

ความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี
Tenth Grade Students' Understandings
about Radioactive Atoms and Radioactivity

สายชล สุขโข

poo_osaichol@hotmail.co.th

โรงเรียนจ่านกร้อง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน เกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างรายบุคคล ผู้วิจัยตีความและวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่ากัมมันตภาพรังสีเกี่ยวข้องข้องกับการจัดเรียงอิเล็กตรอนภายนอกนิวเคลียสของอะตอม นักเรียนส่วนใหญ่อธิบายกัมมันตภาพรังสี โดยการประยุกต์ใช้ความรู้ในวิชาเคมี ประสบการณ์เดิม และความหมายของคำในภาษาประจำวัน ผลการวิจัยที่ได้เป็นแนวทางให้ครูนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสีต่อไป

คำสำคัญ: อะตอมกัมมันตรังสี; กัมมันตภาพรังสี; ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน; นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Abstract

This research aimed at investigating six tenth grade students' understandings about radioactive atoms and radioactivity. The research instruments include a conceptual test about radioactive atoms and radioactivity in conjunction with individual semi-structured interviews. The researcher interpreted and analyzed data by categorizing the students' answers into groups. The research results appear that most of the students explained that radioactivity involves electron configuration outside the atomic nucleus. In doing so, they applied their chemical knowledge, prior experiences, and meanings of words in everyday life. The research results can guide teachers for teaching and learning radioactive atoms and radioactivity.

Keywords: Radioactive atoms; Radioactivity; Misunderstanding; Tenth grade students

บทนำ

ในปัจจุบัน รังสีได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ อาทิ แพทย์ใช้รังสีในการตรวจวินิจฉัยโรคและบำบัดรักษาโรคมะเร็ง เกษตรกรใช้รังสีในการปรับปรุงพันธุ์พืช การทำหมันแมลงศัตรูพืช การชะลอการงอกของเมล็ด และการถนอมอาหาร เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยในสนามบินใช้รังสีในการตรวจสอบวัตถุต้องสงสัยหรือสิ่งอันตราย นักโบราณคดีใช้รังสีในการหาอายุของโบราณวัตถุและซากดึกดำบรรพ์ อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้ที่ขาดความรอบคอบหรือความระมัดระวัง การใช้รังสีก็อาจมีโทษได้เช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการรั่วของธาตุกัมมันตรังสีที่ประเทศญี่ปุ่น (กรุงเทพฯธุรกิจออนไลน์, 2556; มติชนออนไลน์, 2556) ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียอย่างกว้างขวางและยาวนาน รังสีจึงเป็นเสมือน “ดาบสองคม” ที่ให้ทั้งประโยชน์และโทษสำหรับมนุษย์

เนื่องจากรังสีมีทั้งประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ การเรียนรู้เพื่อมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับพลเมืองทุกคน ดังนั้น กระทรวงศึกษาธิการ (2553) จึงได้บรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีไว้ใน “ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551” โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ควรเข้าใจว่า

“ธาตุแต่ละชนิดมีสมบัติบางประการที่คล้ายกันและแตกต่างกัน จึงสามารถจำแนกกลุ่มธาตุตามสมบัติของธาตุเป็นธาตุโลหะ กึ่งโลหะ อโลหะ และธาตุกัมมันตรังสี” (ว 3.1 ม. 2/2)

ในขณะที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ควรเข้าใจว่า “รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีมี 3 ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา ซึ่งมีอำนาจทะลุผ่านต่างกัน” (ว 5.1 ม. 4 – 6/8) และ “กัมมันตภาพรังสีเกิดจากการสลายของ...ธาตุที่ไม่เสถียร สามารถตรวจจับได้โดยเครื่องตรวจจับรังสี” “ในธรรมชาติมีรังสี แต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก” “รังสีมีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรม การเกษตร การแพทย์ (และ) โบราณคดี” และ “รังสีในระดับสูงมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต” (ว 5.1 ม. 4 – 6/9) ตัวชี้วัดเหล่านี้สะท้อนอย่างชัดเจนว่า พลเมืองทุกคนควรมีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสี

อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยหลายเรื่องได้เปิดเผยว่า ผู้เรียนจำนวนหนึ่งอาจมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสี ตัวอย่างเช่น Prather (2005) พบว่า ผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาเข้าใจว่า วัตถุที่ถูกอบด้วยรังสีจะกลายเป็นธาตุกัมมันตรังสี และการแผ่รังสีเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอม (ไม่ใช่นิวเคลียสของอะตอม) ในขณะที่ Johnson & Hafele (2010) พบว่า ผู้เรียนมีความสับสนระหว่างไอออนและธาตุกัมมันตรังสี ในการนี้ ทั้ง Prather (2005) และ Johnson & Hafele (2010) มีความเห็นตรงกันว่า ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอม กล่าวคือ ผู้เรียนจำนวนหนึ่งไม่สามารถแยกแยะได้ว่า การแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีเกิดขึ้นจากบริเวณใดของอะตอม

เนื่องจากงานวิจัยที่ศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสียังคงมีอยู่อย่างจำกัดในประเทศไทย (โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับงานวิจัยที่ศึกษาความเข้าใจของนักเรียนไทยเรื่องอื่นๆ เช่น แรงแสง ไฟฟ้า และพลังงาน) ในจำนวนนี้ มีเพียงงานวิจัยของ ทศนิวรรณ์ เลิศเจริญฤทธิ์ (2548) ที่ศึกษาความเข้าใจและความรู้สึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งเน้นการศึกษาความ

เข้าใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ธาตุกัมมันตรังสี และผลกระทบจากธาตุกัมมันตรังสีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ต่างๆ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังไม่ได้ศึกษาว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงหรือบูรณาการความเข้าใจเกี่ยวกับอะตอมและความเข้าใจเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีอย่างไร ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจศึกษาว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับอะตอมของธาตุกัมมันตรังสีอย่างไร ผลการวิจัยที่ได้จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและออกแบบการเรียนการสอนเรื่องกัมมันตภาพรังสีที่มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) ภายใต้กระบวนทัศน์การตีความ (Interpretive paradigm) ซึ่งผู้วิจัยมุ่งเน้นการสร้างความหมายเกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี รายละเอียดเกี่ยวกับบริบทวิจัย พลวิจัย เครื่องมือวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้

บริบทวิจัย

การวิจัยนี้เกิดขึ้นในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ณ โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดพิษณุโลก โรงเรียนเปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 โดยมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 2,736 คน หลักสูตรใน

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมี 2 หลักสูตร คือ หลักสูตรที่เน้นวิทยาศาสตร์ และหลักสูตรที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์ กัมมันตภาพรังสีเป็นเนื้อหาหนึ่งที่อยู่ในทั้ง 2 หลักสูตร โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรที่เน้นวิทยาศาสตร์จะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีทั้งในวิชา “ฟิสิกส์พื้นฐาน” และ “เคมี 1” ซึ่งเปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และในวิชา “ฟิสิกส์ 5” ซึ่งเปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในขณะที่นักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์จะได้เรียนรู้เกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีในวิชา “พลังงาน” ซึ่งเปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ในโรงเรียนนี้มาจากครอบครัวที่มีสภาพเศรษฐกิจปานกลาง นักเรียนส่วนหนึ่งมีการเรียนพิเศษเพิ่มเติมในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวนทั้งหมด 476 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 9 ห้องเรียน (ห้องเรียนที่ใช้หลักสูตรที่เน้นวิทยาศาสตร์มีจำนวน 4 ห้องเรียน และห้องเรียนที่ใช้หลักสูตรที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์มีจำนวน 5 ห้องเรียน) จำนวนนักเรียนในแต่ละห้องเรียนมีประมาณ 55 คน ยกเว้นนักเรียนในห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีจำนวน 36 คน ซึ่งน้อยกว่าจำนวนนักเรียนในห้องอื่นๆ ในภาพรวมแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องต่างๆ ที่ใช้หลักสูตรที่เน้นวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันมากนัก

พลวิจัย

พลวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (อายุประมาณ 15 - 16 ปี) จำนวน 6 คน ซึ่งมาจากทุกห้องเรียนที่ใช้หลักสูตรที่เน้นวิทยาศาสตร์ ในจำนวนนี้ พลวิจัยประกอบด้วยนักเรียนหญิง 3 คน และนักเรียนชาย 3 คน ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยใช้เกณฑ์ความสมัครใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่หลากหลาย ในช่วงเวลาของการวิจัยนี้ พลวิจัยทุกคนได้ผ่านการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมมาแล้ว ดังนั้น พลวิจัยทุกคนจึงมีความเข้าใจพื้นฐานที่ว่า อะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน โดยโปรตอนและนิวตรอนรวมกลุ่มกัน

เป็นนิวเคลียสอยู่บริเวณกลางอะตอม และอิเล็กตรอนกระจายอยู่หรือโคจรโดยรอบนิวเคลียสนั้น นอกจากนี้ พลวิทย์ทุกคนเคยเรียนกับผู้วิจัยมาแล้วในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน พลวิทย์ทุกคนจึงมีความสัมพันธ์อันดีกับผู้วิจัย ในรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยอ้างถึงพลวิทย์แต่ละคนโดยใช้สัญลักษณ์ S แล้วตามด้วยตัวเลข 1 – 6 (เช่น S1 , S2 และ S3 เป็นต้น) ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับผู้วิจัยในภายหลัง

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย (1) แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี และ (2) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสีประกอบด้วยคำถามปลายเปิดจำนวน 6 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากคำถามในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2555) และคำถามในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ทัศนวิวรรณ เลิศเจริญฤทธิ์, 2548; Prother, 2005) คำถามทั้งหมดได้รับการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน รายละเอียดของคำถามแต่ละข้อมีดังนี้

1. คำถามข้อที่ 1 เป็นการให้ผู้วิจัยบอกความหมายของคำว่า “ธาตุกัมมันตรังสี”
2. คำถามข้อที่ 2 และ 3 เป็นการให้ผู้วิจัยระบุความแตกต่างระหว่างอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่เป็นและไม่เป็นธาตุกัมมันตรังสี (เช่น ความแตกต่างของอะตอม C-12 และอะตอม C-13)
3. คำถามข้อที่ 4 เป็นการให้ผู้วิจัยระบุความแตกต่างระหว่างอะตอมของธาตุกัมมันตรังสี “ก่อน” และ “หลัง” การปลดปล่อยรังสีแอลฟา
4. คำถามข้อที่ 5 เป็นการให้ผู้วิจัยระบุความแตกต่างระหว่างอะตอมของธาตุกัมมันตรังสี “ก่อน” และ “หลัง” การปลดปล่อยรังสีบีตา
5. คำถามข้อที่ 6 เป็นการให้ผู้วิจัยระบุความแตกต่างระหว่างอะตอมของธาตุกัมมันตรังสี “ก่อน” และ “หลัง” การปลดปล่อยรังสีแกมมา

โดยคำถามข้อที่ 2 – 6 เปิดโอกาสให้พลวิชัยได้วาดรูปเพื่อแสดงความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับองค์ประกอบและโครงสร้างของอะตอม

แบบสัมภาษณ์ประกอบด้วยคำถามหลัก 2 ข้อ คือ “ธาตุกัมมันตรังสีคืออะไร” และ “เพราะเหตุใดอะตอมของธาตุกัมมันตรังสีจึงแผ่รังสีได้” เมื่อพลวิชัยตอบคำถามทั้ง 2 ข้อแล้ว ผู้วิจัยใช้คำถามที่เปิดโอกาสให้พลวิชัยได้แสดงเหตุผลของคำตอบของตนเองในแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี ตัวอย่างเช่น หากพลวิชัยระบุถึง “ความไม่เสถียร” ของธาตุกัมมันตรังสี ผู้วิจัยจะถามต่อไปว่า คำว่า “ไม่เสถียร” ในที่นี้หมายความว่าอย่างไร และหากพลวิชัยระบุถึง “การเปลี่ยนแปลงของอะตอมของธาตุกัมมันตรังสี” ผู้วิจัยจะถามต่อไปว่า การเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นอย่างไร เป็นต้น คำถามเหล่านี้ช่วยให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจของพลวิชัยเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสีได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น

การเก็บข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลด้วยแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี ผู้วิจัยใช้ช่วงเวลาราชการพักกลางวัน หลังจากที่พลวิชัยรับประทานอาหารเที่ยงเสร็จแล้ว และกำลังรอเวลาเพื่อเรียนวิชาถัดไปในช่วงบ่าย ในการนี้ ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้พลวิชัยทุกคนทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยว่า ผู้วิจัยต้องการศึกษาความเข้าใจของพลวิชัยเกี่ยวกับอะตอมของธาตุกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี โดยทุกคำตอบของพลวิชัยจะไม่มีผลต่อคะแนนในทุกรายวิชาที่ผู้วิจัยสอน พลวิชัยแต่ละคนใช้เวลาในการตอบคำถามทั้ง 6 ข้อ ประมาณ 30 นาที

หลังจากนั้นประมาณ 1 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์พลวิชัยแต่ละคนในช่วงเวลาหลังเลิกเรียน ณ ห้องพักรุทวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 15 – 20 นาที ผู้วิจัยเน้นให้พลวิชัยแต่ละคนได้ชี้แจงเหตุผลของคำตอบของตนเองที่ปรากฏในแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี ในการนี้ ผู้วิจัยได้ขออนุญาตบันทึกเสียงของพลวิชัย ทั้งนี้เพื่อความสะดวกต่อการตีความและวิเคราะห์ข้อมูลใน

ภายหลัง ผู้วิจัยสัญญากับพลวิจัยทุกคนว่า ผู้วิจัยจะไม่เปิดเผยข้อมูลใดๆ ที่อาจบ่งชี้ได้ว่า พลวิจัยคือใคร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเกิดขึ้นทันทีที่พลวิจัยทุกคนส่งคืนแบบวัดแนวความคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสีกลับมายังผู้วิจัย จากนั้น ผู้วิจัยอ่านคำตอบของพลวิจัยแต่ละคนที่ละเอียดอย่างละเอียดและเข้าไปเข้ามา ทั้งนี้เพื่อระบุในเบื้องต้นว่า พลวิจัยแต่ละคนมีความเข้าใจเกี่ยวกับอะตอมของธาตุกัมมันตรังสีอย่างไร ในส่วนของข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นั้น ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการถอดคำพูดของพลวิจัยแต่ละคนแบบคำต่อคำ จากนั้น ผู้วิจัยอ่านคำพูดของพลวิจัยแต่ละคนอย่างละเอียด และตีความร่วมกับการพิจารณาคำตอบของพลวิจัยแต่ละคนในแบบวัดแนวความคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี ในการนี้ ผู้วิจัยจัดกลุ่มความเข้าใจของพลวิจัยออกเป็นกลุ่มๆ ที่มีความหมายเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน เกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี ข้อมูลวิจัยมาจากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวความคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 6 ข้อ และมาจากคำตอบของนักเรียนในระหว่างการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล เนื่องจากนักเรียนทุกคนยังไม่ได้ผ่านการเรียนการสอนเกี่ยวกับอะตอมของธาตุกัมมันตรังสีมาก่อน นักเรียนส่วนหนึ่งจึงเกิดความลังเลในการตอบคำถาม โดยนักเรียนบางคนระบุว่า ตนเองคาดเดาคำตอบจากความรู้อุปสรรคการเติมของตนเอง ในบางโอกาส นักเรียนบางคนมีการ

เปลี่ยนแปลงคำตอบของตนเองในระหว่างการทำสัมภาษณ์ รายละเอียดของผลวิจัยมีดังต่อไปนี้

ธาตุกัมมันตรังสี

เมื่อให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามว่า “ธาตุกัมมันตรังสีคืออะไร” นักเรียน 4 คน (S1 S2 S4 และ S5) สามารถบอกได้ว่า ธาตุกัมมันตรังสีคือธาตุที่เกี่ยวข้องกับรังสีหรือเกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยรังสี อย่างไรก็ตาม นักเรียนกลุ่มนี้อาจอธิบายเกี่ยวกับการปลดปล่อยรังสีของธาตุกัมมันตรังสีแตกต่างกันไป ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้

- S1 ธาตุที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอะตอม ... และปลดปล่อยรังสีออกมา
- S2 ธาตุที่มีความสามารถในการปลดปล่อยรังสีได้
- S4 ธาตุกัมมันตรังสีคือธาตุที่มีรังสีอยู่ในอะตอม
- S5 ธาตุที่มีกัมมันตรังสีประกอบอยู่ด้วย

ในขณะที่นักเรียนคนหนึ่ง (S3) ระบุเพียงว่า ธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุชนิดหนึ่งซึ่งแตกต่างไปจากธาตุอื่นๆ ทั่วไป โดยไม่มีการระบุว่า ธาตุกัมมันตรังสีเกี่ยวข้องกับรังสีหรือการปลดปล่อยรังสี ดังแสดงในคำตอบที่ว่า “(ธาตุกัมมันตรังสีคือ) ธาตุชนิดหนึ่งซึ่งมีจำนวนอิเล็กตรอน โปรตอน นิวตรอน แต่ธาตุนี้จะไม่เหมือนกับธาตุอื่น และมีการโคจรของอิเล็กตรอนไม่เหมือนกับธาตุอื่น”

ส่วนนักเรียนอีกคนหนึ่ง (S6) กลับระบุว่า ชาติกู้มันตรังสีคือ “รังสีที่ไม่มีอันตรายหรือมีอันตรายน้อย” นักเรียนคนนี้มีความสับสนระหว่างคำว่า “ชาติกู้มันตรังสี” และ “รังสี”

ความแตกต่างระหว่างอะตอมของชาติกู้มันตรังสีและอะตอมของชาติกู้มันตรังสีที่ไม่ใช่ชาติกู้มันตรังสี

เมื่อให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามว่า “อะตอมของชาติกู้มันตรังสีแตกต่างจากอะตอมของชาติกู้มันตรังสีชนิดเดียวกันที่ไม่ใช่ชาติกู้มันตรังสีอย่างไร” คำตอบของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างอะตอมของชาติกู้มันตรังสีและอะตอมของชาติกู้มันตรังสีที่ไม่ใช่ชาติกู้มันตรังสี

นักเรียน	ความแตกต่าง	คำพูด
S1	จำนวนอะตอม	อะตอมของชาติกู้มันตรังสีมีอะตอมน้อยกว่าอะตอมของชาติกู้มันตรังสีที่ไม่ใช่ชาติกู้มันตรังสี
S2	จำนวนนิวตรอน	(อะตอมของชาติกู้มันตรังสี)มีจำนวนนิวตรอนมาก(กว่าอะตอมของชาติกู้มันตรังสีที่ไม่ใช่ชาติกู้มันตรังสี)
S3	การเรียงตัวของอะตอม	(อะตอมของชาติกู้มันตรังสี)มีการเรียงอะตอมที่ไม่เหมือนกับชาติกู้มันตรังสี(ที่ไม่ใช่ชาติกู้มันตรังสี)
S4	การมีหรือไม่มีรังสีภายในอะตอม	อะตอมของชาติกู้มันตรังสี(ที่ไม่ใช่ชาติกู้มันตรังสี)จะไม่รังสี แต่อะตอมของชาติกู้มันตรังสีจะมีรังสีอยู่ภายในอะตอม
S5	ขนาดของอะตอม	อะตอมของชาติกู้มันตรังสี(ที่ไม่ใช่ชาติกู้มันตรังสี)จะมีขนาดเล็กกว่า(อะตอมของ)ชาติกู้มันตรังสี

นักเรียน	ความแตกต่าง	คำพูด
S6	ความอันตราย	(อะตอมของ)กัมมันตรังสีมีอันตรายต่อสุขภาพเรามาก แต่อะตอมของธาตุอื่น(ที่ไม่ใช่ธาตุกัมมันตรังสี)ไม่เป็นอันตรายต่อตัวเรามาก

อย่างไรก็ตาม เมื่อแสดงภาพอะตอมของคาร์บอนที่ไม่เป็นธาตุกัมมันตรังสี (C-12) และให้นักเรียนแต่ละคนวาดภาพอะตอมของคาร์บอนที่เป็นธาตุกัมมันตรังสี (นั่นคือ C-13 หรือ C-14) พร้อมทั้งระบุความแตกต่างระหว่างภาพทั้งสอง นักเรียน 3 คน (S2 S5 และ S6) ยังคงให้คำตอบที่คล้ายเดิม กล่าวคือ นักเรียนคนที่ 2 ระบุถึง “การเพิ่มจำนวนของนิวตรอน” ในขณะที่นักเรียนคนที่ 5 ระบุถึง “ขนาดของอะตอมที่ใหญ่ขึ้น” ดังแสดงในคำตอบต่อไปนี้

S2 เพราะธาตุกัมมันตรังสีน่าจะมีการเพิ่มจำนวนของนิวตรอน ทำให้ต่างไปจากเดิม

S5 เพราะธาตุคาร์บอนที่เป็นธาตุกัมมันตรังสีมีขนาดใหญ่กว่าธาตุคาร์บอนปกติ

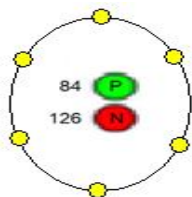
ในขณะที่นักเรียนคนที่ 6 ให้ข้อมูลที่คล้ายเดิม โดยการระบุถึง “ความอันตราย” แต่ได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า “ธาตุกัมมันตรังสีเป็นอันตราย (เพราะ)น่าจะมีนิวตรอนอยู่รอบนอกโปรตอน” แทนที่การกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอของโปรตอนและนิวตรอนภายในนิวเคลียส

อย่างไรก็ตาม นักเรียนอีก 3 คน กลับให้คำตอบที่แตกต่างไปจากเดิม โดยนักเรียนคนที่ 1 ระบุว่า “อะตอมของธาตุคาร์บอนที่เป็นธาตุกัมมันตรังสีมีโปรตอนน้อย

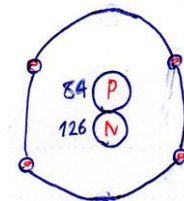
กว่าปกติ” นักเรียนคนที่ 3 ระบุถึง “วงโคจร(ของอิเล็กตรอนที่)ไม่เหมือนกับธาตุอื่น” และนักเรียนคนที่ 4 ระบุถึง “การจัดเรียง shell ของ C จะเปลี่ยนไป โดยวงโคจรของอิเล็กตรอนชั้นนอกสุด ... จะรับเอาโปรตอนมา 2 ตัว เพื่อให้(อิเล็กตรอน)ชั้นนอกสุดเสถียร จึงเขียนเป็นสัญลักษณ์นิวเคลียส(ของ)ธาตุได้เป็น C^{-2} ”

การแผ่รังสีแอลฟาของธาตุกัมมันตรังสี

เมื่อให้นักเรียนอธิบายการแผ่รังสีแอลฟาของอะตอมของธาตุพลูโตเนียม ($Po-210$) ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสี นักเรียน 4 คน ($S1 S2 S3$ และ $S4$) อธิบายว่า การแผ่รังสีแอลฟานี้เป็นผลจากกระบวนการที่เกิดขึ้นในบริเวณวงโคจรของอิเล็กตรอน กล่าวคือ นักเรียนทั้ง 4 คนนี้ อธิบายว่า การแผ่รังสีแอลฟาเกิดขึ้นจาก “การรับ” หรือ “การให้” อิเล็กตรอนภายนอกนิวเคลียส ดังแสดงในภาพที่ 1



ก่อนการแผ่รังสีแอลฟา



หลังการแผ่รังสีแอลฟา

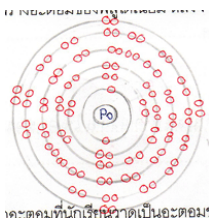
ภาพที่ 1 ความเข้าใจของนักเรียนคนที่ 1 เกี่ยวกับอะตอมของ $Po-210$

“ก่อน” และ “หลัง” การแผ่รังสีแอลฟา

โดยนักเรียนคนที่ 1 ได้ให้เหตุผลไว้ว่า

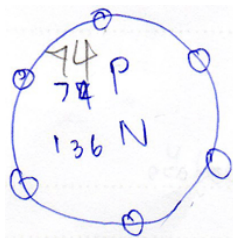
- S1 (หลังการแผ่รังสีแอลฟาแล้ว อะตอมของ Po-210 จะมี)โปรตอนเท่าเดิม นิวตรอนเท่าเดิม อิเล็กตรอนไม่เท่าเดิม
- R อิเล็กตรอนหายไปไหนคะ
- S1 คำว่า “แอลฟา” รู้สึกว่า มันเป็นอิเล็กตรอน ก็เลยเอาอิเล็กตรอนหายไป

ในการทำงานเดียวกัน นักเรียนคนที่ 4 วาดภาพอะตอมของ Po-210 หลังการสลายรังสีแอลฟา ดังแสดงในภาพที่ 2 พร้อมทั้งให้เหตุผลว่า “เพราะเมื่อจัดเรียง shell ของ Po จะได้เป็น 2 8 18 32 28 6 แต่เนื่องจากยังไม่เสถียรจึงต้องรับโปรตอนมา 2 ตัว เพื่อให้อิเล็กตรอนชั้นนอกสุดเสถียร จึงเขียนเป็นสัญลักษณ์นิวเคลียสธาตุได้เป็น Po^{2-} ”



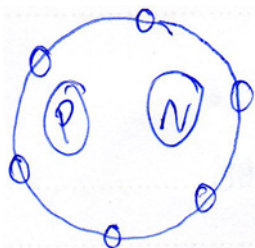
ภาพที่ 2 ความเข้าใจของนักเรียนคนที่ 4 เกี่ยวกับอะตอมของ Po-210 “หลัง” การแผ่รังสีแอลฟา

ในขณะที่นักเรียนอีก 2 คน (S5 และ S6) ให้เหตุผลว่า การแผ่รังสีแอลฟานี้เป็นผลจากกระบวนการที่เกิดขึ้นในนิวเคลียสของอะตอม ซึ่งเกี่ยวข้องกับอัตราส่วนระหว่างจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนที่เปลี่ยนไป (S5) หรือการเรียงตัวของโปรตอนและนิวตรอนที่เปลี่ยนไป (S6) ดังแสดงในภาพที่ 3 และภาพที่ 4 ตามลำดับ ซึ่งจำนวนอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสยังคงมีจำนวนเท่าเดิม



ภาพที่ 3 ความเข้าใจของนักเรียนคนที่ 5 เกี่ยวกับอะตอมของ Po-210

“หลัง” การแผ่รังสีแอลฟา



ภาพที่ 4 ความเข้าใจของนักเรียนคนที่ 6 เกี่ยวกับอะตอมของ Po-210

“หลัง” การแผ่รังสีแอลฟา

อย่างไรก็ตาม คำตอบของนักเรียนทั้ง 2 คนนี้ยังคงคลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า จำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนของอะตอมของธาตุพลูโตเนียมจะลดลงไปอย่างละ 2 ตัว ภายหลังจากการแผ่รังสีแอลฟา ดังแสดงในคำตอบของนักเรียนทั้ง 2 คน ต่อไปนี้

S5 แตกต่างครับ ผมคิดว่า อันนี้ (อะตอมของ Po ก่อนการแผ่รังสีแอลฟา) มันมีสารกัมมันตรังสีประกอบอยู่ แต่ตัวนี้ (อะตอมของ Po

หลังการแผ่รังสีแอลฟา) ที่มันปลดปล่อยออกไป โปรตอนหรือนิวตรอน มันจะแตกต่างไปจากเดิม โปรตอนมันจะลดลง ส่วนนิวตรอนมันจะเพิ่มขึ้น

...

R การลดลงของโปรตอนนี้กับนิวตรอนเกี่ยวข้องกันหรือไม่

S5 ไม่เกี่ยวข้องครับ

R แล้วทำไมผมจึงคิดว่าโปรตอนมันจะเหลือ 74

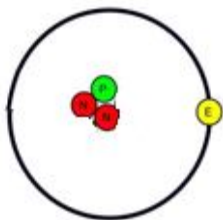
S5 ผมคาดเดา ผมไม่รู้ [หัวเราะ]

S6 โปรตอนและนิวตรอนกระจาย(หรือแยก)กันอยู่ ... ก็คือ(อะตอมของ Po)ปลดปล่อย(รังสีแอลฟา)ไปแล้ว มัน(โปรตอนและนิวตรอน)น่าจะกระจาย(หรือแยกกัน)อยู่เท่ากัน แต่หนูไม่รู้จะเขียนเลขอะไร ก็เลยเขียนไว้อย่างนี้ จำนวนมันอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าหนึ่งก็ได้

การแผ่รังสีบีตาของธาตุกัมมันตรังสี

เมื่อให้นักเรียนอธิบายการแผ่รังสีบีตาของอะตอมของทริเทียม (H-3) ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสี นักเรียน 2 คน (S2 และ S4) วาดภาพที่แสดงว่า การแผ่รังสีบีตาคือเป็นผลจากกระบวนการที่เกิดขึ้นในบริเวณวงโคจรของอิเล็กตรอน โดยนักเรียนคนที่ 2 ลบภาพอิเล็กตรอนออกไป 1 ตัว และอธิบายสั้นๆ ว่า “การปลดปล่อยรังสีบีตา ทำให้สูญเสียพลังงาน” ในขณะที่จำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสยังคงเดิม ในขณะที่นักเรียนคนที่ 4 วาดภาพอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัว (รวมเป็น 2 ตัว) พร้อมทั้ง

ให้เหตุผลว่า “เมื่อจัดเรียง shell ของ H จะได้เป็น 1 แต่เนื่องจากยังไม่เสถียร จึงรับโปรตอนมา 1 เพื่อให้ตนเองเสถียร จึงเขียนเป็นสัญลักษณ์นิวเคลียส(ของ)ธาตุได้เป็น H^- ” ภาพที่ 5 และภาพที่ 6 แสดงภาพวาดของนักเรียนคนที่ 2 และ 4 ตามลำดับ



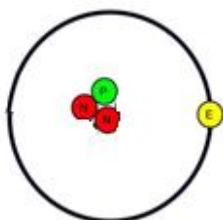
ก่อนการแผ่รังสีบีตา



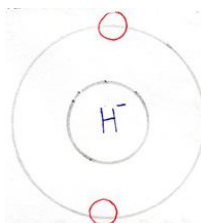
หลังการแผ่รังสีบีตา

ภาพที่ 5 ความเข้าใจของนักเรียนคนที่ 2 เกี่ยวกับอะตอมของ $H-3$

“ก่อน” และ “หลัง” การแผ่รังสีบีตา



ก่อนการแผ่รังสีบีตา



หลังการแผ่รังสีบีตา

ภาพที่ 6 ความเข้าใจของนักเรียนคนที่ 4 เกี่ยวกับอะตอมของ $H-3$

“ก่อน” และ “หลัง” การแผ่รังสีบีตา

นักเรียนอีก 4 คน (S1 S3 S5 และ S6) อธิบายว่า การแผ่รังสีบีตานี้เป็นผลจากกระบวนการที่เกิดขึ้นในนิวเคลียสของอะตอม โดยนักเรียน 3 คน (S1 S3 และ S6) ระบุถึงการสูญเสียโปรตอน 1 ตัว ในขณะที่นักเรียนคนที่ 5 ระบุถึงการเปลี่ยนแปลงของนิวตรอน จำนวน 1 ตัว โดยในระหว่างการให้สัมภาษณ์ นักเรียนแต่ละคนให้เหตุผลที่แตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการคาดเดาคำตอบโดยใช้สามัญสำนึก เช่น “อิเล็กตรอนจะไม่มีไม่ได้ ก็คืออิเล็กตรอนยังมีอยู่ แต่โปรตอนจะหายไป 1 ตัว” (S3) “ผมคิดว่า มันน่าจะเพิ่มนิวตรอนครับ [ทั้งๆ ที่ภาพในแบบวัดฯ แสดงจำนวนนิวตรอนลดลงไป 1 ตัว]” (S5) และ “(อะตอม)จะเสียสิ่งที่มีน้อยกว่าไป นั่นคือโปรตอน” (S6)

การแผ่รังสีแกมมาของธาตุกัมมันตรังสี

เมื่อให้นักเรียนอธิบายการแผ่รังสีแกมมาของอะตอมของโซเดียม (Na-22) ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสี นักเรียนแต่ละคนให้คำตอบที่แตกต่างกันไป โดยมีนักเรียน 2 คน (S2 และ S4) ที่ให้คำตอบที่คล้ายกัน ซึ่งระบุถึงจำนวนอิเล็กตรอนที่ลดลงไป 1 ตัว ในขณะที่นักเรียนอีก 4 คน ระบุถึงจำนวนนิวตรอนที่ลดลง (S1) จำนวนโปรตอนที่ลดลง (S3) การสลับตำแหน่งกันระหว่างโปรตอนและนิวตรอน (S6) และไม่มีการเปลี่ยนแปลง (S5) ดังแสดงในคำตอบของนักเรียนแต่ละคนต่อไปนี้

- S1 นิวตรอนน้อยกว่าเดิม ... (เพราะ)รังสีแกมมาน่าจะเป็นนิวตรอน
- S2 การปล่อยรังสีน่าจะทำให้เสียพลังงานชั้นนอกสุด ... (หนูหมายถึง) เวเลนซ์อิเล็กตรอน ก็คือสูญเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอน
- S3 รังสีจะทำให้โปรตอนนั้นหายไป แต่ว่าอย่างอื่นเหมือนเดิม

- S4 เพราะการจัดเรียง(อิเล็กตรอน)ของ Na จะได้เป็น 2 8 1 แต่ละอะตอมในชั้นนอกสุดต้องจ่ายอะตอมเพื่อให้ตนเองเสถียร จึงได้เป็นสัญลักษณ์นิวเคลียส(ของ)ธาตุคือ Na^+
- S5 ผมไม่รู้ (หัวเราะ) ผมคิดว่า มันได้เท่าเดิม ... มันมีรังสีแกมมาผสมอยู่แล้ว ถึงปล่อยไป ก็เหลือเท่าเดิม เพราะไม่มีอะไรหายไป
- S6 (เดิม)โปรตอนอยู่ด้านบน นิวตรอนอยู่ด้านล่าง ถ้าเกิดการปลดปล่อย(รังสีแกมมา)แล้ว สองตัว(โปรตอนและนิวตรอน)อาจเกิดการสลับที่กันได้ เหมือนนิวตรอนไปอยู่ข้างบน โปรตอนมาอยู่ข้างล่างแทน

บทสรุปและการอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน เกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี โดยการให้นักเรียนทุกคนทำแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสี ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยโดยสรุปเป็นดังนี้

1. นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า ธาตุกัมมันตรังสีคือธาตุที่เกี่ยวข้องกับรังสีหรือการปลดปล่อยรังสี
2. นักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจที่หลากหลายเกี่ยวกับความแตกต่างของอะตอมชนิดเดียวกันของธาตุที่เป็นธาตุกัมมันตรังสีและของธาตุที่ไม่เป็นธาตุกัมมันตรังสี ตัวอย่างเช่น นักเรียนบางคนระบุถึงจำนวนอะตอม ขนาดของอะตอม การเรียงตัวของอะตอม การมีหรือไม่มีรังสีภายในอะตอม ความอันตราย และจำนวนนิวตรอน เป็นต้น
3. นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า การแผ่รังสีแอลฟาเป็นผลมาจากกระบวนการที่เกิดขึ้นในบริเวณวงโคจรของอิเล็กตรอน ซึ่งอยู่นอกนิวเคลียสของ

อะตอม ในขณะที่นักเรียนส่วนน้อยเข้าใจว่า การแผ่รังสีแอลฟาเป็นผลมาจากกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในนิวเคลียสของอะตอม แต่เหตุผลของนักเรียนกลุ่มนี้ยังคงคลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4. นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจว่า การแผ่รังสีบีตาเป็นผลมาจากกระบวนการที่เกิดขึ้นในนิวเคลียสของอะตอม แต่เหตุผลของนักเรียนกลุ่มนี้ยังคงคลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนส่วนน้อยเข้าใจว่า การแผ่รังสีแอลฟาเป็นผลมาจากกระบวนการที่เกิดขึ้นภายนอกนิวเคลียสของอะตอม
5. นักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจที่หลากหลายเกี่ยวกับการแผ่รังสีแกมมา ตัวอย่างเช่น นักเรียนบางคนระบุถึงจำนวนอิเล็กตรอนที่ลดลง จำนวนนิวตรอนที่ลดลง จำนวนโปรตอนที่ลดลง การสลับตำแหน่งกันระหว่างโปรตอนและนิวตรอน และไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ผลการวิจัยนี้ส่วนหนึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Prather (2005) ที่ระบุว่า ผู้เรียนมักให้เหตุผลเกี่ยวกับการแผ่รังสีของอะตอมกัมมันตรังสี โดยการอ้างถึงจำนวนและ/หรือการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนในวงโคจรรอบนิวเคลียสของอะตอม จากการพิจารณาคำตอบของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางคน (เช่น S4) อ้างถึงสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาจากวิชาเคมี (ซึ่งเน้นการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี โดยการพิจารณาจำนวนและการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนของอะตอม) ในการอธิบายการแผ่รังสีของอะตอมกัมมันตรังสี นั่นคือ นักเรียนเหล่านี้ยังไม่สามารถแยกแยะหรือตระหนักถึงข้อจำกัดของการนำความรู้ทางเคมีมาประยุกต์ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ เช่น การแผ่รังสีของอะตอมกัมมันตรังสี

นอกจากนี้ นักเรียนส่วนหนึ่งมักอธิบายการแผ่รังสีของอะตอมกัมมันตรังสี โดยการเปรียบเทียบคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองไม่คุ้นเคย กับคำที่ปรากฏในภาษาประจำวัน ตัวอย่างเช่น นักเรียนคนที่ 6 ระบุว่า “คุณครูเคยฟังโฆษณาที่...ว่า...แอลฟา เลกตาบลูมิน หนูว่า มันเป็นประโยชน์ หมายความว่า มันเป็นประโยชน์กับตัวเรา มันก็

น่าจะเป็นบวก มากกว่าเป็นลบ” ในทำนองเดียวกัน นักเรียนคนที่ 1 ระบุว่า “อ่านว่า แอลฟา แล้วน่าจะรู้สึกว่าเป็นอีเล็กตรอนอะ” สิ่งเหล่านี้สะท้อนอย่างชัดเจนว่า นักเรียนสร้างความหมายของสิ่งที่ตนเองไม่คุ้นเคยโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเอง และภาษาเป็นเครื่องมือหนึ่งที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ซึ่งบางครั้งอาจทำให้นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนได้เช่นกัน

สิ่งที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งคือว่า ในระหว่างการสัมภาษณ์ นักเรียนบางคนเกิดความสับสนระหว่างการแผ่รังสีและการรับรังสี กล่าวคือ แม้ว่าคำถามส่วนใหญ่เน้นให้นักเรียนทุกคนอธิบายเกี่ยวกับการแผ่รังสี แต่นักเรียนบางคนกลับอธิบายในทำนองที่ว่า หลังจากที่จะยอมได้รับรังสีแล้ว อะตอมจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ดังแสดงในบทสนทนาต่อไปนี้

- T ถ้าธาตุพลูโตเนียมสลายให้รังสีแอลฟาออกมา อะตอมของมันจะเป็นอย่างไร
- ...
- S3 มันจะต้องเหมือนเดิม โปรตอนกับนิวตรอนมันจะต้องเหมือนเดิมเสมอ รังสีที่เข้ามามันจะต้องเจอกับอีเล็กตรอนก่อน
- T เดียวก่อนนะ ...โจทย์นี้ต้องการถามว่า ถ้าอะตอมนี้เกิดการสลายมันจะเป็นอย่างไร
- S3 อ้อ ตัวนี้มันปล่อยรังสีออกมา ปล่อยรังสีแอลฟาออกมา มันต้องดึงอีเล็กตรอนออกมาบางส่วน

นั่นคือ นักเรียนบางคนคุ้นเคยกับการรับรังสีมากกว่าการแผ่รังสี ทั้งๆ ที่ประเด็นของการวิจัยครั้งนี้คือการแผ่รังสีเท่านั้น

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากการแผ่รังสีโดยธาตุกัมมันตรังสีเป็นแนวคิดที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดอื่นๆ หลายเรื่อง โดยเฉพาะแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบและโครงสร้างของอะตอม ดังนั้น ก่อนที่นักเรียนจะเริ่มต้นเรียนรู้เกี่ยวกับการแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสี นักเรียนควรมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับองค์ประกอบและโครงสร้างของอะตอม (Johnson & Hofele, 2010) โดยอย่างน้อยที่สุด นักเรียนควรเข้าใจว่า อะตอมส่วนใหญ่ประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยโปรตอนและนิวตรอนรวมกันอยู่บริเวณนิวเคลียส ซึ่งอยู่ตรงกลางของอะตอม ในขณะที่อิเล็กตรอนโคจรอยู่รอบนิวเคลียสนั้น นอกจากนี้ นักเรียนควรเข้าใจสภาพทางไฟฟ้าของแต่ละองค์ประกอบของอะตอมด้วยความเข้าใจนี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้เกี่ยวกับการแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสี ในการนี้ ครูจึงควรสำรวจความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับองค์ประกอบและโครงสร้างของอะตอม ก่อนการจัดการเรียนการสอนเรื่องการแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสี

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่า ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับองค์ประกอบและโครงสร้างของอะตอมเพียงอย่างเดียวอนั้นอาจยังไม่เพียงพอ นักเรียนยังต้องเข้าใจและตระหนักด้วยว่า การแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีนั้นเป็นผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการในบริเวณใดของอะตอม กล่าวคือ ครูจึงจำเป็นต้องชี้แจงตั้งแต่เริ่มต้นของการเรียนการสอนเรื่องกัมมันตภาพรังสีว่า การแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีเป็นผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการภายในนิวเคลียสของอะตอม โดยครูอาจเปรียบเทียบให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างการแผ่รังสีและการเกิดปฏิกิริยาเคมี และระหว่างการแผ่รังสีกับการปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอน การระบุ “ที่เกิดเหตุ” อย่างชัดเจนตั้งแต่เริ่มต้นอาจช่วยลดปัญหาของนักเรียนในการเรียนรู้เรื่องการแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสี ในทางตรงกันข้าม การระบุอย่างคลุมเครือเพียงว่า การแผ่รังสีเกิดจากการ “ความไม่เสถียร” ของอะตอมของธาตุกัมมันตรังสี ดังที่ปรากฏในสื่อต่างๆ (Sesen & Ince, 2010) อาจทำให้นักเรียนสับสนว่า

ความไม่เสถียรนี้เกิดขึ้นในบริเวณใต้ของอะตอม ซึ่งเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนภายนอกนิวเคลียสของอะตอมไม่เสถียร เพราะเป็นสิ่งที่นักเรียนได้รับการเน้นย้ำอยู่เสมอในวิชาเคมี นอกจากนี้ ในระหว่างการเรียนการสอนเรื่องกัมมันตภาพรังสี ครูอาจจำเป็นต้องชี้แจงกับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นความแตกต่างระหว่างการแผ่รังสีและการรับรังสีด้วยเช่นกัน

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีนักเรียนที่เป็นผู้ให้ข้อมูลจำนวนค่อนข้างน้อย การนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นๆ ควรเป็นไปด้วยความระมัดระวัง ผู้อ่านพึงตระหนักว่า นักเรียนจากบริบทอื่นๆ อาจมีความเข้าใจเกี่ยวกับอะตอมกัมมันตรังสีและกัมมันตภาพรังสีที่แตกต่างไปจากผลการวิจัยนี้ ดังนั้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมจำนวนนักเรียนที่หลากหลายมากขึ้น ผู้วิจัยเสนอว่า การศึกษาความเข้าใจของนักเรียนด้วยจำนวนที่มากขึ้นและในบริบทที่หลากหลายขึ้น จึงเป็นสิ่งจำเป็น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรุงเทพธุรกิจออนไลน์. (2556). **รัฐมนตรีญี่ปุ่นลงพื้นที่กัมมันตรังสีรั่ว**. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.bangkokbiznews.com/> (5 กันยายน 2556).

มติชนออนไลน์. (2556). **ญี่ปุ่นตรวจแท้งก์น้ำ หวั่นกัมมันตรังสีรั่วเพิ่ม.** (ออนไลน์).

สืบค้นจาก: <http://www.matichon.co.th/> (5 กันยายน 2556).

ทัศนวิวรรณ เลิศเจริญฤทธิ์. (2548). **แนวคิดและความรู้สึกเกี่ยวกับสารกัมมันตรังสี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.** (วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์
มหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสนวิชาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.] (2555). **หนังสือเรียน
รายวิชาพื้นฐานฟิสิกส์สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์.**
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

Johnson, A. & Hafele, A. (2010). Exploring Student Understanding of Atoms and
Radiation with the Atom Builder Simulator. **AIP Conference Proceeding,**
1289, 177 – 180.

Prather, E. (2005). Students' Beliefs about the Role of Atoms in Radioactive Decay
and Half-Life. **Journal of Geoscience Education,** 53(4), 345 – 354.

Sesen, B. A. & Ince, E. (2010). Internet as a Source of Misconception: “Radiation
and Radioactivity.” **The Turkish Online Journal of Educational
Technology,** 9(4), 94 – 100.