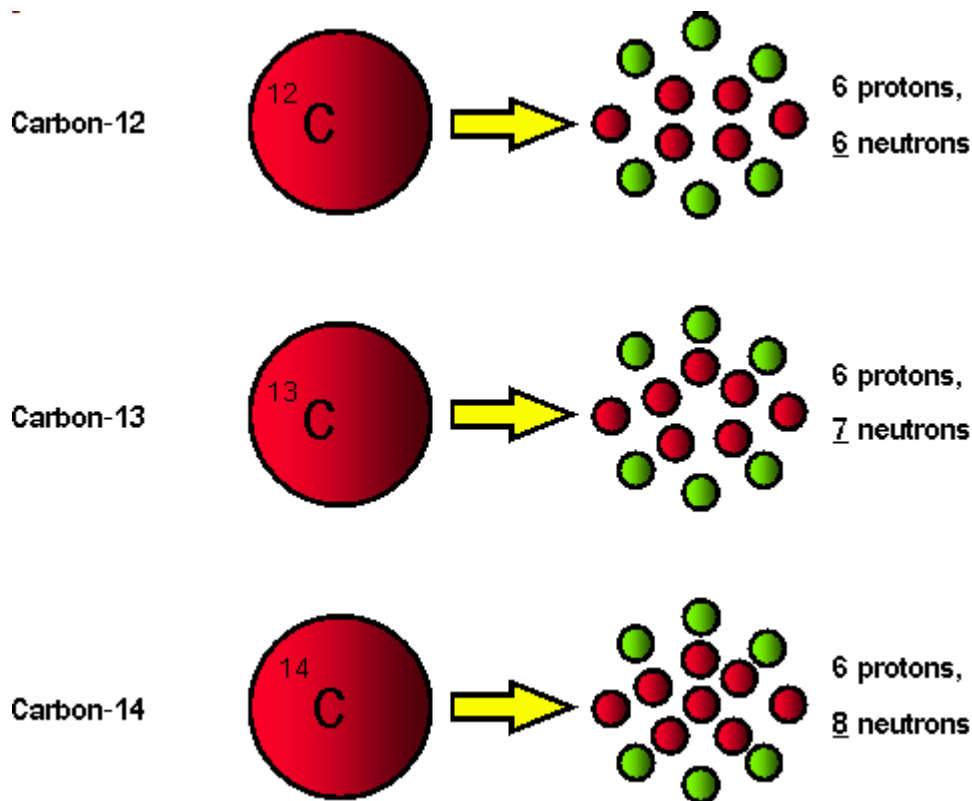


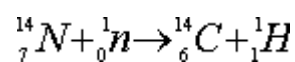
การหาอายุวัตถุโบราณด้วยคาร์บอน-14

เกียรติพงษ์ คำดี
กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

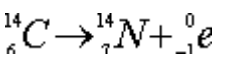
ธาตุคาร์บอนที่มีอยู่ในธรรมชาติ ประกอบด้วย 3 ไอโซโทป คือ คาร์บอน-12 คาร์บอน-13 และคาร์บอน-14



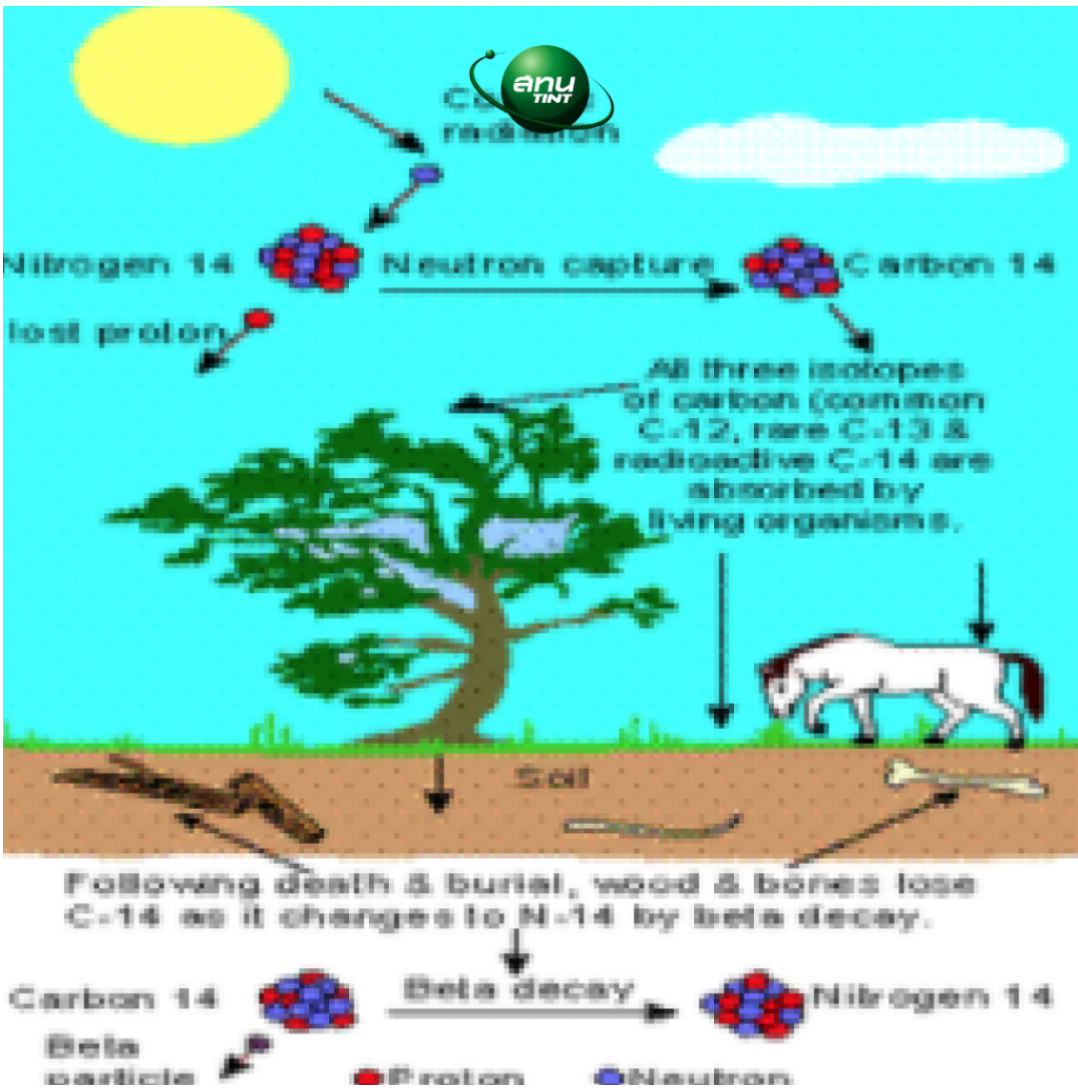
สำหรับไอโซโทป 2 ชนิดแรก เป็นไอโซโทปเสถียร ส่วนคาร์บอน-14 เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสี โดยที่คาร์บอน-14 เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ระหว่างอนุภาคนิวตรอนที่ได้จากรังสีคอสมิก กับอะตอมของธาตุไนโตรเจน ในชั้นบรรยากาศ ดังสมการ



เนื่องจากคาร์บอน-14 เป็นธาตุกัมมันตรังสี เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะสลายกัมมันตรังสีให้อนุภาคบีตา และเปลี่ยนตัวเองเป็นอะตอมของไนโตรเจน-14 ดังสมการ



หลังจากนั้นคาร์บอน-14 ก็จะรวมตัวกับออกซิเจนในบรรยากาศกลายเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วก็แพร่กระจายลงมายังบรรยากาศชั้นล่าง และเข้าสู่สิ่งมีชีวิตโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการกินพืชเป็นอาหาร นอกจากนั้นยังแพร่กระจายลงสู่ทะเลและมหาสมุทร และอยู่ในรูปของสารประกอบไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต



การเกิดและการสลายกัมมันตรังสีของคาร์บอน-14 นั้น เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เมื่อระยะเวลาผ่านไปเนิ่นนานทำให้อัตราการเกิดคาร์บอน-14 เท่ากับอัตราการสลายกัมมันตรังสีของมัน นั่นก็หมายความว่า ปริมาณคาร์บอน-14 ต่อกรัมของคาร์บอน มีค่าคงที่ตลอดเวลา ทั้งในบรรยากาศ น้ำ หรือสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย

เมื่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายตายไป การแลกเปลี่ยนคาร์บอน-14 ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับชั้นบรรยากาศสิ้นสุดลง ทำให้ปริมาณคาร์บอน-14 ที่มีอยู่เดิมลดจำนวนลงไปเรื่อย ๆ อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการสลายกัมมันตรังสีของธาตุกัมมันตรังสี จากกฎการสลายกัมมันตรังสีของธาตุกัมมันตรังสี สามารถคำนวณหาเวลาตั้งแต่สิ่งมีชีวิตนั้นตายไปจนกระทั่งถึงปัจจุบัน (ปี) โดยทั่วไปการหาอายุโดยวิธีนี้ สามารถหาอายุได้ในช่วง 200 ถึง 50,000 ปี ซึ่งตัวอย่างที่สามารถนำมาหาอายุโดยวิธีนี้ต้องมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ไม้ ถ่าน เปลือกหอย กระดูก และพืช เป็นต้น จะเห็นว่าตัวอย่างที่กล่าวมานั้นมาจากสิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น สำหรับตัวอย่าง หิน แก้ว เครื่องปั้นดินเผา ไม่สามารถนำมาหาอายุโดยวิธีนี้ได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดกัมมันตภาพรังสีของคาร์บอน-14 ที่ใช้อยู่มี 2 แบบ คือ เครื่องนับรังสีแบบสัดส่วนในแก๊ส (Gas Proportional Counter) กับ เครื่องนับรังสีแบบแสงวับในของเหลว (Liquid Scintillation Counter)

เครื่องนับรังสีแบบสัดส่วนในแก๊ส จะต้องเปลี่ยนคาร์บอนในตัวอย่างให้อยู่ในรูปของแก๊ส เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทน หรือแก๊สอะเซทิลีน

เครื่องนับรังสีแบบแสงวับในของเหลวนั้น จะต้องเปลี่ยนคาร์บอนให้อยู่ในรูปของสารประกอบเบนซีน ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเคมีอยู่ 3 ขั้นตอน คือการเปลี่ยนคาร์บอนในตัวอย่างให้อยู่ในรูปแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ การเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สอะเซทิลีน และการเปลี่ยนแก๊สอะเซทิลีนเป็นสารประกอบเบนซีน หรือทำการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรงด้วยสารละลายที่เป็นด่าง

การหาอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 จำเป็นต้องวัดกัมมันตภาพรังสีของคาร์บอน-14 ในตัวอย่างเปรียบเทียบกับกัมมันตภาพรังสีของสารมาตรฐาน โดยทั่วไปสารมาตรฐานที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ กรดออกซาลิก และ ANU Sucrose

จากกฎการสลายของธาตุกัมมันตรังสี สามารถนำมาใช้ในการหาอายุของวัตถุโบราณ ดังแสดงในสมการ

$$t = 8033 \ln \frac{A_0}{A}$$

เมื่อ A_0 คือ กัมมันตภาพรังสีที่เวลาเริ่มต้น

A คือ กัมมันตภาพรังสีที่เวลาใด ๆ

t คือ อายุ (ปี)

ปริมาณตัวอย่างที่ใช้สำหรับการกำหนดค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14

ตัวอย่าง	ปริมาณตัวอย่าง (กรัม)
ถ่าน	10-20
ไม้	20-30
เปลือกหอย	50-100
กระดูก	500-1000
คาร์บอนเนต	50-60