

รอบรู้เรื่องธาตุกัมมันตรังสี

โดย ผศ.ดร.ภก.กิตติศักดิ์ ศรีภา

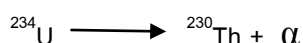
ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ตอนเช้าที่เป็นที่สนใจคงไม่พ้นการระเบิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของญี่ปุ่นหลังจากเกิดแผ่นดินไหว ตามด้วยสึนามิ ก็คงต้องแสดงความเสียใจต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น แต่ผมก็เชื่อมั่นว่าชาวญี่ปุ่นจะร่วมมือร่วมใจกันเพื่อให้ทุกอย่างกลับสู่สภาพเดิมได้ ขอเป็นกำลังใจให้ครับ

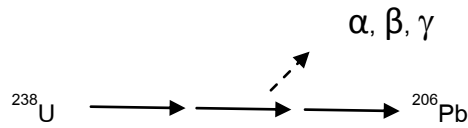
กลับมาเรื่องที่เป็นหัวข้อของเรา “รอบรู้เรื่องธาตุกัมมันตรังสี” ผมว่าหลายท่านคงพอจะทราบมาบ้างแล้ว แต่อาจจะไม่ทราบรายละเอียดมากนัก ตามปกติบนโลกของเรามีแร่ธาตุอยู่หลายชนิด ตามที่มีการค้นพบกัน เช่น โซเดียม (sodium [Na]) โพแทสเซียม (potassium [K]) หรือ กำมะถัน (sulfur [S]) เป็นต้น ธาตุเหล่านี้มักพบเป็นส่วนประกอบของสารเคมีต่าง ๆ ทั้งที่อันตรายและไม่อันตราย แต่จะมีธาตุอยู่กลุ่มหนึ่ง จะอยู่บริเวณตอนกลางและด้านล่างของตารางธาตุ ถ้าคนไหนเคยเรียนเคมี ม.ปลาย คงจำเรื่องตารางธาตุกันได้ ธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 83 ขึ้นไปจะมีคุณสมบัติพิเศษที่เรียกว่ามีไอโซโทป (isotope) ที่ไม่คงตัว สามารถสลายตัวให้ กัมมันตภาพรังสี ธาตุที่เราได้ยินชื่อกันบ่อย ๆ เช่น ยูเรเนียม (uranium, ใช้สัญลักษณ์ว่า U) หรือ พลูโตเนียม (plutonium, ใช้สัญลักษณ์ว่า Pu) แร่ธาตุเหล่านี้จะมีไอโซโทปที่ไม่เสถียรจะสลายตัวกลายเป็นธาตุที่เสถียรพร้อมกับปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสีออกมา (คำว่า ไอโซโทป เป็นศัพท์ที่รู้จักกันดีในหมู่นักเคมีฟิสิกส์ จะใช้ในกรณีที่ธาตุชนิดเดียวกันแต่มีมวลของอะตอมที่แตกต่างกัน)

กัมมันตภาพรังสีที่เกิดจากธาตุกัมมันตรังสีมีทั้งหมด 3 ชนิด คือ รังสีของอนุภาคแอลฟา (alpha, [α]) รังสีของอนุภาคแอลฟาเบต้า (beta [β]) และ รังสีแกมมา (gamma [γ]) ถ้ามารังสีทั้งสามชนิดนี้ชนิดใดมากที่สุด คงจะต้องตอบว่าหนักที่สุดทั้งสามชนิดถ้าได้สัมผัสโดยตรง เพราะรังสีทั้งสามชนิดสามารถทำลายเนื้อเยื่อได้ แต่ถ้าพูดถึงอำนาจการทะลุทะลวงแล้วรังสีแกมมามีอำนาจทะลุทะลวงมากที่สุด ถัดไปเป็นรังสีเบต้า อำนาจทะลุทะลวงต่ำสุดคือแอลฟา แต่อย่างไรก็ตามรังสีทั้งสามชนิดไม่สามารถทะลุผ่านผนังคอนกรีตที่มีความหนาหนามากๆ ได้ ดังนั้นถ้าต้องการหลบอันตรายจากรังสีเหล่านี้ ท่านต้องหลบในห้องที่บุด้วยคอนกรีตหนาๆ ทั้งสี่ด้าน

เมื่อรู้จักชนิดต่างๆ ของกัมมันตภาพรังสีแล้ว เรามาดูตัวอย่างของการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี เช่น ยูเรเนียม 234 ใช้สัญลักษณ์ว่า ^{234}U (เลข 234 หมายถึง มวลของยูเรเนียมไอโซโทปชนิดนี้) ในธรรมชาติจะสลายตัวให้ thorium-230 (^{230}Th) และ รังสีแอลฟา (α) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้



หรือยูเรเนียม 238 (^{238}U) เมื่อทิ้งไว้ตามธรรมชาติจะสลายตัวได้ธาตุตัวกลางหลายชนิดที่ยังคงสลายตัวให้กัมมันตภาพรังสีจนในที่สุดได้ธาตุตะกั่ว ใช้สัญลักษณ์ว่า ^{206}Pb ซึ่งคงตัว ไม่สลายกลายเป็นธาตุอื่นและปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสีได้อีก



ในเรื่องธาตุกัมมันตรังสียังมีอีกคำศัพท์หนึ่งที่เราควรรู้คือ ค่าครึ่งชีวิต หรือ half life ($t_{1/2}$) หมายถึงระยะเวลาในการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น เช่น ไอโอดีน 131 มีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 8 วัน ถ้ามีไอโอดีน 131 อยู่ 1 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 8 วันก็จะสลายตัวเหลือไอโอดีนอยู่ 0.5 กรัม และเมื่อผ่านไปอีก 8 วัน ก็จะเหลือ 0.25 กรัม ดังนั้นธาตุกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตสั้น ธาตุเหล่านั้นก็จะสลายตัวได้ง่าย มีอันตรายได้น้อยกว่าธาตุที่มีค่าครึ่งชีวิตที่ยาวนาน

สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเตาปฏิกรณ์ปรมาณูซึ่งเป็นที่นิยมมากในประเทศพัฒนาแล้วหลายประเทศ จะใช้ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เรียกว่าปฏิกิริยาฟิชชัน (fission) ทำได้โดยการยิงนิวตรอนพลังงานต่ำ (ถือว่าเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง) ไปยังธาตุ ยูเรเนียม 235 (^{235}U) หรือ 238 (^{238}U) ซึ่งนิยมใช้เป็นเชื้อเพลิงปรมาณู จากนั้นจะเกิดสารกัมมันตรังสีตัวใหม่ประมาณ 34 ตัว เช่น barium (^{141}Ba), krypton (^{92}Kr), strontium (^{93}Sr), xenon (^{140}Xe) เป็นต้น iodine-131 (^{131}I) และ cesium-137 (^{137}Cs) ก็จัดเป็นธาตุกัมมันตรังสีที่เป็นผลผลิตที่เกิดจากปฏิกิริยาฟิชชันของเตาปฏิกรณ์ปรมาณู นอกจากนี้ยังมีการปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสี พลังงาน และนิวตรอนตัวใหม่ ซึ่งนิวตรอนตัวใหม่ที่เกิดขึ้นก็จะวิ่งชนยูเรเนียมต่อไปกลายเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ที่ไม่รู้จบ ดังนั้นจึงเกิดการผลิตพลังงานอย่างมหาศาล ซึ่งถ้ามีการควบคุมพลังงานนี้ได้ ก็จะสามารถนำพลังงานนี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทั่วไปจะใช้แท่งควบคุมนิรภัยเพื่อใช้ควบคุมปฏิกิริยาภายในเตา จะเห็นได้ว่าพลังงานที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูปของความร้อน ดังนั้นส่วนประกอบสำคัญสำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์อีกอย่างคือระบบระบายความร้อน (coolant) โดยจะใช้ อากาศ น้ำ โลหะเหลวปนสารอินทรีย์ หรือของไหลอื่น ๆ เป็นตัวช่วยระบายความร้อน ดังนั้นถ้าระบบนี้มีปัญหาอาจจะทำให้แกนกลางของการเกิดปฏิกิริยาเกิดการหลอมละลายและเกิดการปลดปล่อยกัมมันตภาพรังสีออกมาในที่สุด นอกจากนี้ในเตาปฏิกรณ์ยังมีส่วนประกอบของฉากป้องกันรังสี (shielding) เพื่อป้องกันอนุภาครังสีต่างๆ เล็ดลอดออกมาจากเตาปฏิกรณ์ วัสดุที่นิยมใช้ เช่น เหล็ก คอนกรีตหนา เป็นต้น

ถ้าเราได้สัมผัสกับกัมมันตภาพรังสีที่ควบคุมไม่ได้ เช่น เกิดอุบัติเหตุโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ระเบิด หรือระเบิดนิวเคลียร์ แล้วเราอยู่ในบริเวณที่กัมมันตภาพรังสีเดินทางไปถึง อันตรายที่เกิดขึ้น คือ อนุภาครังสี หรือรังสีพวกนี้จะมีผลต่อเซลล์ในร่างกาย ถ้าได้รับปริมาณมากอาจทำให้เสียชีวิตได้ ถ้าได้รับปริมาณน้อยๆก็อาจทำให้เกิดเป็นโรคมะเร็งได้

แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันได้มีการนำกัมมันตภาพรังสีมาใช้ประโยชน์อย่างมากมาย ในกรณีนี้จัดเป็นกัมมันตภาพรังสีที่ควบคุมได้ให้อยู่ในปริมาณที่ปลอดภัย เช่น ไอโอดีน 131 ใช้รักษามะเร็งหรือติดตามความผิดปกติที่ต่อมไทรอยด์ โคบอลต์ 60 ใช้ถนอมอาหารโดยใช้รังสีแกมมาฆ่าเชื้อที่มากับอาหาร ใช้คาร์บอน 14 ในการคำนวณหาอายุของวัตถุโบราณ เป็นต้น

ที่มา

1. Jurs MS. Nuclear chemistry. In Jurs MS eds. 2nd Chemistry, the molecular science. Belmont: Thomson Learning Inc., 2005: 964-1001.
2. เคมีนิวเคลียร์ ใน เคมีเล่ม 2 ทบวงมหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์, 2541: 223-266.