

การศึกษาเรื่องกฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab และแอปพลิเคชัน Xcos

Study on Decay Law of Radioactive Materials using Scilab Computer Program and Xcos Application

Received : 2024-03-12

Revised : 2024-05-17

Accepted : 2024-09-02

ผู้วิจัย อัจฉมาศย์ อำนาจ¹
ประสงค์ เกษราธิคุณ²

Atchasai Amnaj
Prasong Kessaratikoon
prasong@tsu.ac.th

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาเรื่องกฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีโดยใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อแสดงลักษณะของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่มีลักษณะซ้ำหรือเร็วแตกต่างกันในรูปของกราฟแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลเพื่อช่วยในการทำความเข้าใจและง่ายต่อการนำไปใช้ในการเรียนการสอน และยังได้ทำการศึกษาลักษณะของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแบบต่อเนื่องที่มีความซับซ้อนและยุ่งยากอีกด้วย ในระหว่างการศึกษา ผู้วิจัยยังได้เปรียบเทียบลักษณะของกราฟที่ได้จากศึกษาวิจัยกับรูปกราฟที่ได้จากการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab โดยตรง พบว่า ได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกันทุกประการ นอกจากนี้ ยังได้นำรูปกราฟที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวนี้ไปจัดทำเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเรื่องกฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแล้วนำไปทดลองใช้กับนิสิตชั้นปีที่ 3 หลักสูตร กศ.บ. วิชาเอกฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา จำนวน 5 คน โดยวิธีการเลือกแบบสุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และคำนวณค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) ได้ร้อยละ 88 ดังนั้น สามารถกล่าวได้ว่าแอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab มีความเหมาะสมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเตรียมการเรียนการสอนของรายวิชาฟิสิกส์ในระดับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหรือระดับมหาวิทยาลัยได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab แอปพลิเคชัน Xcos

¹นิสิตระดับปริญญาตรี หลักสูตร กศ.บ. วิชาเอกวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

Undergraduate student, Bachelor of Education, Major in Science-Physics, Faculty of Science, Thaksin University

²ผศ. ดร., สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยทักษิณ

Asst. Prof. Dr., Department of Basic Science and Mathematics, Faculty of Science and Digital Innovation, Thaksin University

Abstract

The Xcos application in Scilab computer program was used to study on the decay law of radioactive materials in this study. The main objective of this study was to present the characteristic of decaying of radioactive materials in forms of exponential decay which are usually different and depend on time. By doing this, we can show some results that help student and teacher easily to understand the content and then could be used some of these results to prepare for teaching and learning in classroom. And the characteristic of the successive decay of radioactive materials was also studied and presented. During study, the researcher also compared the characteristics of the graphs obtained from the research study with the graphs obtained directly from the Scilab computer program and found that the results were exactly the same. Moreover, some graphs from this study were used to create the pretest, posttest and then using with 5 undergraduate students who were in the 3rd year of Bachelor degree of Education (B.Ed.), major in Physics, Faculty of Education and Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla Campus. It was found that the average points from the test after studying higher than before studying. In addition, the effectiveness index (E.I.) was also evaluated and equal to 88 %. Hence, we can conclude that the application Xcos in Scilab computer program is suitable and can be applied to prepare some Physics document using for classroom activities in both high school and university level.

Keywords Decay Law of Radioactive Material, Scilab Computer Program, Xcos Application

บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่า การจัดการเรียนการสอนของรายวิชาในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยเฉพาะรายวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นวิชาที่ศึกษาธรรมชาติของสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรา การค้นคว้าหาความรู้ทางฟิสิกส์ทำได้โดยการสังเกต การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นทฤษฎี หลักการหรือกฎ ซึ่งเนื้อหาบางส่วนในการจัดการเรียนการสอนของรายวิชาฟิสิกส์ก็ยังคงมีความขาดแคลนด้านวัสดุและอุปกรณ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนและเพื่อใช้ในการทดลองและสาธิตเพื่อให้เกิดความเข้าใจ เนื่องจากเหตุดังกล่าวนี้ อาจทำให้นักเรียนมีปัญหา เรื่อง ความไม่เข้าใจในเนื้อหาที่ละเอียดและลึกซึ้งเพียงพอ และทำให้เกิดปัญหาตามมาคือเรื่องนักเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางด้านฟิสิกส์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงได้มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคต่างๆ หลายด้าน เช่น งานวิจัยของนฤมล (2558) และณัฐภูมิ (2561) เป็นต้น นอกจากนี้ ยังได้มีการศึกษาการนำเอาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ที่เป็นฟรีซอร์ฟแวร์ (Free software) เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เพื่อเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาของรายวิชาฟิสิกส์ที่ซับซ้อนและเข้าใจยาก เช่น ทฤษฎีบทงานและพลังงานในระบบอนุรักษ์ (อภิญา, 2560) และ การเคลื่อนแบบคลื่น (ยุวันดา, 2560) ยิ่งไปกว่านั้น ยังได้มีการนำเอาแอปพลิเคชัน (Application) ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab และเรียกว่าแอปพลิเคชัน Xcos (Xcos application) มาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาของรายวิชาฟิสิกส์ที่เข้าใจยากและเป็นนามธรรม เช่น การเคลื่อนที่แบบมีแรงต้านของอากาศ (สุภาภรณ์, 2561) การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงที่ [6] การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ (Projectile motion) (ชันขิมา, 2562) การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิก อย่างง่าย (Simple harmonic motion: SHM) Nandini, 2017)] และการจำลองแบบ (Simulation) ของการเคลื่อนที่ (Sastrl, 2014; Leros, 2012) และเพื่อช่วยให้นักเรียน

เกิดภาพพจน์และมีความเข้าใจในเนื้อหาเหล่านั้นมากยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่า การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เพื่อเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาของรายวิชาฟิสิกส์เป็นเรื่องที่น่าสนใจและเหมาะสมต่อการศึกษามากยิ่งขึ้น เนื่องจากไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและง่ายต่อการนำไปใช้นั่นเอง

สำหรับการจัดการเรียนการสอนของรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 6 จะมีเนื้อหาเกี่ยวกับกฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ซึ่งจะมีค่านามธรรมค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถมองเห็นหรือรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสอื่น ๆ ได้เลย อีกทั้งเป็นเนื้อหาที่จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ทดลองที่มีราคาแพงและไม่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ได้ค่อนข้างยากมาก เป็นเหตุให้ครูผู้สอนต้องพบกับความยากลำบาก และต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาอย่างถ่องแท้ ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และสามารถใช้ความรู้ดังกล่าวนี้ช่วยสร้างทักษะให้นักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาด้านฟิสิกส์ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีได้อย่างถูกต้องและชัดเจน จากหลักการของทฤษฎีการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ที่ว่าการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีเป็นกระบวนการที่นิวเคลียสของอะตอมสูญเสียพลังงานจากการปลดปล่อยอนุภาคที่มีประจุหรือมีการแผ่รังสี การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีหรือการสูญเสียพลังงานนี้ส่งผลให้อะตอมที่เป็นนิวไคลด์พ่อแม่ (Parent nuclide) เปลี่ยนรูปกลายเป็นอะตอมอีกชนิดหนึ่งที่ต่างออกไปเรียกว่า นิวไคลด์ลูก (Daughter nuclide) แต่กระบวนการนี้เกิดขึ้นแบบสุ่ม (Random process) ในระดับของอะตอมจึงทำให้เป็นไปได้ที่จะคาดการณ์ว่าอะตอมที่สังเกตจะสลายตัวเมื่อใด การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีเป็นการสลายตัวที่เกิดขึ้นเองโดยไม่ขึ้นกับสภาวะแวดล้อมของนิวเคลียส เช่น การจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอน ความดัน อุณหภูมิ เป็นต้น จากการที่การสลายตัวของสารกัมมันตรังสีเป็นกระบวนการแบบสุ่ม คือ ในช่วงเวลาใด ๆ ทุก ๆ นิวเคลียสมีโอกาสที่จะเกิดสลายตัวเท่ากัน ดังนั้น ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ปริมาณนิวเคลียสที่สลายตัวจึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณนิวเคลียสที่เหลืออยู่ นั่นคือ อัตราการสลายของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี ในขณะหนึ่งจะแปรผันตรงกับจำนวนนิวเคลียสของธาตูกัมมันตรังสีนั้นที่มีอยู่ในขณะนั้น คำอธิบายนี้เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

โดยที่ N_0 คือจำนวนนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เวลาเริ่มต้น ($t = 0$) มีหน่วยเป็น อะตอม หรือ นิวไคลด์ $N(t)$ คือจำนวนนิวไคลด์กัมมันตรังสีเวลา t ใด ๆ มีหน่วยเป็น อะตอม หรือ นิวไคลด์ λ คือ ค่าคงที่ของการสลายตัว (Decay constant) มีหน่วยเป็น วินาที⁻¹ และ t คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการสลายตัว มีหน่วยเป็น วินาที

ด้วยเหตุนี้ ทางคณะผู้วิจัยจึงได้นำเอาแอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เข้ามาช่วยในการศึกษา เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เห็นภาพพจน์ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีอย่างชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้น โดยใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab มาแสดงผลของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีให้อยู่ในรูปแบบของกราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามค่าคงที่ของการสลายตัว นอกจากนี้ ยังได้เปรียบเทียบลักษณะของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่เร็วและช้าแตกต่างกัน รวมทั้ง ยังได้ศึกษาลักษณะของการสลายตัวแบบต่อเนื่องของสารกัมมันตรังสีอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยดังกล่าวนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 2 ข้อ คือ

1. เพื่อศึกษา เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab และแอปพลิเคชัน Xcos
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี โดยใช้กราฟแสดงการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab และแอปพลิเคชัน Xcos

วิธีดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีจากเอกสารทางวิชาการ (ประสงค์, 2561: Serway, 2018; อารัง, 2541) โดยมุ่งเน้นเรื่องสมการการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีและการทำโจทย์แบบฝึกหัดที่หลากหลายและท้าทาย นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยจะต้องเรียนรู้หลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab และการใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab อย่างถูกต้อง และต้องทดลองปฏิบัติและเขียนโปรแกรมจากตัวอย่างจริงให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ด้วย โดยศึกษาจากเอกสารคู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab และการใช้แอปพลิเคชัน Xcos ของบริษัท Scilab Enterprises (Verma, 2020) และ Verma et al. (2020) หลังจากนั้น ทางคณะผู้วิจัยได้นำโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี มาเขียนกราฟแสดงการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีชนิดต่าง ๆ ที่มีค่าคงที่ของการสลายตัวที่แตกต่างกัน แล้วศึกษาและเปรียบเทียบถึงลักษณะกราฟที่ได้กับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยมีลำดับและขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับสมการการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีและการทำโจทย์แบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องและท้าทาย
2. ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้น ขั้นตอนการเขียน การประมวลผล และการแก้ไขโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab
3. ศึกษาการใช้แถบเมนูในหน้าต่างคำสั่งของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab
4. ศึกษาการใช้คำสั่งที่สำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี
5. ทำการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เพื่อใช้ในการสร้างกราฟแสดงการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีในกรณีต่าง ๆ
6. ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นของแอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab
7. ศึกษาการใช้บล็อกที่สำคัญๆ สำหรับการเขียนแอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี
8. ทำการเขียนแอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เพื่อใช้ในการสร้างกราฟแสดงการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีในกรณีต่าง ๆ
9. เปรียบเทียบผลที่ได้จากข้อ 5 และข้อ 8
10. นำผลลัพธ์ที่ได้ในข้อ 9 ไปสร้างเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี จำนวน 10 ข้อ โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน 5 ข้อ และหลังเรียนอีก 5 ข้อ แล้วทดลองใช้กับนิสิตชั้นปีที่ 3 หลักสูตร กศ.บ. วิชาเอกฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ จำนวน 5 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบสุ่ม
11. วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้
12. นำเสนอข้อมูลการศึกษาวิจัยในที่ประชุมวิชาการ

ผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทางคณะผู้วิจัยได้นำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab และแอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab มาประยุกต์ใช้ในการสร้างกราฟแสดงการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีในกรณีต่าง ๆ แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ในทั้งสองวิธีการศึกษาดังกล่าวข้างต้นมาเปรียบเทียบกับกัน โดยจะพิจารณาแบ่งออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

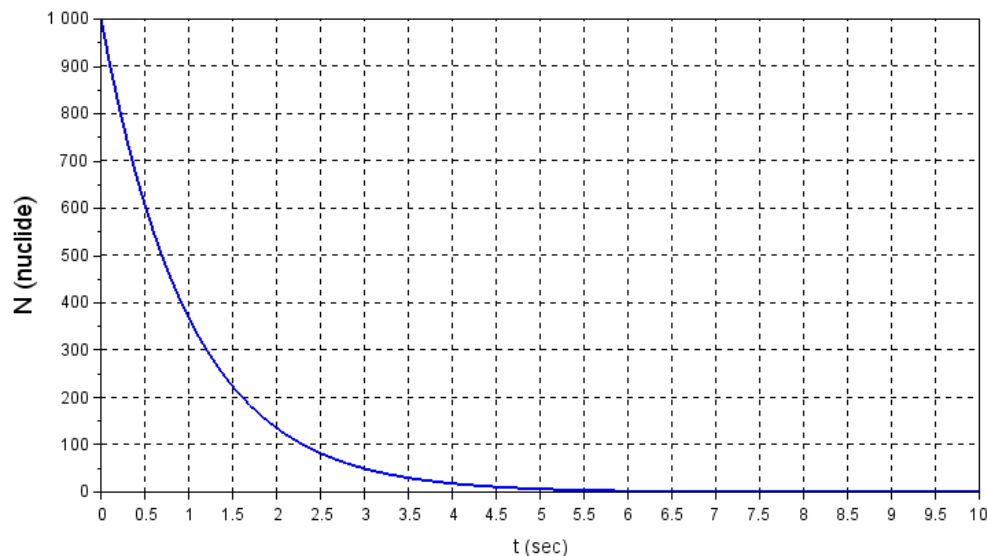
1. พิจารณาการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งที่มีจำนวนนิวไคลด์เริ่มต้น (N) มีค่าเท่ากับ 1000 นิวไคลด์ และมีค่าคงที่ของการสลายตัว (λ) เท่ากับ 1 วินาที⁻¹

1.1 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SCILAB เพื่อสร้างกราฟแสดงการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนได้มีชื่อว่า Program Atchasai 1 ดังแสดงได้ดังต่อไปนี้

Program Atchasai 1

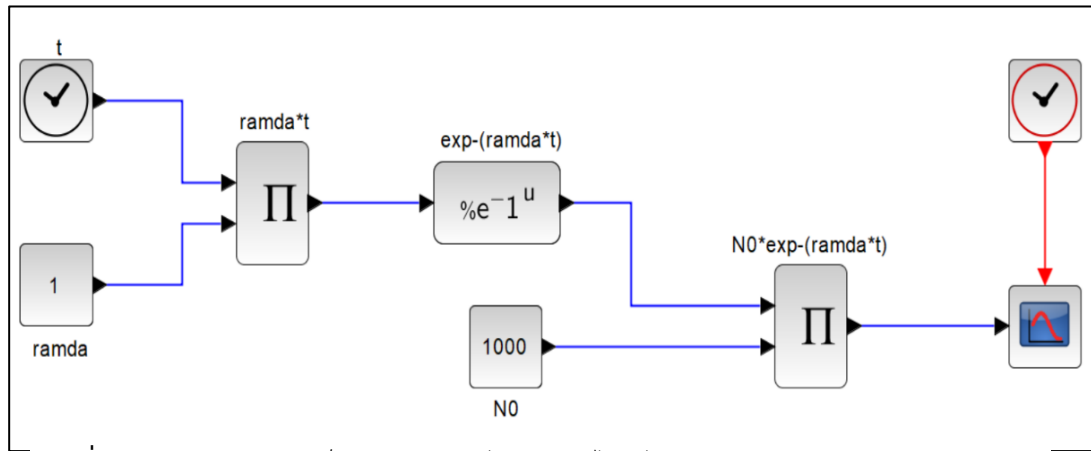
```
//Program Atchasai 1 for calculation N = N0*(exp(-ramda*t))
//input initial nuclide (N0) of radioactive material
N0 = [1000]
//input decay constant (ramda) in s^-1
ramda = 1;
//input time (t) in s
t = [0:0.5:10];
//Calculation N
N = N0*(exp(-ramda*t));
plot (t, N)
xlabel ('t (sec)')
ylabel ('N (nuclide)')
xgrid
```

1.2 กราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีโดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab ข้างต้น



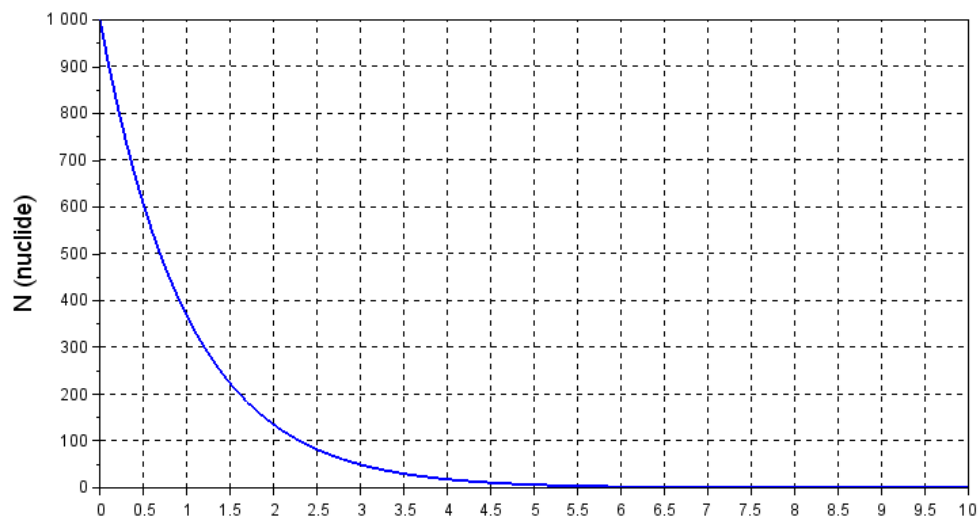
รูปที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างนิวไคลด์กัมมันตรังสี (N) กับเวลา (t) ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี โดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab

1.3 การเขียนแผนภาพบล็อกความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการสร้างกราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ดังแสดงไว้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 แผนภาพการเขียนบล็อกความสัมพันธ์ระหว่างนิวไคลด์กัมมันตรังสี (N) กับเวลา (t) ของการใช้อปพลิเคชัน Xcos ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SCILAB

1.4 กราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีโดยใช้อปพลิเคชัน Xcos ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab



รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างนิวไคลด์กัมมันตรังสี (N) กับเวลา (t) ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีโดยใช้อปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab

จะเห็นว่า รูปกราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่ได้จากการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab และใช้อปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab จะมีลักษณะที่เหมือนกันทุกประการ

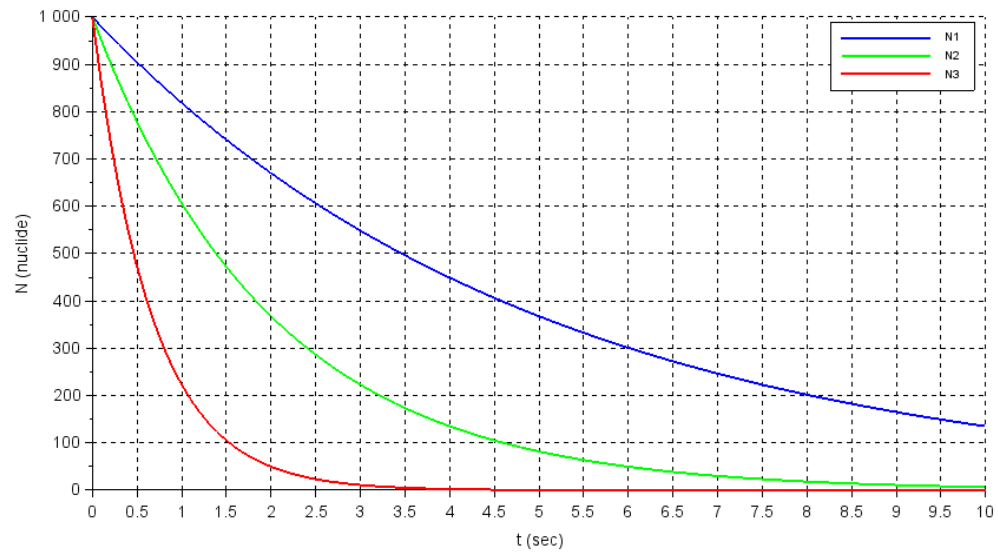
2. พิจารณาการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี 3 ชนิดที่มีจำนวนนิวไคลด์เริ่มต้น (N) เท่ากันทั้ง 3 ชนิด และมีค่าเท่ากับ 1000 นิวไคลด์ มีค่าคงที่ของการสลายตัว (λ) เท่ากับ 0.2 0.5 และ 1.5 วินาที⁻¹

2.1 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เพื่อสร้างกราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีทั้ง 3 ชนิดนี้ สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนได้มีชื่อว่า Program Atchasai 2 ดังแสดงได้ดังต่อไปนี้

Program Atchasai 2

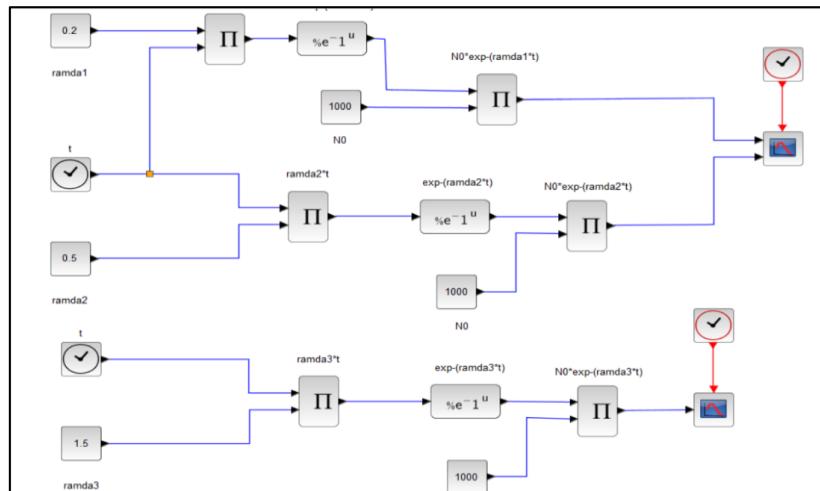
```
//Program Atchasai 2 for calculation N = N0*(exp(-ramda*t))
//input initial nuclide (N0) of radioactive material
N0 = 1000
//input decay constant (ramda) in s^-1
ramda 1 = 0.2;
ramda 2 = 0.5;
ramda 3 = 1.5;
//input time (t) in s
t = [0:0.1:10];
//Calculation N(t)
N1 = N0*(exp(-ramda1*t));
N2 = N0*(exp(-ramda2*t));
N3 = N0*(exp(-ramda3*t));
//plot (t, N)
plot2d (t, N1)
plot2d (t, N2)
plot2d (t, N3)
legend (["N1";"N2";"N3"]);
xlabel ('t (sec)')
ylabel ('N (nuclide)')
xgrid
```

2.2 กราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีทั้ง 3 ชนิด โดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab ข้างต้น



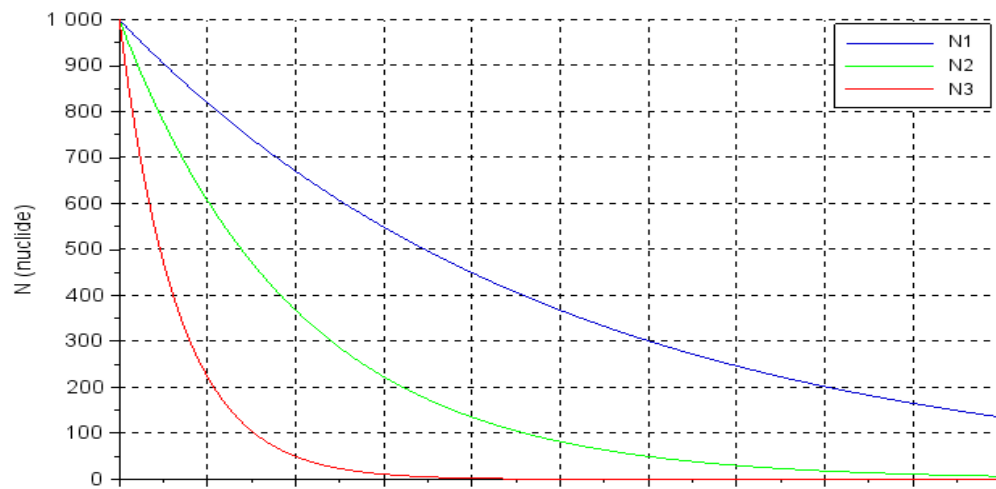
รูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างนิวไคลด์กัมมันตรังสี (N) กับเวลา (t) ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี 3 ชนิด โดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab

2.3 การเขียนแผนภาพบล็อกความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการสร้างกราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีทั้ง 3 ชนิด



รูปที่ 5 แผนภาพการเขียนบล็อกความสัมพันธ์ระหว่างนิวไคลด์กัมมันตรังสี (N) กับเวลา (t) ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีจำนวน 3 ชนิด โดยใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab

2.4 กราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีทั้ง 3 ชนิด โดยใช้แอปพลิเคชัน Xcos ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SCILAB



รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างนิวไคลด์กัมมันตรังสี (N) กับเวลา (t) ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี 3 ชนิด โดยใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab

คอมพิวเตอร์ Scilab และใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab จะมีลักษณะที่เหมือนกันทุกประการ

3. พิจารณาการสลายตัวแบบต่อเนื่องของสารกัมมันตรังสีที่มีจำนวนนิวไคลด์เริ่มต้น (N_1) และมีค่าเท่ากับ 1000 นิวไคลด์ แล้วมีการสลายตัวอย่างต่อเนื่องไปเป็นนิวไคลด์รุ่นลูก (N_2) และสลายตัวไปเป็นนิวไคลด์รุ่นหลาน (N_3) โดยมีค่าคงที่ของการสลายตัว (λ) เท่ากับ 2 0.5 และ 0 วินาที⁻¹ตามลำดับ

3.1 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เพื่อสร้างกราฟแสดงการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแบบต่อเนื่องจากรุ่นพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกและรุ่นหลาน

สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนได้มีชื่อว่า Program Atchasai 3 ดังแสดงได้ดังต่อไปนี้

Program Atchasai 3

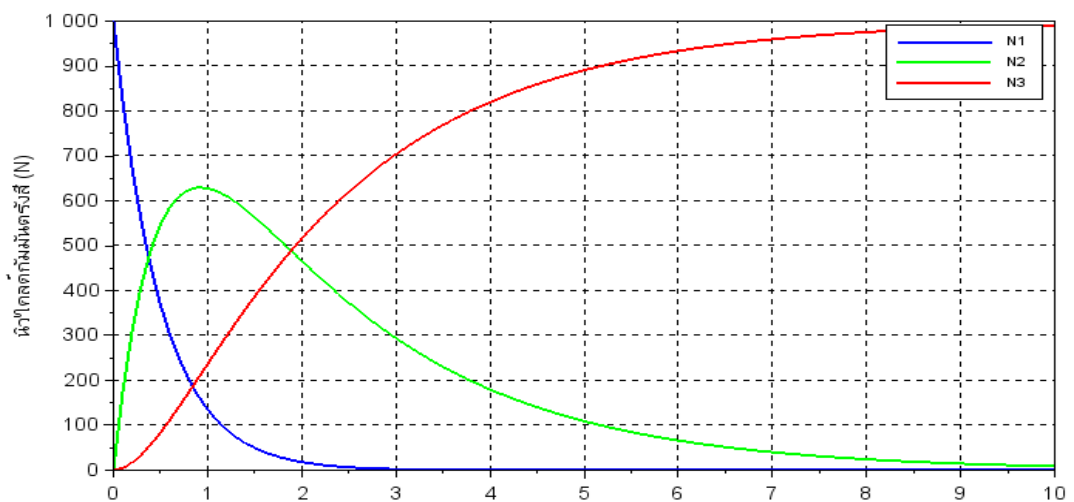
```
Program Atchasai 3 //Program Atchasai 3 for calculation N1 N2 N3
//input initial nuclide (N0) of radioactive material
N0 = 1000;
//input decay constant (ramda) in s^-1
ramda1 = 2;
ramda2 = 0.5;
//input time (t) in s
t = [0:0.1:10];
//Calculation N(t)
N1 = N0*(exp(-ramda1*t));
```

```

N2 = (ramda1/(ramda2-ramda1))*N0*((exp(-ramda1*t))-(exp(-ramda2*t)));
N3 = N0*(1-((ramda2/(ramda2-ramda1))*exp(-ramda1*t))+((ramda1/(ramda2-ramda1))*exp(-ramda2*t)));
//plot(t, N)
plot (t, N1)
plot (t, N2)
plot (t, N3)
legend (["N1";"N2";"N3"]);
xlabel ('t (sec)')
ylabel ('นิวไคลด์กัมมันตรังสี (N)')
xgrid

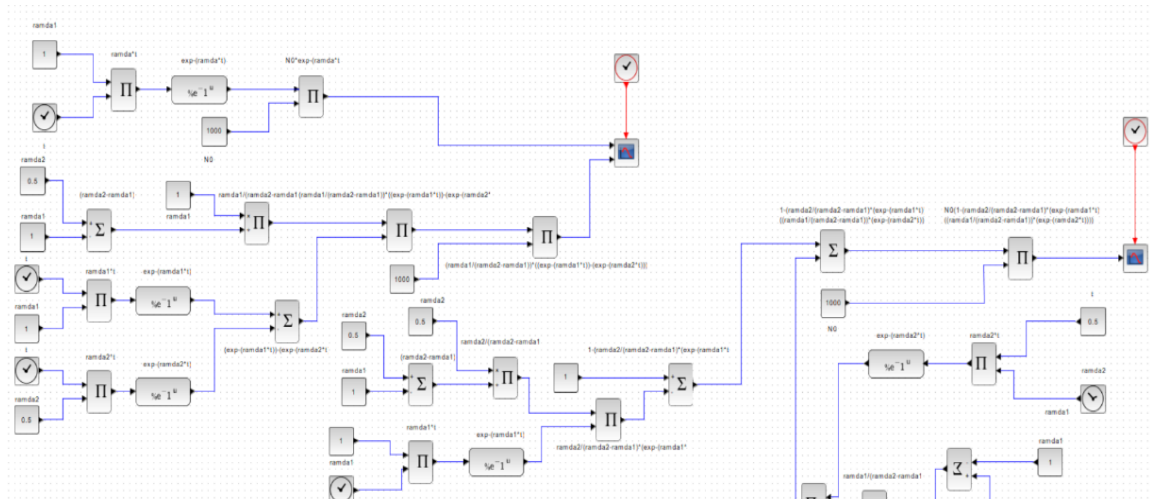
```

3.2 กราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแบบต่อเนื่องจากรุ่นพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกและรุ่นหลาน โดยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab ข้างต้น



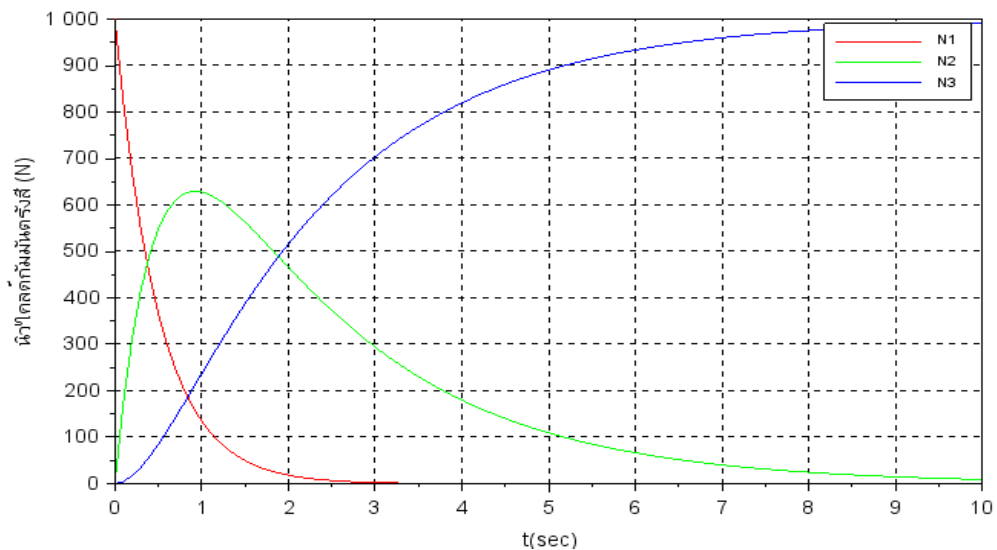
รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างนิวไคลด์กัมมันตรังสี (N) กับเวลา (t) ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแบบต่อเนื่องโดยใช้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab

3.3 การเขียนแผนภาพบล็อกความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการสร้างกราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแบบต่อเนื่อง



รูปที่ 8 แผนภาพการเขียนบล็อกความสัมพันธ์ระหว่างนิวไคลด์กัมมันตรังสี (N) กับเวลา (t) ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแบบต่อเนื่อง โดยใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab

3.4 กราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแบบต่อเนื่อง โดยใช้แอปพลิเคชัน Xcos ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SCILAB



รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างนิวไคลด์กัมมันตรังสี (N) กับเวลา (t) ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีแบบต่อเนื่อง โดยใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab

4. การนำผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาโดยใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab ไปประยุกต์ใช้

จากการศึกษาการใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab ในการสร้างกราฟ เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีในลักษณะต่าง ๆ กัน ดังแสดงในหัวข้อที่ 1 และ 2 ข้างต้น คณะผู้วิจัยได้นำความรู้และทักษะในการเขียนกราฟดังกล่าวนี้ไปจัดทำเป็นแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี จำนวน 10 ข้อๆ ละ 2 คะแนน โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน 5 ข้อ และหลังเรียนอีก 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 20 คะแนน และได้้นำแบบทดสอบทั้งก่อนและหลังเรียนดังกล่าวนี้ไปใช้ทดสอบกับนิสิตหลักสูตร กศ.บ.ฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา จำนวน 5 คน ซึ่งใช้วิธีการเลือกแบบสุ่ม ซึ่งผลการสอบที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 คะแนนสอบก่อนเรียน หลังเรียน คะแนนรวม และคะแนนสอบเฉลี่ยของนิสิตหลักสูตร กศ.บ. ฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 5 คน หลังจากที่ได้ทำแบบทดสอบที่จัดทำขึ้นหลังการศึกษาคำอธิบายการใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab

นิสิตที่ได้รับการคัดเลือกเข้าทดสอบ	คะแนนที่ได้รับ (เต็ม10 คะแนน)	
	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	6	10
2	8	10
3	4	10
4	6	8
5	8	10
คะแนนรวม	32	48
คะแนนรวมเฉลี่ย	6.4	9.6

จากข้อมูลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 พบว่า นิสิตที่ได้รับเลือกเข้าทดสอบเป็นผู้เรียน สามารถทำแบบทดสอบแล้วได้คะแนนรวมหลังเรียนสูงกว่าคะแนนรวมก่อนเรียน และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3.2 คะแนน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการทดลอง เท่ากับ 0.88 แสดงว่า ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 88 นั้นย่อมหมายถึง ผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาการใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการเตรียมเนื้อหาสำหรับการจัดการเรียนสอนรายวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง กฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี พบว่า สามารถนำมาใช้ในการสร้างรูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนิวไคลด์ของสารกัมมันตรังสี (N) และเวลา (t) ที่ใช้ในการสลายตัวได้เป็นอย่างดี และเมื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้กับรูปกราฟที่ได้จากการเขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab พบว่ามีความเหมือนกันทุกประการ นอกจากนี้ ยังสามารถนำเทคนิคการใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab ไปสร้างกราฟของกฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีพร้อมกันหลายชนิดหรือมีการสลายตัวแบบต่อเนื่องที่มีความซับซ้อนและยุ่งยากได้มากยิ่งขึ้นด้วย ในทางเทคนิคแล้วการใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab จะไม่ต้องเสียเวลาเกี่ยวกับการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้คำสั่งในการเขียน Code สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพียงแต่ต้องศึกษาเรียนรู้การใช้บล็อกต่าง ๆ ที่สำคัญสำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง

กันเพื่อให้ผลลัพธ์ที่เป็นรูปกราฟตามที่ต้องการก็เพียงพอแล้ว สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับกฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี มีอยู่ทั้งในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาและระดับมหาวิทยาลัย งานวิจัยดังกล่าวนี้ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนในระดับมหาวิทยาลัยสามารถฝึกนิสิตครูให้สำเร็จการศึกษาไปแล้วสามารถจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพสูงขึ้น มีความรู้และความสามารถในการสร้างสื่อในรูปของกราฟที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายยิ่งขึ้นอีกด้วย

นอกจากนี้ ทางคณะผู้วิจัยยังได้ทดลองนำผลลัพธ์ที่ได้มาจัดทำเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี จำนวน 10 ข้อๆ ละ 2 คะแนน รวมทั้งสิ้น 20 คะแนน แล้วนำไปใช้แบบทดสอบดังกล่าวนี้ไปใช้กับนิสิตกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน โดยวิธีการเลือกแบบสุ่ม จากกลุ่มนิสิตหลักสูตร กศ.บ.ฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 3 คณะศึกษาศาสตร์ผลิตร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา จำนวน 30 คน ผลปรากฏว่า ผู้เรียนได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน 3.2 คะแนน แสดงว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าดัชนีประสิทธิผลของแบบทดสอบเท่ากับ 0.88 หมายความว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 88 ด้วยเหตุนี้ จึงสามารถกล่าวได้ว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้เกี่ยวกับ เรื่อง การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ที่ดีขึ้น ดังนั้น การใช้แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab จึงมีความเป็นไปได้และมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการสร้างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนการสอนที่เหมาะสมและเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะเรื่อง การสร้างรูปกราฟเกี่ยวกับกฎการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี เพื่อนำไปใช้ต่อยอดในการจัดการเรียนการสอนที่ดีและเหมาะสมทำให้สามารถเพิ่มทักษะและศักยภาพของผู้เรียนที่ดีและเหมาะสมต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้ที่สนใจในการทำวิจัยเกี่ยวกับการใช้แอปพลิเคชัน Xcos เพื่อประยุกต์ใช้ในงานวิจัยของตนเอง ควรศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของบล็อกต่าง ๆ ที่สำคัญอย่างละเอียด เนื่องจากมีรายละเอียดที่ค่อนข้างซับซ้อน ถ้าไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้แล้วย่อมจะส่งผลให้รูปกราฟที่ได้มาจะมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก นอกจากนี้ ควรมีการตรวจสอบกับรูปกราฟที่ได้จากการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลาด้วยเช่นกัน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท Dassault Systèmes ประเทศฝรั่งเศส ที่เป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่สำคัญและมีประโยชน์มาก คือ แอปพลิเคชัน Xcos ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab และเป็นซอฟต์แวร์ฟรี (Free software) ที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายและเป็นมิตรที่ดีต่อผู้ใช้ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มาริษา มะหิณี ประธานคณะกรรมการผู้รับผิดชอบหลักสูตร กศ.บ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา ที่อนุญาตให้เข้าใช้ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครู ชั้น 4 อาคารปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ช่วงนอกเวลาเรียนปกติเพื่อใช้ในการประชุมและอภิปรายปัญหาที่เกิดจากการทำวิจัยร่วมกัน

บรรณานุกรม

- ชนธิมา ภูทอง (2562). การศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์โดยใช้ Xcos ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab. โครงการวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ หลักสูตรปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ณัฐภูมิ ยกน้อยวงศ์ (2561). การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการพัฒนาแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะร่วมกับแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย [วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุรนารี] มหาวิทยาลัยสุรนารี.
- อัครัง เมธาศิริ. (2541). ฟิสิกส์ของนิวเคลียสเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นฤมล นิยมงาม (2558). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา ผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- ประสงค์ เกษราธิคุณ. (2561). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาฟิสิกส์นิวเคลียร์. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง.
- ยุวันดา อินทรสวัสดิ์ (2560). การศึกษาฟิสิกส์ของคลื่นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab. โครงการงานวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์หลักสูตรปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- วรินดา พัฒน์แก้ว. (2561). การศึกษาการเคลื่อนที่แบบมีแรงต้านทานของอากาศโดยใช้ Xcos ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab. โครงการงานวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ หลักสูตรปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุภาภรณ์ บุษยา. (2561). การศึกษาการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงที่โดยใช้ Xcos ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab. โครงการงานวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ หลักสูตรปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- อภิญา สายนัย (2560). การศึกษาทฤษฎีบทงานและพลังงานในระบบอนุรักษ์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Scilab. โครงการงานวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ หลักสูตรปริญญาการศึกษาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- Leros, A. & Andreatos, A. S. (2012). Using Xcos as a teaching tool in a simulation course. *Proceedings of the 6th international conference on Communications and Information Technology, and Proceedings of the 3rd World conference on Education and Educational Technologies*. 121-126. https://www.researchgate.net/publication/262315171_Using_Xcos_as_a_teaching_tool_in_a_simulation_course
- Nandini, C. S. (2017). Simulation of Simple Harmonic Oscillator using Xcos, *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*. 4(9), 831-839. <https://www.jetir.org/papers/JETIR1709123.pdf>
- Scilab Enterprises (2013). *Xcos for very beginners*. Scilab Enterprises, Versailles, France. 15 pages. https://www.scilab.org/sites/default/files/prg/att/1732/Xcos_beginners_0.pdf
- Sastri, O. S. K. S. (2014). Model based simulation of forced oscillator using open source application Xcos: A constructivist paradigm. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 1(8), 93-100. https://www.ijiset.com/v1s8/IJSET_V1_I8_13.pdf
- Serway, A. R. & Jewett, J.W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. (10th ed.) Cengage Learning. 1296 p.
- Verma, A. K. & Verma, R. (2020). *Introduction to Xcos: A Scilab tool for modeling dynamical systems*. kdp. amazon.com. 80 pages. https://www.researchgate.net/publication/343472236_Introduction_to_Xcos_A_Scilab_Tool_for_Modeling_Dynamical_Systems