

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์
ชุดที่ 3 การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ว30205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



นางสาวพรพรรณ กมลเศษ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ
โรงเรียนร่อนคำ อำเภอร่อนคำ จังหวัดกาฬสินธุ์
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24

คำนำ

ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ให้ความสำคัญของการจัดการศึกษาว่า การจัดการศึกษาให้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยให้ มีความสมดุลระหว่างความรู้และคุณธรรม รวมทั้งควรให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา โดยจัดสภาพแวดล้อม และสื่อการเรียนรู้ที่อำนวยความสะดวกต่อการเรียน จึงเกิดการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ว30205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 7 ชุด ได้แก่

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 1 เรื่อง การค้นพบกัมมันตภาพรังสี
 - ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส
 - ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี
 - ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 4 เรื่อง ไอโซโทป
 - ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 5 เรื่อง เสถียรภาพของนิวเคลียส
 - ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานิวเคลียร์
 - ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 7 เรื่อง ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
- อันตรายจากกัมมันตภาพรังสีและการป้องกัน

สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับนี้ประกอบด้วยบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม กิจกรรมการทดลอง แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับนี้ จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีเพื่อนร่วมกันตรวจสอบความเข้าใจ พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันและกัน ซึ่งจะส่งเสริมทักษะกระบวนการคิด และการทำงานร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ และทักษะที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

สารบัญ

คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	ค
คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	1
คำชี้แจงสำหรับครูในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	2
คำชี้แจงสำหรับนักเรียนในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	3
ลำดับชั้นการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	4
มาตรฐานการเรียนรู้/สาระสำคัญ.....	5
ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้.....	6
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	7
บัตรเนื้อหา 1 อนุกรมการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี	11
บัตรกิจกรรมที่ 1 อนุกรมการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี	14
บัตรเนื้อหา 2 อัตราการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี และครึ่งชีวิต	17
บัตรกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ครึ่งชีวิต	24
บัตรกิจกรรมที่ 2 คำนวณค่าครึ่งชีวิต	29
แบบทดสอบหลังเรียน.....	31
บรรณานุกรม.....	35
ภาคผนวก.....	36
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน.....	37
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1 อนุกรมการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี	38
เฉลยบัตรกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ครึ่งชีวิต	42
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2 คำนวณค่าครึ่งชีวิต	45
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน.....	50

ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ว30205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียส
กัมมันตรังสี มีรายละเอียด ดังนี้

- ➡ คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- ➡ คำชี้แจงสำหรับครูในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- ➡ คำชี้แจงสำหรับนักเรียนในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- ➡ ลำดับชั้นการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- ➡ แบบทดสอบก่อนเรียน
- ➡ บัตรเนื้อหา
- ➡ บัตรกิจกรรม
- ➡ บัตรกิจกรรมการทดลอง
- ➡ แบบทดสอบหลังเรียน
- ➡ บรรณานุกรม
- ➡ บัตรเฉลยกิจกรรม

คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

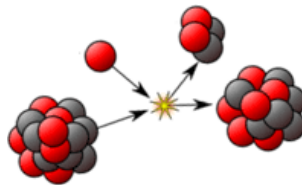
เอกสารฉบับนี้ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ว30205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียส กัมมันตรังสี โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle หรือ 5Es) ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี ประกอบด้วยชุดกิจกรรม จำนวน 1 ชุด เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี ใช้เวลาเรียนทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง
3. ในชุดกิจกรรม ประกอบด้วย
 - 3.1 บัตรเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาด้วยตัวเอง
 - 3.2 บัตรกิจกรรม สำหรับนักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันปฏิบัติ โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน
 - 3.3 กิจกรรมการทดลอง สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันปฏิบัติ
4. กิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle หรือ 5Es) มีขั้นตอน ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
 - ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
 - ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
 - ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
 - ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

คำชี้แจงสำหรับครูในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ว30205 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญ ดังนี้

1. ศึกษาคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ให้เข้าใจ อย่างชัดเจน
2. ครูต้องจัดเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมและครบถ้วน
3. เตรียมความพร้อมของนักเรียนก่อนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ครูควรชี้แจงบทบาทหน้าที่ของนักเรียน และเน้นย้ำให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยความซื่อสัตย์ และตั้งใจ
5. ครูควรแนะนำการใช้สื่อ วัสดุ อุปกรณ์และขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวปฏิบัติให้นักเรียนรับทราบโดยละเอียด เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ให้มากที่สุด
6. ครูควรดำเนินการสอนตามที่กำหนดไว้ในแผนจัดการเรียนรู้
7. ครูควรเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำและให้กำลังใจแก่นักเรียน พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
8. หลังจากทำกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนเก็บวัสดุอุปกรณ์ และองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เรียบร้อย
9. การสรุปบทเรียนควรจะเป็นกิจกรรมร่วมของกลุ่ม หรือตัวแทนกลุ่มร่วมกัน



**คำชี้แจงสำหรับนักเรียนในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี**

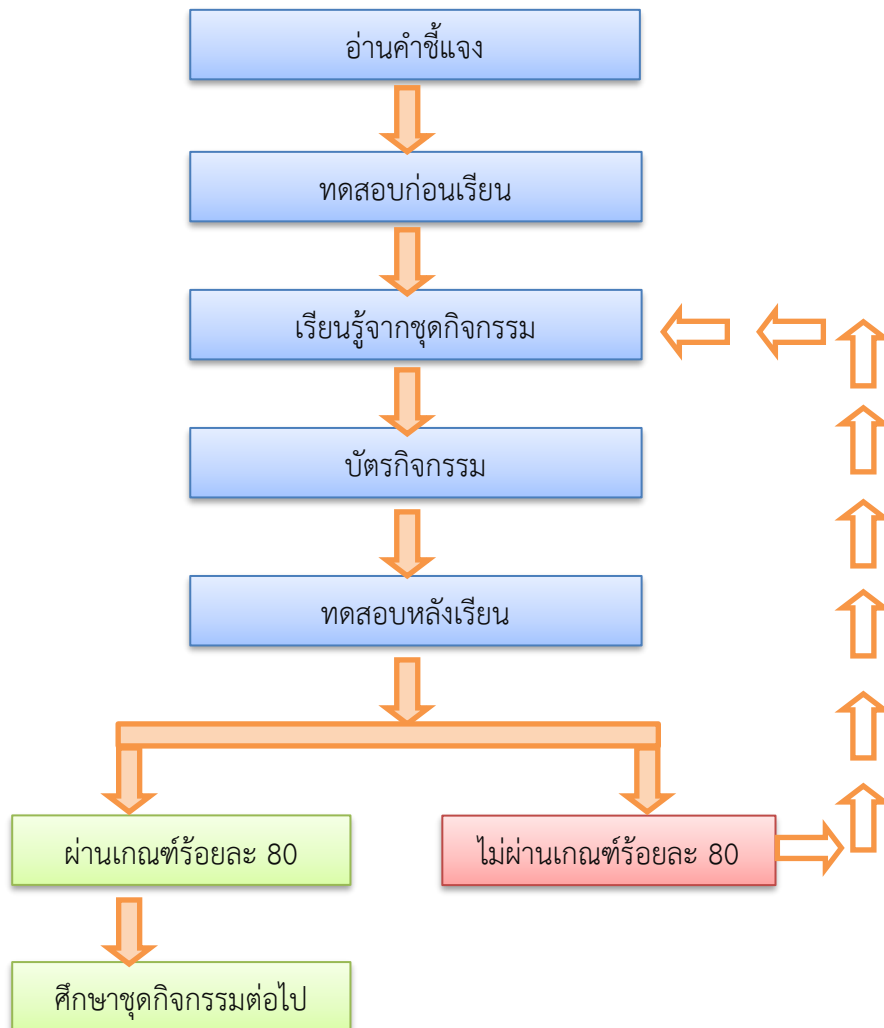
1. นักเรียนอ่านคำชี้แจงเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เข้าใจก่อนลงมือศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเคร่งครัด
3. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้จนเข้าใจ
4. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี จำนวน 10 ข้อ พร้อมตรวจคำตอบจากเฉลยและบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนด้วยความซื่อสัตย์
5. นักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตั้งใจ
6. นักเรียนสังเกตและพิจารณาขั้นตอนจากตัวอย่างการคำนวณด้วยความละเอียดและรอบคอบ
7. นักเรียนทำบัตรกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนอย่างตั้งใจและรอบคอบ โดยไม่เปิดดูเฉลยก่อน พร้อมทั้งตรวจคำตอบจากเฉลยและบันทึกคะแนนที่ได้ด้วยความซื่อสัตย์
8. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี จำนวน 10 ข้อ พร้อมตรวจคำตอบจากเฉลยและบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนด้วยความซื่อสัตย์ (กรณีไม่ถึง 80% เฉพาะแบบทดสอบหลังเรียน) ให้ทบทวนเนื้อหาและทำบัตรกิจกรรมใหม่อีกครั้ง

ข้อควรปฏิบัติ

1. หากนักเรียนมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจในเนื้อหาให้ทบทวนใหม่ ถ้ายังไม่เข้าใจให้สอบถามครูผู้สอน
2. เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดนักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเองไม่เปิดดูเฉลยจนกว่านักเรียนจะทำกิจกรรมเสร็จ เพื่อประเมินความรู้และดูพัฒนาการของตนเอง

พร้อมแล้วก็มาเริ่มกันเลยนะคะ

ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้
ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี



มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

นิวเคลียสของธาตุต่างๆ มีทั้งที่เป็น นิวเคลียสเสถียร (stable nucleus) และบางชนิดเป็น นิวเคลียสไม่เสถียร (unstable nucleus) โดยนิวเคลียสไม่เสถียรนี้จะมีการสลายพร้อมกับปล่อยอนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตาหรือรังสีแกมมาออกมา ทำให้โครงสร้างของนิวเคลียสเปลี่ยนไปเกิดเป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่ กระบวนการนี้ เรียกว่า การสลายกัมมันตรังสี หากธาตุใหม่ที่เกิดจากการสลายเป็นธาตุที่นิวเคลียสไม่เสถียร ก็จะสลายตัวต่อไปอีกเรื่อย ๆ จนกว่าจะเกิดธาตุใหม่ที่มีนิวเคลียสที่เสถียร กลุ่มของธาตุในกระบวนการสลายกัมมันตรังสีเหล่านี้เรียกว่า อนุกรมการสลายกัมมันตรังสี (decay series) ช่วงเวลาของการสลายที่จำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต (half life, $T_{\frac{1}{2}}$) ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งจะมีครึ่งชีวิตคงตัวและมีค่าแตกต่างจากครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีอื่นๆ

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายหลักที่เกี่ยวข้องการสลายของธาตุกัมมันตรังสี

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. บอกความหมายของนิวเคลียสเสถียร และนิวเคลียสไม่เสถียรได้
2. อธิบายอนุกรมการสลายของธาตุกัมมันตรังสีได้
3. อธิบายสมมติฐานที่ใช้อธิบายการสลายของธาตุกัมมันตรังสีได้
4. บอกความหมายของค่าคงตัวการสลายของธาตุกัมมันตรังสี และครึ่งชีวิตได้
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเวลาครึ่งชีวิตกับค่าคงตัวการสลาย

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. คำนวณหารังสีและนิวเคลียสของธาตุในอนุกรมการสลายของธาตุกัมมันตรังสีได้
2. ทดลองเพื่อหาค่าคงตัวในการสลายและครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี โดยเปรียบเทียบกับ การทอดลูกบาศก์
3. คำนวณหาครึ่งชีวิตและปริมาณที่เกี่ยวข้องในการสลายของธาตุกัมมันตรังสีได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. มีความสนใจใฝ่รู้
2. มีความซื่อสัตย์สุจริต
3. มีระเบียบวินัย
4. มีความรับผิดชอบ
5. มีความตรงต่อเวลา
6. มีความกล้าแสดงออก
7. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
8. ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน

1. ตามสมมติฐานของรัทเทอร์ฟอร์ด และชอดดี อัตราการสลายของธาตุกัมมันตรังสีแปรผันตรงกับข้อใด
 - ก. ความดัน
 - ข. แสงแดด
 - ค. อุณหภูมิ
 - ง. จำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี
2. ธาตุใดคือธาตุสุดท้าย ซึ่งเป็นธาตุเสถียรในอนุกรมการสลายของธาตุยูเรเนียม-238
 - ก. ทอเรียม-230
 - ข. เรเดียม-226
 - ค. บิสมัท-214
 - ง. ตะกั่ว-206
3. ครึ่งชีวิต (half life) มีความหมายตรงกับข้อใด
 - ก. ปริมาณนิวเคลียสกัมมันตรังสีลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น
 - ข. กัมมันตภาพที่นิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสีปล่อยออกมาจนลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น
 - ค. ช่วงเวลาของการสลายที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น
 - ง. จำนวนนิวเคลียสที่ลดลงจนกระทั่งเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น
4. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. ธาตุกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตมากจะมีค่าคงตัวการสลายน้อย
 - ข. ธาตุกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตน้อยจะมีค่าคงตัวการสลายน้อย
 - ค. ธาตุกัมมันตรังสีทุกชนิดมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากัน
 - ง. ค่าครึ่งชีวิตและค่าคงตัวการสลายของธาตุเป็นปริมาณที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน

5. กัมมันตภาพ 1 คูรี มีค่าเท่าใด
- ก. 3.7×10 เบ็กเคอเรล
 - ข. 3.7×10^4 เบ็กเคอเรล
 - ค. 3.7×10^7 เบ็กเคอเรล
 - ง. 3.7×10^{10} เบ็กเคอเรล
6. ธาตุกัมมันตรังสีโคบอลต์-60 มีปริมาณเริ่มต้น 40 กรัม สลายตัวให้รังสีบีตาและรังสีแกมมา ถ้าธาตุโคบอลต์-60 มีครึ่งชีวิต 5.5 ปี เมื่อเวลาผ่านไป 16.5 ปี จะเหลือโคบอลต์-60 อยู่กี่กรัม
- ก. 30 กรัม
 - ข. 20 กรัม
 - ค. 10 กรัม
 - ง. 5 กรัม
7. ในการทดลองทอดลูกบาศก์เพื่อจำลองการสลายของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสี ลูกบาศก์ซึ่งหงายหน้าที่แต้มสีแล้วถูกคัดออกเทียบได้กับปริมาณใด
- ก. จำนวนนิวเคลียสที่สลาย
 - ข. จำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่
 - ค. เวลาครึ่งชีวิต
 - ง. จำนวนนิวเคลียสเริ่มต้น
8. ในการทดลองทอดลูกบาศก์เพื่อจำลองการสลายของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสี โดยการทอดลูกบาศก์ที่แต้มสีหน้าเดียวจำนวน 32 ลูก แล้วคัดเอาลูกบาศก์ซึ่งหงายหน้าที่แต้มสีออก ถ้าครึ่งชีวิตของการโยนครั้งนี้คือ 4 ครั้ง ให้หาว่าในการทดลองนี้ต้องทอดลูกบาศก์ประมาณกี่ครั้งจึงจะเหลือลูกบาศก์เพียง 2 ลูก
- ก. 8 ครั้ง
 - ข. 12 ครั้ง
 - ค. 16 ครั้ง
 - ง. 20 ครั้ง
9. ธาตุกัมมันตรังสีจำนวนหนึ่งเมื่อทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ปรากฏว่าสลายตัวไปจำนวน $\frac{15}{16}$ เท่า ของเดิม จงหาครึ่งชีวิตของธาตุนี้
- ก. 20 นาที
 - ข. 30 นาที
 - ค. 50 นาที
 - ง. 60 นาที

10. ธาตุกัมมันตรังสี 1 กรัม มีครึ่งชีวิต 100 วินาที หลังจากใช้เวลาผ่านไปนาน 5 นาที จะสลายตัวไปเป็นจำนวนเท่าใด

ก. $\frac{1}{8}$ กรัม

ข. $\frac{3}{8}$ กรัม

ค. $\frac{5}{8}$ กรัม

ง. $\frac{7}{8}$ กรัม



ทำได้สบายมากครับ

กระดาษคำตอบ แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ว30205 วันที่.....เดือน.....ปี.....

คำชี้แจง

ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปคะแนนสอบก่อนเรียน

คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

☐ ผ่าน

☐ ไม่ผ่าน

บัตรเนื้อหา 1 อนุกรมการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

นิวเคลียสธาตุในธรรมชาติบางชนิดเป็น **นิวเคลียสเสถียร** (stable nucleus) และบางชนิดเป็น **นิวเคลียสไม่เสถียร** (unstable nucleus) นิวเคลียสไม่เสถียรนี้จะมีการสลายตัวปล่อยอนุภาคแอลฟาหรืออนุภาคบีตาออกมา ทำให้โครงสร้างนิวเคลียสเปลี่ยนไปเกิดเป็นนิวเคลียสธาตุใหม่ หรืออาจมีการแผ่รังสีแกมมาออกมาทำให้พลังงานภายในนิวเคลียสลดลง กระบวนการนี้เรียกว่า **การสลายกัมมันตรังสี** (radioactive decay)

อนุกรมการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี



การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีเกิดจากการเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส หากธาตุใหม่เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่นิวเคลียสไม่เสถียร ก็จะสลายต่อไปอีกเรื่อย ๆ จนกว่าจะเกิดธาตุใหม่ที่นิวเคลียสเสถียร

จากการศึกษาการสลายของนิวเคลียสยูเรเนียม-238 ซึ่งเป็นการสลายของธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติ เริ่มต้นการสลายโดยนิวเคลียสยูเรเนียม-238 ปล่อยอนุภาคแอลฟาพร้อมกับแปรธาตุเป็นทอเรียม-234 จากนั้นทอเรียม-234 ปล่อยอนุภาคบีตาและรังสีแกมมาแล้วแปรธาตุเป็นโปรแทกทิเนียม-234 ซึ่งโปรแทกทิเนียม-234 ก็จะสลายเป็นธาตุอื่นเป็นทอด ๆ ต่อไป จนในที่สุดเมื่อแปรธาตุเป็นตะกั่ว-206 ซึ่งเป็นธาตุสุดท้ายในอนุกรมการสลายและเป็นธาตุเสถียรจึงหยุดการสลาย กัมมันตรังสีไม่มีการสลายอีกต่อไป กลุ่มของธาตุในกระบวนการสลายกัมมันตรังสีเหล่านี้เรียกว่า **อนุกรมการสลายกัมมันตรังสี** (decay series) และลำดับการสลายของธาตุกัมมันตรังสีในอนุกรมของยูเรเนียมข้างต้นแสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ลำดับการสลายของธาตุกัมมันตรังสีในอนุกรมของยูเรเนียม-238

นิวเคลียส	สลายตัวให้	กลายเป็น	ชื่อนิวเคลียส	เวลาครึ่งชีวิต
$^{238}_{92}\text{U}$	^4_2He	$^{234}_{90}\text{Th}$	ทอเรียม	4.51×10^9 ปี
$^{234}_{90}\text{Th}$	$^0_{-1}\text{e}, \gamma$	$^{234}_{91}\text{Pa}$	โปรแทกทิเนียม	24.1 วัน
$^{234}_{91}\text{Pa}$	$^0_{-1}\text{e}, \gamma$	$^{234}_{92}\text{U}$	ยูเรเนียม	1.18 ปี
$^{234}_{92}\text{U}$	^4_2He	$^{230}_{90}\text{Th}$	ทอเรียม	2.48×10^5 ปี
$^{230}_{90}\text{Th}$	$^4_2\text{He}, \gamma$	$^{226}_{88}\text{Ra}$	เรเดียม	8.0×10^4 ปี

ตาราง 1 ลำดับการสลายของธาตุกัมมันตรังสีในอนุกรมของยูเรเนียม-238 (ต่อ)

นิวเคลียส	สลายตัวให้	กลายเป็น	ชื่อนิวเคลียส	เวลาครึ่งชีวิต
$^{226}_{88}\text{Ra}$	$^4_2\text{He}, \gamma$	$^{222}_{86}\text{Rn}$	เรดอน	1,620 ปี
$^{222}_{86}\text{Rn}$	^4_2He	$^{218}_{84}\text{Po}$	พอลอเนียม	3.82 วัน
$^{218}_{84}\text{Po}$	^4_2He	$^{214}_{82}\text{Pb}$	ตะกั่ว	3.05 นาที
$^{214}_{82}\text{Pb}$	$^0_{-1}\text{e}, \gamma$	$^{214}_{83}\text{Bi}$	บิสมัท	26.8 นาที
$^{214}_{83}\text{Bi}$	$^0_{-1}\text{e}, \gamma$	$^{214}_{84}\text{Po}$	พอลอเนียม	20.7 นาที
$^{214}_{84}\text{Po}$	^4_2He	$^{210}_{82}\text{Pb}$	ตะกั่ว	1.64×10^{-4} วินาที
$^{210}_{82}\text{Pb}$	$^0_{-1}\text{e}, \gamma$	$^{210}_{83}\text{Bi}$	บิสมัท	20.4 ปี
$^{210}_{83}\text{Bi}$	$^0_{-1}\text{e}$	$^{210}_{84}\text{Po}$	พอลอเนียม	5.0 วัน
$^{210}_{84}\text{Po}$	$^4_2\text{He}, \gamma$	$^{206}_{82}\text{Pb}$	ตะกั่ว	138.4 วัน

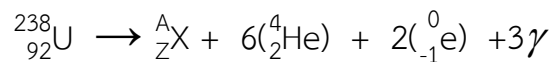
นอกจากอนุกรมการสลายของยูเรเนียม-238 ข้างต้นนั้น พบว่ามีอีก 2 อนุกรมซึ่งเป็นการสลายของธาตุกัมมันตรังสีธรรมชาติ ได้แก่ อนุกรมที่เริ่มต้นด้วยยูเรเนียม-235 โดยมีตะกั่ว-207 เป็นธาตุสุดท้ายในอนุกรม และอนุกรมที่เริ่มต้นด้วยทอเรียม-232 โดยมีตะกั่ว-208 เป็นธาตุสุดท้ายในอนุกรม

ครึ่งชีวิต หมายถึง ช่วงเวลาที่อะตอมของธาตุกัมมันตรังสีลดจำนวนลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น

ตัวอย่าง

ตัวอย่าง 1 ถ้าอนุกรมการสลายตัวเริ่มต้นจาก ${}_{92}^{238}\text{U}$ เมื่อสลายแล้วให้อนุภาคทั้งหมดเป็น 6α , 2β และ 3γ จะทำให้ได้นิวเคลียสธาตุสุดท้ายคือนิวเคลียสของธาตุอะไร

วิธีทำ ถ้าให้ X แทนนิวเคลียสธาตุใหม่ที่เกิดขึ้นภายหลังการสลาย เขียนสมการการสลายได้ดังนี้



$$\text{หาเลขอะตอม (Z)} \quad 92 = Z + 12 + (-2)$$

$$Z = 82$$

$$\text{หาเลขมวล (A)} \quad 238 = A + 24 + 0$$

$$A = 214$$

จากตารางธาตุ ธาตุที่มีเลขอะตอม 82 คือธาตุตะกั่ว (Pb)

ตอบ นิวเคลียสธาตุใหม่หลังการสลาย คือ ตะกั่ว-214 (${}_{82}^{214}\text{Pb}$)



ตัวอย่าง 2 จากอนุกรมการสลายต่อไปนี้ ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_{82}^{208}\text{Pb}$

จงหาว่ามีอนุภาคแอลฟาและอนุภาคบีตาถูกปล่อยออกมาอย่างละเท่าใด

วิธีทำ หาเลขอะตอมและเลขมวลที่ลดลงหลังจากการสลายตัว

$$\text{เลขอะตอมที่ลดลงหลังจากการสลาย} \quad \text{จะได้ } 90 - 82 = 8$$

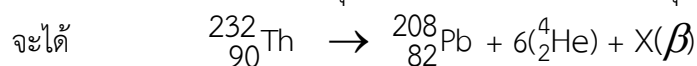
$$\text{เลขมวลที่ลดลงหลังจากการสลาย} \quad \text{จะได้ } 232 - 208 = 24$$

หาจำนวนอนุภาคแอลฟา

เนื่องจากอนุภาคแอลฟามีมวล 4 อนุภาคบีตามีมวล 0 ดังนั้นมวลที่ลดลง ภายหลังการสลายตัวจึงเป็นมวลของอนุภาคแอลฟาที่ธาตุกัมมันตรังสีปล่อย ออกมานั่นเอง

$$\text{หาจำนวนอนุภาคแอลฟา} \quad 24 \div 4 = 6 \text{ ตัว}$$

เขียนสมการการสลายเพื่อหาจำนวนอนุภาคบีตา ให้ x แทนจำนวนอนุภาคบีตา



จากเลขอะตอมก่อนการสลาย เท่ากับเลขอะตอมหลังการสลาย

$$\text{จะได้} \quad 90 = 82 + 12 + X(-1)$$

$$X = 4 \text{ ตัว}$$

ตอบ จากอนุกรมการสลายมีอนุภาคแอลฟา 6 ตัว และอนุภาคบีตา 4 ตัว ถูกปล่อยออกมา



บัตรกิจกรรมที่ 1
อนุกรมการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

กลุ่มที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/.....

สมาชิกในกลุ่ม 1..... 2.....

3..... 4.....

5.....



คำชี้แจง ให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันหาคำตอบให้ถูกต้อง

1. ถ้าอนุกรมการสลายตัวของ $^{226}_{88}\text{Ra}$ สลายให้ 2α , 2β และ 2γ จะทำให้ได้นิวเคลียสธาตุใหม่คือนิวเคลียสธาตุใด (2 คะแนน)

.....

.....

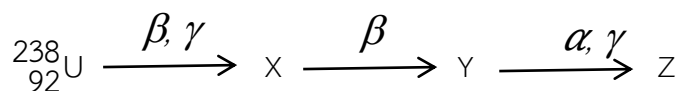
.....

.....

.....

.....

2. ถ้านิวเคลียส $^{238}_{92}\text{U}$ มีการสลายตัวสู่ไอโซโทปเสถียร ตามลำดับดังนี้



จำนวนนิวตรอนในไอโซโทป Z เป็นเท่าใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากอนุกรมการสลายต่อไปนี้ ${}_{93}^{237}\text{Np} \rightarrow {}_{83}^{209}\text{Bi}$

จงหาว่ามีอนุภาคแอลฟาและอนุภาคบีตาถูกปล่อยออกมาอย่างละเท่าใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

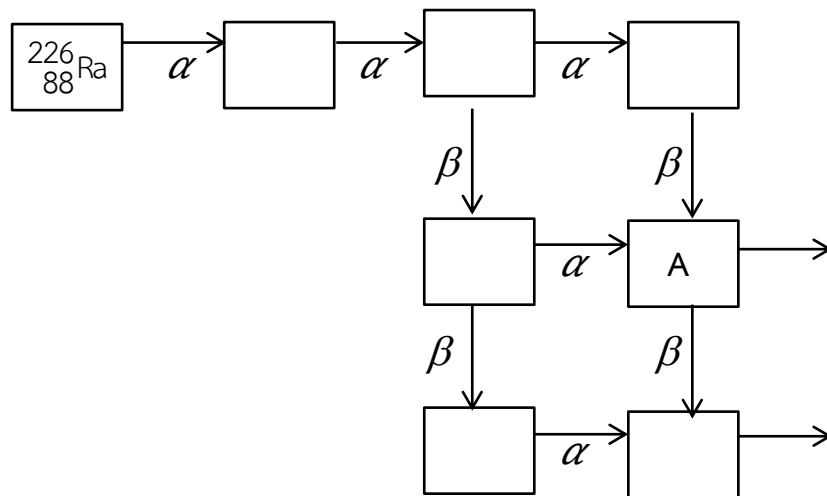
.....

.....

.....

4. จากอนุกรมการสลายของนิวเคลียสธาตุเรเดียม ตามแผนภาพข้างล่างนี้

จงเติมสัญลักษณ์นิวเคลียสของธาตุลงในช่องว่างให้ถูกต้อง และธาตุ A มีจำนวนนิวคลีออนเท่าใด (2 คะแนน)



.....

.....

.....

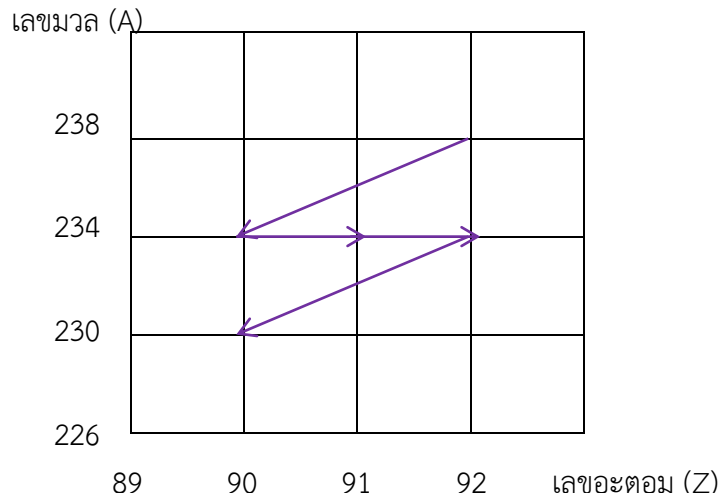
.....

.....

.....

.....

5. จากรูปเป็นแผนภาพแสดงบางส่วนของอนุกรมการสลายอนุกรมหนึ่ง จงเขียนสมการการสลายที่เกิดขึ้นทั้งหมด (2 คะแนน)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เก่งมากจ้าเพื่อน ๆ



บัตรเนื้อหา 2

อัตราการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี และครึ่งชีวิต

อัตราการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี



จากการสลายของธาตุกัมมันตรังสีในอนุกรมของยูเรเนียม-238 จะเห็นว่าธาตุกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีอัตราการสลายต่างกัน

ในปี พ.ศ. 2455 **รัทเทอร์ฟอร์ด และซอดดี** ได้ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี สรุปได้ดังนี้



ธาตุกัมมันตรังสีสลายกลายเป็นธาตุใหม่ด้วยการปล่อยอนุภาคแอลฟาหรืออนุภาคบีตา ธาตุใหม่จะมีสมบัติทางเคมีผิดไปจากธาตุเดิม และอาจเป็นธาตุกัมมันตรังสีก็ได้



การสลายของธาตุกัมมันตรังสีเป็นการสลายที่เกิดขึ้นเอง ไม่ขึ้นกับสภาวะแวดล้อมของนิวเคลียส เช่น การจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอน ความดัน อุณหภูมิ การสลายจะเป็นไปตามหลักการทางสถิติเกี่ยวกับโอกาสและกระบวนการแบบสุ่ม ในเวลาใดๆ ทุก นิวเคลียสมีโอกาสดลายตัวเท่ากัน ไม่สามารถบอกได้ว่านิวเคลียสใดจะสลายก่อนหรือหลัง เพราะทุกนิวเคลียสมีโอกาสเท่ากันที่จะสลายในช่วงเวลาหนึ่งและโอกาสที่ว่าจะไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและเวลา นอกจากนี้ **อัตราการสลายของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสีขณะหนึ่งจะแปรผันตรงกับจำนวนนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในขณะนั้น**

ถ้ากำหนดให้ N แทน จำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสี ณ เวลา t

ΔN แทน จำนวนนิวเคลียสที่สลายตัวไป ในช่วงเวลา Δt

จะเขียนความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} \propto N$$

หรือดั่งสมการ

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$$

..... (1)

เมื่อ λ แทน ค่าคงตัวของการแปรผัน มีค่าขึ้นอยู่กับชนิดของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสี เรียกค่าคงตัวนี้ว่า **ค่าคงตัวการสลาย** (decay constant) เครื่องหมายลบนหน้าค่าคงตัวการสลายแสดงการลดลงของจำนวนนิวเคลียสเมื่อเวลาผ่านไป

ดังนั้น อัตราการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี $\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)$ หรืออัตราการสลาย จึงเป็น อัตราส่วนที่แสดงจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีที่สลายไปในหนึ่งหน่วยเวลานั้นเอง ถ้าช่วงเวลา Δt มีค่าน้อยมาก ($\Delta t \rightarrow 0$) สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad \dots\dots\dots (2)$$

หรือ

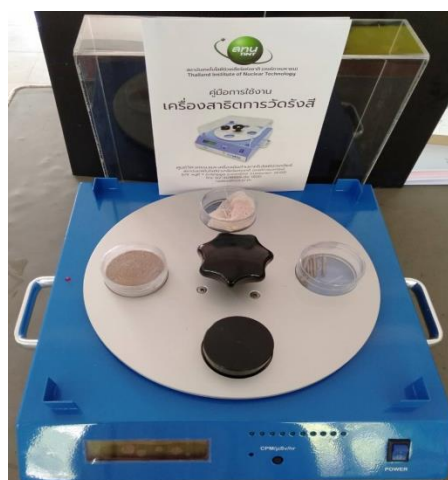
$$A = \lambda N \quad \dots\dots\dots (3)$$

ปริมาณ $-\frac{dN}{dt}$ ก็คืออัตราการแผ่รังสีในขณะหนึ่งนั่นเอง เรียกว่า **กัมมันตภาพ** (activity ; A) ของธาตุกัมมันตรังสี หาได้จากจำนวนนิวเคลียสที่สลายต่อวินาที มีหน่วยต่อวินาที (s^{-1}) ในระบบเอสไอ กัมมันตภาพมีหน่วย **เบ็กเคอเรล** ใช้สัญลักษณ์ Bq หรือจำนวนนิวเคลียสที่สลายต่อวินาที (s^{-1}) นั่นคือ $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$

ในทางปฏิบัติจะนิยมวัดกัมมันตภาพในหน่วย **คูรี** ใช้สัญลักษณ์ Ci และเนื่องจากกัมมันตภาพ 1 คูรี นั้นเป็นค่าที่สูงมาก จึงนิยมใช้หน่วยที่เล็กกว่า คือ มิลลิคูรี (mCi) และไมโครคูรี (μCi) โดยนิยามว่า

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ci} &= 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq} \\ 1 \text{ mCi} &= 3.7 \times 10^7 \text{ Bq} \\ 1 \mu\text{Ci} &= 3.7 \times 10^4 \text{ Bq} \end{aligned}$$

อธิบายได้ว่าถ้าธาตุกัมมันตรังสีธาตุหนึ่งสลายโดยปล่อยรังสีบีตา ขณะที่ธาตุนี้มีกัมมันตภาพ 1 คูรี จะสลายให้อนุภาคบีตา 3.7×10^{10} ตัวต่อวินาที การวัดกัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีนั้นอาจทำได้โดยใช้เครื่องวัดรังสี ดังรูป 14



รูป 14 เครื่องสาธิตการวัดรังสี

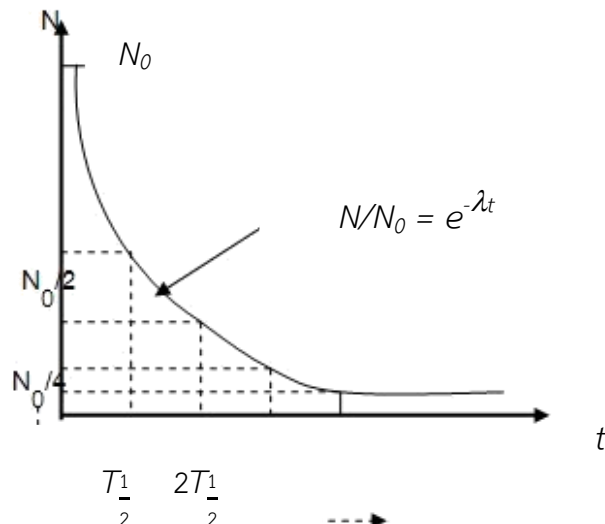
ครึ่งชีวิต



จากการสลายของธาตุกัมมันตรังสี จำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่เหลืออยู่ (N) ณ เวลาใดๆ หาได้จาก $\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$ (สมการที่ 1) เมื่อพิจารณาเวลา (Δt) เข้าสู่ศูนย์ สามารถเขียนเป็นรูปสมการอนุพันธ์ (โดยใช้ คณิตศาสตร์ Calculus ; derivative equation) ได้เป็น จาก $\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$ (สมการที่ 2) และเมื่อหาผลของสมการอนุพันธ์ สามารถอธิบายการสลายของธาตุกัมมันตรังสีเชิงปริมาณและสรุปสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ t ได้ดังนี้

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \dots\dots\dots (4)$$

เมื่อเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง N กับ t จะได้ดังรูป



รูป 15 จำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่เหลืออยู่ ณ เวลาต่างๆ

ที่มา : https://www.physicsnuclearscience.blogspot.com/p/blogpage_42.html.

จากกราฟจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีเหลือน้อยลงเมื่อเวลาผ่านไป เรียก**ช่วงเวลาของการสลายที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น** ว่า **ครึ่งชีวิต** (half life , $\frac{T_1}{2}$) ของธาตุกัมมันตรังสี ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งจะมีครึ่งชีวิตคงตัวและมีค่าแตกต่างจากครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีอื่น ดังตัวอย่างแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีบางชนิด

ชื่อธาตุกัมมันตรังสี	ครึ่งชีวิต
โพแทสเซียม-234	1.18 นาที
โซเดียม-24	15 ชั่วโมง
ไอโอดีน-131	8 วัน
ฟอสฟอรัส-32	14 วัน
ทอเรียม-234	24.1 วัน
กำมะถัน-35	87 วัน
โคบอลต์-60	5.3 ปี
เรเดียม-226	1,620 ปี
คาร์บอน-14	5,730 ปี
ยูเรเนียม-238	4.51×10^9 ปี

เมื่อพิจารณากราฟในตอนเริ่มต้นมีจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีอยู่ N_0 เมื่อเวลาผ่านไปเท่ากับครึ่งชีวิต ($T_{\frac{1}{2}}$) จำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีจะลดลงเหลือ $\frac{N_0}{2}$ และถ้าให้เวลาผ่านไปอีกเป็น $2T_{\frac{1}{2}}$ จากเริ่มต้น จำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีจะลดลงอีกครั้งหนึ่งของจำนวนที่เหลือคือจะเหลือ $\frac{N_0}{4}$ ในทำนองเดียวกันถ้าเวลาผ่านไปเป็น $3T_{\frac{1}{2}}$, $4T_{\frac{1}{2}}$ จากเริ่มต้นจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีจะเหลือเป็น $\frac{N_0}{8}$, $\frac{N_0}{16}$ ตามลำดับ นั่นคือถ้าเวลาผ่านไป $nT_{\frac{1}{2}}$ จากตอนเริ่มต้น จำนวนนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสีจะเหลืออยู่ (N) เท่ากับ $\frac{N_0}{2^n}$ ซึ่งอาจเขียนได้ว่า เมื่อเวลาผ่านไป t โดยที่ t มีค่าเป็นจำนวนเต็ม n เท่าของ $T_{\frac{1}{2}}$ หรือ $t = nT_{\frac{1}{2}}$ จะมีนิวเคลียสเหลืออยู่ N โดยที่

$$N = \frac{N_0}{2^n} \dots\dots\dots (5)$$

เมื่อแทนในสมการ (4) จะได้

$$e^{-\lambda T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\frac{N_0}{2}}{N_0}$$

$$= \frac{1}{2}$$

หรือ

$$e^{\lambda T_{\frac{1}{2}}} = 2$$

จาก $\ln(e^A) = A$ จะได้ $\lambda T_{\frac{1}{2}} = \ln 2$

$$= 0.693$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

หรือ

$$\lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$$

..... (6)

จากสมการ (6) แสดงว่าธาตุกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตมากจะมีค่าคงตัวการสลายน้อย จึงกล่าวได้ว่า **ค่าคงตัวการสลายแสดงถึงโอกาสของการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีในหนึ่งหน่วยเวลา**

ถ้าแทนสมการ (4) ลงในสมการ (2) จะได้ว่า

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

ถ้าให้ A_0 แทน กัมมันตภาพขณะเริ่มต้น ($t = 0$)

A แทน กัมมันตภาพที่เวลา t ใดๆ นับจากเริ่มต้น

จะได้ $A_0 = +\lambda N_0$

และ $A = -\frac{dN}{dt}$

นั่นคือ

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

..... (7)

เราอาจใช้สมการ (4) และ (7) บอกถึงการเปลี่ยนแปลงมวลของธาตุกัมมันตรังสีที่เวลาขณะหนึ่งได้ ทั้งนี้เพราะจำนวนนิวเคลียสแปรผันตรงกับมวลของธาตุ

ถ้าให้ m_0 แทน มวลธาตุกัมมันตรังสีขณะเริ่มต้นพิจารณา

ซึ่งเวลานั้นจำนวนนิวเคลียสเป็น N_0

m แทน มวลธาตุกัมมันตรังสีที่เวลา t ใดๆ นับจาก

เริ่มต้น ซึ่งที่เวลานี้มีจำนวนนิวเคลียสเป็น N

จะได้

$$m = m_0 e^{-\lambda t}$$

..... (8)

ตัวอย่าง

ตัวอย่าง 1 ธาตุเรเดียม-226 มีครึ่งชีวิต 1,620 ปี ถ้าจะให้อัตราการสลายนี้เป็น 30,000 ต่อวินาที แสดงว่ามีธาตุเรเดียมเริ่มต้นอยู่จำนวนเท่าใด

วิธีทำ จากโจทย์ทราบ ครึ่งชีวิต ($T_{\frac{1}{2}}$) = 1,620 ปี

อัตราการสลาย (A) = 30,000 ปี

จำนวนธาตุเรเดียมเริ่มต้น (N) = นิวเคลียส

หาค่าคงตัวการสลาย (λ)

จากสมการ $\lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$

แทนค่า $\lambda = \frac{0.693}{1,620 \times 365 \times 24 \times 3,600}$

$\lambda = 1.36 \times 10^{-11}$ ต่อวินาที

หาจำนวนธาตุเรเดียม (N)

จากสมการ $A = \lambda N$

แทนค่า $30,000 = 1.36 \times 10^{-11} N$

$N = \frac{30,000}{1.36 \times 10^{-11}}$

$= 2.21 \times 10^{15}$ นิวเคลียส

ตอบ ธาตุเรเดียมเริ่มต้นมีจำนวน 2.21×10^{15} นิวเคลียส

ตัวอย่าง 2 ถ้าฉีดไอโอดีน-131 ซึ่งมีครึ่งชีวิต 8.1 วัน เข้าไปในร่างกายผู้ป่วย 1 กรัม จากนั้น 14 วัน จะเหลือไอโอดีนดังกล่าวอยู่ในร่างกายผู้ป่วยกี่กรัม

วิธีทำ จากโจทย์ทราบ ครึ่งชีวิต ($T_{\frac{1}{2}}$) = 8.1 วัน

เวลาในการสลาย (t) = 14 วัน

มวลธาตุกัมมันตรังสีเริ่มต้น (m_0) = 1 กรัม

มวลธาตุกัมมันตรังสีที่เหลือ (m) = กรัม

จากสมการ $m = m_0 e^{-\lambda t}$

จะได้สมการ $m = m_0 2^{\frac{-t}{T}}$

$$\text{แทนค่า } m = 1 \times 2^{\frac{-14}{8.1}}$$

$$= 2^{-1.73}$$

$$= 0.301 \text{ กรัม}$$

ตอบ เหลือไอโอดีน-131 อยู่ในร่างกายผู้ป่วย 0.301 กรัม

บัตรกิจกรรมการทดลอง

เรื่อง สถานการณ์จำลองการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี (ครึ่งชีวิต)

กลุ่มที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/.....

สมาชิกในกลุ่ม 1..... 2.....

3..... 4.....

5.....



1. เพื่อหาค่าคงตัวในการสลายของนิวเคลียสโดยเปรียบเทียบกับอัตราการทอลูกบาศก์
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าคงตัวของการสลายของนิวเคลียสธาตุ 2 ชนิด
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าครึ่งชีวิตและค่าคงตัวการสลายของนิวเคลียส

อุปกรณ์

1. ลูกบาศก์ 6 หน้า จำนวน 40 ลูก
2. กล่องสำหรับใส่ลูกบาศก์ จำนวน 1 กล่อง
3. สีสำหรับแต้มลูกบาศก์

ตอนที่ 1

วิธีทดลอง

1. ใช้ลูกบาศก์ 6 หน้า จำนวน 40 ลูก แต้มสีหน้าหนึ่งของลูกบาศก์ให้ชัดเจน



รูป 16 แต้มสีหน้าหนึ่งของลูกบาศก์ให้ชัดเจน

2. นำลูกบาศก์ทั้งหมดใส่กล่องแล้วทอดลงพร้อมๆ กัน คัดลูกบาศก์ที่หงายหน้าแต้มสีแดงออก บันทึกจำนวนครั้งที่ทอดกับจำนวนลูกบาศก์ที่เหลือลงในตารางบันทึกผลการทดลอง



รูป 17 ทอดลูกบาศก์พร้อมกันทุกลูก

3. นำลูกบาศก์ที่เหลือจากการทดลองในข้อ 1 ใส่กล่องแล้วทอดซ้ำอีก คัดลูกบาศก์ที่หงายหน้าแต้มสีแดงออกทุกครั้ง ทำการทดลองซ้ำกับลูกบาศก์ที่เหลือไปเรื่อยๆ จนกระทั่งเหลือลูกบาศก์น้อยที่สุด (2 - 3 ลูก หรือไม่มีเลย)



รูป 18 ทดลองซ้ำกับลูกบาศก์ที่เหลือจนเหลือลูกบาศก์น้อยที่สุด

4. เขียนกราฟระหว่างจำนวนครั้งที่ทอดกับจำนวนลูกบาศก์ที่เหลือ โดยจำนวนลูกบาศก์ที่เหลืออยู่บนแกนตั้ง และจำนวนครั้งที่ทอดอยู่บนแกนนอน
5. จากกราฟหาจำนวนครั้งที่ทอดแล้วมีลูกบาศก์เหลือ 20, 10 และ 5 ลูก ตามลำดับ

ตอนที่ 2

เติมสี่บนลูกบาศก์เพิ่มอีก 1 หน้า (รวมเป็น 2 หน้า) โดยเติมสี่ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน ทำการทดลองซ้ำ เช่นเดียวกับตอนที่ 1 เขียนกราฟระหว่างจำนวนครั้งที่ทอดกับจำนวนลูกบาศก์ที่เหลือ (เขียนลงในกราฟเดียวกันกับการทดลองตอนที่ 1)



ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1 (เติมสี 1 หน้า)

จำนวน ครั้งที่ทอด	จำนวน ลูกบาศก์ที่เหลือ

ตอนที่ 2 (เติมสี 2 หน้า)

จำนวน ครั้งที่ทอด	จำนวน ลูกบาศก์ที่เหลือ



กราฟจากการทดลอง



อภิปรายผลการทดลอง



สรุปผลการทดลอง



ข้อเสนอแนะท้ายการทดลอง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จำนวนลูกบาศก์เริ่มต้น เทียบได้กับปริมาณใดในการสลายของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสี
.....
.....
2. จำนวนลูกบาศก์ที่หงายหน้าแต้มสีแล้วถูกคัดออกในการทอดลูกบาศก์แต่ละครั้ง เทียบได้กับปริมาณใดในการสลายของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสี
.....
.....
3. จำนวนครั้งที่ทอดลูกบาศก์ เทียบได้กับปริมาณใดในการสลายของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสี
.....
.....
4. ลูกบาศก์ 6 หน้า ที่แต้มสี 1 หน้า มีโอกาสที่จะหงายหน้าแต้มสี เป็นเท่าใด
.....
.....
5. ลูกบาศก์ 6 หน้า ที่แต้มสี 2 หน้า มีโอกาสที่จะหงายหน้าแต้มสี เป็นเท่าใด
.....
.....
6. กราฟที่ได้จากการทดลองทั้งสองตอน มีลักษณะคล้ายกับกราฟแสดงการลดจำนวนของนิวเคลียสกัมมันตรังสีเมื่อเวลาผ่านไป (รูปที่ 15 ในบัตรเนื้อหาที่ 2 เรื่อง อัตราการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี และครึ่งชีวิต) หรือไม่ อย่างไร
.....
.....
7. จากกราฟจำนวนครั้งที่ทอดลูกบาศก์แล้วลูกบาศก์เหลืออยู่ 20, 10 และ 5 ลูก ในการทดลองทั้งสองตอน มีค่าเท่าใดบ้าง
.....
.....
8. จงหาค่าคงตัวการสลายจากการทดลองทั้งสองตอน
.....
.....
.....
.....



บัตรกิจกรรมที่ 2 คำนวณค่าครึ่งชีวิต

กลุ่มที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/.....

สมาชิกในกลุ่ม 1..... 2.....

3..... 4.....

5.....



ให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันแสดงวิธีการหาคำตอบให้ถูกต้อง

1. การทดลองสถานการณ์จำลองการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี โดยการทอดลูกบาศก์ที่แต้มสีหน้าเดียวจำนวน 32 ลูก แล้วคัดเอาลูกบาศก์ซึ่งหงายหน้าที่แต้มสีออก ถ้าครึ่งชีวิตของการทอดลูกบาศก์ครั้งนี้คือ 4 ครั้ง ให้หาว่าในการทดลองนี้จะต้องทอดลูกบาศก์กี่ครั้ง จึงจะเหลือลูกบาศก์เพียง 2 ลูก (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีครึ่งชีวิต 100 วินาที ก่อนการสลายตัวมีปริมาณอยู่ 1 กรัม หลังจากใช้เวลาผ่านไปนาน 5 นาที จะเหลือธาตุที่ยังไม่สลายปริมาณเท่าใด (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ธาตุโซเดียม-24 มีครึ่งชีวิต 15 ชั่วโมง ถ้าก่อนการสลายมีธาตุโซเดียม-24 เริ่มต้น 2.4×10^2 อะตอม จงหาปริมาณของธาตุโซเดียม-24 นี้ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. การทดลองสถานการณ์จำลองการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี โดยใช้ลูกเหล็กแบบแปดหน้าแต้มสีไว้ 2 หน้า จำนวน 100 ลูก มาทำการทดลองแล้วคัดลูกที่หงายหน้าแต้มสีออก จงหาครึ่งชีวิตในการทอดลูกเหล็กนี้ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จากการทดลองในข้อ 4 จงหาจำนวนครั้งของการทอดที่ทำให้เหลือลูกเหล็ก 25 ลูก (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน

1. ตามสมมติฐานของรัทเทอร์ฟอร์ด และชอดดี อัตราการสลายของธาตุกัมมันตรังสีแปรผันตรงกับข้อใด
 - ก. ความดัน
 - ข. จำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี
 - ค. อุณหภูมิ
 - ง. แสงแดด
2. ครึ่งชีวิต (half life) มีความหมายตรงกับข้อใด
 - ก. ปริมาณนิวเคลียสกัมมันตรังสีลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น
 - ข. กัมมันตภาพที่นิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสีปล่อยออกมาจนลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น
 - ค. ช่วงเวลาของการสลายที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น
 - ง. จำนวนนิวเคลียสที่ลดลงจนกระทั่งเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น
3. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. ธาตุกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตมากจะมีค่าคงตัวการสลายน้อย
 - ข. ธาตุกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตน้อยจะมีค่าคงตัวการสลายน้อย
 - ค. ธาตุกัมมันตรังสีทุกชีวิตมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากัน
 - ง. ค่าครึ่งชีวิตและค่าคงตัวการสลายของธาตุเป็นปริมาณที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน
4. กัมมันตภาพ 1 คูรี มีค่าเท่าใด
 - ก. 3.7×10 เบ็กเคอเรล
 - ข. 3.7×10^4 เบ็กเคอเรล
 - ค. 3.7×10^7 เบ็กเคอเรล
 - ง. 3.7×10^{10} เบ็กเคอเรล

5. ธาตุสุดท้ายซึ่งเป็นธาตุเสถียรในอนุกรมการสลายของธาตุยูเรเนียม-238 คือธาตุใด
 - ก. ทอเรียม-230
 - ข. เรเดียม-226
 - ค. บิสมัท-214
 - ง. ตะกั่ว-206

6. ธาตุกัมมันตรังสีโคบอลต์-60 มีปริมาณเริ่มต้น 40 กรัม สลายตัวให้รังสีบีตาและรังสีแกมมา ถ้าธาตุโคบอลต์-60 มีครึ่งชีวิต 5.5 ปี เมื่อเวลาผ่านไป 16.5 ปี จะเหลือโคบอลต์-60 อยู่กี่กรัม
 - ก. 5 กรัม
 - ข. 10 กรัม
 - ค. 15 กรัม
 - ง. 20 กรัม

7. ธาตุกัมมันตรังสี 1 กรัม มีช่วงเวลาคึ่งชีวิต 100 วินาที หลังจากเวลาที่เวลาผ่านไปนาน 5 นาที จะสลายตัวไปเป็นจำนวนเท่าใด
 - ก. $\frac{1}{8}$ กรัม
 - ข. $\frac{3}{8}$ กรัม
 - ค. $\frac{5}{8}$ กรัม
 - ง. $\frac{7}{8}$ กรัม

8. ธาตุกัมมันตรังสีจำนวนหนึ่งเมื่อทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ปรากฏว่าสลายตัวไปจำนวน $\frac{15}{16}$ เท่า ของเดิม จงหาครึ่งชีวิตของธาตุนี้นี้
 - ก. 20 นาที
 - ข. 30 นาที
 - ค. 50 นาที
 - ง. 60 นาที

9. ในการทดลองทอดลูกบาศก์เพื่อจำลองสถานการณ์การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ลูกบาศก์ซึ่งหงายหน้าที่ถูกแต้มสีแล้วถูกคัดออก เทียบได้กับปริมาณใดในการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี
 - ก. จำนวนนิวเคลียสที่สลาย
 - ข. จำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่
 - ค. เวลาคึ่งชีวิต
 - ง. จำนวนนิวเคลียสเริ่มต้น

10. ในการทดลองทอดลูกบาศก์เพื่อจำลองการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี โดยการทอดลูกบาศก์ที่แต้มสีหน้าเดียวจำนวน 32 ลูก แล้วคัดเอาลูกซึ่งหงายหน้าที่แต้มสีออก ถ้าครึ่งชีวิตของการทอดลูกบาศก์ครั้งนี้คือ 4 ครั้ง ให้นำว่าในการทดลองนี้ต้องทอดลูกบาศก์ประมาณกี่ครั้งจึงจะเหลือลูกบาศก์ 2 ลูก

- ก. 8 ครั้ง
- ข. 12 ครั้ง
- ค. 16 ครั้ง
- ง. 20 ครั้ง



เสร็จแล้วไปดูเฉลยกับเลยนะ

กระดาษคำตอบ แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 5 ว30205 วันที่.....เดือน.....ปี.....

คำชี้แจง

ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปคะแนนสอบหลังเรียน

คะแนนเต็ม	10
คะแนนที่ได้	

☐ ผ่าน

☐ ไม่ผ่าน

บรรณานุกรม

- การสลายนิวเคลียสกัมมันตรังสี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.physicsnuclearscience.blogspot.com/p/blogpage_42.html. 22 ธันวาคม 2560.
- ช่วง ทมทิตขงค์ และคณะ. (2558). **คู่มือฟิสิกส์ ม.4-5-6**. กรุงเทพมหานคร: ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง จำกัด
- ทศนา แคมมณี. (2545). **รูปแบบการเรียนการสอน ทางเลือกที่หลากหลาย**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นรินทร์ เนาวประทีป. (2543). **ฟิสิกส์ ม.6**. นครปฐม: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- นิรันดร์ สุวรรณ์. (2552). **คัมภีร์ฟิสิกส์ ม. 4-5-6 Entrance PAT2**. กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์
- ศาสตร์การสอน. (2553). พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา ลาตพรว.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ภาคผนวก

เฉลย แบบทดสอบก่อนเรียน
ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				×
2				×
3			×	
4	×			
5				×
6				×
7	×			
8			×	
9		×		
10				×

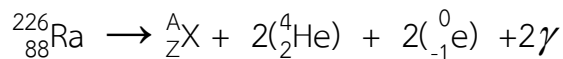
เฉลย บัตรกิจกรรรมที่ 1
อนุกรมการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี



ให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันหาคำตอบให้ถูกต้อง

1. ถ้าอนุกรมการสลายตัวของ $^{226}_{88}\text{Ra}$ สลายให้ $2\alpha, 2\beta$ และ 2γ จะทำให้ได้นิวเคลียสธาตุใหม่คือ ธาตุอะไร (2 คะแนน)

วิธีทำ ถ้าให้ X แทนนิวเคลียสธาตุใหม่ที่เกิดภายหลังการสลาย เขียนสมการการสลายได้ดังนี้



หาเลขอะตอม (Z) $88 = Z + 4 + (-2)$

$$Z = 86$$

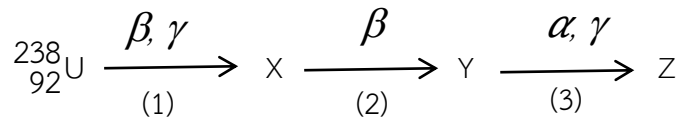
หาเลขมวล (A) $226 = A + 8 + 0$

$$A = 218$$

จากตารางธาตุ ธาตุที่มีเลขอะตอม 86 คือธาตุเรดอน (Rn)

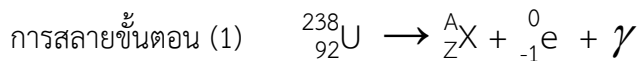
ตอบ นิวเคลียสธาตุใหม่หลังการสลาย คือ เรดอน-218 ($^{218}_{86}\text{Rn}$)

2. ถ้านิวเคลียส $^{238}_{92}\text{U}$ มีการสลายตัวสู่ไอโซโทปเสถียร ตามลำดับดังนี้



จำนวนนิวตรอนในไอโซโทป Z เป็นเท่าใด (2 คะแนน)

วิธีทำ จากโจทย์เขียนเป็นสมการการสลายตามลำดับได้ดังนี้



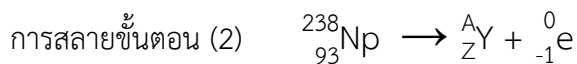
หาเลขอะตอม (Z) $92 = Z + (-1)$

$$Z = 93$$

หาเลขมวล (A) $238 = A + 0$

$$A = 238$$

จากตารางธาตุ ธาตุที่มีเลขอะตอม 93 คือธาตุเนปทูเนียม ($^{238}_{93}\text{Np}$)



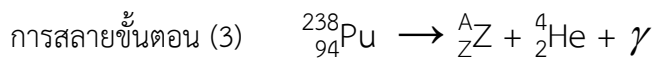
หาเลขอะตอม (Z) $93 = Z + (-1)$

$$Z = 94$$

หาเลขมวล (A) $238 = A + 0$

$$A = 238$$

จากตารางธาตุ ธาตุที่มีเลขอะตอม 94 คือธาตุพลูโทเนียม ($^{238}_{94}\text{Pu}$)



หาเลขอะตอม (Z) $94 = Z + 2$

$$Z = 92$$

หาเลขมวล (A) $238 = A + 4$

$$A = 234$$

จากตารางธาตุ ธาตุที่มีเลขอะตอม 92 คือธาตุยูเรเนียม ($^{234}_{92}\text{U}$)

หาจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสของยูเรเนียม ($^{234}_{92}\text{U}$)

จำนวนนิวตรอน = เลขมวล - เลขอะตอม

$$= 234 - 92$$

$$= 142$$

ตอบ จำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสของธาตุ Z หรือ ยูเรเนียม ($^{234}_{92}\text{U}$) มีจำนวน 142 ตัว



จงหาว่ามีอนุภาคแอลฟาและอนุภาคบีตาถูกปล่อยออกมาอย่างละเท่าใด (2 คะแนน)

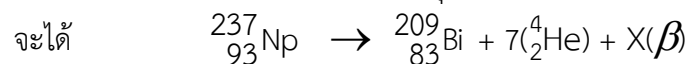
วิธีทำ หาเลขอะตอมและเลขมวลที่ลดลงหลังจากการสลายตัว
เลขอะตอมที่ลดลงภายหลังจากการสลาย จะได้ $93 - 83 = 10$
เลขมวลที่ลดลงภายหลังจากการสลาย จะได้ $237 - 209 = 28$

หาจำนวนอนุภาคแอลฟา

เนื่องจากอนุภาคแอลฟามีมวล 4 อนุภาคบีตามีมวล 0 มวลที่ลดลงภายหลังจากการสลายตัวเป็นมวลของอนุภาคแอลฟาที่ธาตุกัมมันตรังสีปล่อยออกมานั่นเอง

หาจำนวนอนุภาคแอลฟา $28 \div 4 = 7$ ตัว

เขียนสมการการสลายเพื่อหาจำนวนอนุภาคบีตา ให้ x แทนจำนวนอนุภาคบีตา



จากเลขอะตอมก่อนการสลาย เท่ากับเลขอะตอมหลังการสลาย

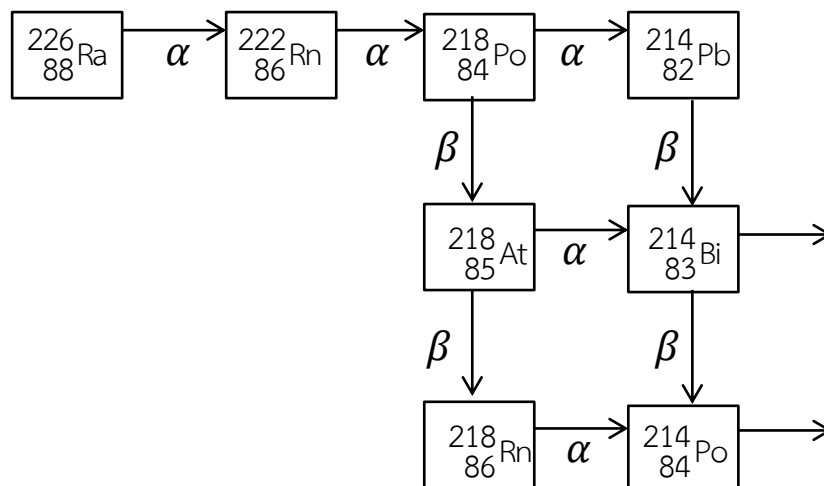
จะได้ $93 = 83 + 14 + X(-1)$

$X = 4$ ตัว

ตอบ จากอนุกรมการสลายมีอนุภาคแอลฟา 7 ตัว และอนุภาคบีตา 4 ตัว ถูกปล่อยออกมา

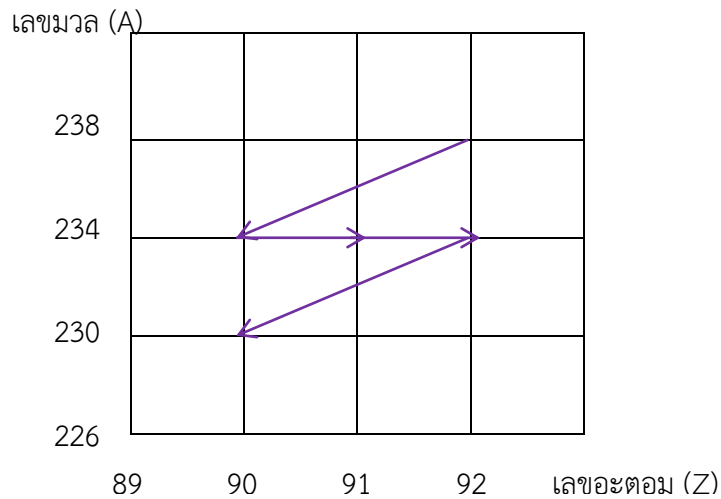
4. จากอนุกรมการสลายของธาตุเรเดียม ตามแผนภาพข้างล่างนี้ จงเติมสัญลักษณ์นิวเคลียสของธาตุลงในช่องว่างให้ถูกต้อง และธาตุ A มีจำนวนนิวคลีออนเท่าใด (2 คะแนน)

ตอบ

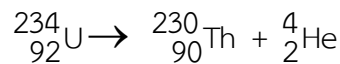
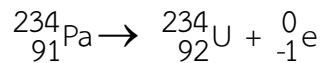
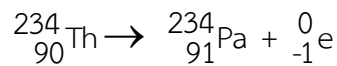
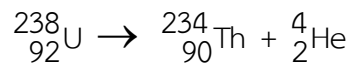


ตอบ ธาตุ A มีจำนวนนิวคลีออน 214 ตัว

5. จากรูปเป็นแผนภาพแสดงบางส่วนของอนุกรมการสลายอนุกรมหนึ่ง จงเขียนสมการการสลายที่เกิดขึ้นทั้งหมด (2 คะแนน)



ตอบ



เกณฑ์การให้คะแนนรายข้อ

รายการ	คะแนน
ตอบถูกต้องกับเฉลยเป็นส่วนใหญ่ (80% ขึ้นไป) หรือถูกต้องหมด	ได้ 2 คะแนน
ตอบถูกต้องกับเฉลยปานกลาง (50-79%)	ได้ 1 คะแนน
ตอบไม่ตรงกับเฉลย หรือตรงกับเฉลยเป็นส่วนน้อย (ไม่ถึง 50%)	ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)



เฉลย บัตรกิจกรรมการทดลอง

เรื่อง สถานการณ์จำลองการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี (ครึ่งชีวิต)



ตารางบันทึกผลการทดลอง

นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามจริง ตามที่กลุ่มของนักเรียนปฏิบัติ ซึ่งอาจไม่ตรงกับกลุ่มอื่น ครูผู้สอนใช้ดุลยพินิจในการตรวจบันทึกผลการทดลองของนักเรียน

ตอนที่ 1 (แต้มสี 1 หน้า)

จำนวน ครั้งที่ทอด	จำนวน ลูกบาศก์ที่เหลือ

บันทึกผลจากการทดลองตามจริง

ตอนที่ 2 (แต้มสี 2 หน้า)

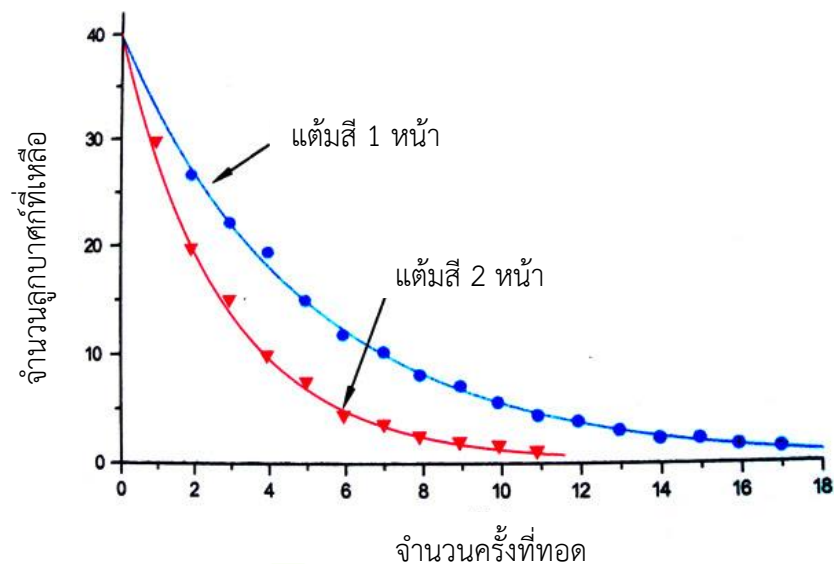
จำนวน ครั้งที่ทอด	จำนวน ลูกบาศก์ที่เหลือ

บันทึกผลจากการทดลองตามจริง



กราฟผลการทดลอง

นักเรียนเขียนกราฟจากผลการทดลองตามจริง ตามที่กลุ่มของนักเรียนปฏิบัติ ซึ่งอาจไม่ตรงกับกลุ่มอื่น ครูผู้สอนใช้ดุลยพินิจในการตรวจ โดยลักษณะของกราฟจะมีความใกล้เคียงกับกราฟตัวอย่างดังต่อไปนี้





อภิปรายผล

- (1) โอกาสที่ลูกบาศก์จะหงายหน้าที่แต้มสีเทียบกับค่าคงตัวการสลายของนิวเคลียส

จะได้ว่า โอกาสที่ลูกบาศก์ที่แต้มสี 1 หน้า จะหงายหน้าที่แต้มสี มีค่า $\frac{1}{6}$

และ โอกาสที่ลูกบาศก์ที่แต้มสี 2 หน้า จะหงายหน้าที่แต้มสี มีค่า $\frac{2}{6}$ หรือ $\frac{1}{3}$

- (2) ค่าคงตัวการสลายของลูกบาศก์ที่แต้มสี 1 หน้า มีค่า $\frac{1}{6}$ และค่าคงตัวการสลายของ

ลูกบาศก์ที่แต้มสี 2 หน้า มีค่า $\frac{2}{6}$ นั่นคือค่าคงตัวการสลายของลูกบาศก์ที่แต้มสี 1 หน้า

มีค่าน้อยกว่าค่าคงตัวการสลายของลูกบาศก์ที่แต้มสี 2 หน้า

- (3) ชุดลูกบาศก์ที่แต้มสี 1 หน้า เทียบได้กับนิวเคลียสกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งซึ่งมีค่าคงตัวการสลายน้อย ค่าครึ่งชีวิตมาก จึงใช้เวลาในการสลายตัวนานกว่า ส่วนชุดลูกบาศก์ที่แต้มสี 2 หน้า เทียบได้กับนิวเคลียสกัมมันตรังสีชนิดอื่น ซึ่งมีค่าคงตัวการสลายมาก ค่าครึ่งชีวิตน้อย จึงใช้เวลาในการสลายตัวสั้นกว่า



สรุปผล

- (1) โอกาสที่ลูกบาศก์จะหงายหน้าที่แต้มสี เทียบได้กับค่าคงตัวในการสลายของนิวเคลียส
 (2) ค่าคงตัวการสลายของลูกบาศก์ที่แต้มสี 1 หน้า มีค่าน้อยกว่าค่าคงตัวการสลายของลูกบาศก์ที่แต้มสี 2 หน้า
 (3) ค่าครึ่งชีวิตและค่าคงตัวการสลายจะมีค่าแปรผกผันกัน



ข้อเสนอแนะท้ายการทดลอง

นักเรียนบันทึกผลตามจริง ซึ่งอาจไม่ตรงกับกลุ่มอื่น ครูผู้สอนใช้ดุลยพินิจในการตรวจการบันทึกของนักเรียน



คำถามท้ายการทดลอง

1. จำนวนลูกบาศก์เริ่มต้น เทียบได้กับปริมาณใดในการสลายของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสี

ตอบ เทียบได้กับจำนวนนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสีเริ่มต้น (N_0)

2. จำนวนลูกบาศก์ที่หงายหน้าแต้มสีแล้วถูกคัดออกในการทอดลูกบาศก์แต่ละครั้ง เทียบได้กับปริมาณใดในการสลายของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสี

ตอบ เทียบได้กับจำนวนนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสีที่สลายตัวไป

3. จำนวนครั้งที่ทอดลูกบาศก์ เทียบได้กับปริมาณใดในการสลายของนิวเคลียสธาตุกัมมันตรังสี

ตอบ เทียบได้กับช่วงเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีใช้ในการสลายตัว (t)

4. ลูกบาศก์ 6 หน้า ที่แต้มสี 1 หน้า มีโอกาสที่จะหงายหน้าแต้มสี เป็นเท่าใด

ตอบ โอกาสที่จะหงายหน้าแต้มสี = $\frac{1}{6}$

5. ลูกบาศก์ 6 หน้า ที่แต้มสี 2 หน้า มีโอกาสที่จะหงายหน้าแต้มสี เป็นเท่าใด

ตอบ โอกาสที่จะหงายหน้าแต้มสี = $\frac{2}{6}$ หรือ $\frac{1}{3}$

6. กราฟที่ได้จากการทดลองทั้งสองตอน มีลักษณะคล้ายกับกราฟแสดงการลดจำนวนของนิวเคลียสกัมมันตรังสีเมื่อเวลาผ่านไป (รูป 15 ในบัตรเนื้อหาที่ 2 เรื่อง อัตราการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี และครึ่งชีวิต) หรือไม่ อย่างไร

ตอบ กราฟมีลักษณะคล้ายกัน

7. จากกราฟจำนวนครั้งที่ทอดลูกบาศก์แล้วลูกบาศก์เหลืออยู่ 20, 10 และ 5 ลูก ในการทดลองทั้งสองตอน มีค่าเท่าใดบ้าง

ตอบ นักเรียนบันทึกผลตามที่ได้จากการทดลอง ครูผู้สอนใช้ดุลยพินิจในการตรวจ

8. จงหาค่าคงตัวการสลายจากการทดลองทั้งสองตอน

ตอบ นักเรียนบันทึกผลตามที่ได้จากการทดลอง ครูผู้สอนใช้ดุลยพินิจในการตรวจ

เฉลย บัณฑิตกิจกรรมที่ 2 คำนวณค่าครึ่งชีวิต

คำชี้แจง : ให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันแสดงวิธีการหาคำตอบให้ถูกต้อง

1. การทดลองสถานการณ์จำลองการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี โดยการทอดลูกบาศก์ที่แต้มสีหน้าเดียวจำนวน 32 ลูก แล้วคัดเอาลูกบาศก์ที่หงายหน้าซึ่งแต้มสีออก ถ้าครึ่งชีวิตของการทอดครั้งนี้คือ 4 ครั้ง ให้หาว่าในการทดลองนี้จะต้องทอดลูกบาศก์กี่ครั้ง จึงจะเหลือลูกบาศก์เพียง 2 ลูก (2 คะแนน)

วิธีทำ

$$\text{จากโจทย์ จำนวนลูกบาศก์เริ่มต้น } (N_0) = 32 \text{ ลูก}$$

$$\text{ครึ่งชีวิต } (T_{\frac{1}{2}}) = 4 \text{ ครั้ง}$$

$$\text{จำนวนลูกบาศก์ที่เหลือ } (N) = 2 \text{ ลูก}$$

$$\text{จำนวนครั้งในการทอดลูกบาศก์ } (t) = \dots\dots\dots \text{ครั้ง}$$

$$\text{จากสมการ } N = N_0 2^{-\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}$$

$$\text{แทนค่า } 2 = 32 \times 2^{-\frac{t}{4}}$$

$$\frac{1}{2^4} = 2^{-\frac{t}{4}}$$

$$2^{-4} = 2^{-\frac{16}{4}}$$

$$\text{จะได้ } t = 16 \text{ ครั้ง}$$

ตอบ จะต้องทำการทอดลูกบาศก์ประมาณ 16 ครั้ง จึงจะเหลือลูกบาศก์เพียง 2 ลูก

2. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีครึ่งชีวิต 100 วินาที ก่อนการสลายตัวมีปริมาณอยู่ 1 กรัม หลังจากเวลาผ่านไปนาน 5 นาที จะเหลือธาตุที่ยังไม่สลายปริมาณเท่าใด (2 คะแนน)

วิธีทำ

$$\text{จากโจทย์ ครึ่งชีวิต } (T_{\frac{1}{2}}) = 100 \text{ วินาที}$$

$$\text{ปริมาณธาตุกัมมันตรังสีเริ่มต้น } (N_0) = 1 \text{ กรัม}$$

$$\text{เวลาในการสลาย } (t) = 300 \text{ วินาที}$$

$$\text{ปริมาณธาตุที่เหลือหลังการสลาย } (N) = \dots\dots\dots \text{ กรัม}$$

$$\text{จากสมการ} \quad n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{300}{100} = 3$$

$$\text{จากสมการ} \quad N = \frac{N_0}{2^n}$$

$$\text{แทนค่า} \quad = \frac{1}{2^3}$$

$$\text{จะได้} \quad = \frac{1}{8}$$

$$\text{ตอบ} \quad \text{เหลือธาตุกัมมันตรังสีที่ยังไม่สลายตัวอยู่} \quad \frac{1}{8} \text{ กรัม}$$

3. ธาตุโซเดียม-24 มีครึ่งชีวิต 15 ชั่วโมง ถ้าก่อนการสลายมีธาตุโซเดียม-24 เริ่มต้น 2.4×10^2 อะตอม จงหาปริมาณของธาตุโซเดียม-24 นี้ (2 คะแนน)

วิธีทำ

$$\text{จากโจทย์ ครึ่งชีวิต } (T_{\frac{1}{2}}) = 15 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{ปริมาณธาตุกัมมันตรังสีเริ่มต้น } (N_0) = 2.4 \times 10^2 \text{ อะตอม}$$

$$\text{กัมมันตภาพรังสี (A)} = \dots\dots\dots \text{นิวเคลียส/วินาที}$$

หาค่าคงที่การสลาย (λ)

$$\text{จากสมการ } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{แทนค่า } \lambda = \frac{0.693}{15}$$

$$= 0.0462/\text{ชั่วโมง}$$

$$\text{จะได้ } \lambda = 0.283 \times 10^{-5} / \text{วินาที}$$

หาปริมาณของธาตุของทอเรียม (A)

$$\text{จากสมการ } A = -\lambda N$$

$$\text{แทนค่า } A = (0.283 \times 10^{-5}) (2.4 \times 10^2)$$

$$\text{จะได้ } A = 0.6792 \times 10^{-3} \text{ นิวเคลียส/วินาที}$$

ตอบ ปริมาณของธาตุของทอเรียม เท่ากับ 6.792×10^{-4} นิวเคลียส/วินาที

4. การทดลองสถานการณ์จำลองการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี โดยใช้ลูกเหล็กแบบแปดหน้าแต้มสีไว้ 2 หน้า จำนวน 100 ลูก มาทำการทดลองแล้วคัดลูกที่หงายหน้าแต้มสีออก จงหาครึ่งชีวิตในการทอดลูกเหล็กนี้ (2 คะแนน)

วิธีทำ จากโจทย์ โอกาสในการหงายหน้าที่แต้มสี หรือค่าคงตัวการสลาย (λ) = $\frac{2}{8}$

$$\text{ครึ่งชีวิต } (T_{\frac{1}{2}}) = \dots\dots\dots \text{ ครั้ง}$$

$$\text{จากสมการ } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\text{แทนค่า } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\frac{2}{8}}$$

$$= 2.772$$

ตอบ ครึ่งชีวิตในการทอดลูกเหล็กนี้เท่ากับ 2.772 ครั้ง

5. จากการทดลองในข้อ 4 จงหาจำนวนครั้งของการทอดที่ทำให้เหลือลูกเหล็มน 25 ลูก (2 คะแนน)

วิธีทำ จากโจทย์ จำนวนลูกเหล็มนเริ่มต้น (N_0) = 100 ลูก
 จำนวนลูกเหล็มนที่เหลือ (N) = 25 ลูก
 จำนวนครั้งในการทอดลูกเหล็มน (t) = ครั้ง

จากสมการ $2^n = \frac{N_0}{N} = \frac{100}{25}$

$$2^n = 4$$

จะได้ $n = 2$

จากสมการ $t = n T_{\frac{1}{2}}$

$$t = 2 \times 2.772$$

$$= 5.544$$

ตอบ จะต้องทอดลูกเหล็มนประมาณ 6 ครั้ง

เกณฑ์การให้คะแนนรายข้อ

รายการ	คะแนน
ตอบถูกต้องกับเฉลยเป็นส่วนใหญ่ (80% ขึ้นไป) หรือถูกต้อง	ได้ 2 คะแนน
ตอบถูกต้องกับเฉลยปานกลาง (50-79%)	ได้ 1 คะแนน
ตอบไม่ตรงกับเฉลย หรือตรงกับเฉลยเป็นส่วนน้อย (ไม่ถึง 50%)	ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)

เฉลย แบบทดสอบหลังเรียน
ชุดที่ 3 เรื่อง การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		×		
2			×	
3	×			
4				×
5				×
6	×			
7				×
8		×		
9	×			
10			×	