตรอน โดยทำการทดลองหาวิธีแยกที่ให้ผลผลิตดีที่สุด เพื่อที่จะนำผลการวิจัยมาประยุกต์ใช้เป็นวิธีผลิตไอโอดีน-131 อีกวิธีหนึ่ง

ประโยชน์ที่จะได้จากการวิจัย พอสรุปได้ดังนี้

1.5.1 จะได้วิธีผลิตไอโอดีน-131 ที่ได้ผลผลิตมากและบริสุทธิ์ โดยใช้วิธีการผลิตที่สะดวกและปลอดภัย

1.5.2 การนำเทลลูเรียมไดออกไซด์มาใช้ซ้ำ จะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนการผลิต

1.5.3 การใช้ระบบกลั่นแห้ง สามารถควบคุมการฟุ้งกระจายของไอโอดีน-131 ได้ง่าย และไม่ต้องกำจัดกากกัมมันตภาพรังสีที่เป็นของเหลว

1.6 <u>นิยามของคำต่าง ๆ ที่ใช้เป็นภาษาเทคนิค</u>

Cross section : คือค่าความน่าจะเป็นไปได้ (Probability) ที่จะเกิดปฏิกริยานิวเคลียร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอนุภาคที่ใช้ยิงและนิวเคลียสของธาตุที่ใช้เป็นเป้า ในการทำให้เกิดปฏิกริยานิวเคลียร์นั้น ๆ

Barn : เป็นหน่วยของค่า Cross section ของธาตุในการเกิดปฏิกริยานิวเคลียร์ 1 Barn มีค่าเท่ากับ $10^{-24}$ ตารางเซ็นติเมตร

Curie : เป็นหน่วยวัดปริมาณรังสี วัดจากปริมาณการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ถ้ามีการสลายตัวให้รังสี $3.7 \times 10^{10}$ ครั้งต่อวินาที ถือว่าสารกัมมันตรังสีมีปริมาณเท่ากับ 1 คูรี (1 คูรี = $10^3$ มิลลิคูรี)

## 1.7 ค่าคงที่ต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการคำนวณ

อาโวกาโดรนัมเบอร์ = $6.025 \times 10^{23}$ อะตอมต่อหนึ่งกรัมโมเลกุล

นิวตรอน Cross section ของเทลลูเรียม-130 = 0.2 บาร์น และ 0.04 บาร์น

ปริมาณนิวตรอนของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู = $1.2 \times 10^{12}$ นิวตรอนต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวินาที

อายุครึ่งชีวิตของเทลลูเรียม-131 = 24.8 นาที

ค่าคงที่ของการสลายตัวของเทลลูเรียม-131 = 1.676 ต่อชั่วโมง

อายุครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 = 8.05 วัน

ค่าคงที่ของการสลายตัวของไอโอดีน-131 = $3.587 \times 10^{-3}$ ต่อชั่วโมง

เปอร์เซ็นต์ของเทลลูเรียม-130 ในเทลลูเรียมธรรมชาติ = 34.48

น้ำหนักโมเลกุลของเทลลูเรียมไดออกไซด์ = 159.60

จำนวนอะตอมของเทลลูเรียม-130 ในเทลลูเรียมไดออกไซด์หนึ่งกรัม = $1.30 \times 10^{21}$ อะตอม